

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Специальность 240403 Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Кафедра Химическая технология топлива и химической кибернетики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Поглощение красителей торфом, обработанном раствором хлорида аммония.

УДК 662.641:549.451.4:667.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 - 5201	Деманова Татьяна Анатольевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Архипов В.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т. Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юрьев Е. М.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного образования

Специальность 240403 Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Кафедра Химическая технология топлива и химической кибернетики

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. ХТТ и ХК, к.т.н., доцент

_____ Юрьев Е.М.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5201	Деманова Татьяна Анатольевна

Тема работы:

Поглощение красителей торфом, обработанном раствором хлорида аммония	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом работы	
-----------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т.д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатация) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Состав торфов; верховой магелланикум; верховой фоскум; переходный осоково-сфагновый;
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижения мировой науки техники в рассматриваемой области; постановки	Введение 1. Обзор литературы. Физико-химические основы адсорбции из водных растворов. 2. Аналитический обзор Физико-

задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполнено работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	химические методы очистки сточных вод. 3. Постановка задачи исследования. 4. Объекты и методы исследования. 5. Результаты и их обсуждения. 6. Финансовый менеджмент. 7. Социальная ответственность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Рыжакина Т.Г.
Социальная ответственность	Антоневич О.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Архипов В.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Деманова Т.А.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
3-5201		Деманова Татьяна Анатольевна	
Институт	Электронного обучения	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	ХТПЭ и УМ

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности исследования Поглощение красителей торфом, обработанном раствором хлорида аммония.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Расчёт чистого денежного потока
5. Расчет инвестиционных показателей НИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ
7. Сравнительная эффективность разработки

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Деманова Татьяна Анатольевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3 - 5201	Деманова Татьяна Анатольевна

Институт	ИДО	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	240403 Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.</p>	<p>Научно-исследовательская работа проводилась в ТПУ на кафедре ХТТ. Поглощение красителей торфом, обработанном раствором хлорида аммония. Приготовление образцов торфа (обработка исходных видов торфа хлоридом аммония, просев торфа через сито 3мм), определение влажности каждого образца торфа в сушильном шкафу; приготовление рабочих растворов красителей. Использование электрических приборов сушильные шкафы, лабораторные весы, встряхиватель растворов, перистальтический насос и фотоэлектроколориметр. Применяется для очистки сточных вод от разных органических примесей прежде всего от нефтяных.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты; 	<p>1.1 Вредные производственные факторы: токсичные и едкие вещества (ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ); Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96); повышенный уровень шума на рабочем месте (ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ);</p> <p>1.2. –электробезопасность - Не использовать неисправные электрические прибор. -Не оставлять включенные электрические приборы без присмотра. Использовать приборы только заводского изготовления. При окончании работы все используемые приборы обесточивают. -Не включать электрические приборы в сеть без проверки заземления. В качестве основных мероприятий по защите при использовании электрических приборов применяют заземление оборудования. ГОСТ Р 50571.3-94;</p> <p>пожаровзрывобезопасность (причины:</p>
--	---

<ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>отступление от норм установленного технологического режима эксплуатации; несоблюдение инструкций по промышленной безопасности и противопожарных правил. Средства пожаротушения: огнетушитель ОУ-2; огнетушитель ОХП; ОПС-10; асбестовое одеяло; ящик с песком; ГОСТ 12.1.004-76 ССБТ</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>-Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы): Среди загрязнений воздушной среды основными выбросами являются углеводороды. Загрязнение гидросферы (сбросы): может быть осуществлено посредством загрязнения сточных вод различными вредными веществами и продуктами. Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы): Происходит закисление почв, гибель лесов, изменяется видовой состав флоры и фауны во многих водоемах. ГОСТ 17.2.3.02—78.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>- Пожары, взрывы, угроза взрывов; - Пожаровзрывоопасность веществ и материалов; - Меры: 1. Строгое соблюдение норм технологического режима - порядка и правил ведения технологических процессов на составляющей установке; обязательное выполнение обслуживающим персоналом производственных инструкций, правил по производственной безопасности, пожарной безопасности, профессиональной подготовки промышленно-производственного персонала; - Во всех лабораториях предусмотрена пожарная сигнализация. Сигналы от датчиков пожарной сигнализации подаются на щиты управления. Для тушения пожаров или возгораний на установке применяются следующие средства пожаротушения: огнетушитель ОУ-2 (для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок, кроме веществ, без доступа воздуха); огнетушитель ОХП (для тушения установок, находящихся под напряжением); ОПС-10 (для тушения небольших очагов возгорания щелочных материалов);</p>

	асбестовое одеяло; ящик с песком. ГОСТ 12.1.004-76 ССБТ
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1) Работодатель обязан выполнять требования согласно статье 223-224 ТК РФ.</p> <p>2) Размещение оборудования в помещении учебной лаборатории должно обеспечивать удобство и безопасность выполнения всех видов рабочей деятельности при проведении лабораторных работ.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Планировка помещений учебной лаборатории должна обеспечивать освещение рабочих мест студентов естественным светом. Размещение средств отображения информации должно обеспечивать свободное восприятие общей сигнальной информации в интерьере лаборатории. - Геометрические размеры зоны досягаемости моторного поля на рабочих местах в лаборатории определяются требованиями ГОСТ 12.2.032-78 (для положения сидя) и ГОСТ 12.2.033-78 (для положения стоя).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	09 марта 2016 г.
---	------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А.	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Деманова Татьяна Анатольевна		

Содержание.	
Реферат.....	2
Введение.....	3
1.Обзор литературы. Физико - химические основы адсорбции из водных растворов.....	4
1.1. Теории адсорбции.....	4
1.2. Потенциальная теория Эйкена и Поляни.....	5
1.3. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауера, Эммет и Теллера.....	6
1.4. Электростатическая теория Лоренца и Ланде.....	8
1.5. Электрическая теория адсорбции Ильина.....	8
1.6. Химическая теория Лэнгмюра.....	9
1.7. Адсорбенты.....	10
1.8. Влияние на адсорбцию из растворов химической природы поверхности, размеров пор адсорбента и свойств раствора.....	11
1.9Влияние растворимости органических веществ на их адсорбцию из водных растворов.....	14
2.Аналитический обзор.....	15
2.1.Физико-химические методы очистки сточных вод.....	15
2.1.1. Коагуляция.....	16
2.1.2. Адсорбционные установки.....	17
2.1.3. Флотационные способы очистки.....	18
2.2. Очистка сточных вод напорной и безнапорной флотацией. Схема и принцип действия соответствующих установок.....	21
3. Постановка задачи исследования.....	24
3.1.Исследуемые образцы.....	25
3.1.2.Рабочие растворы.....	26
3.1.3. Удаление обменных катионов из торфа обработкой слабым раствором хлорида аммония (0,1%)(NH_4Cl).....	28
3.1.4. Описание установки.....	28

4.Проведение испытания.....	30
4.1. Построение градуировочного графика фотоэлектроколориметра по водорастворимым красителям.....	32
4.2. Расчет величины адсорбции.....	32
4.3. Определение массовой доли влаги (ГОСТ11305-83).....	33
5.Результаты и их обсуждения.....	35
5.1.Обсуждение результатов.....	47
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	50
6.1Потенциальные потребители результатов исследования.....	50
6.2. SWOT-анализ.....	51
6.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	53
6.4. Инициация проекта.....	54
6.5. Планирование управления научно-техническим проектом.....	56
6.5.1. Бюджет научного исследования.....э.....	57
6.5.2.Организационная структура проекта.....	62
6.6. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	62
6.6.1. Оценка абсолютной эффективности исследования.....	63
6.6.2. Оценка сравнительной эффективности исследования.....	68
7.Социальная ответственность.....	72
7.1.Производственная безопасность.....	72
7.1.2.Химически опасные и вредные производственные факторы.....	73
7.1.3.Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны....	74
7.1.4.Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	75
7.1.5.Пожаровзрывобезопасность	75
7.1.6.Основные требования по пожарной безопасности производства при эксплуатации.....	76
7.1.7Повышенное значение напряжения в электрическойцепи, замыкание которой может произойти через тело человека.....	77

7.2. Экологическая безопасность.....	79
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	80
7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	80
Список используемой литературы.....	82

Реферат.

Дипломная работа содержит с 83, рисунков 6, в том числе графиков 8, таблиц 36, 29 библиография.

Торф, Адсорбция, Краситель, Концентрация, Очистка.

Объектом исследования являются образцы торфа Томской области в исходном состоянии, и они же обработаны слабым раствором хлористого аммония (0,1%). Работа выполняется на искусственно приготовленных растворах красителей. Целью проводимой работы является выявление адсорбционной способности на торфе, обработанном хлоридом аммония. Для достижения этой цели было исследованы три образца торфа в исходном состоянии, и они же обработаны слабым раствором хлорида аммония (0,1%), определена адсорбционная активность торфа, исследовано влияние природы адсорбента, концентрации рабочих растворов красителей на процесс адсорбции, а также рассчитаны основные показатели сорбции. Область применения - для очистки сточных вод и нефтепродуктов. Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

Введение

Загрязнение окружающей среды в последние годы стало одной из важнейших проблем человечества.

К наиболее характерным загрязнителям для различных средств относится нефть и нефтепродукты (НП), поверхностно-активные вещества (ПАВ), тяжелые металлы (ТМ) и др. В настоящее время для очистки биосферы от загрязнителей используются многочисленные варианты, используют механические, физико-химические, химические, биологические методы. Из физико-химических методов наибольший интерес представляет адсорбция. Процесс адсорбции, очень часто наблюдается в природе, находят все более широкое применение в промышленности, которая весьма эффективна, а при многоступенчатой организации процесса способна обеспечить очистку до любого требуемого уровня. В качестве сорбентов применяются как природные на растительной и минеральной основе (хлопок, мох, опилки, древесные стружки, древесная мука, пенка, солома, глина и др.), так и искусственные и синтетические материалы на основе вискозы, гидратцеллюлозы, синтетических волокон, термопластических материалов, пенополиуретана и др.

Особый интерес в этом отношении как основа дешевых, доступных и эффективных сорбентов широкого ряда загрязнителей биосферы представляет торф, который используется как самостоятельно, так и в модифицированном виде. Торф полезное ископаемое, возникает в процессе естественного отмирания и частичного распада болотных растений в условиях избыточного увлажнения и затруднённого доступа воздуха. Микроструктура торфа и состав ионогенных групп существенно зависят от вида, типа, степени разложения. Пористой структуре торфа характеризуется неравномерностью изменчивости пористого пространства под воздействием внешних условий. Принимая во внимание эти характеристики необходимы для успешной реализации торфа в технологии очистки сточных вод.

1.1 Теории адсорбции

Единый случай распространенного явления, которого называют сорбцией - это адсорбция.

Адсорбция - это поглощение, сопровождающее диффузией поглощаемого вещества вглубь сорбента с образованием раствора.

Чтобы объяснить сущности процесса адсорбции, было рассмотрено много теорий, но не нашлось ни единой, которая объясняет все многообразие процесса. Поэтому каждая из теорий имеет свои границы применимости, зависящие и от рода поглотителя, и от поглощаемого вещества, и от условий процесса.

Все предложенные теории адсорбции обычно подразделяют на физические, которые рассматривают процесс адсорбции как процесс физического взаимодействия между поглотителем и поглощенным веществом, и химические, рассматриваемые как процесс химического взаимодействия.

Изотерма адсорбции

Установлено, что количество адсорбированного вещества зависит от давления поглощаемого газа и температуры процесса, т. е.

$$\alpha = f(p, T) \quad (1)$$

где α - величина адсорбции, или количество вещества, поглощенное весовой или объемной единицей адсорбента;

p - парциальное давление поглощаемого компонента в газовой фазе.

При постоянной температуре

$$\alpha = f(p) \quad (2)$$

Изотерма адсорбции - кривая, достигающая при состоянии равновесия, которая показывает функциональную зависимость.

Так как в процессе адсорбции всегда выделяется тепло, количество адсорбированного вещества увеличивается с понижением температуры. [4]

На рис. 1 изображены различные типы изотерм. Тип I соответствует мономолекулярной адсорбции, четыре остальных типа—полимолекулярной. Изотерма типа I часто называется Лэнгмюровской именно уравнение Лэнгмюра показывает такие изотермы. В случае мономолекулярной адсорбции уравнение Лэнгмюра в большинстве случаев охватывает данные давления на всём диапазоне до полного насыщения для изотерм I типа. Но всё-таки это уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра не применимо для полимолекулярной адсорбции. [1]

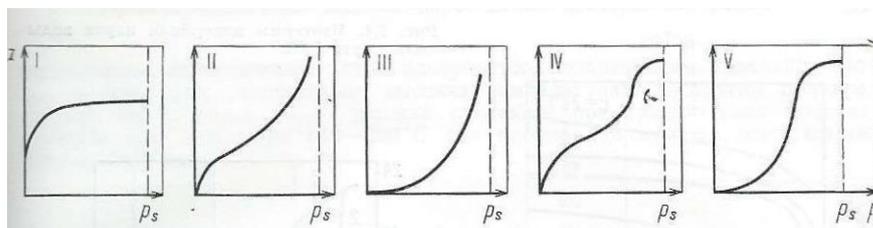


Рисунок 1. Различные типы изотерм адсорбции.

1.2. Потенциальная теория Эйкена и Поляни

Сфера действия сил притяжения при адсорбции довольно велика, благодаря чему на поверхности адсорбента удерживаются молекулы адсорбированного вещества в нескольких слоях.

Плотность этого полимолекулярного слоя при этом всегда уменьшается при удалении от адсорбирующей поверхности вследствие ослабления сил притяжения и давления вышележащих слоев адсорбированных молекул. Наиболее сжатым, следовательно, является первый адсорбированный слой, расположенный непосредственно на поверхности адсорбента.

Силы взаимодействия между адсорбированными молекулами в адсорбционном пространстве таковы же, как и силы их взаимодействия в свободном состоянии, т. е. уравнения состояния тождественны для газов в адсорбированном и свободном состоянии. Адсорбированное вещество будет иметь ту плотность и то агрегатное состояние, которые соответствуют его давлению в адсорбционном объеме. В адсорбированном слое, в его каждой

точке, есть соответствие в адсорбированном потенциале, который является функцией промежутка от точки до поверхности адсорбента. Градиенты потенциала молекулярных адсорбируемых сил первоначально начал рассматривать Эйкен; количественной формулировкой потенциальная теория обязана Поляни.

Поляни установил адсорбционный потенциал \mathcal{E} как работу, которая совершается адсорбционными силами, где одна молекула из бесконечности (т. е., где эти силы не оказывают действие) в определенную точку, которая находится на расстоянии x от поверхности адсорбента.

$$\mathcal{E}=\varphi(x) \quad (3)$$

Эти молекулы никак не воздействуют друг на друга. Согласно теории, адсорбционный потенциал и кривая, которая характеризует этот потенциал, от температуры не зависят. Характеристическая кривая зависит только от рода поглощаемого вещества, и отношение ординат или адсорбционного потенциала для двух различных веществ с равными объемами адсорбции является постоянным.

1.3. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммет и Теллера

Согласно теории БЭТ, адсорбция обуславливается ван-дер-ваальсовыми силами, сфера действия которых, в отличие от положений потенциальной теории Эйкена и Поляни, сравнительно мала. На поверхности адсорбента прочно связан только с первым слоем адсорбированного материала. Второй слой адсорбируется уже не поверхностью, а первым адсорбированным слоем, третий-вторым и т. д.

Таким образом, начиная со второго слоя, молекулы адсорбированного вещества не соприкасаются с поверхностью адсорбента и его влияние, по мере удаления слоев, становится все меньше.

Согласно теории БЭТ, условия конденсации и испарения адсорбированных молекул для второго и всех последующих слоев таковы же, как и для свободной жидкости при той же температуре. [4]

Теплота адсорбции первого слоя является результатом взаимодействия адсорбента с адсорбируемым веществом, а всех последующих слоев является результатом взаимодействия молекул самого адсорбируемого вещества.

Теплота адсорбции каждого слоя, за исключением первого и последнего, равна теплоте конденсации адсорбируемого вещества. Теплота адсорбции первого слоя может быть и больше, и меньше теплоты конденсации, но в последнем слое она будет всегда больше теплоты конденсации на количество теплоты, выделяющейся при исчезновении поверхности свободной жидкости.

Исходя из положений теории БЭТ, было выведено уравнение, что являлось попыткой охватить все возможные случаи ван-дер-ваальсовой адсорбции паров (мономолекулярной, полимолекулярной и капиллярной конденсации). Уравнение охватывает все пять типов изотерм и описывает ход изотермы каждого типа во всех областях от давления, равного нулю, до давления насыщения.

Теория БЭТ неприменима при температурах выше критической, поскольку в ней связывается явление адсорбции с конденсацией. Кроме того, уравнение изотермы выведено в предположении, что все капилляры имеют одни и те же размеры. Вследствие этого предположения теория БЭТ, очевидно, не может быть приложена к адсорбции на активных углях, характеризующихся весьма неоднородной пористостью. Экспериментальный материал, накопленный за ряд лет, подтверждает неприменимость теории БЭТ к этим случаям адсорбции.

Приложение теории БЭТ к явлениям адсорбции на однороднопористых адсорбентах с большим диаметром пор дает хорошие результаты.

1.4. Электростатическая теория Лоренца и Ланде

Согласно электростатической теории, силы притяжения при адсорбции имеют электрический характер, а молекула адсорбируемого вещества представляет собой электрический диполь. Диполем называется молекула, у которой центры тяжести положительных и отрицательных зарядов не совпадают. Адсорбент рассматривается как проводник, и приближающиеся к нему диполи адсорбируемых молекул индуцируют электрические заряды на его поверхности. Диполи адсорбируемых молекул притягиваются перпендикулярно плоскости адсорбента. [1]

Тепловое движение молекул препятствует ориентации их в определенном направлении и тормозит процесс адсорбции. Последнее положение отличается от положений потенциальной теории Эйкена и Поляни, согласно которым адсорбционный потенциал не зависит от температуры.

Согласно электростатической теории Лоренца и Ланде, адсорбированное вещество располагается на поверхности адсорбента мономолекулярным слоем.

Рассматривая адсорбент как проводник, Лоренц и Ланде уменьшают сферу применимости своей теории, сводя ее к частному случаю. Явление адсорбции на обширной группе неметаллических адсорбентов этой теорией не объясняется.

1.5. Электрическая теория адсорбции Ильина

Согласно теории Б. В. Ильина, электрическое поле создается заряженной поверхностью самого адсорбента. Молекулы адсорбируемого вещества могут быть полярными и неполярными.

Полярная молекула является жестким диполем, который под действием электрического поля адсорбента ориентируется в определенном направлении. Это явление называется ориентационной поляризацией. С повышением температуры ориентационная поляризация ослабевает.

Неполярная молекула под действием электрического поля адсорбента подвергается деформации и превращается в диполь. Это явление называется деформационной поляризацией. Деформационная поляризация не зависит от температуры.

В большей или меньшей степени деформационная поляризация проявляется и в случае полярных молекул, в которых под влиянием электрического поля будет происходить смещение зарядов.

1.6. Химическая теория Лэнгмюра

Согласно теории Лэнгмюра, причиной адсорбции является наличие ненасыщенных валентных поверхностных молекул или атомов адсорбента, в следствии валентные силы, они вызывают существование химических соединений. Молекула адсорбируемого вещества при неупругом ударе о поверхность адсорбента удерживается на ней в течение некоторого времени.

Промежуток времени, в течение которого молекула находилась во взаимодействии с поверхностью адсорбента, Лэнгмюром называется средней продолжительностью жизни адсорбированных молекулы. Чем дольше продолжительность жизни этих молекул, тем больше поверхности будет покрыта адсорбентом, адсорбированным материалом. В связи с увеличением температуры, время жизни молекулы понижается. [1]

В центре адсорбции есть отдельные точки, которые находятся на поверхности или занимают особое место. Лэнгмюр называет их - элементарная область поверхности. Эта элементарная область поглощает одну молекулу вещества. За счёт этого получает мономолекулярный слой, который равен диаметру одной этой молекулы.

1.7. Адсорбенты

В роли адсорбентов применяют вещества, которые имеют баснословную удельную поверхность. Активность этих адсорбентов можно охарактеризовать количеством вещества, поглощаемого весовой или объемной единицей. А в качестве сорбентов применяют активные угли, минеральные сорбенты глина, силикагели, алюмогели и гидроксиды.

Сорбция - это процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом или жидкостью. Сорбция наиболее эффективный метод глубокой очистки от растворенных органических веществ сточных вод предприятий нефтехимической промышленности.

Адсорбция - это поглощение растворенных веществ - твердыми поглотителями. Адсорбция является процессом спонтанным и экзотермическим, и весь процесс сопровождается выделением тепла. [9]

Предельная активность, достигаемая к времени баланса при данной температуре и начальной концентрации впитываемого элемента в газовой фазе, называется равновесной постоянной активностью.

Активность при поглощении до «проскока», т. е. до момента появления поглощаемого компонента за слоем поглотителя, называется - динамической активностью. Очень часто, однако, динамическая активность измеряется не количеством поглощенного вещества, а промежутком времени от начала пропускания газовой смеси, содержащей поглощаемый компонент, через слой поглотителя до момента проскока.

В качестве твердых поглотителей газов и паров наибольшее промышленное применение имеют силикагель и активный уголь.

Силикагель. Силикагелем называется продукт обезвоживания геля кремневой кислоты, получаемого действием серной или соляной кислот, или растворов различных солей (имеющих кислую реакцию) на раствор силиката натрия (растворимое стекло) [1].

Активные угли. Активными называются угли, подвергшиеся специальной обработке для увеличения их адсорбирующей поверхности и освобождения пор от смолянистых веществ.

Исходными углеродсодержащими материалами для получения активных углей служат вещества растительного (например, дерево, древесные опилки, древесный уголь, торф, скорлупа орехов, косточки плодов фруктовых деревьев и т.п.) и животного (например, кости, мясо, кровь и т. п.) происхождения.

Название активных углей часто связано с названием исходного материала: древесный уголь, сахарный, кровяной, костяной. В результате сухой перегонки образовавшимися при перечисленных углеродсодержащих веществ получается уголь-сырец. Уголь-сырец является практически неактивным, так как не обладает большой удельной поверхностью, вследствие того, что поры его закрыты смолой и другими продуктами из сухой перегонки. Процесс превращения неактивного угля-сырца в активный уголь называется активированием.

Сущность процесса активирования заключается в удалении из пор и с поверхности угля продуктов сухой перегонки и увеличении удельной поверхности за счет расширения имевшихся пор и образования новых.

1.8. Влияние на адсорбцию из растворов химической природы поверхности, размеров пор адсорбента и свойств раствора

В величину адсорбции из растворов влияют свойства адсорбента (химическая природа поверхности, объем пор), качества раствора и образующих его компоненты. Более сильная адсорбция бензола происходит на гидроксильной поверхности кремнезема, между молекулами бензола и гидроксильными группами кремнезема существует вспомогательное (к дисперсионному) своеобразное связь.

В дегидроксильрованной плоскости кремнезема, данное специфическое взаимодействие никак не проявляется, в следствии чего

адсорбция бензола сильно снижается и близится к таковой на неполярной поверхности графитированной сажи.

В данном случае адсорбция бензола из растворов с н-гексаном с ростом содержания бензола в объемном растворе из положительной становится отрицательной, избегая адсорбционно-азеотропную точку. Это разъясняется тем, что при относительно (по сравнению с н-гексаном) слабом взаимодействии молекул бензола с адсорбентом сильно сказываются отклонения объемного раствора от идеальности. Присутствие крупных значений $x_{C_6H_6}$ соотношение коэффициента K_s такое, что на плоскости выталкиваются в большой степени молекулы н-гексана (адсорбция бензола становится отрицательной из-за мощного взаимодействия молекул бензола между собой в концентрированном по отношению к бензолу объемном растворе). Так как в этом случае объемный состав считается неидеальным, роль константы K_s следует находить, учитывая величину K_u , т. е. по уравнению $K_s \approx \frac{1}{K_u} * \frac{x_{1a,2}}{x_{2a,1}}$ [поверхностный раствор можно приближенно принять за идеальный, т. е. считать, что $K_a \approx 1$, таким образом при плоской по отношению к поверхности ориентации молекул бензола связь между ними незначительна]. Обнаруженная подобным способом константа K_s содержит следующие значения: для адсорбции на гидроксированной поверхности кремнезема $K_s \approx 8$, для адсорбции на дегидроксированной поверхности кремнезема $K_s \approx 2$, и наконец, для адсорбции на поверхности графитированной сажи, $K_s \approx 8$. Эти значения K_s остаются практически постоянными в широком интервале значений $x_{aC_6H_6}$. Подобным способом, значения сокращаются при переходе от адсорбции бензола на гидроксированной плоскости к адсорбции его на плоскость, никак не обладающей функциональной группой.

Адсорбция органических соединений из водных растворов и из растворов в сильно полярных растворителях (например, метанол) с полярными поверхностями адсорбентов невелико и, наоборот, она очень,

велика на поверхностях неполярных или слабо полярных адсорбентов, таких, как активные угли. За счет уменьшения размера пор адсорбция преимущественно адсорбирующихся из растворов молекул возрастает, но лишь до тех пор, пока молекулы компонентов раствора могут легко проникать в отверстия пор. Поэтому мелкопористые адсорбенты обычно обладают большим избирательным действием, влияние химической природы поверхности адсорбента усиливается.

Если же величина пор выражается меньшим размером молекул одного из компонентов, в таком случае адсорбция станет негативной даже в порах таких адсорбентов, химическая природа которых способствует предпочтительной адсорбции данного элемента. Это можно видеть на примере адсорбции компонентов из растворов бензол-н-гексан пористыми кристаллами цеолитов. Для адсорбционного разделения смесей, наряду с химическим фактором, выгодно использовать и геометрический—молекулярно-ситовое действие тонкопористых адсорбентов, особенно пористых кристаллов цеолитов. Для глубокой осушки в соответствии с этим применяются наиболее тонкопористые цеолиты (типа 4А), в отверстия которых легко входят лишь молекулы наименьших размеров, в частности молекулы воды [12].

При адсорбции из растворов полимеров сказывается молекулярный вес макромолекул и допустимая их конфигураций в адсорбционном слое. Важную роль играет химия поверхности адсорбента, ее геометрическая структура, наличие активных функциональных групп в адсорбирующихся макромолекулах, природа растворителя, концентрация и температура. При удобных условиях макромолекулы размещаются на поверхности крепких тел, образуя уплотненный слой, толщина которого соответствует толщине макромолекул. Адсорбция макромолекул на поверхности крепких тел - наполнителей, пигментов, армирующих волокон и т. п. и несет огромную

роль при образовании полимерных материалов и заполненных пластических масс.

1.9 Влияние растворимости органических веществ на их адсорбцию из водных растворов

При адсорбции из растворов атомы поверхности адсорбента взаимодействуют с молекулами органических растворённых веществ и с молекулами воды – растворителя. С одной стороны, чем больше разность энергий взаимодействия молекул растворённого вещества и растворителя с адсорбентом, тем больше молекул растворителя вблизи адсорбента вытесняется молекулами растворённого вещества и тем выше избирательность адсорбции. С другой стороны, адсорбции органического вещества на поверхности адсорбента противодействует взаимодействие молекул органического вещества с молекулами воды. Так как энергия взаимодействия молекул растворённого вещества с растворителем косвенно проявляется в растворимости вещества, то чем больше растворимость органического вещества, тем слабее оно адсорбируется. Так, практически не адсорбируются из водных растворов метиловый и этиловый спирты, ацетон, гликоли, глицерин, низшие альдегиды и другие неограниченно или значительно растворимые в воде соединения, молекулы которых образуют с водой системы водородных связей. Увеличение углеводородного радикала таких молекул приводит к уменьшению их растворимости в воде и соответственно к увеличению избирательности их адсорбции из растворов.

Многие органические вещества, содержащиеся в сточных водах, являются слабыми электролитами и в водных растворах частично ионизированы. К ним относятся Фенолы, ароматические и алифатические амины и многие азотистые гетероциклы.

2. Аналитический обзор.

2.1 Физико-химическим методы очистки сточных вод

К физико-химическим методам очистки сточных вод относятся: коагуляция, флотация, адсорбция, ионный обмен, экстракция, ректификация, выпаривание, дистилляция, обратный осмос, ультрафильтрация, кристаллизация, десорбция и другие.

Эти методы используются для удаления из сточных вод тонкодисперсных взвешенных частиц (твердых и жидких), растворимых газов, минеральных и органических веществ.

Использование физико-химических методов для очистки сточных вод по сравнению с биохимическими имеет ряд преимуществ:

- 1) Возможность удаления из сточных вод токсичных, биохимических неокисляемых органических загрязнений;
- 2) Достижение более глубокой и стабильной степени очистки;
- 3) Меньшие размеры сооружений;
- 4) Меньшая чувствительность к изменениям нагрузок;
- 5) Возможность полной автоматизации;
- 6) Более глубокая изученность кинетики некоторых процессов, а также вопросов моделирования, математического описания и оптимизации, что важно для правильного выбора и расчета аппаратуры;
- 7) Методы несвязанные с контролем за деятельностью живых организмов;
- 8) Возможность рекуперации различных веществ [8].

Выбор того или иного метода очистки производят с учетом санитарных и технологических требований, предъявляемых к очищенным производственным сточным водам с целью дальнейшего их использования, а также с учетом количества сточных вод и концентрации загрязнений в них, наличия необходимых материальных энергетических ресурсов и

экономичности процесса. Химические методы очистки связаны с расходом различных реагентов, поэтому дороги.

2.1.1 Коагуляция.

Процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты. В обработке сточных вод её используют для ускорения осаждения мелких примесей и эмульгированных веществ. Коагуляция является эффективной для удаления из воды коллоидно-дисперсных частиц, частиц размером 1 - 100мкм. Возникновение коагуляции может происходить спонтанно или под воздействием химических и физических процессов. В процессах очистки сточных вод коагуляция происходит под влиянием добавляемых к ним специальных веществ - коагулянтов.

Коагулянт часто используют сульфат алюминия, алюминат натрия, сульфат железа, хлорид железа, известь и др. Введенный в воду сульфат алюминия взаимодействует с содержащимися в ней гидрокарбонатами, образуя первоначально гелеобразный гидроксид алюминия.

Двухвалентное железо в виде $FeSO_4$ - дешевый отход процесса травления стали в металлообрабатывающей промышленности - является также эффективным коагулянтом. Концентрация железа в травильных стоках колеблется от 1,5 до 15% [8].

Экспериментами установлено, что доза 40 мг/л Fe^{3+} обеспечивает высокую степень очистки сточных вод. При использовании Fe^{3+} эффект очистки по ХПК достигает 72%, а при использовании Fe^{2+} - 70,5%. Снижение мутности достигает 90%. Fe^{3+} позволяет снизить содержание фосфора на 97,5%, уменьшить содержание бактерий на 40 - 80%, снизить цветность и уменьшить запах.

2.1.2. Адсорбционные установки.

Процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут при интенсивном перемешивании адсорбента с водой (статические условия), при фильтровании воды через слой адсорбента (динамические условия) или в псевдооживленном слое на установках периодического или непрерывного действия. При проведении процесса очистки сточной воды в статических условиях используют активный уголь с размером частиц менее 0,1мм. Процесс проводят в одну или несколько ступеней. Статическая одноступенчатая адсорбция нашла применение в тех случаях, когда адсорбент очень дешев или является отходом производства. Более эффективно (при меньшем расходе адсорбента) процесс протекает при использовании многоступенчатой установки. При этом в первую ступень вводят столько адсорбента, сколько необходимо для снижения концентрации загрязнений от C_n до C_1 , затем адсорбент отделяют отстаиванием или фильтрованием, а сточную воду направляют во вторую ступень, куда вводят свежий адсорбент. По окончании процесса адсорбции во второй ступени концентрация загрязнений в воде уменьшается от C_1 до C_2 и т.д. В динамических условиях процесс очистки проводят при фильтровании сточной воды через слой адсорбента. Скорость фильтрования зависит от концентрации растворенных веществ и колеблется от 2 до 6м/ч. Вода в колонне движется снизу-вверх, заполняя все ее сечение. Адсорбент применяют в виде частиц размером 1,5 - 5мм. Во избежание забивки адсорбента сточная вода не должна содержать твердых взвешенных примесей. В одной колонне при неподвижном слое угля очистку ведут периодически до проскока, а затем адсорбент регенерируют. При непрерывном процессе используют несколько колонн (рис2). По такой схеме две колонны работают, а третья отключена на регенерацию. При проскоке в средней колонне на регенерацию отключают первую колонну [10].

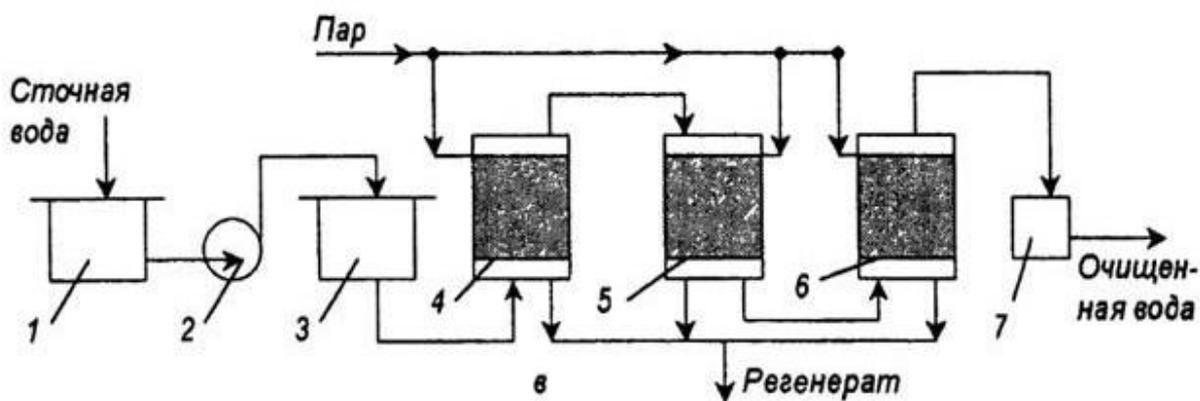


Рисунок 2. Схема адсорбционной установки непрерывного действия: 1 - усреднитель; 2 - насос; 3 - фильтр; 4,5,6 - колонны; 7 - ёмкость.

Флокуляция

Процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточную воду высокомолекулярных соединений. В отличие от коагуляции при флокуляции агрегация происходит не только при непосредственном контакте частиц, но и в результате взаимодействия молекул адсорбционного на частицах флокулянта.

2.1.3. Флотационные способы очистки.

Флотацию применяют для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются. В некоторых случаях флотацию используют и для удаления растворенных веществ, например, ПАВ. Такой процесс называют пенной сепарацией или пенным концентрированием. Флотацию применяют для очистки сточных вод многих производств: нефтеперерабатывающих, искусственного волокна, целлюлозно-бумажных, кожевенных, машиностроительных, пищевых, химических. Ее используют также для выделения активного ила после биохимической очистки.

Достоинствами флотации являются непрерывность процесса, широкий диапазон применения, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, простая аппаратура, селективность выделения примесей, по сравнению с отстаиванием большая скорость процесса, а также возможность

получения шлама более низкой влажности (90 - 95%), высокая степень очистки (95 - 98%), возможность рекуперации удаляемых веществ. Флотация сопровождается аэрацией сточных вод, снижением концентрации ПАВ и легко окисляемых веществ, бактерий и микроорганизмов. Все это способствует успешному проведению последующих стадий очистки сточных вод. Элементарный акт флотации заключается в следующем: при сближении поднимающегося в воде пузырька воздуха с твердой гидрофобной частицей разделяющая их прослойка воды при некоторой критической толщине прорывается и происходит слипание пузырька с частицей. Затем комплекс пузырёк - частица поднимается на поверхность воды, где пузырьки собираются, и возникает пенный слой с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной сточной воде [8].

Возможность образования флотационного комплекса частица-пузырек, скорость процесса и прочность связи, продолжительность существования комплекса зависят от природы частиц, а также от характера взаимодействия реагентов с их поверхностью и от способности частиц смачиваться водой. При закреплении пузырька образуется трехфазный периметр-линия, ограничивающий площадь прилипания пузырька и являющийся границей трех фаз-твердой, жидкой и газообразной. Касательная к поверхности пузырька в точке трехфазного периметра и поверхность твердого тела образуют обращенный в воду угол θ , называемый краевым углом смачивания (рис.3)

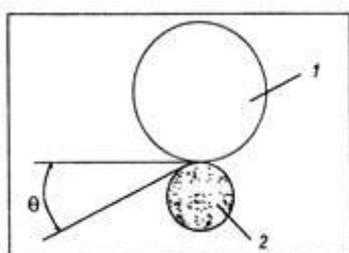


Рисунок 3. Элементарный акт флотации (1 - пузырёк газа; 2 - твёрдая частица)

Вероятность прилипания зависит от смачиваемости частицы, которая характеризуется величиной краевого угла θ . Чем больше краевой угол смачивания, тем больше вероятность прилипания и прочность удерживания пузырька на поверхности частицы. Прилипание происходит при столкновении пузырька с частицей или при образовании пузырька из раствора на поверхности частицы. На величину смачиваемости поверхности взвешенных частиц влияют адсорбционные явления и присутствие в воде примесей ПАВ, электролитов и др. Поверхностно-активные вещества-реагенты-собиратели, адсорбируясь на частицах, понижают их смачиваемость, т. е. делают их гидрофобными. В качестве реагентов-собираелей используют масла, жирные кислоты и их соли, меркаптаны, ксантогенаты, дитиокарбонаты, алкилсульфаты, амины и др. Повышения гидрофобности частиц можно достичь и сорбцией молекул растворенных газов на их поверхности. Энергия образования комплекса пузырек - частица равна: $A = \sigma(1-\cos\theta)$, где σ - поверхностное натяжение воды на границе с воздухом. Для частиц, хорошо смачиваемых водой, $\theta \rightarrow 0$, а $\cos\theta \rightarrow 1$, следовательно, прочность прилипания минимальна, для несмачиваемых частиц - максимальна. Эффект разделения флотацией зависит от размера и количества пузырьков воздуха. По некоторым данным, оптимальный размер пузырьков равен 15 - 30 мкм. При этом необходимы высокая степень насыщения воды пузырьками или большое газосодержание. Удельный расход воздуха снижается с повышением концентрации примесей, так как увеличивается вероятность столкновения и прилипания. Большое значение имеет стабилизация размеров пузырьков в процессе флотации. Для этой цели вводят различные пенообразователи, которые уменьшают поверхностную энергию раздела фаз. К ним относят сосновое масло, крезол, фенолы, алкилсульфат натрия и др. Некоторые из этих веществ обладают собирательными и пенообразующими свойствами. Вес частиц не должен превышать силы прилипания ее к пузырьку и подъемной силы пузырьков.

Размер частиц, которые хорошо флотируются, зависит от плотности материала и равен 0,2 - 1,5мм.

2.2. Очистка сточных вод напорной и безнапорной флотацией. Схема и принцип действия соответствующих установок.

Безнапорные установки. Схемы установок такие же, как и для напорной флотации (рис.4 и 5), но без напорной емкости. Диспергирование воздуха в них происходит за счет завихрений, создаваемых рабочим колесом центробежного насоса. Следовательно, не требуется дополнительного давления. Однако пузырьки газа получаются более крупными, чем в установках напорной флотации, поэтому они не рекомендуются для удаления мелких частиц.

Напорные установки имеют большее распространение, чем вакуумные. Они просты и надежны в эксплуатации. Напорная флотация позволяет очищать сточные воды с концентрацией взвесей до 4 - 5г/л. Для увеличения степени очистки в воду добавляют коагулянты. Аппараты напорной флотации обеспечивают по сравнению с нефтеловушками в 5 - 10раз меньшее остаточное содержание загрязнений и имеют в 5 - 10раз меньшие габариты. Процесс осуществляется в две стадии: 1) насыщение воды воздухом под давлением: 2) выделение растворенного газа под атмосферным давлением. Схема напорной флотации показана на рис.4. Сточная вода поступает в приемный резервуар, откуда ее перекачивают насосом, во всасывающий трубопровод которого засасывается воздух. Образующуюся водно-воздушную смесь направляют в напорную емкость, где при повышенном давлении (0,15 - 0,4МПа) воздух растворяется в воде. При поступлении водно-воздушной смеси во флотатор, который работает при атмосферном давлении, воздух выделяется в виде пузырьков и флотирует взвешенные частицы.

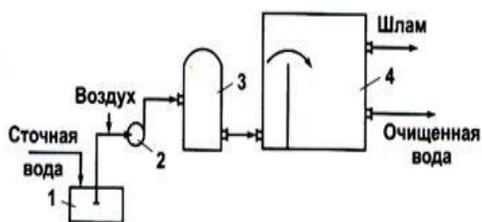


Рисунок 4. Схема установки напорной флотации: 1 - ёмкость; 2 - насос; 3 - напорный бак; 4 - флотатор;

Пену с твердыми частицами удаляют с поверхности воды скребковым механизмом. Осветленная вода выходит из нижней части флотатора. При использовании коагулянтов хлопьеобразование происходит в напорной емкости. В данной схеме вся сточная вода, поступающая на флотацию, насыщается воздухом. Имеются и другие схемы (рис.5). В схемах с рециркуляцией (а) и с насыщением части потока - частичной подачей воды насосом (б) - через напорную емкость подается лишь часть неочищенной сточной воды. Такие схемы рекомендуется использовать, если проводится предварительная коагуляция сточных вод с целью предотвращения или уменьшения разрушения хлопьев коагулянтов в насосе. Схема с рабочей жидкостью (в) используется при большой концентрации загрязнений в сточной воде, когда работа флотационной установки по схеме, представленной на рис.5, малоэффективна. В качестве рабочей жидкости используют природную или очищенную сточную воду. При этом объем рабочей жидкости значительно превышает объем очищаемой сточной воды. Улучшение флотации в этом случае происходит из-за сохранения хлопьев загрязнений и более быстрого всплывания их. Недостаток схемы - большой расход энергии на перекачивание рабочей жидкости. Напорные флотационные установки имеют производительность от 5 - 10 до 1000 - 2000м³/ч. Они работают при изменении параметров в следующих пределах: давление в напорной емкости 0,17 - 0,39МПа; время пребывания в напорной емкости 14 мин, а во флотационной камере 10 - 20мин. Объем засасываемого

воздуха составляет 1,5 - 5% от объема очищаемой воды. Значения параметров зависят от концентрации и свойств загрязнений.

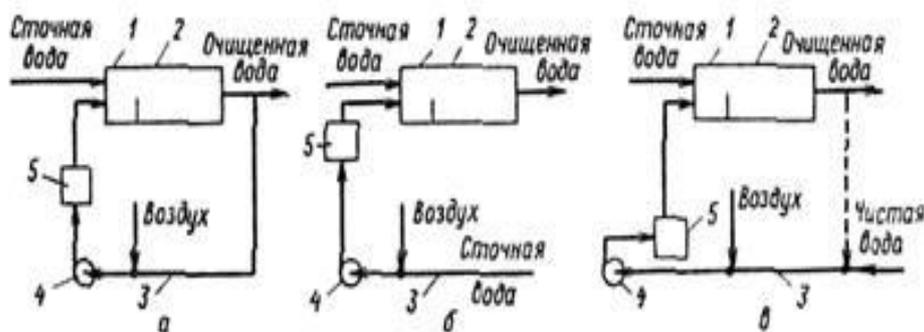


Рисунок 5. Схемы подачи воды при напорной флотации: а - с рециркуляцией; б - с частичной подачей воды насосом; в - с рабочей жидкостью; 1 - приёмные отделения; 2 - флотационные отделения; 3 - линии всасывания; 4 - насосы; 5 - напорные баки.

В случае необходимости одновременного проведения процесса флотации и окисления загрязнений необходимо насыщать воду воздухом, обогащенным кислородом или озоном. Для устранения процесса окисления вместо воздуха на флотацию следует подавать инертные газы. На практике используют флотационные камеры различных конструкций. Схема флотационной камеры ("Аэрофлотор") показана на рис. 6. Сточную воду подают внутрь камеры, где выделяются пузырьки газа, которые всплывают вверх, захватывая взвешенные частицы. Пенный слой с твердыми частицами поверхностным скребком удаляют в шламоприемник. Осветленную воду выводят из камеры. Твердые частицы, оседающие под действием гравитационной силы на дно камеры, донным скребком сдвигают в приемник, удаляют через трубопровод. Применяют и другие цилиндрические флотаторы, которые имеют разный диаметр, а, следовательно, и разную производительность. Они отличаются конструкцией ввода и вывода сточной воды и пены. Например, флотатор производительностью 600м³/ч имеет диаметр 12м. Схема многокамерной флотационной установки с рециркуляцией очищенной воды представлена на рис.7. В этой установке

загрязненная сточная вода сначала поступает в гидроциклон, где удаляется часть взвешенных частиц. Затем ее направляют в первую камеру, где смешивают с циркуляционной водой, насыщенной воздухом. Воздух выделяется в камере и флотирует загрязнение. Далее сточная вода поступает во вторую, а затем в третью камеры, в которых также происходит процесс флотации. После третьей камеры очищенную воду удаляют из установки. Часть циркулирующей воды насосом подают в напорную емкость, где растворяется воздух. Пену удаляют пеноъемниками.

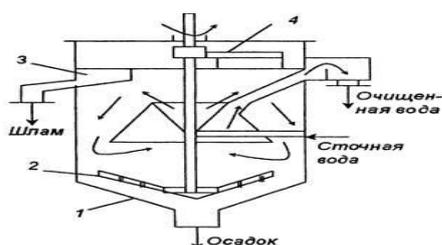


Рисунок 6. Флотатор «Аэрофлотор»: 1 - камера; 2 - скребок; 3 - шламоприёмник; 4 - поверхностные скребки.

3. Постановка задачи исследования.

Как известно, к наиболее характерным загрязнителям для различных сред относится нефть и нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, тяжелые металлы и другие. Поэтому защита окружающей среды от нефтесодержащих сточных вод стала очень актуальной в наши дни. Очистка воды от нефти, поможет уберечь водный бассейн.

Самый эффективный метод глубокой очистки сточных вод является сорбция. Сорбция - это процесс поглощения одного вещества из окружающей среды другим веществом, твердым телом или жидкостью. Поглощающее тело называется сорбентом, а поглощаемое-сорбатом. Эффективность сорбции обусловлена, прежде всего, тем, что сорбенты способны извлекать из воды многие органические вещества, в том числе и биологические жесткие, не удаляемые из нее другими методами.

В качестве сорбентов, в основном, применяются волокнистые материалы, изготовленные на основе природных сфагновых мхов, хлопка, целлюлозного волокна, шерстяного волокна, полипропиленового волокна и многие другие. А в настоящее время активно разрабатывается методика применения различных типов торфа в качестве адсорбента для очистки сточных вод.

В данной работе для оценки свойств торфа, как сорбента для очистки сточных вод, использовались красители разного химического происхождения.

В данной работе для проведения процесса сорбции в лабораторных условиях были выполнены исследования трех видов торфа, обработанных слабым раствором хлорида аммония (NH_4Cl) (0,1%), и те же виды торфа в исходном состоянии, чтобы определить и сравнить сорбционные свойства каждого из этих образцов (397-М1, 933-2, 397-М4).

3.1 Исследуемые образцы.

Таблица-1. Характеристика исследуемых образцов торфа.

Шифр образца торфа	Месторождение пункт отбора	Ботанический состав, %	Тип, вид торфа
397-М1	Васюганское, уч.5у.с., Кр. Бакчар, п. «Тракт»	Сф. Магелланикум 75% Сф. Ангустифолиум 15% Сф. Балтикум 5% Пушица 5% Древесина сосны, ед	Верховой мегелланикум, R=15...20%
933-2	Темное, участок верховой, залежи(В) отбор в октябре 2013г.	Сф. Фускум 80% Сф. Ангустифолиум 5% Сф. Магелланикум 10% Неопределенные	Верховой фоскум содержание золы A=2,1% R=5%

		останки 5%	
397-М4	Васюганское, уч.5у.с., Кр. Бакчар, п. «Осока»	К. Лазиокарпа 45% Пушица 10% Шейхцерия 10% Вахта 5% Сф. Магелланикум 20% Остатки древесины берёзы 5% Сф. Ангустифолиум 5%	Переходный Основосфагновый R=35% A ^d =5,9%

Примечание: R-степень разложения торфа, A^d-содержание золы на абсолютно-сухую массу торфа, Сф-сфагнум.

3.1.2 Рабочие растворы.

Растворы-красителей-это полидисперсные системы, в которых в состоянии подвижного присутствуют молекулы, ионов и их ассоциаты различного состава. Состояние подвижного равновесия в таких системах зависит, прежде всего, от природы красителя и способности его молекул к электролитической диссоциации на ионы.

Красители подразделяются на три основные группы:

1)Кислотные-соли органических кислот, в водных растворах диссоциирующие с образованием окрашенных ионов; сильные электролиты.

2)Основные соли органических оснований; в водных растворах диссоциируют с образованием окрашенных катионов.

3)Прямые красители-сульфагруппы; в водных растворах диссоциируют с образованием окрашенных анионов.

Метиленовы голубой-(Тиазиновый) краситель, обладает низкой светопрочностью и относится к классу основных красителей. Имеет вид темно-зеленых кристаллов или порошка, обладающих бронзовым блеском и нерастворимых в хлороформе, бензоле и эфире. Растворим в этаноле и воде. Растворяется также в концентрированной серной кислоте (цвет раствора - желто-зеленый). Плохо растворяется на холоде. Метиленовый голубой

краситель применяется для изготовления цветных карандашей, для окрашивания бумаги, производства полиграфических красок и фаналевых лаков. При попадании на кожу растворов или пыли метиленового голубого промыть пораженное место большим количеством воды.

Ализарин красный-представляет оранжево-красные кристаллы (иглы) триклинической или ромбической системы. Растворяется в воде 0,034г/100г (100°C), растворим в этаноле, метаноле, эфире, бензоле, уксусной кислоте, пиридине, сероуглероде, растворах щелочей. Легко возгоняется. Перекристаллизовывают из этанола. Ализарин образует нерастворимые интенсивно окрашенные хелатные комплексы с ионами многовалентных металлов-т. н. ализариновые лаки). Алюминиевый комплекс ализарина применяют для приготовления художественных красок и в полиграфии. Образование нерастворимых ализариновых лаков применялось в протравном крашении тканей-крашение ализарином по алюминиевой протраве дает красный цвет, по хромовой-коричневый, по железной-фиолетовые цвета, однако с появлением прямых красителей ализариновое крашение утратило свое значение из-за сложности технологии.

Бриллиантовый зелёный-получают только синтетическим путём. Этот краситель известен и как ярко-зелёный, данный краситель пригоден для крашения шелка, а также хлопка. Он обладает сильным бактерицидным свойствам, находит применение и в медицине в качестве заменителя йода.

Кислотный хром тёмно-синий - получают сочетанием диазотиванного 4-хлор-2-аминофенола с хромотроповой кислотой. Этот краситель относится к группе-хромовые азокрасители. Краситель используют в окрашивание (шерсти, волокна, ковровой пряже).

Конго красный-получается сочетанием диазотиванного бензина с двумя молекулами нафтионата. Относится к ароматическим диазосоединениям. Это первый прямой (субстативный) краситель, непосредственно окрашивающий хлопок [5].

3.1.3. Удаление обменных катионов из торфа обработкой слабым раствором хлорида аммония (0,1%) (NH_4Cl).

Для адсорбционных измерений необходимо около 50г торфа с влажностью 70 - 80%; с учетом непредвиденных потерь берем 90г для обработки торфа. Для удобства обработки делим весь объём торфа на 3 порции по 30г. Приготавливаем 0,1% раствор (NH_4Cl). Для этого берём навеску 1г хлорида аммония (NH_4Cl), пересыпаем в ёмкость 1л и разбавляем дистиллированной водой до литра. Этого объёма достаточно для обработки 1 порции торфа 30г.

В стакане ёмкостью 200см³ размешиваем 30г торфа в 150см³ раствора (NH_4Cl). Переносим суспензию на воронку со стеклотканью и отфильтровываем. Осадок на фильтре промываем раствором (NH_4Cl). Для полного удаления объёмных катионов (Ca, Mg, Fe и др.). Для этого достаточно того объёма, который остался от 1 литра объёма (NH_4Cl). (0,1%). Также поступаем с остальными двумя порциями торфа 30г. Конечный вес торфа после промывки составил около половины исходного веса. Время промывки осадка на фильтре существенно зависит от вида торфа. Для верхнего торфа 397-М1 оно минимально (около 1 часа). Все осадки с фильтров объединяем и сушим до влажности 70-80%. После подсушивания пропускаем торф через сито 3 мм. С полученным образцом торфа проводят адсорбционные измерения [7].

3.1.4. Описание установки.

В связи с особенностями торфа как гидрофильного адсорбента потребовалось провести работу по выбору условий проведения адсорбции МГ. ГОСТ 4453-74 предусматривает перемешивание навески АУ в растворе МГ с концентрацией 0,15% и затем центрифугирование для отделения раствора от взвеси АУ. При перемешивании торфа в растворе образуется тонкодисперсная взвесь, в которой, по-видимому, имеется и коллоидная составляющая. Это осложняет отделение взвеси и анализ раствора на

фотоколориметре. В связи с этим приняты более мягкие условия перемешивания с помощью перистальтического насоса, который с постоянной скоростью подает раствору МГ на образец торфа. Были проведены предварительные опыты по выбору концентрации МГ, величины навески торфа, объема раствора МГ, времени и скорости перемешивания, условиям измерения на фотоэлектроколориметре ФЭК-56М. Окончательный вариант установки для определения адсорбционной активности торфа по МГ представлен на рис.8. Установка состоит из адсорбционной ячейки и перистальтического насоса.

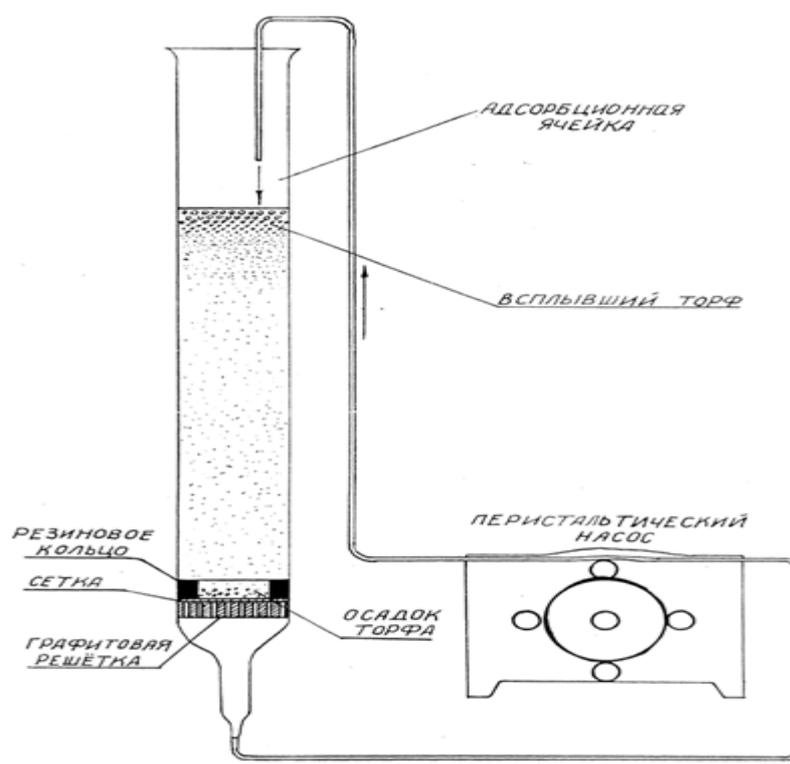


Рисунок 8- Установка по определению адсорбционной способности торфа.

Адсорбционная ячейка представляет собой стеклянную трубку с внутренним диаметром 23мм и высотой 160мм. Нижняя часть колонки имеет сливную трубку для подсоединения хлорвиниловой откачивающей трубки насоса. Важным элементом ячейки является фильтр, расположенный в

нижней части. Он состоит из латунной сетки с отверстиями диаметром 0,1 мм, которая уложена на опорную графитовую решетку и прижата к ней сверху кольцом из резины. В установке используется перистальтический насос модели 304 (производство Польши) на 5 позиций. Принятая скорость циркуляции раствора 3мл/мин. обеспечивается диаметром передавливаемой трубки 1,5мм при скорости вращения валика насоса 2,3м/мин. Циркуляция проводится в нисходящем потоке, что имеет для торфа принципиальное значение. Торфяные частицы обычно делятся в растворе на всплывшие вверх, осевшие внизу на фильтре и постоянно оседающие или взвешенные в средней части ячейки. При подаче раствора снизу мелкая взвесь торфа кольматирует верхний слой и возникает «поршневой эффект», в результате чего верхний слой торфа выдавливается из ячейки. При подаче раствора сверху это явление исключено, а осевшие на фильтре тонкодисперсные частицы торфа усиливают очищающую роль фильтра и не дают мелкой взвеси распространяться по системе соединительных трубок. Применение перистальтического насоса и фильтра позволило исключить процедуру центрифугирования [7].

4.Проведение испытания

Перед началом испытаний необходимо освободить соединительные трубки от воды и промыть их рабочим раствором МГ. Концентрация рабочего раствора МГ принята равной 1000мг/дм³. Это значение ниже, чем принятое в ГОСТ 4453-74, т. к. при более высокой концентрации ухудшается смачиваемость торфа раствором МГ. Ячейка должна быть промыта дистиллированной водой и высушена. Испытания проводятся в двух параллельных пробах. Необходимо добиться хорошего смачивания раствором МГ навески торфа. Для этого заливают в ячейки по 10мл раствора МГ при подсоединенной отводящей трубке и поджатой панели насоса. Засыпают в ячейки через воронку по 1г торфа крупностью частиц менее 3мм. Момент засыпки торфа в ячейки считается началом замачивания торфа,

которое продолжается в течение 10 минут. Для удобства смачивания закрывают ячейки резиновыми пробками и покачивают их в наклонном положении, добиваясь перехода частиц торфа с поверхности и со стенок ячейки в объем раствора. Затем добавляют в ячейки еще по 15 мл раствора МГ, смывая со стенок ячейки прилипшие частицы торфа с помощью стальной проволоки. Затем опускаем концы подающих трубок в ячейки и заполняем трубки раствором МГ, освобождая прижимную планку насоса. Спустя 10 мин после засыпки торфа в ячейки включаем насос и прокачиваем раствор МГ через ячейки в течение 20 мин. Таким образом, общее время контакта торфа с раствором МГ составляет 30 минут. По окончании прокачивания опускаем концы подающих трубок в стаканчики ёмкостью 50 мл и сливаем раствор МГ при работающем насосе. Удаление раствора из ячеек прекращают при появлении в трубках мелкодисперсной торфяной взвеси (мути). Затем измеряем оптическую плотность растворов МГ на фотоэлектроколориметре ФЭК-56М. Условия измерения: длина волны 400 нм (синий светофильтр № 3) с рассеивателем. Неподвижная кювета с дистиллированной водой. Предварительно рабочая (правая) кювета должна быть промыта небольшой порцией анализируемого раствора. Необходимо соблюдать чистоту кювет при замерах. Капли раствора с внешних поверхностей удаляют перед измерением фильтровальной бумагой. После замера на ФЭК первой параллельной пробы пустую кювету споласкивают дистиллированной водой и ставят вверх дном на фильтровальную бумагу для стока избытка воды. Перед замером второй параллельной пробы обязательна промывка кюветы небольшой порцией анализируемого раствора.

По завершении работы вымыть ячейки, вытеснить раствор МГ из подводных трубок, и промыть их с помощью насоса дистиллированной водой. В перерывах между испытаниями концы трубок, заполненных водой, опускают в стакан с дистиллированной водой. Кюветы также хранят в

стакане с дистиллированной водой, тщательно вымыв их в теплой воде с содой [7].

4.1. Построение градуировочного графика фотоэлектроколориметра по водорастворимому красителю.

Приготавливают рабочий раствор красителя с концентрацией 1000мг/дм³. Обычно готовят - 1дм³ раствора. Для этого в мерную колбу емкостью 1дм³ пересыпают с часового стекла навеску красителя, взвешенную с точностью до 0,001г. Прилипшие к часовому стеклу частицы, смывают в колбу дистиллированной водой. Для удобства растворения и перемешивания в колбу заливают лишь половину из необходимого 1дм³ дистиллированной воды. Полученную взвесь красителя в воде растворяют перемешиванием на встряхивателе или в лабораторной мешалке в течение 1 часа. Затем, убедившись в отсутствии твердых частиц в колбе, доливают ее до метки и тщательно перемешивают раствор.

Для построения градуировочного графика отмеривают в 5 мерных колб емкостью 50мл с помощью бюретки нужный объем раствора водорастворимого красителя концентрацией 1000мг/дм³. Доливают колбы дистиллированной водой до метки и хорошо перемешивают. Оптическую плотность растворов измеряют на фотоколориметре ФЭК-56М при ширине подвижных кювет 10мм с соответствующим светофильтром для данного красителя. Неподвижная кювета (5мм) заполнена дистиллированной водой. Измерение при каждой концентрации повторяют 2 - 3 раза и берут из них среднее арифметическое. По результатам измерений строят график в координатах «оптическая плотность-концентрация красителя» в мг/дм³ [7].

4.2. Расчет величины адсорбции.

Величину адсорбции рассчитываем по формуле:

$$A = \frac{a}{m} \quad (4)$$

где А – вес МГ, поглощенного 1г абсолютно сухого торфа, мг/г;

a – вес МГ, поглощенного навеской торфа, мг;

m – вес абсолютно сухого торфа, г.

Величину, a находим по разнице между содержанием МГ в растворе до и после адсорбции:

$$a = (C_0 - C) \times V \quad (5)$$

где C_0 – исходная концентрация МГ в растворе, равная 1000 мг/дм³;

C – концентрация МГ в растворе после адсорбции, мг/дм³;

V – объем раствора МГ, равный 0,025 дм³.

Для расчета величины m необходимо знать влажность торфа, которая определяется по ГОСТ11305-83 [7].

4.3. Определение массовой доли влаги (ГОСТ11305-83)

Лабораторную пробу торфа с частицами размером 3мм перемешивают в открытой банке шпателем, затем в заранее взвешенные бюксы с крышками насыпают навеску торфа массой 1г.

Сушильный шкаф должен быть предварительно нагрет до температуры 105 - 110°С. Каждый бюкс с торфом ставят на свою крышку и помещают в сушильный шкаф на среднюю полку и сушат в течение 2,5 - 4ч. Допускается ставить крышки на нижнюю полку. Затем бюксы с торфом вынимают из шкафа, закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе, до комнатной температуры и взвешивают.

После взвешивания навески проводят контрольное подсушивание в течение 30мин и определяют потерю массы, если потеря не превышает 0,01г, испытание заканчивают и для вычисления принимают последнюю массу.

При потере массы более 0,01г производят последующие контрольные подсушивания, каждое в течение 30мин, до тех пор, пока разность в массе при двух последовательных взвешиваниях не будет превышать 0,01г или, когда последнее контрольное подсушивание даст увеличение массы. При увеличении массы для расчета принимают ее предпоследнее значение.

Все взвешивания производят с погрешностью не более 0,01г.

Массовую долю влаги в лабораторной пробе в процентах вычисляют по формуле.

$$W = \left(\frac{m - m_j}{m} \right) * 100 \% \quad (6)$$

где m -масса с навеской торфа дщ сушки г.

m_j -масса торфа после сушки г.

m -масса навески г.

Получены следующие результаты определения массовой доли влаги в торфах, представлены в таб. 2 [7].

5. Результаты и их обсуждения.

Таблица-2. Влажность исходных и обработанных торфов.

Шифр торфа	Масса пустого тигля, г	Масса с навеской, г	Масса навески, г	Масса после первого прокаливания, г	Масса после второго прокаливания, г	Влажность W, %
933-2	22,5216	24,5262	2,0046	22,8180	22,8122	85
	27,6214	29,6238	2,0024	27,9188	27,9146	
397-М1	21,5155	23,5205	2,0050	21,8785	21,8767	81
	23,4933	25,4968	2,0035	23,8591	23,8545	
397-М4	27,5885	30,5879	2,9994	28,3675	28,3660	74
	20,7392	23,73,92	3,0000	21,5190	21,5175	
933-2 (NH ₄ Cl)	27,6029	29,6043	2,0014	27,8750	27,8705	86
	20,7472	22,7483	2,0011	21,0207	21,0171	
397-М1 (NH ₄ Cl)	23,4903	25,4915	2,0012	23,7844	23,7815	85
	26,7621	28,7651	2,0030	27,0456	27,0425	
397-М4 (NH ₄ Cl)	27,5875	33,5929	3,0027	28,4780	28,4701	71
	20,7390	23,7404	3,0014	21,6230	21,6134	

Примечание: Здесь и далее торф с шифром NH₄Cl означает, что торф обработан слабым раствором хлорида аммония (0,1%).

$$W = \left(\frac{m - m_j}{m} \right) * 100 \% \quad (7)$$

m-масса с навеской торфа до сушки г.

m_j-масса торфа после сушки г.

m-масса навески г.

Таблица-3. Результаты по адсорбции красителя ализарина красного.

Шифр	W%	Навеска торфа, г.	Навеска с.т. г	$P_{\text{опт}}$	$C, \text{мг}/\text{дм}^3$	a, мг	A, мг/г с.т	$A_{\text{ср}}, \text{мг}/\text{г с.т}$
Исходная концентрация $400 \text{мг}/\text{дм}^3$								
397-М4	74	1,0000	0,2600	0,45	180	5,5	21,1	21,1
		1,0003	0,2601	0,45	180 P=5	5,5	21,1	
397-М1	81	1,0005	0,1901	0,51	325	2	10,5	8,65
		1,0010	0,1902	0,57	350	1,3	6,8	
933-2	85	1,0020	0,1503	0,65	400	0	0	0,8
		1,0011	0,1502	0,60	390	0,25	1,6	
397-М1 (NH_4Cl)	85	1,0015	0,1502	0,73	515	0	0	0
		1,0004	0,1500	0,69	500	0	0	
933-2 (NH_4Cl)	86	1,0016	0,1402	0,62	425	0	0	2,15
		1,0026	0,1403	0,59	375	0,6	4,3	
397-М4 (NH_4Cl)	71	1,0015	0,2904	0,38	130	6,8	23,2	23,2
		1,0010	0,2903	0,38	130 P=5	6,8	23,2	
Исходная концентрация $600 \text{мг}/\text{дм}^3$								
397-М4	74	1,0010	0,2603	0,33	180	10,5	40,3	40,3
		1,0005	0,2603	0,33	180 P=10	10,5	40,3	
397-М1	81	1,0003	0,1901	0,85	625	0	0	0
		1,0018	0,1903	0,92	600	0	0	
933-2	85	1,0005	0,1501	0,86	650	0	0	0
		1,0003	0,1500	0,82	670	0	0	
397-М1 (NH_4Cl)	85	1,0001	0,1500	1,04	650	0	0	0
		1,0002	0,1500	1,00	675	0	0	
933-2 (NH_4Cl)	86	1,0001	0,1400	0,87	625	0	0	0
		1,0005	0,1401	0,79	600	0	0	
397-М4 (NH_4Cl)	71	1,0007	0,2902	0,55	310	7,3	25,2	25,2
		1,0005	0,2902	0,55	310 P=5	7,3	25,2	

Исходная концентрация 1000мг/дм ³								
397- М4	74	1,0015	0,2604	0,42	320	17	65,3	65,3
		1,0013	0,2603	0,42	320	17	65,3	
					P=10			
397- М1	81	1,0003	0,1900	0,93	1390	0	0	0
		1,0017	0,1900	0,86	1350	0	0	
933-2	85	1,0010	0,1502	0,85	850	3,7	24,6	24,6
		1,0009	0,1501	0,78	850	3,7	24,6	
397- М1 (NH ₄ Cl)	85	1,0002	0,1500	0,89	1630	0	0	0
		1,0008	0,1501	0,95	1590	0	0	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0008	0,1401	0,66	1250	0	0	0
		1,0007	0,1401	0,66	1200	0	0	
397- М4 (NH ₄ Cl)	71	1,0020	0,2906	0,93	660	8,5	29,2	29,2
		1,0010	0,2903	0,93	660 P=5	8,5	29,2	

Примечание: После адсорбции на исходном торфе растворы разбавляем в 5,10 раз (P=5), (P=10) из-за высокой оптической плотности. При расчете адсорбции реальная концентрация красителя С увеличивается в 5,10 раз. С.Т–сухой торф.

Таблица-4. Данные для построения калибровочного графика ФЭК-56ПМ №755004 по красителю ализарину красному:

Концентрация АК, мг/дм ³	Объём АК, мл	Оптическая плотность	
50	2,5	0,46	0,46
100	5	0,70	0,71
150	7,5	0,95	0,96
240	12	1,45	1,47
300	15	1,70	1,72

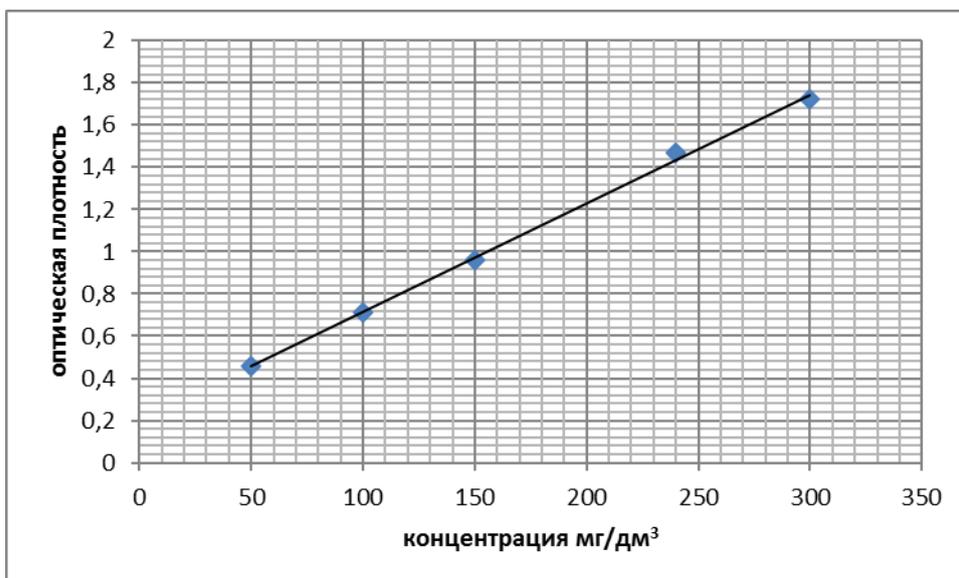


График-1. Калибровочный график ФЭК-56ПМ №755004 по красителю ализарину красному кювета 10мм светофильтр 4с рассеивателем.

Таблица-5. Результаты по адсорбции красителя метиленовому голубому.

Шифр	W%	Навеска торфа, г.	Навеска с.т. г	$P_{\text{опт}}$	$C, \text{мг/дм}^3$	$a, \text{мг}$	$A, \text{мг/г с.т.}$	$A_{\text{ср}}, \text{мг/г с.т.}$
Исходная концентрация 400мг/дм ³								
397-М4	74	1,0009	0,2602	0,06	0,6	10	38,4	38,4
		1,0000	0,2600	0,06	0,6	10	38,4	
397-М1	81	1,0001	0,1900	0,20	24	9,4	49,3	49,1
		1,0005	0,1901	0,22	28	9,3	48,9	
933-2	85	1,0016	0,1502	0,16	12	9,7	64,5	64,5
		1,0013	0,1502	0,16	12	9,7	64,5	
397-М1 (NH ₄ Cl)	85	1,0015	0,1502	0,11	10	9,8	65,2	65,1
		1,0040	0,1506	0,11	10	9,8	65,0	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0016	0,1402	0,15	4	9,9	70,6	70,6
		1,0013	0,1402	0,16	4	9,9	70,6	
397-М4 (NH ₄ Cl)	71	1,0013	0,2603	0,05	0,6	10	34,4	34,4
		1,0009	0,2602	0,05	0,6	10	34,4	
Исходная концентрация 600мг/дм ³								
397-М4	74	1,0008	0,2602	0,15	10	14,8	56,7	56,7
		1,0003	0,2601	0,15	10	14,8	56,7	
397-	81	1,0001	0,1900	0,42	86	12,9	67,9	67,9

M1		1,0003	0,1900	0,42	86	12,9	67,9	
933-2	85	1,0015	0,1502	0,38	76	13,1	87,2	86,5
		1,0017	0,1502	0,40	84	12,9	85,9	
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0039	0,1504	0,37	84	12,9	85,8	85,8
		1,0015	0,1503	0,35	84	12,9	85,8	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0008	0,1400	0,40	74	13,2	94,3	94,6
		1,0012	0,1401	0,40	68	13,3	94,9	
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0005	0,2902	0,10	12		50,6	50,6
						14,7		
		1,0003	0,2901	0,10	12	14,7	50,6	
Исходная концентрация 1000мг/дм ³								
397- M4	74	1,0005	0,2602	0,41	84	22,9	88	88
		1,0002	0,2601	0,41	84	22,9	88	
397- M1	81	1,0020	0,1902	0,98	508	12,7	64,7	64,7
		1,0023	0,1902	0,98	508 P=2	12,7	64,7	
933-2	85	1,0020	0,1502	1,09	286	17,9	119,2	119,2
		1,0017	0,1502	1,09	286	17,9	119,2	
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0021	0,1503	1,02	266	18,4	122,4	122,35
		1,0036	0,1505	1,03	266	18,4	122,3	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0008	0,1401	1,02	266	18,4	131,3	130,95
		1,0012	0,1401	1,02	266	18,3	130,6	
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0000	0,2900	0,20	24	24,4	84,1	84,1

Примечание: После адсорбции на исходном торфе растворы разбавляем в 2 раза (P=2), из-за высокой оптической плотности. При расчете адсорбции реальная концентрация красителя С увеличивается в 2 раза. С.Т-сухой торф.

Таблица-6. Данные для построения калибровочного графика ФЭК-56ПМ №755004 по красителю метиленовому голубому:

Концентрация МГ, мг/дм ³	Объем МГ, мл	Оптическая плотность	
100	5	0,44	0,42
150	7,5	0,56	0,57
240	12	0,97	0,97
300	15	1,10	1,10
360	19,5	1,30	1,30

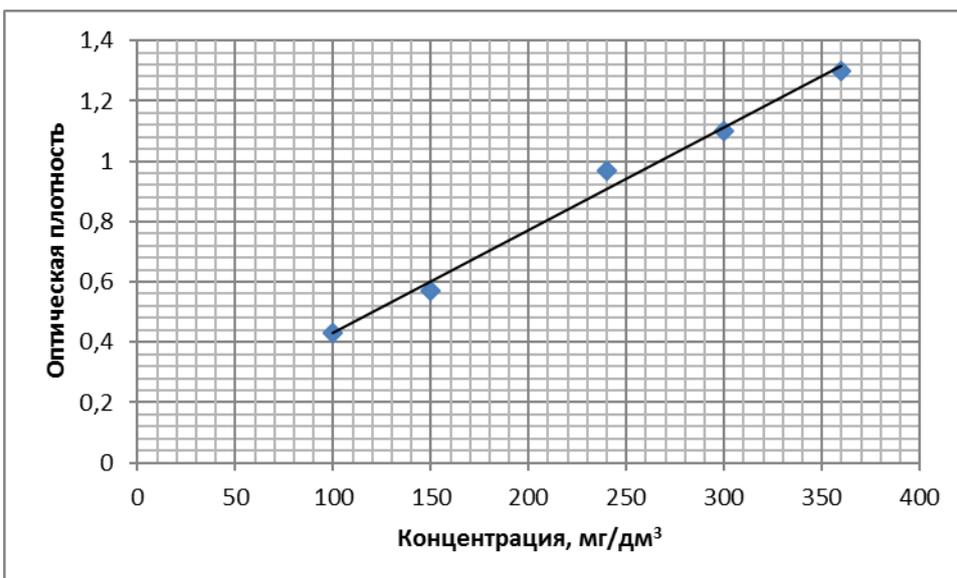


График-2. Калибровочный график ФЭК-56ПМ №755004 по красителю метиленовому голубому кювета 10мм светофильтр 3с рассеивателем.

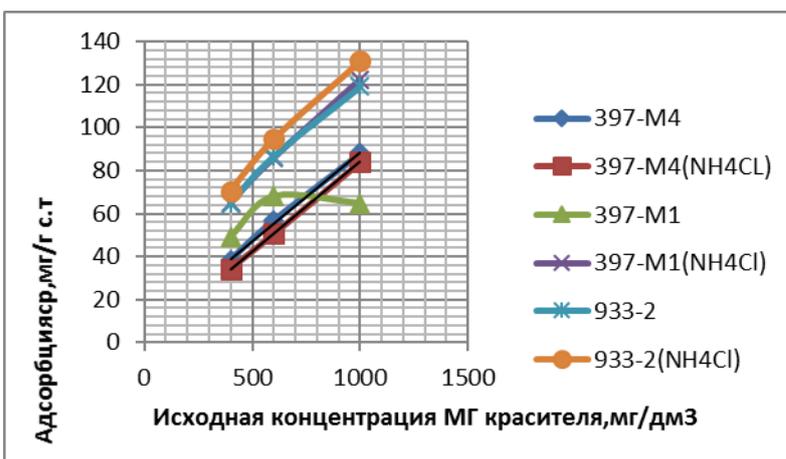


График-3. Зависимость конечной концентрации МГ от исходной концентрации.

Таблица-7. Результаты по адсорбции красителя бриллиантового зеленого.

Шифр	W%	Навеска торфа, г.	Навеска с.т. г	$P_{\text{опт}}$	$C, \text{мг/дм}^3$	a, мг	A, мг/г с.т	$A_{\text{ср}}, \text{мг/г с.т}$
Исходная концентрация 400мг/дм³								
397-M4	74	1,0010	0,2603	0,29	38	9,1	34,8	34,8
		1,0005	0,2602	0,29	38	9,1	34,8	
397-M1	81	1,0019	0,1903	0,34	50	8,8	46,2	45,95
		1,0024	0,1904	0,36	54	8,7	45,7	
933-2	85	1,0007	0,1501	0,37	58	8,6	57,3	57,3

		1,0012	0,1502	0,37	58	8,6	57,3	
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0023	0,1503	0,34	50	8,8	58,5	58,5
		1,0008	0,1501	0,32	48	8,8	58,5	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0013	0,1401	0,27	34	9,2	65,6	65,6
		1,0015	0,1402	0,27	32	9,2	65,6	
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0000	0,2900	0,25	30	9,3	31,8	31,8
		1,0003	0,2901	0,25	30	9,3	31,8	
Исходная концентрация 600мг/дм ³								
397- M4	74	1,0020	0,2605	0,43	68	13,3	51,1	51,1
		1,0015	0,2604	0,43	68	13,3	51,1	
397- M1	81	1,0036	0,1907	0,65	118	12	62,9	62,9
		1,0020	0,1904	0,65	118	12	62,9	
933-2	85	1,0016	0,1502	0,42	68	13,3	88,5	88,5
		1,0009	0,1501	0,42	68	13,3	88,5	
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0002	0,1500	0,60	118	12,5	80,3	80,25
		1,0016	0,1502	0,60	118	12,5	80,2	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0004	0,1402	0,38	58	13,6	97	97
		1,0013	0,1401	0,38	58	13,6	97	
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0019	0,2905	0,34	50	13,8	47,3	47,3
		1,0015	0,2904	0,34	50	13,8	47,3	
Исходная концентрация 1000мг/дм ³								
397- M4	74	1,0010	0,2603	0,98	196	20,1	77,2	77,2
		1,0000	0,2600	0,98	196	20,1	77,2	
397- M1	81	1,0001	0,1900	1,25	254	18,7	98,4	98,4
		1,0005	0,1901	1,24	252	18,7	98,4	
933-2	85	1,0007	0,1501	0,78	148	21,3	141,9	142,2
		1,0007	0,1501	0,77	146	21,4	142,5	
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0016	0,1502	1,12	224	19,4	129,2	128,85
		1,0015	0,1502	1,13	228	19,3	128,5	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0004	0,1401	0,62	112	22,2	158,5	158,5
		1,0013	0,1402	0,62	112	22,2	158,5	
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0000	0,2900	0,6	108	22,3	76,9	76,9
		1,0000	0,2900	0,6	108	22,3	76,9	

Примечание: С.Т - сухой торф.

Таблица-8. Данные для построения калибровочного графика ФЭК-56ПМ №755004 по красителю бриллиантовому зеленому:

Концентрация БЗ, мг/дм ³	Объём БЗ, мл	Оптическая плотность	
50	2,5	0,34	0,34
100	5	0,62	0,62
150	7,5	0,88	0,87
240	12	1,12	1,12

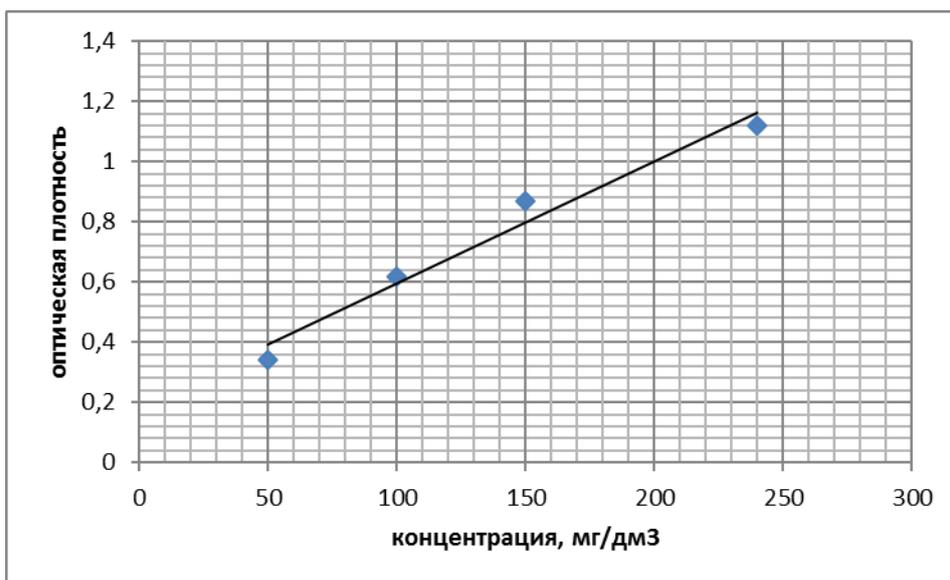


График-4. Калибровочный график ФЭК-56ПМ №755004 по бриллиантовому зеленому кювету 10мм светофильтр 4с рассеивателем.

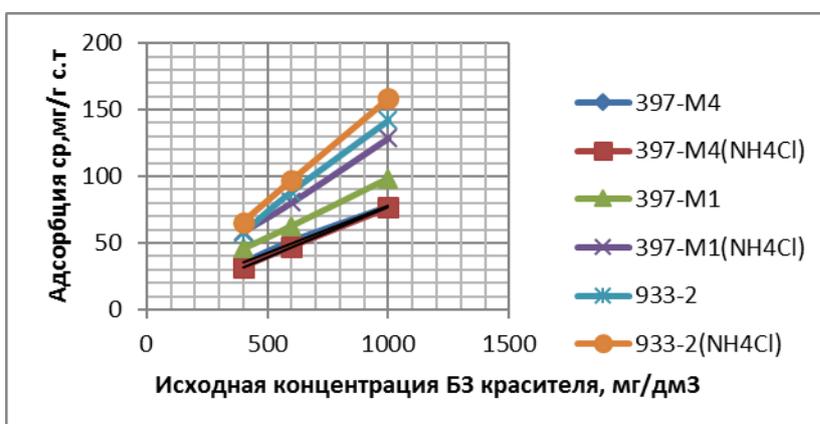


График-5. Зависимость конечной концентрации БЗ от исходной концентрации.

Таблица-9. Результаты по адсорбции Кислотный хром тёмно-синей.

Шифр	W%	Навеска торфа, г.	Навеска с.т. г	$P_{\text{орг}}$	$C, \text{мг/дм}^3$	a, мг	A, мг/г с.т	$A_{\text{ср}}, \text{мг/г с.т}$
Исходная концентрация 400мг/дм ³								
397-М4	74	1,0010	0,2603	0,95	264	3,4	13	13
		1,0000	0,2600	0,95	264	3,4	13	
397-М1	81	1,0030	0,1906	1,14	338	1,55	8,1	8,1
		1,0036	0,1907	1,15	338	1,55	8,1	
933-2	85	1,0000	0,1500	0,98	270	3,25	21,7	21,2
		1,0000	0,1500	1,0	276	3,1	20,7	
397-М1 (NH ₄ Cl)	85	1,0023	0,1503	1,38	428	0	0	0
		1,0026	0,1504	1,4	436	0	0	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0010	0,1402	0,65	182	5,45	38,9	38,9
		1,0015	0,1403	0,65	182	5,45	38,9	
397-М4 (NH ₄ Cl)	71	1,0015	0,2904	0,8	222	4,45	15,3	15,3
		1,0010	0,2903	0,8	222	4,45	15,3	
Исходная концентрация 600мг/дм ³								
397-М4	74	1,0000	0,2600	1,37	374	5,65	21,7	21,7
		1,0000	0,2600	1,37	374	5,65	21,7	
397-М1	81	1,0006	0,1901	1,4	436	4,1	21,6	21,6
		1,0015	0,1902	1,4	436	4,1	21,6	
933-2	85	1,0000	0,1500	1,35	420	4,5	30	30
		1,0004	0,1501	1,35	420	4,5	30	
397-М1 (NH ₄ Cl)	85	1,0030	0,1505	1,6	484	2,9	19,3	19,3
		1,0023	0,1503	1,6	484	2,9	19,3	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0015	0,1402	1,45	442	3,95	28,2	28,2
		1,0012	0,1401	1,45	442	3,95	28,2	
397-М4 (NH ₄ Cl)	71	1,0020	0,2906	1,25	362	5,95	20,5	20,5
		1,0010	0,2903	1,25	362	5,95	20,5	
Исходная концентрация 1000мг/дм ³								
397-М4	74	1,0000	0,2600	1,55	422	14,45	55,6	55,6
		1,0003	0,2601	1,55	422	14,45	55,6	
397-М1	81	1,0025	0,1905	0,55	770	5,75	30,2	30,2
		1,0004	0,1901	0,55	770	5,75	30,2	

					P=5			
933-2	85	1,0017	0,1503	0,46	660	8,5	56,6	56,6
		1,0011	0,1502	0,46	660	8,5	56,6	
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0004	0,1501	0,75	1050	0	0	0
		1,0009	0,1501	0,75	1050	0	0	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0011	0,1402	0,48	690	7,75	55,3	55,3
		1,0015	0,1402	0,48	690	7,75	55,3	
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0007	0,2902	1,4	382	15,5	53,2	53,2
		1,0005	0,2902	1,4	382	15,5	53,2	

Примечание: После адсорбции на исходном торфе растворы разбавляем в 5 раз (P=5) из-за высокой оптической плотности. При расчете адсорбции реальная концентрация красителя С увеличивается в 5 раз. С.Т-сухой торф.

Таблица-10. Данные для построения калибровочного графика ФЭК-56ПМ №755004 по красителю Кислотный хром темно синий:

Концентрация КХТС, мг/дм ³	Объем КХТС, мл	Оптическая плотность	
50	2,5	0,19	0,19
100	5	0,33	0,34
150	7,5	0,56	0,56
360	18	1,3	1,3

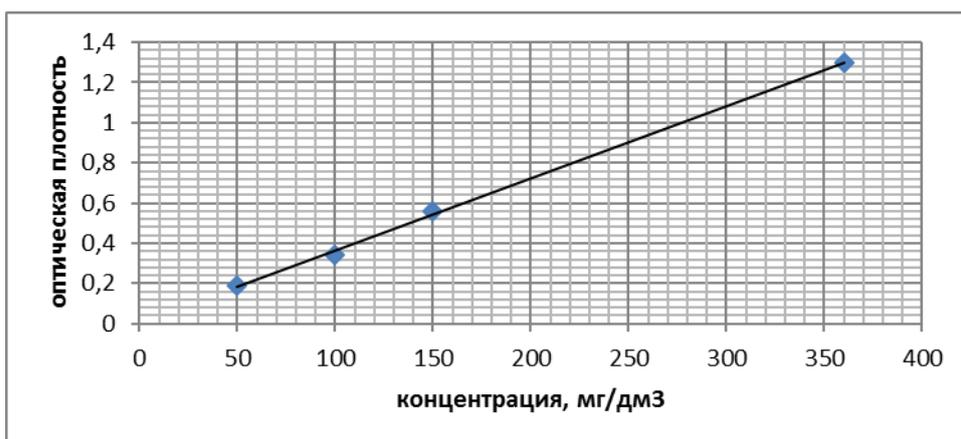


График-6. Калибровочный график ФЭК-56ПМ №755004 по Кислотный хром темно-синий кювета 10мм светофильтр 5 с рассеивателем.

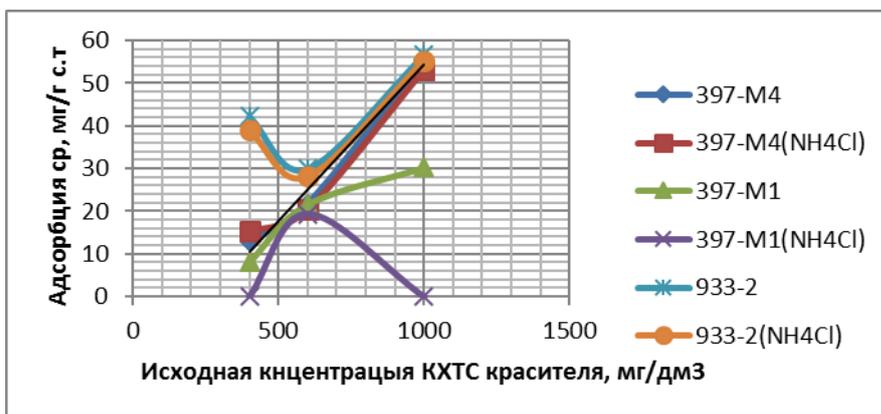


График-7. Зависимость конечной концентрации КХТС от исходной концентрации.

Таблица-11. Результаты по адсорбции красителя конго красного.

Шифр	W%	Навеска торфа, г.	Навеска с.т. г	$P_{\text{опт}}$	$C, \text{мг/дм}^3$	a, мг	A, мг/г с.т	A ср, мг/г с.т
Исходная концентрация 400мг/дм ³								
397-M4	74	1,0018	0,2605	1,45	53	8,7	33,4	33,4
		1,0005	0,2603	1,45	53	8,7	33,4	
397-M1	81	1,0000	0,1900	1,4	250	3,75	19,7	19,7
		1,0000	0,1900	1,4	250	3,75	19,7	
933-2	85	1,0013	0,1502	1,35	230	4,25	28,3	28,3
		1,0020	0,1503	1,35	230	4,25	28,3	
397-M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0000	0,1500	1,37	235	4,1	27,4	27,4
		1,0008	0,1501	1,37	235	4,1	27,4	
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0008	0,1401	1,38	240	4	26,6	26,6
		1,0010	0,1401	1,38	240	4	26,6	
397-M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0000	0,2900	1,4	50	8,75	30,2	30,2
		1,0003	0,2901	1,4	50	8,75	30,2	
Исходная концентрация 600мг/дм ³								
397-M4	74	1,0000	0,2600	1,3	430	4,25	16,3	16,3
		1,0003	0,2601	1,3	430	4,25	16,3	
397-M1	81	1,0025	0,1904	1,5	560	1	5,3	5,3
		1,0018	0,1903	1,5	560	1	5,3	

					P=10			
933-2	85	1,0008	0,1501	1,4	500	2,5	16,7	16,7
		1,0010	0,1501	1,4	500	2,5	16,7	
					P=10			
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0000	0,1500	1,48	550	1,25	8,3	8,3
		1,0020	0,1503	1,48	550	1,25	8,3	
					P=10			
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0000	0,1400	1,47	540	1,5	10,7	10,7
		1,0010	0,1401	1,47	540	1,5	10,7	
					P=10			
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0010	0,2903	1,25	400	5	17,2	17,2
		1,0005	0,2902	1,25	400	5	17,2	
					P=10			
Исходная концентрация 1000мг/дм ³								
397- M4	74	1,0013	0,2603	1,45	1590	0	0	0
		1,0015	0,2604	1,45	1590	0	0	
					P=30			
397- M1	81	1,0000	0,1900	1,55	1800	0	0	0
		1,0000	0,1900	1,55	1800	0	0	
					P=30			
933-2	85	1,0010	0,1501	1,4	1500	0	0	0
		1,0000	0,1500	1,4	1500	0	0	
					P=30			
397- M1 (NH ₄ Cl)	85	1,0000	0,1500	1,5	1680	0	0	0
		1,0005	0,1501	1,5	1680	0	0	
					P=30			
933-2 (NH ₄ Cl)	86	1,0000	0,1400	1,45	1650	0	0	0
		1,0000	0,1400	1,45	1650	0	0	
					P=30			
397- M4 (NH ₄ Cl)	71	1,0003	0,2901	1,4	1500	0	0	0
		1,0007	0,2903	1,4	1500	0	0	
					P=30			

Примечание: После адсорбции на исходном торфе растворы разбавляем в 5 - 10 раз (P=5), (P=10), (P=30) из-за высокой оптической плотности. При расчете адсорбции реальная концентрация красителя С увеличивается в 5,10,30 раз. С.Т - сухой торф.

Таблица-12. Данные для построения калибровочного графика ФЭК-56ПМ №755004 по красителю Конго красный:

Концентрация КК, мг/дм ³	Объём КК, мл	Оптическая плотность	
10	1	0,79	0,79
20	2	1,12	1,13
50	5	1,6	1,6
75	7,5	1,8	1,8
120	12	2,0	2,0

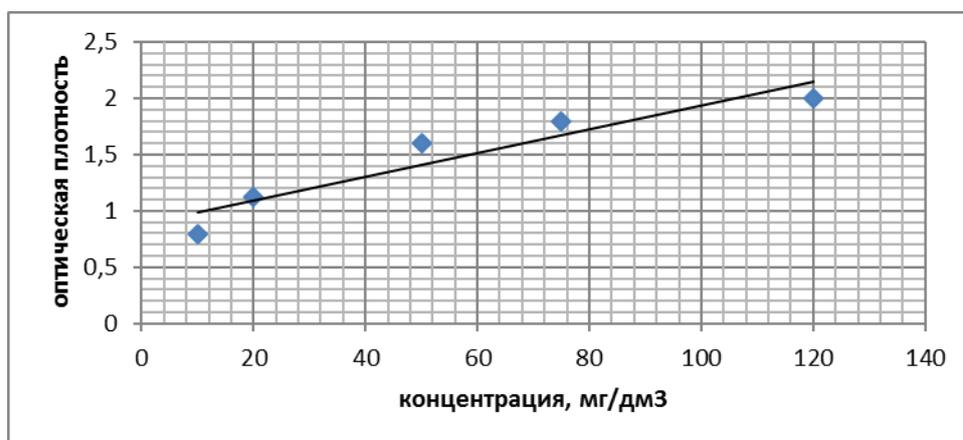


График-8. Калибровочный график ФЭК-56ПМ №755004 по Конго красный кювета 10мм светофильтр 5с рассеивателем.

Особенности калибровки ФЭК 56ПМ по конго красному. Чувствительность прибора ККК существенно выше, чем по МГ, БЗ, КХТС, поэтому замеряем концентрацию по КК гораздо ниже чем по другим красителям. Для градуировки по КК берем мерные колбы по 100мл и добавляем в них раствор КК с $C=1000$ мл/л. Используются кюветы по 10мм со светофильтром №5. Остальные красители (МГ, БЗ, КХТС, АК)-градуируются при близких концентрациях в пределах 50-300мг/л.

5.1Обсуждение результатов

В данной работе проводились эксперименты по поглощению водорастворимых синтетических красителей из их водных растворов различными видами торфов. Были взяты три вида торфа 397-М4, 933-2 и 397-

М1 в исходном состоянии, и они же обработаны хлористым аммонием (0,1%).

Все торфа различаются по ботаническому составу, степени разложения, зольности и влажности. Ботанический состав торфа отражает исходные растительные ассоциации, из которых образовался торф. Торфа по ботаническому составу делятся: низинные, переходные и верховые. Верховой фоскум относится торф 933-2 торфа 397-М1 является верховым мегелланикум, а 397-М4 к переходным. Для низинных торфов характерна высокая степень разложения, верховые отличаются низкой степенью разложения. Влажность исследуемых торфов варьирует от 71% до 86%. Перед экспериментом обрабатываем раствором хлористого аммония (0,1%)

Из полученных данных видно, что величина адсорбции А изменяется в широких пределах от практически полного отсутствия поглощения до максимального значения 158,5мг/г сухого торфа для исходной концентрации красителя Бриллиантового зеленого $C=1000\text{мг/дм}^3$ при поглощении торфом 933-2, обработанного хлорид аммония (0,1%).

В большинстве испытаний величина адсорбции возрастает пропорционально исходной концентрации красителя. При этом наблюдается линейная и близкая к ней зависимости адсорбции от исходной концентрации. Это свидетельствует о справедливости закона Генри для исследования низких концентраций красителя в рабочем растворе.

При исследовании верхового фускум торфа 933-2 в исходном состоянии наиболее высокие показатели адсорбции достигнуты при поглощении красителей метиленового голубого (64,5-119,2мг/г) и бриллиантового зеленого (57,3-142,2мг/г). Несколько ниже значения величины адсорбции наблюдаются при поглощении из растворов красителя индикатора кислотного хрома темно-синего (21,2-56,6мг/г).

При исследовании верхового мегелланикума торфа 397-М1 в исходном состоянии наиболее высокие показатели адсорбции достигли при

поглощении красителей метиленового голубого (49,1-64,7мг/г) и бриллиантового зеленого (45,9-98,4мг/г). Также ниже значения величины адсорбции наблюдаются при поглощении из раствора индикатора кислотного хрома темно синего (21,2-30,2мг/г).

При исследовании переходного осново-сфагнового торфа 397-М4 в исходном состоянии наиболее высокие показатели адсорбции достигнуты при поглощении красителей метиленового голубого (38,4-88мг/г), бриллиантового зеленого (34,8-77,2мг/г), ализарина красного (21,1-65,3мг/г), а также при поглощении из раствора индикатора кислотного хрома темно синего (13-55,6 мг/г). А при поглощении красителя конго красного адсорбция существенно снижается (33,4-0мг/г).

Известно, что торф в исходном состоянии является хорошим ионообменником, который имеет отрицательный заряд иона. Ионный обмен происходит за счет водорода и функциональных групп (-COOH, =NH).

Обработка раствором хлористого аммония увеличила величину адсорбции верховых торфов 397-М1 и 933-2 при поглощении раствора метиленового голубого, бриллиантового зеленого. Снизилась величина адсорбции при обработке раствором хлористого аммония, верхового торфа 397-М1и 933-2 при поглощении раствора индикатора кислотного хрома темно синего.

Анализируя графические зависимости, видим, что конечные концентрации при адсорбции торфами имеют значения, пропорциональные значениям величины адсорбции А. Торф способен очищать растворы красителей, но не всех. На примере красителя Конго красного и ализарина красного никаких явных изменений в сторону адсорбции мы не наблюдаем как у исходного, так и обработанного торфа.

Торфа высокой и средней степени разложения (R=15-35%) после обработки раствором хлорида аммония поглощают лучше катионные красители МГ, БЗ и не изменяют А по отношению к анионным красителям

КХТС или ухудшают по отношению к АК и КК. Эти изменения хорошо проявляются на торфе 933-2 и в меньшей степени на торфе 397-М1.

Можно рекомендовать обработку раствором хлорида аммония для регенерации и повышения адсорбционной способности торфов средней и высокой степени разложения при очистке стоков, загрязненных органическими продуктами с положительным зарядом частиц.

Адсорбция прямого красителя КК при исходной концентрации $C=1000\text{мг/дм}^3$ не происходит как в исходном, так и обработанном торфе. Адсорбция прямого красителя АК практически не происходит как в исходном, так и обработанном торфе.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: Исследование торфяного фонда для обеспечения рационального ведения научно-исследовательской работы.

Целевой рынок: Для данного проекта целевым рынком являются предприятия нефтехимическая, нефтедобывающая отрасль.

Конкурентами являются «Институт сельского хозяйства», «Институт химии и нефти»

Таблица 13 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,18	5	3	3	0,9	0,54	0,54
2. Надежность	0,1	5	4	3	0,25	0,2	0,15
3. Простота эксплуатации	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,09	5	3	3	0,45	0,27	0,27

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	5	4	3	0,35	0,28	0,21
2. Цена	0,09	5	4	4	0,35	0,28	0,28
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
4. Послепродажное обслуживание	0,07	5	3	2	0,3	0,18	0,12
5. Финансирование научной разработки	0,05	4	5	4	0,12	0,15	0,12
7. Срок выхода на рынок	0,07	5	4	4	0,2	1,16	0,16
8. Наличие сертификации разработки	0,09	4	5	4	0,24	0,3	0,24
Итого	1	53	43	38	4,06	3,06	2,79

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – «Институт сельского хозяйства»

Б_{к2} – «Институт химии и нефти»

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (6)$$

где K - конкурентоспособность инженерного решения или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя

6.2. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табл. 14.

Таблица 14 -МатрицаSWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Отсутствие у потенциальных
--	---	--

	<p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С2. Актуальность промышленной технологии.</p> <p>С3. Экологичность технологии.</p> <p>С4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С5. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С6. Квалифицированный персонал.</p>	<p>потребителей квалифицированных кадров</p> <p>Сл2. Отсутствие инжиниринговой услуги, способной обучить работать в рамках проекта</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>Сл4. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Сильные стороны и возможности:</p> <p>Разработка математической модели для проведения исследования влияния хлористой обработки на адсорбционные свойства торфа с целью оптимизации ее работы, получения продукта с конкурентными преимуществами оптимальной себестоимостью, высоким качеством и инжиниринговой услугой</p>	<p>Слабые стороны и возможности:</p> <p>1. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей</p> <p>2. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>Сильные стороны и угрозы:</p> <p>1. Продвижение программы с целью создания спроса</p> <p>2. Создание конкурентных преимуществ готового продукта</p> <p>3. Сертификация и стандартизация продукта</p>	<p>Слабые стороны и угрозы:</p> <p>1. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей</p> <p>3. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>4. Сокращение поставок или смена поставщика</p> <p>5. Продвижение программы с целью создания спроса</p> <p>6. Создание конкурентных преимуществ готового продукта</p> <p>7. Сертификация и стандартизация продукта</p>

6.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Степень готовности научной разработки к коммерциализации и уровень собственных знаний для ее проведения заполняется в специальной форме (табл. 15).

Таблица 15 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	5
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	3
	ИТОГО БАЛЛОВ	36	51

6.4. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Таблица 16 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Кафедра ХТПЭИ УМ	Оптимизация/усовершенствование существующей технологии

Таблица 17 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка математической модели с целью определения эксплуатационных показателей работы установки, определения текущих и оптимальных режимов ее работы, а также прогнозирования работы установки в отчетном периоде.
Ожидаемые результаты проекта:	Получение результатов по работе с математической моделью
Критерии приемки результата проекта:	Адекватность результатов
Требования к результату проекта:	Требование:
	Стандартизация готового продукта

Организационная структура проекта

Таблица 18 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
--------------	--	-----------------------	----------------	---------------------------

1	Архипов Виктор Сергеевич, НИ ТПУ, кафедра ХТТ и ХК, профессор, д.т.н.	Руководитель	Координация деятельности проекта	80
2	Деманова Татьяна Анатольевна, НИ ТПУ, кафедра ХТТ и ХК, студент	Исполнитель	Выполнение ВКР	485
ИТОГО:				565

Таблица 19 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	300000 рублей
Источник финансирования	Кафедра ХТТ
Сроки проекта	11.01.16-25.05.16
Дата утверждения плана управления проектом	11.01.16
Дата завершения проекта	25.05.16

6.5. Планирование управления научно-техническим проектом

План проекта

Линейный график представляется в виде таблицы (табл. 20).

Таблица 20 - Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Изучение литературы, составление литературного обзора	36	10.01	26.02	Деманова Татьяна Анатольевна
Расчет на математической модели	21	03.03	24.03	Деманова Татьяна Анатольевна
Обсуждение полученных результатов	14	27.03	10.04	Деманова Татьяна Анатольевна Архипов Виктор Сергеевич.
Оформление выводов	14	13.04	27.04	Деманова Татьяна Анатольевна
Оформление пояснительной записки	21	10.05	31.05	Деманова Татьяна Анатольевна
Итого:	106	10.01	25.05	

Таблица 21 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , кал ,дн.	Продолжительность выполнения работ														
			январь		февраль			март			апрель			май			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Изучение литературы, составление литературного обзора	Студент	36	■														
Расчет на математической модели	Студент	23				■											
Обсуждение полученных результатов	Студент, руководитель	14										■					
Оформление выводов	Студент	11										■					
Оформление пояснительной записки	Студент, руководитель	28													■		

6.5.1 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице (таблица 22).

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

(за вычетом отходов)

Таблица 22 - Группировка затрат по статьям, руб.

Затраты по статьям

Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
1) 368,7	141000	92718,5	12032,78	31425,4	277545,38
2) 2135,3	141000	92718,5	12032,78	31425,4	279311,98
3) 1212,2	141000	92718,5	12032,78	31425,4	278388,88

Аналог 1 – «Институт сельского хозяйства»

Аналог 2 – «Институт химии и нефти»

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

Результаты по данной статье указаны в таблице 23.

Таблица 23 - Материальные затраты.

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Торф	кг	0,28	150	42
Порошки красителей	кг	0,005	140	0,7
Хлористый аммоний	кг	0,05	280	14
Бумага фильтровальная	упаковка	1	80	80
Тетрадь	48 листов	2	60	120
Ручка		3	20	60
Карандаш		2	26	52
Итого по статье С_м				368,7

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной

аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме (таблица 24). Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 24 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Сумма амортизационных отчислений, руб.
1.	Фотоэлектроколориметр	1	12000	12000	1800
2.	Насос перистальтический	1	20000	20000	3000
3.	Шкаф сушильный	1	18000	18000	2700
4.	Весы лабораторные	1	53000	53000	7950
5.	Шкаф вытяжной	1	38000	38000	5700
Итого				141000	21150

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводим в таблицу 25.

Таблица 25 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	28924,94	1,3	37602,42	1253,42	64	80218,5
Студент	2500				88	12500

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (8)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 13);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}}, \quad (9)$$

где $Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.(таблица 26).

Таблица 26 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	136	136
Количество нерабочих дней	42	42
- выходные дни	6	6
- праздничные дни		

Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	24	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	64	88

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (10)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 27 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 27- Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	80218,5	12500
Дополнительная зарплата	12032,78	-
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	92251,28	12500

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (11)$$

где $k_{\text{внеб}} = 30\%$ коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 28 - Отчисления на социальные нужды

	Руководитель	Магистрант
Зарплата	80218,5	12500
Отчисления на социальные нужды	27675,4	3750

6.5.2. Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная (таблица 29).

Таблица 29 - Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая

Вывод: на основе проведенного анализа выбора организационной структуры научного проекта - наиболее выгодной является проектная структура.

6.6. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты

и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

Показатели экономической эффективности проекта учитывают финансовые последствия его осуществления для предприятия, реализующего данный проект. В этом случае показатели эффективности проекта в целом характеризуют с экономической точки зрения технические, технологические и организационные проектные решения.

Бюджетная эффективность характеризуется участием государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней.

6.6.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

Динамические методы оценки инвестиций базируются на применении показателей:

- чистая текущая стоимость (**NPV**);
- срок окупаемости (**PP**);
- внутренняя ставка доходности (**IRR**);
- индекс доходности (**PI**).

Все перечисленные показатели основываются на сопоставлении чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности, и их приведении к определенному моменту времени. Теоретически чистые денежные поступления можно приводить к любому моменту времени (к будущему либо текущему периоду). Но для практических целей оценку инвестиции удобнее осуществлять на момент принятия решений об инвестировании средств.

Чистая текущая стоимость (NPV)

Данный метод основан на сопоставлении дисконтированных чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности.

Если инвестиции носят разовый характер, то **NPV** определяется по формуле

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0, \quad (12)$$

где $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t=0, 1, 2 \dots n$);

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства: $NPV > 0$.

Чем больше NPV , тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия.

Инвестиционный проект считается выгодным, если NPV является положительной.

План денежных потоков представлен в таблице 30.

Таблица 30 - Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

Наименование показателя	Годы (t = 0, 1, 2...n)				
	0	1	2	3	4
Выручка от реализации, тыс.руб		360,8	360,8	360,8	360,8
Инвестиционные издержки, тыс.руб.	-277,55				
Амортизация оборудования, тыс.руб.	21,15	21,15	21,15	21,15	21,15
Сырье, тыс.руб.	0,3687	0,4	0,4	0,4	0,4
ФОТ, тыс.руб.	104,8	104,8	104,8	104,8	104,8
Операционные затраты, тыс. руб	0,0	31,6	31,6	31,6	31,6
Прибыль до вычета налогов, тыс.руб.	0,0	329,2	329,2	329,2	329,2
Налоги	0,0	65,8	65,8	65,8	65,8

Чистая прибыль, тыс.руб.	0,0	263,4	263,4	263,4	263,4
Чистый денежный поток ЧДП=Пчист+Ам	-277,55	284,5	284,5	284,5	284,5
Коэффициент дисконтирования (приведения при $i=0,20$)	1	0,833	0,694	0,579	0,482
Дисконтированный чистый денежный поток	-277,55	237,0	197,5	164,8	137,1
То же нарастающим итогом (NPV)	-277,55	-40,52	156,95	321,70	458,85

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 458850руб., что позволяет судить о его эффективности.

Дисконтированный срок окупаемости (PP)

Метод расчета срока окупаемости инвестиций PP (Токуп.) состоит в определении того периода, через который первоначальные инвестиции будут возвращены прибылью или чистыми денежными поступлениями.

Чистые денежные поступления (прибыль) по годам неравномерны. В данной ситуации срок окупаемости устанавливается путем определения кумулятивного (накопленного) денежного потока (таблица 31).

Таблица 31 - Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$)	-277,55	237,0	197,5	164,8	137,1
2.	То же нарастающим итогом	-277,55	-40,52	156,95	321,70	458,85
3.	Дисконтированный срок окупаемости	PP_{дск} = 1 + 40,52/197,5 = 1,2 года				

Внутренняя ставка доходности (IRR)

Для установления показателя чистой текущей стоимости (NPV) необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке

эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней ставки доходности (IRR).

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования

(i) существует обратная зависимость. Эта зависимость следует из таблицы 19 и графика, представленного на рисунке 32.

Таблица 32 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№ п/п	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV
1	Чистые денежные потоки	-277,55	284,54	284,54	284,54	284,54	
2	коэффициент дисконтирования						
	i=0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	i=0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	i=0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	i=0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	i=0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,095	
	i=0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,07	
	i=0,8	1	0,556	0,309	0,172	0,096	
	i=0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,076	
	i=1,0	1	0,5	0,25	0,125	0,0625	
3	Дисконтированный денежный поток						
	i=0,2	-277,55	237,02	197,47	164,47	137,15	458,85
	i=0,3	-277,55	218,81	168,45	129,47	99,59	338,8
	i=0,4	-277,55	203,16	145,12	103,57	73,98	248,3
	i=0,5	-277,55	189,79	126,34	83,94	56,34	178,9
	i=0,6	-277,55	177,84	110,97	69,43	27,03	107,7
	i=0,7	-277,55	167,31	95,32	57,76	19,92	62,8
	i=0,8	-277,55	158,21	87,92	48,94	27,32	44,8
	i=0,9	-277,55	149,67	78,82	41,54	21,63	14,1
	i=1,0	-276,55	142,3	71,1	35,6	17,8	-9,8

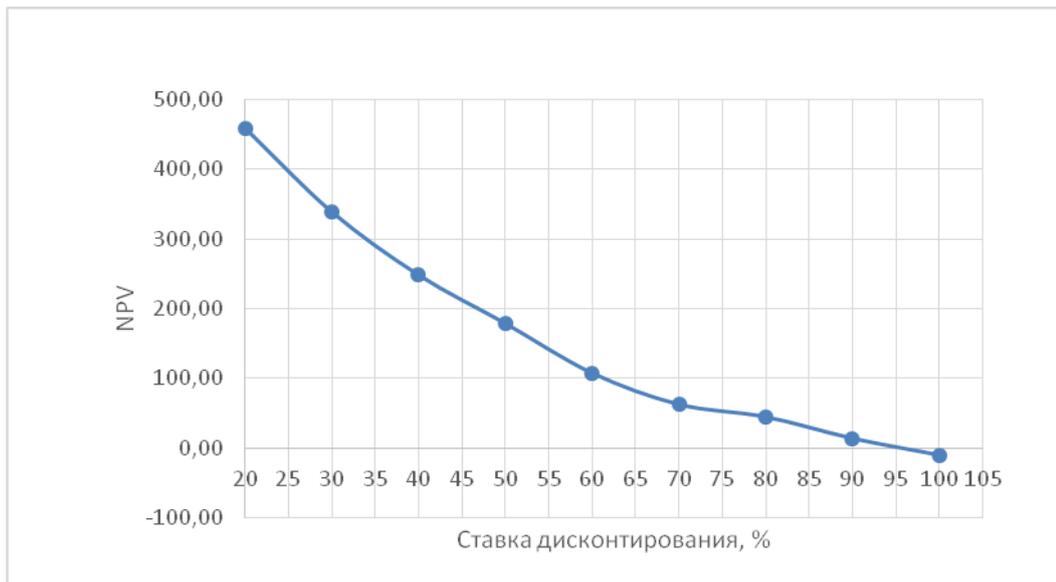


График 9 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,96.

Индекс доходности (рентабельности) инвестиций (PI)

Индекс доходности показывает, сколько приходится дисконтированных денежных поступлений на рубль инвестиций.

Расчет этого показателя осуществляется по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0, \quad (13)$$

где I_0 – первоначальные инвестиции.

Следовательно,

$$PI = \frac{237 + 197,5 + 164,8 + 137,1}{277,55} = 2,7$$

6.6.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Таблица 33 – Группировка затрат по статьям аналогов разработки

Вариант исполнения аналога №	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
1	2135,3	141000	92718,5	31425,4	279311,98
2	1212,2	141000	92718,5	31425,4	278388,88

Аналог 1 – «Институт сельского хозяйства»

Аналог 2 – «Институт химии и нефти»

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{277545,38}{279311,98} = 0,99$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{279311,98}{279311,98} = 1$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{278388,88}{279311,98} = 0,99$$

где I_{Φ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p,$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 34 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
4. Энергосбережение	0,20	4	3	3
5. Надежность	0,25	4	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4	4
ИТОГО	1			1

Аналог 1 – «Институт сельского хозяйства»

Аналог 2 – «Институт химии и нефти»

$$I_m^p = 5 \times 0,1 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,15 + 4 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 4,25$$

$$I_1^A = 3 \times 0,1 + 2 \times 0,15 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 2,25$$

$$I_2^A = 4 \times 0,1 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 3,5$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,25}{0,99} = 4,29$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\phi}^{a1}} = \frac{2,25}{1,00} = 2,25$$

$$I_{финр}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\phi}^{a2}} = \frac{3,5}{0,99} = 3,54$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a1}} = \frac{4,29}{2,25} = 1,91$$

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a2}} = \frac{4,29}{3,54} = 1,21$$

где $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{mэ}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{mэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 35 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Разработка	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,99	0,96
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	2,25	4,25	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	2,25	4,29	3,54
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,91		1,21

Аналог 1 – «Институт сельского хозяйства»

Аналог 2 – «Институт химии и нефти»

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Вывод: в ходе проведения анализа показателей эффективности инвестиций была получена чистая текущая стоимость (**NPV**) – 458,85тыс. руб. Таким образом, данный инвестиционный проект можно считать выгодным, NPV является положительной величиной. Дисконтированный срок окупаемости проекта (**PP_{дск}**) составляет 1,2 года. Внутренняя ставка доходности (**IRR**) – 0,96, что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполняется условие неравенства $IRR > i$. Индекс доходности (**PI**) – 2,7, и, основываясь на том, что данная величина превышает единицу, можно утверждать, что данная инвестиция приемлема.

7. Социальная ответственность

Введение

Данная работа была проведена в Политехническом университете на кафедре ХТТ. Объектом исследования является поглощение красителей торфом, обработанном раствором хлорида аммония. В данной работе проводились эксперименты по поглощению водорастворимых синтетических красителей из их водных растворов различными видами торфов. Были взяты три вида торфа 397-М4, 933-2 и 397-М1 в исходном состоянии, и они же обработаны хлористым аммонием (0,1%). В настоящее время активно разрабатывается методика применения различных типов торфа в качестве адсорбента для очистки сточных вод. В данной работе для оценки свойств торфа, как сорбента для очистки сточных вод, использовались красители разного химического происхождения.

7.1. Производственная безопасность

Таблица 36 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке технического состояния работа с красителями. (ГОСТ 12.0.003-74).

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Определение растворов и растворов красителей	1) Химически опасные и вредные производственные факторы; 2) Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 3) повышенный уровень шума на рабочем месте;	1) Пожаровзрывоопасность 2) Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Токсичные и едкие вещества (ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ) 1) Типовая инструкция по охране труда для рабочих, занятых погрузкой, транспортировкой, разгрузкой и хранением едких и ядовитых веществ и материалов ТОИ Р-218-43-95 2) ГОСТ 12.1.005-88 – Общие санитарно-гигиенические

			требования к воздуху рабочей зоны; 2)ГОСТ 12.1.003-83-Шум. Общие требования безопасности; 3)ГОСТ12.1.019-2009ССБТ- 4) Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ Р 50571.3-94 5)Пожаровзрывоопасность ГОСТ 12.1.004-76 ССБТ
--	--	--	--

7.1.2.Химически опасные и вредные производственные факторы

В данной работе следует выделять вредные воздействие, заключающееся в раздражении оболочек слизистых дыхательных путей, которое оказывает пыль торфа при его пересыпке, попадая в организм человека. Оседая в лёгких, пыль задерживается в них. При длительном дыхании возникает профессиональное заболевание - пневмокониоз. В лаборатории используются синтетические водорастворимые красители. Несмотря на то, что краситель не относится к классу опасных веществ, при измельчении ощущается распространение его частичек в воздухе рабочей зоны. По характеру воздействия на организм человека он относится к группе общетехнических веществ, вызывающих раздражение слизистых и дыхательных путей. Пыль и частицы красителя могут проникать через дыхательные пути и на одежду при взвешивании навески его на аналитических весах. Для того чтобы максимально снизить содержание вещества, обладающего вредным воздействием, в воздухе рабочей зоны проводят следующие мероприятия
 Применение средств индивидуальной защиты (респираторы, резиновые перчатки, спецодежда); ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ [13].

-Лица, работающие с едкими, ядовитыми и токсичными веществами, почувствовавшие недомогание, слабость, головную боль, должны немедленно прекратить работу, поставить в известность товарищей по работе или ответственное лицо, выйти на свежий воздух и обратиться за оказанием медицинской помощи.

- Пролитый метанол при авариях или переливах из одной тары в другую должен немедленно смываться большим количеством воды.

-Герметизация оборудования;

-Аккуратное обращение с емкостью, в которой содержится вещество;

-Правильное хранение вещества. [26]

7.1.3.Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Состояние микроклимата в помещении характеризуется допустимыми показателями температуры, относительной влажности воздуха и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом периода года.

Температура воздуха в лаборатории 1А поддерживается:

1) в холодный и переходный периоды 16 – 22 °С;

2) в теплый период 18 – 25 °С.

Влажность воздуха не должна превышать 30 – 60 %, скорость движения воздуха 0,2 – 0,5 м/с [20].

Летом помещения проветриваются с помощью вентиляторов. В зимнее время помещения нагревают центральным отоплением. В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата на здоровье и

работоспособность персонала в лаборатории предусмотрена система местного кондиционирования воздуха. Для поддержания оптимальной температуры в помещении в холодное время года имеется центральное отопление.

7.1.4.Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум - звуковые колебания, различные по амплитуде и частоте.

При проведении данной работы в составе установки, на которой проводилось исследование, находился перистальтический насос, который создавал шум. Длительное воздействие этого шума снижает остроту зрения и слуха. Повышает кровяное давление, утомляет ЦНС, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях, снижается производительность труда. Согласно ГОСТ 12.1.003-83[14] уровень шума не превышает допустимой нормы, т. е. 40 дБ. Для снижения шума в лаборатории необходимо провести следующие мероприятия:

- 1)Звукопоглощение и звукоизоляцию лаборатории;
- 2)применение средств индивидуальной защиты (противошумные наушники).
ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ [18]

7.5.Пожаровзрывобезопасность

При работе в лаборатории опасность пожаров и взрывов зависит от свойств и количества имеющихся материалов и веществ, от конструктивных особенностей и режима работы лабораторного оборудования, а также от огня. Лаборатория, в которой проводилась данная работа, по пожаро - и взрывоопасности относится к категории «А», так как проводятся работы с синтетическими водорастворимыми красителями, имеющими температуру вспышки ниже 28°С - это ЛВЖ. ГОСТ 12.1.044-89ССБТ [15].

При возникновении пожара необходимо принять все меры по его локализации и тушению.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов определяют с целью получения исходных данных для разработки систем по обеспечению пожарной безопасности и взрывобезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 [4] и ГОСТ 12.1.010-76 [17].

7.1.6. Основные требования по пожарной безопасности производства при эксплуатации

- строгое соблюдение норм технологического режима - порядка и правил ведения технологических процессов на составляющей установки;
- обязательное выполнение обслуживающим персоналом производственных инструкций, правил по производственной безопасности и пожарной
- высокий уровень профессиональной подготовки промышленно-производственного персонала;
- постоянная готовность сил и средств к локализации аварий и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

Во всех помещениях на производстве предусмотрена пожарная сигнализация. Сигналы от датчиков пожарной сигнализации подаются на щиты управления. В качестве датчиков используются пожарные извещатели взрывозащищенные.

Для тушения пожара в лаборатории обязательно должны присутствовать:

- огнетушитель ОУ-2 (для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок, кроме веществ, без доступа воздуха);
- огнетушитель ОХП (для тушения установок, находящихся под напряжением);
- ОПС-10 (для тушения небольших очагов возгорания щелочных материалов);

- асбестовое одеяло (для тушения обесточенных электропроводов, горячей одежды);

ящик с песком (для тушения обесточенных горящих на горизонтальной поверхности проводов). ГОСТ 12.1.004-76 ССБТ [23]

Для предотвращения несчастных случаев и травматизма необходимо:

- содержать полы, лестницы и обслуживаемые площадки в чистоте и свободными от инструментов и других оставленных предметов;

- во время ремонтных работ части оборудования мусор следует убирать в специально отведенные для этого места;

- доступ к лестницам и пожарным выходам всегда должен быть свободным;

- огнетушители должны перезаряжаться или заменяться немедленно, после использования.

- если электрическое оборудование не функционирует правильно, оповестить электротехническую службу и не приближаться к неисправному оборудованию, пока не прибудет электрик;

- для очистки использовать только рекомендованные растворители;

- проливы жидкости немедленно убирать.

7.7 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Лаборатория, в которой проводилась данная дипломная работа, относится к первому классу (помещения без повышенной опасности) - это сухое и не пыльное помещение с нормальной температурой и изолирующими полами.

Работа производилась с использованием следующего электрооборудования: сушильные шкафы, лабораторные весы, встряхиватель растворов, перистальтический насос и фотоэлектроколориметр. Всё это

оборудование может вызвать поражение электрическим током при несоблюдении безопасности и правил эксплуатации данного вида оборудования.

Для предотвращения аварий и травматизма необходимо соблюдать правила эксплуатации оборудования. В данной работе таким оборудованием является сушильный шкаф, при работе с которым необходимо соблюдать следующие правила: ГОСТ 12.1.019- 2009[24].

1) Перед работой шкаф осматривается ответственным преподавателем на наличие неисправностей.

2) При работе со шкафом используют матерчатые перчатки (во избежание ожогов).

При прохождении через организм человека электрический ток оказывает следующие виды воздействия:

- Термические (ожоги, нагрев кровеносных сосудов, нервов).
- Электролитические (разложение крови и лимфатической жидкости).
- Биологическое (раздражение и возбуждение живых тканей организма, сопровождающееся судорогами мышц, тела, сердца, лёгких, что приводит к нарушению или полному прекращению деятельности отдельных органов, систем дыхания и кровообращения).

При эксплуатации электрических приборов соблюдают следующие правила:

Не использовать неисправные электрические приборы.

Не оставлять включенные электрические приборы без присмотра.

Использовать приборы только заводского изготовления.

При окончании работы все используемые приборы обесточивают.

Не включать электрические приборы в сеть без проверки заземления.

В качестве основных мероприятий по защите при использовании

электрических приборов применяют заземление оборудования. ГОСТ Р 50571.3-94[22]

7.2. Экологическая безопасность

Воздух производственных помещений загрязняется выбросами технологического оборудования или при проведении технологических процессов без локализации отходящих веществ. Удаляемый из помещения вентиляционный воздух может стать причиной загрязнения атмосферного воздуха. Среди загрязнений воздушной среды основными выбросами являются углеводороды. Реализуются следующие варианты защиты атмосферного воздуха:

- вывод токсических веществ из помещения общеобменной вентиляцией;
- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных фильтрах. [25]

Загрязнение гидросферы (сбросы): может быть осуществлено посредством загрязнения сточных вод различными вредными веществами и продуктами. Поэтому для всех, используемых исходных веществ, продуктов и полупродуктов предусмотрены емкости для слива, которые впоследствии обезвреживаются и утилизируются. Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы): Выбросы промышленных загрязнений в биосферу привели к ухудшению экологического состояния. Происходит закисление почв, гибель лесов, изменяется видовой состав флоры и фауны во многих водоемах.

Твердые отходы собираются в специальные сборники и увозятся для уничтожения. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов имеет огромное экономическое и социальное значение. ГОСТ 17.2.3.02-78. [25]

7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производственные здания, сооружения и установки в зависимости количества пожаровзрывоопасных свойств, находящихся в них веществ и материалов и с учетом особенностей технологических процессов, размещенных в них производств, подразделяются на ряд категорий по взрывопожарной и пожарной опасности. По санитарной характеристике в соответствии с НПБ 105-03[19].

Основными причинами, способными привести к ЧС, являются следующие факторы:

- отступление от норм установленного технологического режима эксплуатации;
- несоблюдение инструкций по промышленной безопасности и противопожарных правил.

Для химической лаборатории самой распространённой чрезвычайной ситуацией является либо возгорание, либо замыкание проводки. При возникновении чрезвычайной ситуации данного вида необходимо обесточить помещение (выключить главный рубильник), сообщить о возгорании руководителю и, по возможности, потушить пламя имеющимися в лаборатории противопожарными средствами.

7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1. Согласно статье 224 ТК РФ работодатель обязан соблюдать ограничения на привлечение отдельных категорий работников к выполнению тяжелых работ, работ во вредных и (или) опасных условиях. Например, трудовое законодательство ограничивает использование труда женщин на

работах в тяжелых, вредных или опасных условиях (ст. 253 ТК РФ). Молодые люди, не достигшие 18 лет, на вредные или опасные работы не допускаются. Об этом говорится в статье 265 ТК РФ.

У сотрудников, которые заняты на работах во вредных или опасных условиях, продолжительность рабочего времени сокращается на 4 часа в неделю. То есть она не должна превышать 36 часов в неделю (ч. 1 ст. 92 ТК РФ). При этом ежедневная рабочая смена при 36-часовой рабочей неделе не может превышать 8 часов, а при рабочей неделе 30 часов и менее - 6 часов (ч. 2 ст. 94 ТК РФ) [27].

4.2. Компонировка оборудования, зданий и сооружений выполнена в соответствии с действующими «Ведомственными указаниями проектирования предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности» (ВУПП-88) [28].

В соответствии с требованиями пункта 6.49. ВУПП-88 установка разделена на 3 зоны. Расстояние между зонами установки принято 15 м, куда входит также проезд 6 м, что позволяет пожарной технике свободно передвигаться по территории, а также выполнять монтажные и ремонтные работы. Вокруг зданий также имеются проезды шириной 6 м.

Список используемой литературы

1. Промышленная адсорбция газов и паров. Е.Н. Серпионова. 1956г.
2. Кировская Л.А. Адсорбционные процессы - Иркутск: Изд.унта.1995-304с.
3. Лаптев Н.Г. Богословский А.М. химия красителей – 1970-424с.
4. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники – М. Химия, 1984-592с.
5. Степанов Б.И. Введение в химию и технологию органических красителей - 1984. -592с.
6. Родионов А. И., Клушин В. Н., Систер В. Г.
Учебник для студентов технических и технологических специальностей.
3-е изд., перераб. и доп. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000.
7. Архипов В.С. Методические указания (Определение адсорбционной способности торфа по метиленовому голубому)-2011г.
8. Родионов А.И., В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия,1989. – 512 с.: ил.
9. Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники. 2-е изд., перераб. и доп. - М., Химия,1984. – 592 с.: ил.
10. Хаустов А. П., Редина М. М. – Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Дело, 2006. – 552 с.
11. Адсорбционная технология очистки сточных вод. А.М. Когановский, Т.М.Левченко, И.Г Рода, 175 с., - Библиогр.: с. 169-173.
12. Курс физической химии ТОМ. Я.И. Герасимов, В.П. Древинг.1963г.
13. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
14. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

16. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
17. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.
- 18.ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
- 19.НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 20.ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 21.ОСТ 24.201.03-90 Сосуды и аппараты стальные высокого давления. Общие технические требования
- 22.ГОСТ Р 50571.3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.
- 23.ГОСТ 12.1.004-76 ССБТ. Пожарная безопасность. Общее требование.
- 24.ГОСТ 12.1.019- 2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 25.ГОСТ 17.2.3.02—78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
- 26.СанПиН 2.2.4.548—96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 27.Журнал «Российский Налоговый Курьер» №15 за 2008 год.
28. ВУПП-88. Ведомственные указания проектирования предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
- 29.ТОИ Р-218-43-95 Типовая инструкция по охране труда для рабочих, занятых погрузкой, транспортировкой, разгрузкой и хранением едких и ядовитых веществ и материалов.

