

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

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки Высотехнологические плазменные и энергетические установки

Кафедра высоковольтной электрофизики и сильноточной электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование воздействия импульсного электронного пучка на водные растворы аммиака

УДК 537.533:661.53

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Т21	Проскурина Елена Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший научный сотрудник	Сазонов Роман Владимирович	Кандидат физико-математических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ВЭСЭ	Ратахин Николай Александрович	Доктор физико-математических наук		

Томск – 2016 г.

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

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки Високотехнологические плазменные и энергетические установки
Кафедра высоковольтной электрофизики и сильноточной электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ВЭСЭ

(Подпись) _____
(Дата) Н.А. Ратахин

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4Т21	Проскуриной Елене Александровне

Тема работы:

Исследование воздействия импульсного электронного пучка на водные растворы аммиака	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	2269/с от 23.03.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2016 г.
--	---------------

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 (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Объектом исследования является водный раствор аммиака. Определение зависимости удаления аммиака в водных растворах от поглощённой дозы импульсного электронного пучка, периодический режим работы, безопасность для окружающей среды, ресурсоэффективно.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<i>Анализ литературных источников на предмет методов существующих методов очистки сточных вод от аммиака и ионов аммония. Разработка методики подготовки образцов водного раствора аммиака перед облучением на импульсном электронном ускорителе.</i>
Перечень графического материала	Презентация в Microsoft PowerPoint

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна, ассистент кафедры менеджмента, ИСГТ
Социальная ответственность	Анищенко Юлия Владимировна, доцент, кандидат технических наук кафедры ЭБЖ, ИНК

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	23.03.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший научный сотрудник лаборатории № 1	Сазонов Роман Владимирович	Кандидат физико – математических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Т21	Проскурина Елена Александровна		

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

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки Высокотехнологические плазменные и энергетические установки

Уровень образования бакалавриат

Кафедра высоковольтной электрофизики и силовоточной электроники

Период выполнения (осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.09.2015	<i>Литературный обзор по теме</i>	10
20.10.2015	<i>Освоение методики определения содержания в воде ионов аммония и аммиака фотоколориметрическим методом</i>	10
10.02.2016	<i>Разработка методики подготовки образцов</i>	10
10.05.2016	<i>Анализ полученных результатов</i>	10
17.05.2016	<i>Выполнение раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	10
26.05.2016	<i>Выполнение раздела «Социальная ответственность»</i>	10
1.05.2016	<i>Составление пояснительной записки</i>	10
23.05.2016	<i>Оформление ВКР</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший научный сотрудник лаборатории № 1	Сазонов Роман Владимирович	Кандидат физико – математических наук		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ВЭСЭ, ИФВТ	Ратахин Николай Александрович	Доктор физико-математических наук		

Оглавление

Введение.....	9
1. Общие сведения о загрязнении вод	9
1.1 Проблема чистой воды и источники ее загрязнения.....	9
1.2 Методы очистки сточных вод	13
1.3 Проблема традиционных методов очистки.....	18
1.4 Радиационно-химический выход	18
1.5 Поглощенная доза.....	19
1.6 Радиолиз воды под воздействием электронного пучка	20
1.7 Свойства радикалов – продуктов радиолиза воды.....	22
2. Экспериментальная часть	23
2.1 Подготовка образцов к эксперименту	23
2.1.1 Приготовление водного раствора аммиака с концентрацией 10 мг/л..	23
2.1.2 Приготовление водного раствора аммиака с концентрацией 80 мг/л..	25
2.2 Определение концентрации ионов аммония и аммиака в водном растворе.....	26
2.2.1 Определение концентрации аммиака и ионов аммония при исходной концентрации 10 мг/л	26
2.2.2 Определение концентрации аммиака и ионов аммония при исходной концентрации 80 мг/л	28
2.3 Экспериментальное оборудование	30
2.3.1 Импульсный электронный ускоритель «Астра - М»	30
2.3.2 Фотометр фотоэлектрический КФК-3	36
2.3.3 Спектрофотометр модели ПЭ-6100УФ	37
2.3.4 рН - метр	40
3. Результаты эксперимента.....	42
3.1 Методика подготовки образцов водного раствора аммиака	42
3.2 Результаты постановки методики	45
3.3 Эксперимент на ускорителе «Астра - М»	49
3.3.1 Отбор проб.....	49

3.3.2 Эксперимент по облучению водного раствора аммиака в кювете	50
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	55
4.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИР	56
4.2 SWOT - анализ	57
4.3 Инициация исследования.....	60
4.4 Организационная структура НТИ	61
4.5 Планирование работ по научному исследованию.....	62
4.5.1 Иерархические структуры работ.....	62
4.5.2 Контрольные события НТИ.....	63
4.5.3 Планирование НТИ.....	64
4.6 Бюджет научного исследования.....	65
4.7 Определение экономической эффективности исследования	70
5. Социальная ответственность	74
5.1 Производственная безопасность	75
5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при проведении исследования	74
5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при проведении исследования	80
5.2 Экологическая безопасность	82
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	83
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
Заключение	87
Список использованных источников.....	88
Приложение А	91
CD-диск	

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 92 с., 28 рис., 18 табл., 34 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: поглощенная доза, импульсный электронный пучок, карбонат аммония, водный раствор аммиака.

Объектом исследования является водный раствор аммиака.

Цель работы - определение зависимости удаления аммиака в водных растворах от поглощённой дозы, концентрации аммиака, водородного показателя водного раствора и внешних условий.

В процессе исследования проводились изучение научной литературы по теме работы, разработка методики подготовки образцов к эксперименту.

В результате исследования выявили наиболее благоприятные условия для хранения проб, а также определена поглощенная доза водного раствора аммиака, обработанного импульсным электронным пучком.

Степень внедрения: на уровне исследовательской работы.

Область применения: очистка сточных вод

Экономическая значимость работы: исследование, эффективно с точки зрения ресурсопотребления и экономически целесообразно.

Научная новизна исследовательской работы заключается в изучение воздействия электронного пучка на водные растворы аммиака.

В будущем планируется изучить подробнее химические процессы и эффекты, происходящие под воздействием импульсного электронного пучка.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

Определения и сокращения

В данной работе приведены следующие термины с соответствующими определениями [1]:

радиолиз: Любой химический процесс, происходящий в веществе или системе под действием ионизирующего излучения;

радиационно-химический выход (G): Количественная мера изменения физико-химических свойств вещества в результате поглощения им ионизирующих излучений при радиолизе, выражаемая числом ионов, свободных радикалов, атомов и т.п., возникающих (или разлагающихся) в системе при поглощении ею 100 эВ энергии ионизирующего излучения;

поглощённая доза (D): Величина энергии ионизирующего излучения, переданная веществу. Выражается как отношение энергии излучения, поглощённой в данном объёме, к массе вещества в этом объёме

ионизирующее излучение: Излучение, которое при прохождении через среду производят ее ионизацию;

электронный пучок: Поток электронов, движущихся по близким траекториям в одном направлении, имеющий размеры, значительно большие в направлении движения, чем в поперечной плоскости

колориметр: Прибор, используемый для определения концентрации вещества в растворе по степени поглощения монохроматического света;

Введение

Вода - важнейший элемент среды обитания человека, без которой само существование жизни невозможно. Не имея пищевой ценности, вода обеспечивает прохождение всех жизненных процессов в организме. Пищеварение, обмен веществ, синтез тканей и т.п. совершаются при активном участии воды. Она служит растворителем в организме для органических и неорганических веществ, необходимых для поддержания его функций.

Увеличение объемов потребления воды для нужд промышленности породили самую острую проблему современности - загрязнение источников пресных вод. В поверхностные водные объекты планеты каждый год сбрасывается свыше 450 км³ сточных вод, из которых лишь половина подвергается очистке.

В связи с этим в мире многими исследователями все больше усилий прилагается на поиски новых методов очистки сточных вод, а также улучшение существующих методов очистки.

1. Общие сведения о загрязнении вод

1.1 Проблема чистой воды и источники ее загрязнения.

Основными видами загрязнений производственных и бытовых сточных вод являются углеродные, азотные и фосфорные соединения. Предприятия, заводы и фермы России имеют большое количество весьма загрязнённых сточных вод и их осадков. Очистные сооружения в большинстве случаев не обеспечивают требуемой очистки. На заводах сточные воды недостаточно очищаются по большинству компонентов, среди которых наиболее токсичными являются сульфиды, хром, азот аммонийный, белковые соединения. Данные токсичные соединения выбрасываются в водоемы и окружающую среду. Азот в сточной воде может быть представлен несколькими соединениями: азот

аммонийный (NH_4^+), азот нитритов (NO_2^-), азот нитратов (NO_3^-), азот органический (в составе органических соединений).

Основными источниками поступления в водоёмы ионов аммония являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, сточные воды предприятий пищевой и химической промышленности. Повышение концентрации азота аммонийного обычно указывает на свежее загрязнение. Лимитирующий показатель вредности таких загрязнений - токсикологический. Поэтому требуется решить проблему обработки и утилизации химических отходов в сточные воды. В бакалаврской работе будет разрабатываться методика очистки сточных вод от азотных соединений воздействием импульсного электронного пучка, таких как аммиак и ионы аммония.

Присутствие соединений азота в сточных водах вызывает в водоемах массовое развитие планктона, водорослей, появление привкусов и запахов воды, нарушение кислородного режима и норм, жизнедеятельности гидробионтов, создает дополнительные трудности при очистке воды водоемов, используемой для хозяйственно питьевых производств, целей [9].

Присутствие аммиака в водоеме оказывает сильное токсическое влияние на рыб, наличие нитритов в питьевой воде вызывает онкологические заболевания, нитратов — метгемоглобинемию у детей. Присутствие соединений азота в оборотной воде приводит к биологическому обрастанию трубопроводов и технологического оборудования.

Органические и минеральные соединения азота (белки, аминокислоты, амины, пурины, пиримидины, мочевины, аммиак, нитриты, нитраты и др.) присутствуют в сточных водах многих отраслей промышленности: химической, нефтехимической, медицинской, микробиологической, металлургической, коксохимической, пищевой, агрохимической, а также в подземных и хозяйственно бытовых водах [9].

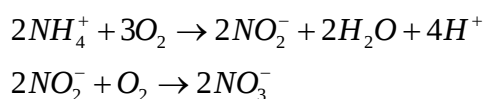
Грамотную технологическую оценку и подбор способов очистки сточных вод для конкретных условий водохозяйственных объектов следует проводить на базе знаний о кинетике процессов очистки, а также гидродинамике сооружений.

Азот содержится в сточных водах в виде органических и неорганических соединений. В городских сточных водах главную часть органических азотных соединений составляют вещества белковой природы – фекалии и пищевые отходы. Неорганические соединения азота представлены восстановленными NH_4^+ , NH_3 и окисленными NO_2^- , NO_3^- формами. Большая часть аммонийного азота образуется при гидролизе мочи, которая является конечным продуктом азотного обмена человека. Образование соединений аммония происходит также в процессе аммонификации белковых соединений. В неочищенных городских сточных водах концентрация аммонийного азота составляет 8,8-70 мг/дм³, нитритов – 0,08 – 0,6 мг/дм³ и нитратов – 0,6 – 3 мг/дм³.

Для получения представления о балансе азотсодержащих веществ в сточных водах определяют общий азот. Экологическая опасность неорганических соединений азота чрезвычайно отличается: наиболее токсичными являются нитриты, наиболее безопасными – нитраты, среднее положение занимает аммоний, что отражает ПДК для сброса этих азотсодержащих соединений в природные водоемы. Концентрация различных форм азота в сточных водах не постоянна, она изменяется как в сетях водоотведения, так и на различных этапах очистки. Трансформация азотсодержащих соединений начинается уже в процессе транспортировки сточных вод на городские очистные сооружения. В частности, органические соединения карбамид (мочевина), в результате микробной деструкции, распадается с образованием аммоний-иона (процесс аммонификации). Концентрация азота нитритов и нитратов в транспортируемых стоках снижается за счет спонтанной денитрификации.

В процессе биологической очистки сточных вод аммонийный азот частично переходит в белковый азот биомассы микроорганизмов и в определенных условиях может окисляться до нитритного и нитратного, что свидетельствует о высокой эффективности биологического процесса, поскольку нитрификация аммонийного азота начинается лишь после глубокого извлечения органических загрязнений. В свою очередь, в результате процессов биохимической денитрификации, нитритный и нитратный азот может восстанавливаться до молекулярного, который уходит в атмосферу.

Нитрификация – процесс окисления кислородом воздуха аммонийного азота до нитритов и нитратов, осуществляемый нитрифицирующими микроорганизмами. На первой стадии процесса нитрификации аммоний окисляется до нитритов, на второй стадии нитриты окисляются до нитратов:



Для процесса нитрификации оптимальная величина рН составляет 7-9; возможна нитрификация и при рН – 6-7.

Денитрификация – процесс восстановления нитритов и нитратов до свободного азота, который выделяется в атмосферу. Процесс может быть реализован при наличии в воде определенного количества органического субстрата, окисляемого сапрофитными микроорганизмами до CO_2 и H_2O за счет кислорода азотсодержащих соединений. При денитрификации обеспечивается очистка сточных вод одновременно от биологически окисляемых органических соединений и от соединений азота (NO_2^- и NO_3^-). Наиболее эффективно процесс денитрификации протекает при рН – 7-7,5; при рН < или > 9 процесс затормаживается.

Цель исследования – определение степени очистки сточных вод от ионов аммония и аммиака при различных условиях проведения химико-технологического процесса, таких как температура, значение рН среды, время.

1.2 Методы очистки сточных вод

В настоящее время из всех существующих методов обеззараживания сточных вод лучшим признан радиационный метод, а именно обработка электронным пучком. В сравнении с другими видами источников ионизирующих излучений, импульсный электронный ускоритель более дешевый, не требует утилизации вредных отходов, имеет хорошую управляемость, низкую радиационную опасность, а также возможность «выключить» в любой момент.

Преимуществом применения электронного пучка для решения этой задачи является высокий КПД преобразования электрической энергии в энергию пучка, при этом электронный пучок производит действие как на микроорганизмы так и на химические загрязнения. Еще одно преимущество данного метода заключается в сообщении объему водного раствора порции энергии (поглощённой дозы) в виде ионизирующих излучений. Данный способ является фактически безреагентным – не вносит изменений в химический состав вод, и гораздо менее энергозатратен в сравнении с термическими способами обеззараживания – нагрев воды происходит на несколько градусов.

В настоящее время в лаборатории №1 ИФВТ ТПУ разрабатываются комплексы на базе импульсного электронного ускорителя «Астра – М», задачей которых является обработка различных водных растворов (хозяйственно-бытовые сточные воды, промышленные сточные воды, жидкие пищевые продукты и др.) в проточном режиме.

Актуальность данной работы заключается в применении оригинального импульсного сильноточного ускорителя электронов, генерирующего электронный пучок наносекундной длительности, что позволяет достигать высоких скоростей ввода энергии в обрабатываемый водный раствор. Преимуществом ускорителя является компактность, мобильность, безопасность при размещении непосредственно в производственном помещении, полная автоматизация управления установкой и диагностика неисправностей.

Радиационная технология на основе обработки наносекундным импульсным электронным пучком имеет следующие преимущества перед традиционными методами обеззараживания водных растворов:

- Высокая эффективность по всем видам микроорганизмов и вирусов;
- Низкие энергозатраты;
- Безвредность;
- Отсутствие расходных компонентов;
- Управляемость процесса (можно выключить, в отличие от радиоизотопов);
- Сочетание химической и биологической очистки;
- Кинетическая энергия электронов (до 500 кэВ) позволяет размещать технологический комплекс непосредственно в производственном цехе без необходимости строительства дополнительных специализированных помещений с усиленной радиационной защитой.

Доказательством эффективности радиационной технологии над традиционными технологиями бактериального обеззараживания является следующий пример. В настоящее время для обеззараживания природных вод широкое распространение получила химическая технология, которая предполагает либо хлорирование, либо озонирование. Однако хлорирование приводит к образованию в обеззараженной воде токсичных хлорорганических соединений, а озонирование – к образованию как биоразлагаемой органики, так и сложных органических соединений. Так же необходимо отметить, что в последние десятилетия в различных регионах планеты отмечены многочисленные вспышки заболеваний населения, связанные с содержанием в питьевой воде возбудителей паразитарных болезней и в первую очередь, лямблиоза и криптоспориоза. Цисты лямблий и ооцистыкриптоспоридий обладают более выраженной, по сравнению с бактериями и вирусами, резистентностью к действию химических реагентов, а именно, хлора и озона, используемых на водопроводных станциях. В связи с этим, передача указанных

возбудителей в большинстве случаев осуществляется через питьевую воду, удовлетворяющую нормативным требованиям по колиформным бактериям. Одним из ведущих факторов, загрязнения водоисточников возбудителями кишечных протозов является сброс в них неочищенных и недостаточно очищенных бытовых сточных вод. Ещё одним общим недостатком химической дезинфекции, а также обеззараживания ультрафиолетовым излучением, можно считать невозможность воздействия на микроорганизмы, находящиеся внутри взвешенных частиц [10].

Уничтожение микроорганизмов с помощью радиационной технологии является самым эффективным из всех существующих технологий, данный факт обусловлен универсальностью поражающего действия на любые биологические объекты. При этом эффект обеззараживания достигается без каких-либо химических реагентов, и гибель микроорганизмов происходит за время воздействия электронного пучка, то есть, нет необходимости делать задержку перед сбросом сточных вод.

Преимущество радиационного метода очистки воды заключается, прежде всего, в комплексном действии излучения. Одновременно с разложением основного загрязнения происходит радиолиз всех сопутствующих соединений, ускоряются коагуляция и седиментация, устраняются цветность и запах, снижаются величины химического потребления кислорода (ХПК) и биологического потребления кислорода (БПК), происходит дезинфекция воды. Конечными продуктами разложения загрязнений являются CO_2 , H_2O , N_2 и другие простые экологически безвредные соединения. После обработки воды электронным излучением в воде отсутствует наведенная радиоактивность, поскольку используемая энергия излучения (0,2 - 3 МэВ) значительно ниже энергии, необходимой для протекания ядерных реакций. При этом если загрязнение не является радиационно-стойким и его исходная концентрация не превышает 100 мг/л, а требующаяся степень очистки $< 90\%$, то дозы излучения, необходимые для очистки, невелики и радиационный метод является экономически выгодным

по сравнению с другими существующими и используемыми в производстве методами [12].

Радиационная химия – это один из немаловажных разделов химии высоких энергий, предметом, которого являются химические превращения в веществе под действием ионизирующих излучений. К настоящему времени изучены основные стадии взаимодействия различных видов ионизирующего излучения с веществом, также особое внимание уделяется на дозиметрию, образование промежуточных активных частиц, радиационную стойкость материалов и некоторые аспекты радиационно-химических технологий.

На сегодняшний день более перспективным способом является обработка воды импульсным электронным пучком. Радиационная обработка воды позволяет осуществить комплексное физико-химическое воздействие на обрабатываемую воду.

Аммиак является органическим соединением, которое имеет специфический запах. Это загрязнитель природных, а также промышленных вод. Присутствует он в стоках животноводческих и садоводческих предприятий и ряда производств. Также он попадает в воду из-за нарушений в процессах предварительной водообработки, когда аммиак попадает за пару секунд до хлорирования в воду с целью обеспечения длительного обеззараживания. ПДК (предельно допустимая концентрация) аммиака в жидкости составляет 2 мг/дм³.

На данный момент технологии очищения воды от аммиачных соединений подразумевают под собой предварительное изучение уровня кислотности, типа и жесткости жидкости. Кроме ионов аммония в воде могут, а зачастую и присутствуют также и иные загрязнители, как, например, фториды, сероводород, хлориды, сульфаты и иные вещества. Прежде чем выбрать метод и способ очистки воды от аммиака, следует провести химический анализ состава воды. Это поможет в результате подобрать оптимальный вариант очистки воды от загрязнителей.

В воде обычно содержатся две формы: аммоний и аммиак. Аммиак сам по себе не опасен, но в воде с другими элементами он может создавать очень токсичные соединения, которые могут нанести вред здоровью человека. Сумма аммиака и аммоний составляет общий аммонийный азот. Содержание аммиака, аммония, а также их производной в воде зависит напрямую от показателя жесткости воды. Как правило, при pH меньше 8 в воде обнаруживаются ионы аммония. Если pH больше 11, то в воде присутствуют ионы аммиака. В промежутке между 8-11 содержатся оба вещества.

- Хлорирование
- ионообменный на сильнокислотном катионите
- обратный осмос воды
- аэрация
- ионообменный на природном цеолите – клиноптилолите
- химический метод
- электрохимический метод
- метод озонирования

Метод выбирают, исходя из ряда факторов: состава воды и элементов, содержание которых нужно снизить в воде, от производительности установки, от затрат по эксплуатации, степени очистки, требуемой селективности очистки и, конечно, финансовых вложений. Фильтрация стала самым эффективным методом очистки воды от примесей и газов.

Физико–химические методы удаления из сточных вод соединений азота (хлорирование, озонирование, отдувка аммиака воздухом с подщелачиванием воды, ионный обмен и др.) весьма эффективны, однако требуют применения дорогостоящих реагентов и оборудования, сложны в эксплуатации и поэтому они не нашли широкого применения в практике.

Таким образом, из всех рассмотренных методов очистки сточных вод от азота аммонийного наиболее перспективным является очистка под воздействием импульсного электронного пучка.

1.3 Проблема традиционных методов очистки

Большое содержание загрязняющих веществ или наличие особо токсичных соединений делают непригодным применение традиционных методов очистки, а стоимость обезвреживания отходов столь велика, что становится нерентабельным основное производство. Сложившаяся обстановка требует не только интенсификации известных уже методов водоочистки, но и разработки новых.

Уже очевидно, что более перспективным путём сохранения хорошего качества водных ресурсов планеты является предотвращение попадания загрязнений в водоемы. Водоочистные технологии становятся всё более сложными и дорогостоящими, так как увеличивается число загрязняющих веществ. Кроме того, средства, истраченные на удаление вредных веществ из воды, лучше бы использовать на то, чтобы грязь не попала в воду. Часто оказывается, что фабрики, спроектированные так, чтобы сделать минимальным объём сточных вод, оказываются более экономичным, чем те, которые строят собственные очистные сооружения, отвечающие экологическим требованиям.

1.4 Радиационно-химический выход

Главной количественной характеристикой любой реакции, протекающей под действием ионизирующего излучения, является радиационно-химический выход. Он определяется числом молекул, ионов свободных радикалов, атомов и т. п., возникающих (или разлагающихся) в системе при поглощении ею 100 эВ энергии ионизирующего излучения и обозначается буквой G . Для обозначения выхода образования какого-либо вещества после буквы G в круглых скобках пишут формулу этого вещества. Например, $G(\text{Ce}^{3+})$ есть число образовавшихся ионов церия на 100 эВ. Для написания выхода разложения ставится знак минус.

Например, $G(-CH_3OH)$ обозначает число молекул CH_3OH , разлагающихся при поглощении 100 эВ [2].

Для определения радиационно-химического выхода G необходимо знать дозу и концентрацию образовавшегося или разложившегося в результате облучения вещества. Тогда радиационно-химический выход можно рассчитать по формуле (1.1).

$$G = \frac{c \cdot N_A \cdot 100}{D} \quad (1.1)$$

где c - концентрация вещества, М;

N_A - число Авогадро;

D - поглощенная доза, эВ/л.

Кроме того, поглощенную дозу можно рассчитать, зная энергию, сообщенную раствору и его массу по формуле (1.2):

$$D = \frac{Q}{M} \quad (1.2)$$

Где D - поглощенная доза, Гр;

M - масса образца, кг;

Q - энергия, переданная электронным пучком, Дж;

1.5 Поглощенная доза

Поглощенная доза D является количественной мерой величины радиационного эффекта, если он возникает в результате попадания частиц в чувствительный объем вещества. Она является интегральным показателем, характеризующим изменение свойства материала [5].

Когда плотность вещества облучаемого объекта во всех точках одинакова, усредненное по максимальной глубине проникновения электронов, значение поглощенной дозы $\bar{D}$ должно быть равно поглощенной энергии пучка Q , отнесенной к массе облучаемой части объекта m (1.3):

$$\bar{D} = \frac{Q}{m} \quad (1.3)$$

Рассмотренный выше способ определения поглощенной дозы электронного излучения может быть использован в сравнительно простых случаях, когда заведомо известно, что вся энергия пучка однозначно поглощается в образце, и нет потерь [5].

Определение поглощенной дозы электронного излучения экспериментальными методами (в том числе химическими) имеет ряд преимуществ, особенно в тех случаях, когда используемая дозиметрическая система по своим характеристикам (агрегатному состоянию, эффективному атомному номеру, толщине детектирующего слоя и др.) близка к соответствующим характеристикам облучаемого объекта.

Определение значения поглощенной дозы по формуле (1.3) в случае, когда коэффициент использования электронного пучка меньше единицы и это отклонение превышает допустимую погрешность, не корректно.

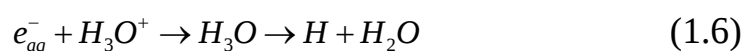
1.6 Радиоллиз воды под воздействием электронного пучка

Как правило, рассматриваемые дозиметрические системы представляют собой разбавленные водные растворы. Поэтому химические превращения в них осуществляются преимущественно в результате косвенного действия ионизирующего излучения, то есть за счет продуктов радиационно-химического разложения воды [1]. Такими продуктами являются гидратированный электрон (e_{aq}^-), H , OH , H_2 и H_2O_2 .

Активные частицы e_{aq}^- , H и OH образуются в «шпорах». Концентрация радикалов в них довольно высока, и в начальные моменты времени эти частицы главным образом реагируют друг с другом.

Соответствующие реакции таковы [1]:





По истечении некоторого промежутка времени (порядка $10^{-9} - 10^{-10}$ с) «шпоры» за счет диффузии настолько расширяются, что концентрация радикалов в них становится соизмеримой с концентрацией растворенного вещества. С этого момента становятся вероятными реакции типа «радикал – растворенное вещество», которые и вызывают в значительной степени химические превращения в дозиметрической системе.

В результате реакций в «шпорах» образуются молекулярные продукты радиолиза воды – H_2 и H_2O_2 . Их начальные выходы, а также выходы радикалов, избежавших гибели в «шпорах», приведены в таблице 1.1 [1].

Таблица 1.1 – Выходы продуктов радиолиза воды под действием ускоренных электронов

рН	$G_{e_{aq}^-}$	G_H	G_{OH}	G_{H_2}	$G_{H_2O_2}$
0–2	3,05	0,6	2,95	0,45	0,80
4–9	2,8÷2,9	0,6	2,8÷2,9	0,45	0,75
12–13	3,05	0,55	2,9	0,40	0,75

В радиационной химии воды и водных растворов выходы этих продуктов обозначают символами G_X и G_{X_2} ($X = e_{aq}^-$, H или OH ; $X_2 = H_2$ или H_2O_2). Таким обозначением подчеркивается, что эти выходы являются начальными.

Рассматриваемые выходы могут отличаться от наблюдаемых экспериментально. Например, может возникать не только в «шпорах», но и в некоторых условиях за счет рекомбинации радикалов OH в объеме раствора [10]. Очевидно, что в этом случае $G(H_2O_2) > G_{H_2O_2}$.

1.7 Свойства радикалов – продуктов радиолиза воды

Гидратированный электрон в кислой среде в результате очень быстрой реакции (1.6) трансформируется в атом H , а в щелочной среде происходит превращение H в гидратированный электрон (1.11).



Реакция (1.11) обратима. Гидроксильный радикал в щелочной среде претерпевает электролитическую диссоциацию (1.12).



В растворах, содержащих кислород, весьма эффективно протекают реакции (1.13) и (1.14) [6].



В результате реакций (1.13) и (1.14) образуется гидроперекисный радикал HO_2 или его диссоциированная форма – O_2^- . Поэтому данные частицы играют существенную роль в химических превращениях в дозиметрических растворах, в которых присутствует кислород [1]. Для радикала HO_2 характерны следующие равновесия (1.15) и (1.16).



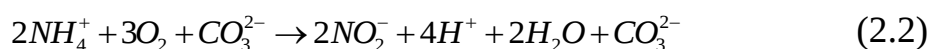
2. Экспериментальная часть

2.1 Подготовка образцов к эксперименту

2.1.1 Приготовление водного раствора аммиака с концентрацией 10 мг/л

Для приготовления водного раствора аммиака были использованы следующие реагенты: карбонат аммония (углекислый аммоний) $(NH_4)_2CO_3$, плотность которого составляет $1,5 \text{ г/см}^3$ и 1 литр воды.

Далее показан вариант разложения карбоната аммония в ионном виде отображенный в формулах (2.1) и (2.2)



Из реакции (2.2) можем предположить, что для окисления аммиака, концентрация NH_4^+ равна 10 мг/л. Для того, чтобы сделать раствор с заданной концентрацией необходимо произвести некоторые расчеты.

Исходя из известных данных, можно определить массу карбоната аммония. Исходные данные представлены в (2.3 – 2.7):

$$\mu[(NH_4)_2CO_3] = 96 \text{ г/моль} \quad (2.3)$$

$$\mu[NH_4^+] = 36 \text{ г/моль} \quad (2.4)$$

$$C[NH_4^+] = 10 \text{ мг/л} \quad (2.5)$$

$$V_{p-pa} = 1 \text{ л} \quad (2.6)$$

$$m[NH_4^+] = C[NH_4^+] \cdot V_{p-pa} = 10 \text{ мг/л} \cdot 1 \text{ л} = 10 \text{ мг}, \quad (2.7)$$

где V_{p-pa} - объем исследуемого раствора, л;

C - концентрация вещества, мг/л.

По формуле (2.8) вычисляется масса карбоната аммония для создания водного раствора аммиака с определенной концентрацией равной 10мг/л:

$$m[(NH_4)_2CO_3] = \frac{m[NH_4^+] \cdot \mu[(NH_4)_2CO_3]}{\mu[NH_4^+]} = \frac{10 \cdot 96}{36} = 26,7 \text{ мг}, \quad (2.8)$$

где m – масса вещества, мг;

μ – молярная масса вещества.

Основываясь на приведенной формуле (2.8), следует заключить, что для приготовления раствора объемом 1 л нужно использовать 26,7 мг карбоната аммония или (углекислого аммония).

В колбу (для получения 1 л раствора, объем колбы 1 л, соответственно) наливается определенное количество дистиллированной воды (998 мл). Взвешивается 0,27 грамм $(NH_4)_2CO_3$ на электронных лабораторных весах. Так как на весах точность составляет 0,01 грамма, невозможно взвесить такое количество вещества, как 0,0267 грамм, поэтому округлили до большего значения и произвели навеску вещества, изображенной на рисунке 2.1. Полученный реактив растворяем в 20 мл дистиллированной воды, а затем отбираем 2 мл из растворенного в дистилляте порошка, и полученный размешанный раствор заливаем приблизительно в 1 л исследуемого раствора.



Рисунок 2.1 – Навеска карбоната аммония на электронных весах

2.1.2 Приготовление водного раствора аммиака с концентрацией 80 мг/л

В другом случае необходимо получить концентрацию NH_4^+ 80 мг/л, так как в сточных водах это считается средним показателем концентрации аммиака и ионов аммония, чтобы оценить степень очистки раствора от ионов аммония и аммиака.

Для этого по предыдущему принципу рассчитаем по формуле (2.10) массу карбоната аммония, но только для 80 мг вещества по формуле (2.9).

$$m[NH_4^+] = C[NH_4^+] \cdot V_{p-pa} = 80 \text{ мг} / \text{л} \cdot 1 \text{ л} = 80 \text{ мг} \quad (2.9)$$

$$m[(NH_4)_2CO_3] = \frac{m[NH_4^+] \cdot \mu[(NH_4)_2CO_3]}{\mu[NH_4^+]} = \frac{80 \cdot 96}{36} = 213,3 \text{ мг} \quad (2.10)$$

В колбу наливается определенное количество дистиллированной воды (1 л). Взвешивается 0,21 грамм $(NH_4)_2CO_3$ на электронных лабораторных весах. Так как на весах точность составляет 0,01 грамма, невозможно взвесить такое количество вещества, как 0,213 грамм, поэтому округлили до ближайшего меньшего значения и произвели навеску вещества, как изображено на рисунке 2.1. Полученный реактив растворяем в исследуемом растворе. Перемешиваем на магнитной мешалке, изображенной на рисунке 2.2, до полного растворения карбоната аммония в воде.

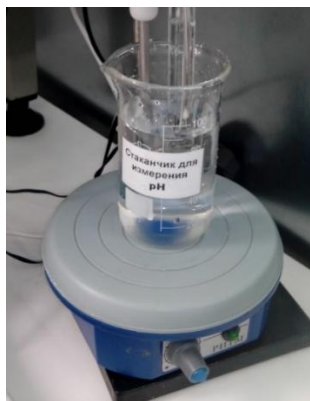


Рисунок 2.2 – Магнитная мешалка

2.2 Определение концентрации ионов аммония и аммиака в водном растворе

2.2.1 Определение концентрации аммиака и ионов аммония при исходной концентрации 10 мг/л

Для определения содержания аммиака и ионов аммония используется методика, которая приведена в Приложении А. Согласно этой методике, отбирается 5 мл пробы, в колбу объемом 50 мл, изображенную на рисунке 2.3. Затем в колбы приливают по 1 мл натрий-калий вино-кислый и небольшое количество дистиллята для реагирования компонентов. После чего приливают по 1 мл реактива Несслера в каждую колбу, доводят объем раствора до 50 мл и взбалтывают. Чтобы реакция прошла, пробы должны постоять 10 минут. По истечении установленного времени колбы вновь встряхивают и проводят колориметрию на длине волны 400 нм в кюветах с толщиной слоя 20 мм.

Анализ обязательно проводим методом параллельных проб, для более точного получения результатов. Выбираем колбы для проведения анализа рисунок 2.3. Колбы на определение аммиака и ионов аммония используются только для данного анализа.

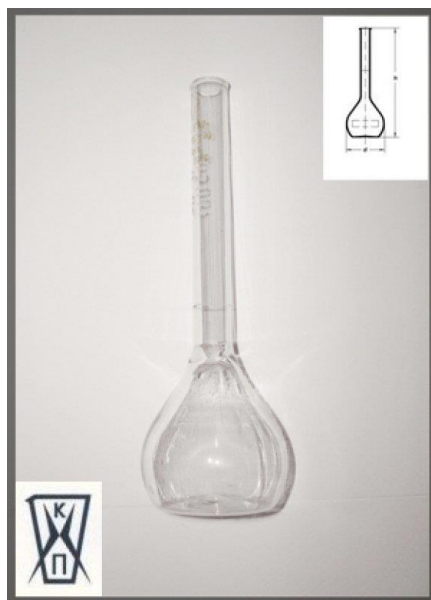


Рисунок 2.3 – Колба мерная 50 мл

С фотометра снимается показание оптической плотности. На рисунке 2.4 изображены кюветы, установленные в фотометр и сам фотометр.



а)

б)

Рисунок 2.4 - Фотометр фотоэлектрический КФК-3

(а – установка кювет, б – снятие показаний)

Перед тем как снимать показания оптической плотности фотометр КФК-3 следует откалибровать, для получения достоверных результатов измерения. Калибровка измерительных приборов представляет собой совокупность операций, проводимых с целью определить действительные значения метрологических характеристик этих средств измерения. На рисунке 2.5 изображен калибровочный график определения аммиака и ионов аммония.

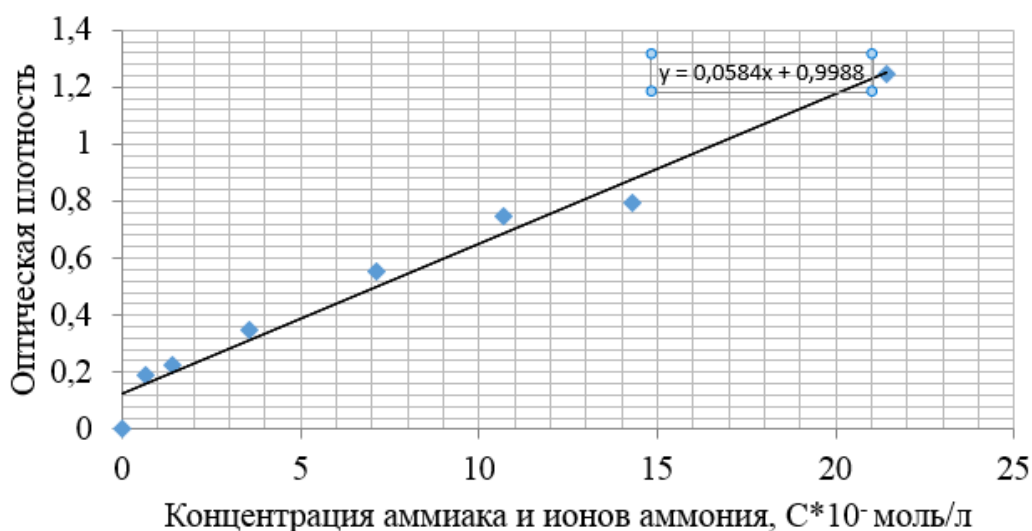


Рисунок 2.5 - Калибровочный график определения аммиака и ионов аммония

Из представленного графика, изображенного на рисунке 2.5, определили коэффициент экстинкции, который равен тангенсу угла наклона градуировочной прямой к оси абсцисс и его значение составило для данного прибора 5430 л/(моль*см)⁻¹.

Концентрация ионов аммония и аммиака рассчитывается по формуле (2.11):

$$C = \frac{D - D_0}{\sum} \cdot \frac{V_k}{V_p} \cdot 14000 \quad (2.11)$$

где C - концентрация аммиака и ионов аммония по азоту, мг/л;

D, D_0 - оптическая плотность пробы и холостой пробы соответственно;

$\sum$ - коэффициент экстинкции, л/(моль*см)⁻¹;

V_k - объем, до которого доводится проба перед колориметрированием, мл;

V_p - объем пробы взятой для анализа, мл;

14000 - молекулярный вес азота, мг/моль.

2.2.2 Определение концентрации аммиака и ионов аммония при исходной концентрации 80 мг/л

Для определения содержания аммиака и ионов аммония используется методика, которая приведена в Приложении А. В рассматриваемом эксперименте, поскольку исследуются достаточно большие концентрации ионов аммония и аммиака, отбирается по 0,5 мл каждой пробы, в колбу объемом 50 мл. Затем в колбы приливают по 1 мл натрий-калий вино-кислый и небольшое количество дистиллята для реагирования компонентов. После чего приливают по 1 мл реактива Несслера в каждую колбу, доводят объем раствора до 50 мл и взбалтывают. Чтобы реакция прошла, пробы должны постоять 10 минут. По истечении установленного времени колбы вновь встряхивают и проводят колориметрию на длине волны 400 нм в кюветах с толщиной слоя 20 мм.

При достаточно больших концентрациях исходного раствора использовали спектрофотометр, с которого в дальнейшем и снимались показания оптической плотности, так как этот прибор является более точным по отношению к фотометру. На рисунке 2.6 изображен внешний вид спектрофотометра.



Рисунок 2.6 – Внешний вид спектрофотометра ПЭ-6100УФ

Спектрофотометр ПЭ-6100УФ тоже калибровали перед непосредственным измерением концентраций ионов аммония и аммиака. На рисунке 2.7 изображен соответствующий калибровочный график прибора на определение аммиака и ионов аммония в растворе.

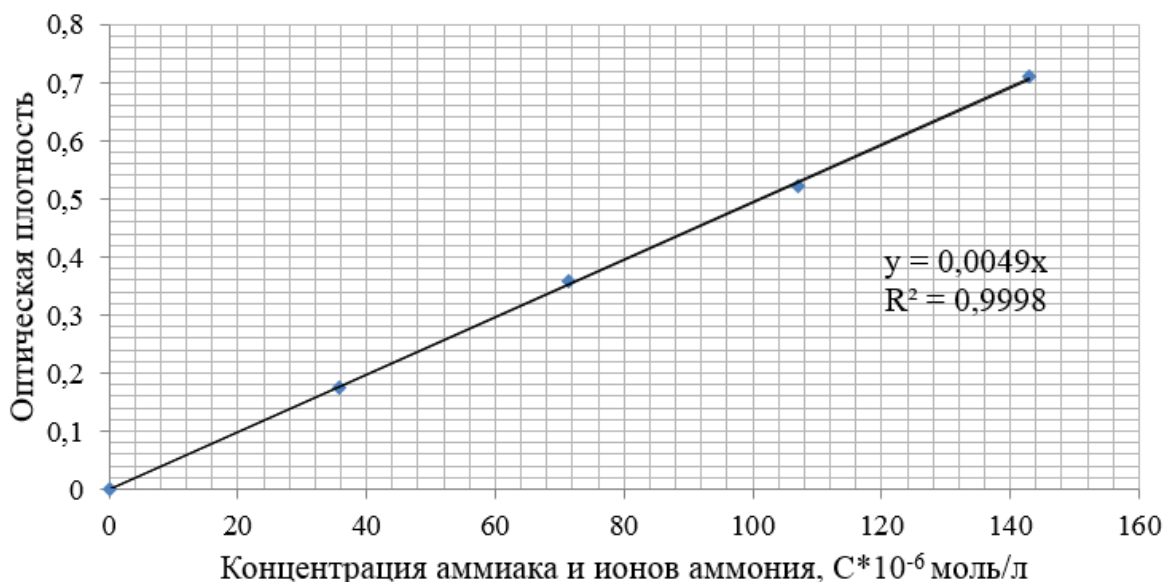


Рисунок 2.7 - Калибровочный график определения аммиака и ионов аммония

Концентрация ионов аммония и аммиака рассчитывается по формуле (2.11), но значение коэффициента экстинкции на спектрофотометре равно 4900 л/(моль*см).

2.3 Экспериментальное оборудование

2.3.1 Импульсный электронный ускоритель «Астра - М»

Основой для экспериментального стенда является созданный в стенах Томского Политехнического Университета импульсный ускоритель электронов «Астра - М» внешний вид которого показан на рисунке 2.8.

Импульсный ускоритель электронов «Астра-М» был создан на основе генератора высоковольтных импульсов. Характеристики генератора позволяют формировать на нагрузке импульсы высокого напряжения длительностью до 1 мкс с частотой следования до 100 импульсов/с. Замена высоковольтного коммутатора на выпускаемый серийно, дооснащение генератора диодной системой, откачным вакуумным оборудованием и средствами дистанционного контроля и управления позволили получить источник импульсных электронных пучков, имеющий простую надёжную конструкцию, допускающий длительный режим работы с частотой следования десятки импульсов в секунду [10].



Рисунок 2.8 – Внешний вид импульсного электронного ускорителя «Астра - М».

Конструкция генератора не содержит формирующей линии, что сказывается на длительности фронта импульса ускоряющего напряжения и требует специфического подхода к методам генерации и выпуска импульсного электронного пучка в атмосферу. Минимизация габаритных размеров

ускорителя, увеличение частоты следования импульсов и ресурса, удобство управления и неприхотливость в эксплуатации – с учётом этих требований формировались подходы к построению схемы и конструктивному исполнению ускорителя.

Электронный ускоритель служит для получения пучков электронов высоких энергий. В основе его работы заложен принцип взаимодействия электронов с электрическим и магнитным полями.

Электрическое поле напрямую совершает работу над частицей, увеличивая её энергию, в то время как магнитное поле с помощью силы Лоренца отклоняет частицу, не изменяя её энергию, тем самым задавая орбиту, по которой движется частица. Ускорители по типу конструкции можно разделить на две большие группы: линейные и циклические. В линейных ускорителях пучок заряженных частиц проходит ускоряющий промежуток один раз, а в циклических частицы движутся по замкнутым траекториям, проходя ускоряющие промежутки по многу раз.

Наибольшее распространение в промышленности получили небольшие линейные ускорители электронов, либо электростатические, либо импульсные, на энергию $0,1 \div 5$ МэВ. В импульсных ускорителях высокое напряжение создается импульсным трансформатором при разряде большого количества конденсаторов.

Самыми популярными в промышленности являются небольшие линейные ускорители электронов на энергии от 0,1 до 5 МэВ, которые можно условно разделить на две группы: электростатические и импульсные. Высокое напряжение в импульсных ускорителях создается при разряде большого количества конденсаторов на импульсный трансформатор.

Области применения электронных ускорителей: обработка материалов электронным пучком, для придания новых свойств вследствие радиационной полимеризации, вулканизации, модифицирования поверхностных слоев; стерилизация продуктов питания, медицинского оборудования и материалов;

очистка сточных вод, выбросов газов; источники гамма-излучения для рентгеновской дефектоскопии; электронно-лучевая сварка.

Ускоритель заряженных частиц Астра-М относится к линейным импульсным электронным ускорителям промышленного назначения. Астра-М позволяет получать пучки электронов, из взрыво-эмиссионной плазмы.

Основным назначением импульсного электронного ускорителя Астра-М является очистка и обеззараживание промышленных сточных вод [12].

Технические параметры ускорителя:

- *Плотность тока на мишени 10 -30 А/см²*
- *Длительность импульса выведенного тока 120 нс*
- *Частота импульсов 1-50 имп/сек*
- *Импульсное напряжение 350-500 кВ*
- *Ток пучка электронов в импульсе до 1,5 кА*
- *Полная энергия электронов в импульсе до 15 Дж*

Принципиальная схема импульсного ускорителя электронов

Принципиальная электрическая схема ускорителя приведена на рисунке 2.8. Заряд высоковольтного накопителя C_2 происходит следующим образом. Накопитель C_1 заряжается квазипостоянным напряжением с регулируемой амплитудой 0,5-2 кВ от источника со стабилизированным током П. При поступлении сигнала управления от внешнего генератора импульсов ГИ тиристорный коммутатор VT_1 отпирается, и в контуре C_1, T_1, C_2, T_2 возникают свободные колебания с круговой частотой, близкой:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L_p \cdot C_3}}; \quad (2.12)$$

где L_p – индуктивность рассеяния трансформатора T_1 ;

$$C_3 = \frac{(C_1 \cdot C_2')}{(C_1 + C_2')}; \quad (2.13)$$

$$C_2' = C_2 \cdot k_{T1}^2; \quad (2.14)$$

где k_{T1} - коэффициент трансформации $T1$

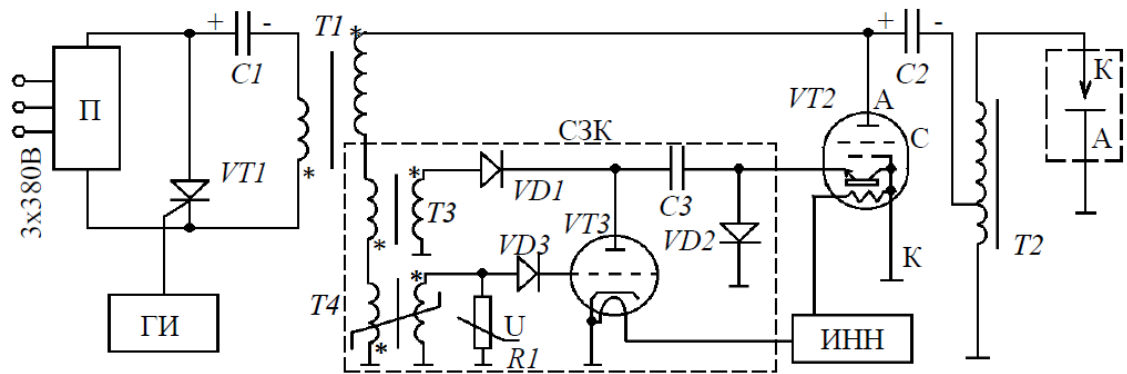


Рисунок 2.9 - Принципиальная электрическая схема ГИН ускорителя «АСТРА». П - преобразователь напряжения; ГИ - генератор импульсов; C1 - первичный накопитель; VT1 - тиристорный коммутатор; T1 - повышающий импульсный трансформатор; C2 - высоковольтный накопитель; VT2 - коммутатор; T2 - высоковольтный импульсный трансформатор; К-А - ускоряющий промежуток; T3 - импульсный трансформатор тока; C3 - конденсатор; VT3 - маломощный импульсный тиратрон с термокатодом; T4 - пик-трансформатор; R1 - варистор; ИНН - источник накальных напряжений; VD1, VD2, VD3 - диоды, C3K - система запуска коммутатора.

При $C1 = C2'$, накопитель $C1$ полностью разряжается за время $t = T/2 = \pi/\omega$, соответственно $C2$ за это же время заряжается до максимального напряжения, сердечник $T2$ перемагничивается до $-BS$. Синусоидальный ток в контуре $C1, LP, C2$ становится равным нулю. В этот момент, по сигналу запуска от C3K открывается VT2 - энергия из $C2$ через автотрансформатор $T2$ выделяется в нагрузку. На этом рабочий цикл заканчивается.

При практической реализации схемы ввели небольшое рассогласование $C1 < C2'$, которое позволяет после окончания цикла передачи энергии иметь небольшое отрицательное остаточное напряжение на $C1$, необходимое для запираания VT1 и восстановления его вентильных свойств. Схема показала устойчивую безотказную работу на активную согласованную нагрузку при частотах повторения импульсов до 100 импульсов/с [10].

Компоновочная схема ускорителя

Все системы ускорителя размещены на единой мобильной станине габаритными размерами 1,7х1х1,8м (ДхШхВ). Кроме указанного на рисунке 2.10 оборудования, на станине размещены: система охлаждения и регенерации трансформаторного масла, спиральный форвакуумный насос для безмасляной предварительной откачки вакуумной камеры, подъёмники, для установки и снятия радиационной защиты. Расчёт защиты выполнялся для эффективного ослабления мощности дозы тормозного рентгеновского излучения для пучка с энергией электронов до 500 кэВ. Защита выполнена в виде свинцового кожуха толщиной 5 см, в который погружаются камера обработки и вакуумный диод ускорителя.

Исследование эффективности радиационной защиты частотного импульсного электронного ускорителя показало возможность использования локальной радиационной защиты для снижения уровня мощности тормозного рентгеновского излучения на рабочем месте оператора до уровня, при котором возможна непрерывная эксплуатация ускорителя специализированным персоналом при частоте следования до 50 имп./с в течение года.

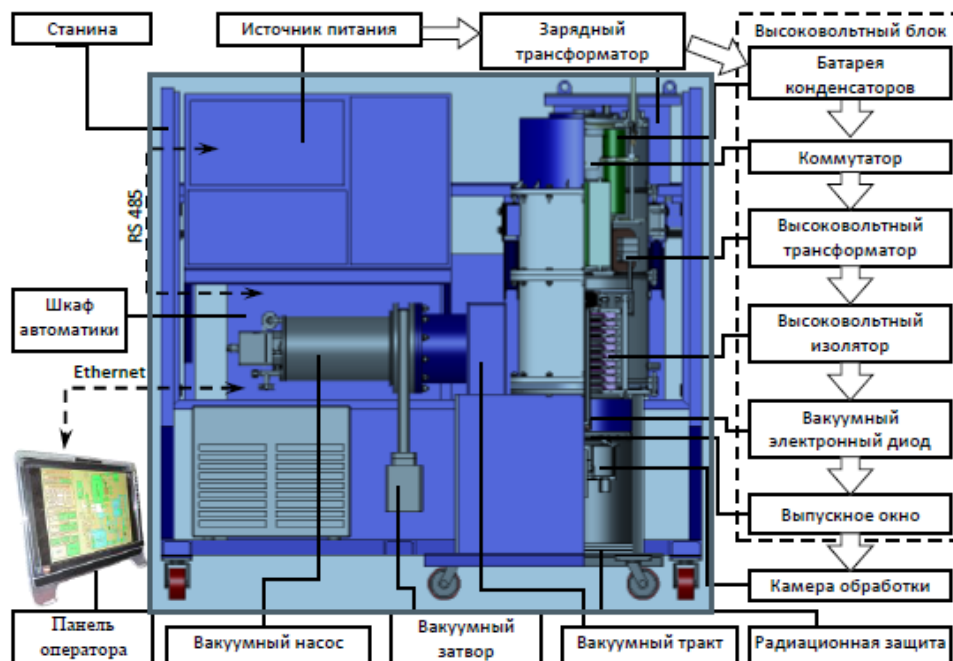


Рисунок 2.10 - Компоновочная схема ускорителя для радиационных технологий Астра-М

Стрелками показаны направления передачи энергии между функциональными элементами ускорителя.

Необходимость размещения части вакуумной камеры внутри радиационной защиты объясняет коленчатую форму тракта откачки вакуума. Кроме того, ступень тракта выполняет защитную функцию высоковакуумного насоса при ударной разгерметизации вакуумного объёма в случае разрушения разделительной фольги выпускного окна. Вакуумный тракт при этом отсекается шиберным вакуумным затвором с пневматическим приводом. Высоковакуумный насос марки Cryo-Torr 8 после прорыва атмосферы нуждается в проведении цикла регенерации, который может выполняться в автоматическом режиме. Давление остаточной атмосферы при отсутствии импульсов пучка составляет порядка 1×10^{-6} Торр.

Основной изолирующей средой высоковольтного блока является трансформаторное масло, которое выступает также теплоносителем в организации охлаждения конструктивных элементов высоковольтного блока. Принудительная циркуляция масла обеспечивается внешним масляным насосом, который осуществляет забор масла из верхней точки высоковольтного блока. Масло прокачивается последовательно через адсорбционный масляный фильтр для удаления влаги и продуктов разложения масла, газовую ловушку и теплообменник перед подачей в нижнюю часть высоковольтного блока.

Мониторинг изменения параметров работы ускорителя выполняет микроконтроллерная система автоматического управления, которая позволяет применять ускоритель Астра-М как для проведения работ под контролем оператора, так и для выполнения заданной программы в полностью автоматическом режиме. Система автоматического управления содержит алгоритмы управления оборудованием ускорителя, как для штатного, так и для аварийного режимов работы. При возникновении ситуации, отличной от нормальной работы, реакция системы направлена на предотвращение последствий и скорейшее возвращение к работе с номинальными параметрами.

Панель оператора — это персональный компьютер со специализированным программным обеспечением и сетевой картой для Ethernet соединения с контроллером. Панель оператора подразумевает наличие нескольких уровней полномочий оператора с парольной защитой, определяемых при регистрации пользователя.

Для работ в непосредственной близости предусмотрен режим ручного управления работой ускорителя, доступный только при работах, не связанных с генерацией электронного пучка: калибровка диагностического оборудования при работе на резистивную нагрузку, настройка и тестирование вспомогательных систем ускорителя, системы автоматики.

При работе в автоматическом режиме, работа систем ускорителя обеспечивается микроконтроллерной системой автоматики — панель оператора может быть отключена. При этом контролируются как параметры работы систем ускорителя, так и доступ в помещение ускорителя, наличие установленной радиационной защиты для обеспечения безопасности персонала. Работа ускорителя в таком режиме может быть остановлена также с помощью аппаратной блокировки подачи высокого напряжения в виде невозвратной кнопки, расположенной на месте работы оператора. Генерация пучка электронов прекращается при открытии дверей помещения, в котором расположен ускоритель.

2.3.2 Фотометр фотоэлектрический КФК-3

Фотометрия — это метод количественного анализа, который основан на определении концентрации вещества по спектру поглощения, испускания или флуоресценции.

Выделяют несколько видов фотометрии в зависимости от характера возникающих изменений: колориметрия, турбидиметрия, нефелометрия, рефрактометрия, флуориметрия, поляриметрия и другие. Фотометрический анализ отличается высокой чувствительностью, достигающей в твердых образцах $10^{-4} - 10^{-6}\%$ определяемого элемента, а в водных растворах $10^{-5} - 10^{-7}\%$. Среди биохимических методов количественного определения веществ в

биологических объектах колориметрический метод получил наибольшее распространение [7].

Фотометры фотоэлектрические КФК-3 предназначены для измерения коэффициентов пропускания и оптических плотностей прозрачных жидкостных растворов, а также для измерения скорости изменения оптической плотности и определения концентрации веществ в растворах после предварительной градуировки фотометров потребителем. Внешний вид фотометра КФК-3 представлен на рисунке 2.4. Фотометры применяются в сельском хозяйстве, медицине, на предприятиях водоснабжения, в металлургической, химической, пищевой промышленности и в других областях народного хозяйства.

В таблице 2.1 представлены технические характеристики прибора.

Таблица 2.1 – Технические данные фотометра КФК-3

Спектральный диапазон длин волн, нм	315 - 990
Диапазон измерения коэффициента пропускания, %	0,1 - 100
Диапазон измерения оптической плотности, Б	0 - 3
Диапазон измерения концентрации, ед.конц.	0,001 - 9999
Источник излучения	лампа галогенная КМГ12-10
Приемник излучения	фотодиод ФД 288 Д
Основная абсолютная погрешность измерения t ,	не более 0.5%
Индикация результатов измерения и рабочей длины волны	цифровая
Габариты, мм	500 x 360 x 165
Вес, кг	15

2.3.3 Спектрофотометр ПЭ-6100УФ

Спектрофотометр модели ПЭ-6100УФ, изображенный на рисунке 2.11 представляет собой двухлучевой прибор общего назначения, разработанный для решения задач традиционных лабораторий.

ПРОМЭКОЛАБ ПЭ-6100УФ идеально подходит для использования в различных областях, например, в клинической химии, биохимии, нефтехимии, защите окружающей среды, пищевых лабораториях, лабораториях воды и сточных вод и в других сферах контроля качества.

Спектрофотометр модели ПЭ-6100УФ оснащен матричным жидкокристаллическим дисплеем с разрешением 320x240 точек для отображения результатов фотометрического анализа, удобен в работе, и функционируют в диапазоне от 190нм до 1100 нм. Данный прибор – идеальное средство для выполнения измерений в видимой и ультрафиолетовой области длин волн электромагнитного спектра.



Рисунок 2.11 - Спектрофотометр модели ПЭ-6100УФ

Принцип работы

Спектрометр состоит из пяти частей:

- 1) Галогенная или дейтериевая лампа для обеспечения излучения;
- 2) Монохроматор для выделения спектрального диапазона требуемых длин волн и устранения нежелательного излучения второго порядка;
- 3) Кюветное отделение, служащее для размещения проб и калибровочных растворов;

- 4) Детектор для регистрации пропускаемого света и преобразования его в электрический сигнал;
- 5) Цифровой дисплей для индикации показаний оптической плотности и пропускания. На рисунке 2.12 продемонстрированы взаимосвязи между этими частями прибора.

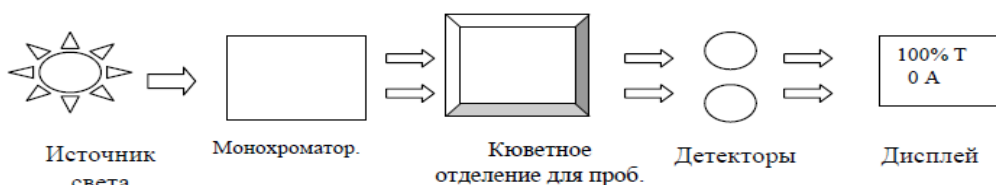


Рисунок 2.12 - Блок – схема двухлучевого спектрофотометра

В спектрофотометре луч свет от лампы фокусируется на входной щели монохроматора, где коллимирующее зеркало направляет пучок света на решетку. Решетка рассеивает пучок света для образования спектра, часть которого фокусируется при помощи коллимирующего зеркала на выходной щели монохроматора. Отсюда пучок света направляется в кюветное отделение для проб через один из фильтров, предназначенных для устранения нежелательного излучения второго порядка из дифракционной решетки. На выходе из кюветного отделения пучок попадает на кремниевый фотодиод детектора и преобразуется в электрический сигнал, который отображаются на цифровом дисплее. В таблице 2.2 представлены технические характеристики прибора.

Таблица 2.2 – Технические данные спектрофотометра ПЭ-6100УФ

Спектральный диапазон, нм	190...1100
Диапазон измерений спектральных коэффициентов направленного пропускания, %	0,1...200
Диапазон показаний оптической плотности, D	-0,3...3,0
Погрешность установки длин волн, нм, не более	±0,5
Дрейф показаний, Б/ч, не более	±0,001
Спектральная ширина щелей, нм	1,8
Уровень рассеянного света (при $\lambda=340$ нм), %, не более	0,05
Габаритные размеры, мм, не более	600×450×200
Масса, кг, не более	22
Потребляемая мощность, В·А, не более	140
Средний срок службы, лет	8
Напряжение питания частотой (50±1) Гц, В	220+22-33

Подготовка к измерениям

- Приготовьте холостой раствор, заполнив наполовину чистую кювету (или пробирку) дистиллированной или деионизированной водой или каким-либо другим известным растворителем. Протрите кювету салфеткой или кусочком ткани, чтобы удалить отпечатки пальцев или капельки жидкости.
- Установите кювету с холостым раствором в соответствующее гнездо кюветодержателя. Протолкните пробоподатчик таким образом, чтобы кювета оказалась на пути прохождения светового луча (нажмите на стержень). Закройте крышку.

2.3.4 pH – метр

Применяется для измерения активности, молярной и массовой концентрации ионов, в частности ионов водорода (pH), измерения окислительного — восстановительного потенциала (Eh), электродвижущей силы

(ЭДС), измерения температуры. Опционально доступны режимы потенциометра и хПК-метра для измерения соответственно силы тока и химического потребления кислорода. Внешний вид изображен на рисунке 2.13.



Рисунок 2.13 – Внешний вид рН – метра «Эксперт-001»

В таблице 2.3 представлены технические характеристики прибора.

Таблица 2.3 – Технические данные рН – метра «Эксперт-001»

диапазон/погрешность рН	от –1 до 14/ $\pm 0,005$;
дискретность измерений рН	0,001
диапазон/погрешность рХ	от –20 до +20/ $\pm 0,005$
дискретность измерений рХ	0,001
число измерительных каналов	1
ЖК-дисплей	цифробуквенный и графический
питание	от аккумулятора и от сети
габариты, мм	60×200×110
масса, кг	0,95

Аксессуары и опции, предлагающиеся в комплекте к рН-метру:

- штатив;
- магнитная мешалка РИТМ;
- датчики и принадлежности для измерения кислорода (БПК);
- электроды, термодатчики под определенную задачу.

3. Результаты эксперимента

3.1 Методика подготовки образцов водного раствора аммиака

Влияние pH раствора на концентрацию

В работе после благополучного освоения методики определения содержания ионов аммония и аммиака в водных растворах. В литературных источниках нашли информацию о влиянии pH на концентрацию аммиака и ионов аммония.

На рисунке 3.1 показано влияние pH и температуры на распределение аммиака и иона аммония в воде.

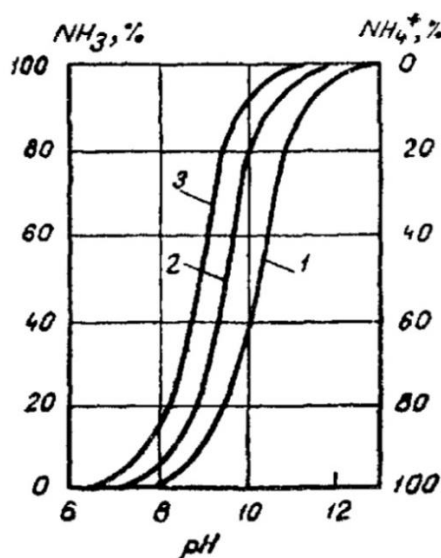


Рисунок 3.1 - Влияние pH и температуры на распределение аммиака и иона аммония в воде: 1 — при температуре 0° С; 2 — то же, 20° С, 3 — то же, 40° С.

Рассматривалась кривая при температуре 20° С, так как опыты и эксперименты проводятся при нормальных атмосферных условиях.

Любая или обе формы аммиачного азота могут присутствовать в зависимости от pH и температуры воды. Из графика можно определить, что при pH = 5-6 присутствуют только ионы аммония в истинном растворе, при pH = 11-12 присутствуют только растворенный газ — аммиак, а при 6 < pH < 12 могут присутствовать обе формы [13].

С помощью рисунка 3.2 выбрали значения pH, при которых будет проводиться постановка методики.



Рисунок 3.2 –Выбор значений pH для проведения эксперимента

Для смещения водородного показателя раствора добавляли небольшими порциями концентрированную соляную кислоту HCl и щелочь NaOH, в зависимости от того какие значения pH должны получить для проведения эксперимента. С помощью магнитной мешалки и pH-метра измеряли и изменяли значения pH раствора, изображенных на рисунке 3.3.

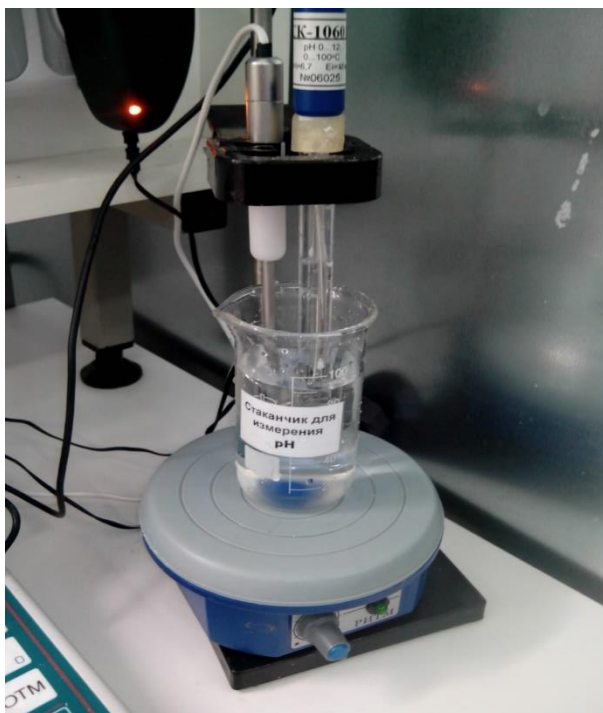


Рисунок 3.3 – Внешний вид pH-метра и магнитной мешалки

После того как определились с выбором значений рН провели эксперимент по облучению на ускорителе Астра-М, но результаты не удовлетворили наши ожидания и предположения по очистке водного раствора аммиака. При одинаковой исходной концентрации модельного раствора, рисунок 3.4, результаты получились весьма неожиданными.

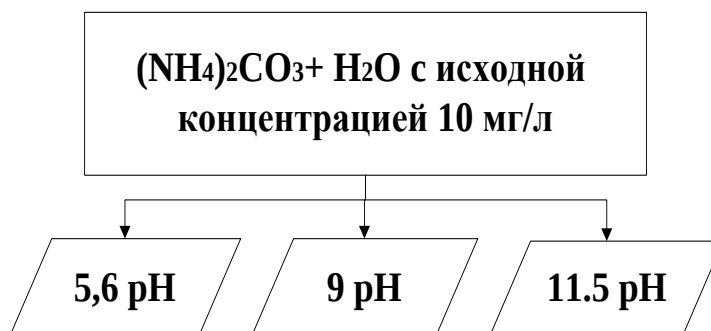


Рисунок 3.4 – Приготовление раствора при одинаковой исходной концентрации и при разных рН

Результаты проведения первого эксперимента, отображены на рисунке 3.5.

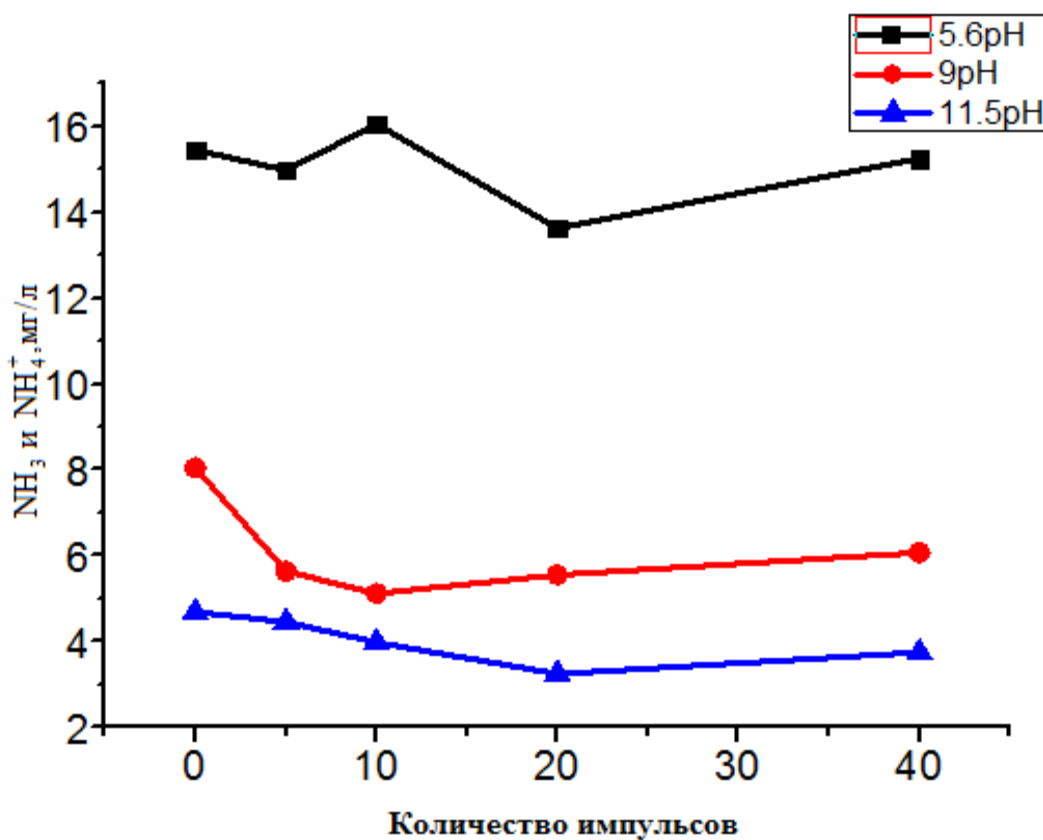


Рисунок 3.5 - График зависимости концентрации аммиака и ионов аммония от количества поданных импульсов ускорителем Астра –М

Полученные результаты доказывают об ошибке эксперимента и неучтенных влияниях, которые воздействуют исследуемый раствор.

В работе после первого неудачного эксперимента на ускорителе Астра-М обнаружили некоторые закономерности, которые влияют на концентрацию аммиака и ионов аммония. Например, внешние условия окружающей среды, в которых находились изготовленные образцы.

После этого, в исследуемой работе нужно было проверить все мешающие условия, которые влияют на содержание аммиака и ионов аммония.

3.2 Результаты постановки методики

Эксперимент № 1 «Определение влияния *времени отстаивания и условий хранения образцов* на концентрацию $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ в водном растворе аммиака».

Свежеприготовленный водный раствор аммиака с исходной концентрацией аммиака 10мг/л в первом эксперименте был подвергнут сразу нескольким мероприятиям для обнаружения влияний на раствор: условия хранения образцов и время, потому что они друг с другом связаны. Данные мероприятия проводились с целью выявления того, что открытые модельные растворы подвергаются воздействию кислорода воздуха и тем самым изменяется концентрация исследуемых веществ в водном растворе. На рисунке 3.6 изображена иерархическая схема эксперимента №1, в которой подробно рассмотрено проведение эксперимента по отстаиванию и указаны результаты данного эксперимента.

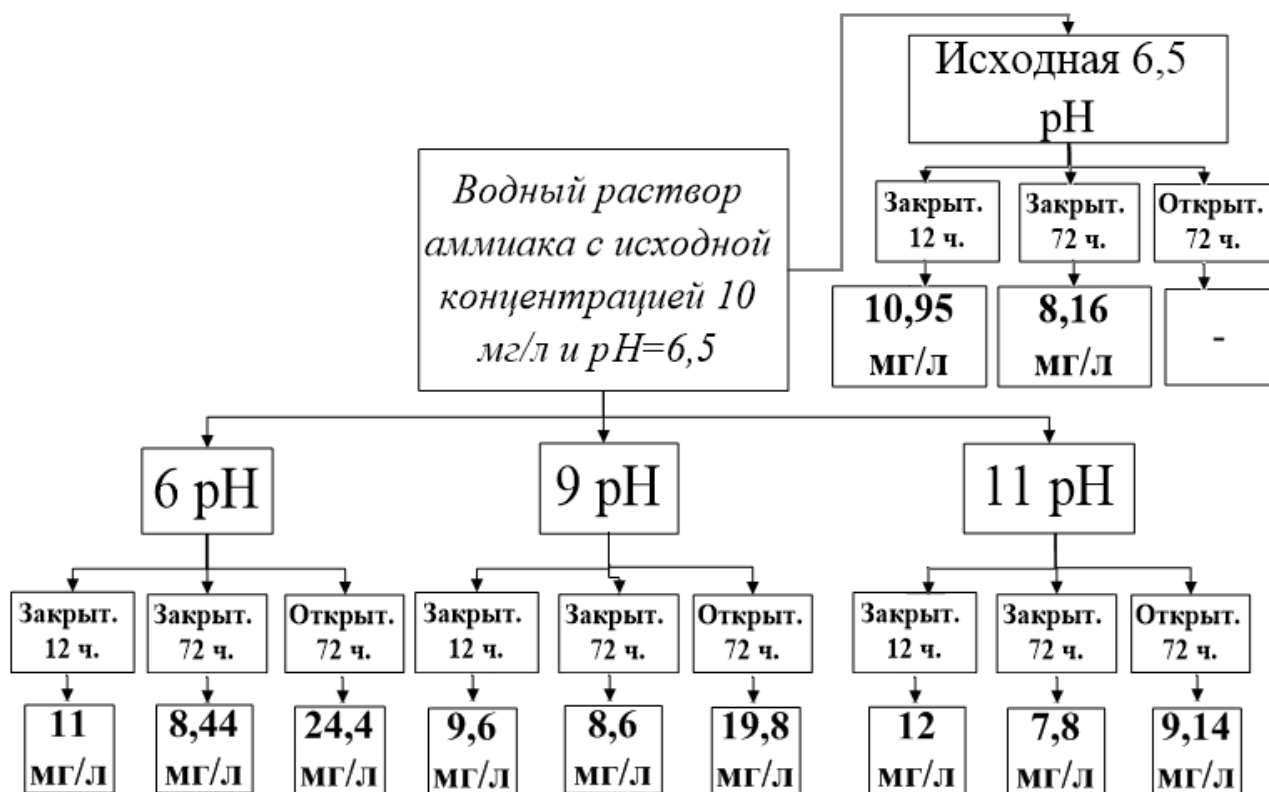


Рисунок 3.6 – Иерархическая схема проведения эксперимента № 1, по определению влияния времени и условий хранения образцов

Вывод по эксперименту №1: в открытых стаканах с образцами водного раствора аммиака наблюдаются значительные колебания концентраций аммиака в зависимости от водородного показателя, времени отстаивания и концентрации аммиака в воздухе. Поэтому необходимо следить, чтобы образцы находились в закрытой таре до проведения облучения импульсным электронным пучком и проведения химического анализа, чтобы концентрации аммиака и ионов аммония оставались стабильными, результаты были достоверными.

Эксперимент № 2. «Определение влияния воздействия воздуха, находящегося в таре с исследуемым раствором на концентрацию $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ »

По результатам первого эксперимента поняли, что тара с образцом должна быть плотно закрытой, чтобы не было воздействия с воздухом раствора.

В данном эксперименте рассматривалось воздействие воздуха, находящегося в таре с исследуемым раствором. Отбиралось для каждого образца по 50 мл раствора и заполнялось в тары на 600 мл и на 60 мл. Результаты и проведение эксперимента отразили на рисунке 3.7.

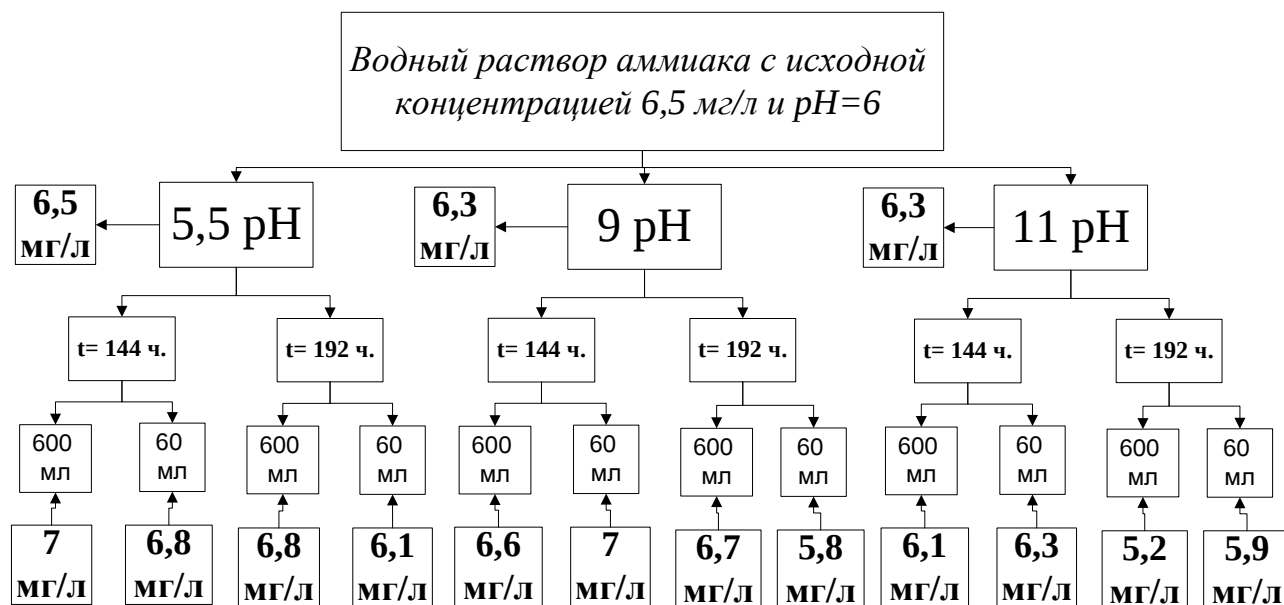


Рисунок 3.7 - Иерархическая схема проведения эксперимента № 2, по определению влияния воздуха, находящегося в таре с образцом

Вывод по эксперименту №2: на первый взгляд может показаться, что влияние воздуха в таре на 600 мл незначительно, но для получения безошибочного результата определили, что всё-таки существует влияние атмосферы в закрытом стакане для образцов, поэтому следует хранить образцы в таре объемом равным объему пробы и с минимальным объемом воздуха.

Эксперимент № 3 «Определение влияния условий хранения карбоната аммония на концентрацию $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ в исследуемом растворе»

В данном эксперименте были рассмотрены самые важные воздействия на карбонат аммония, потому что в данной работе мы старались получить практические исходные концентрации равные расчетным, но не удавалось, так как в самом начале не было учтено данного влияния на карбонат аммония.

На рисунке 3.8 изображено взвешивание карбоната аммония из вакуумного пакета и карбоната аммония, находящегося непосредственно на атмосфере. И по

рисунку можно определить, что при одинаковой массе вещества, объем различен. При взаимодействии карбоната аммония с воздухом, он стал намного мягче, чем тот который лежал запакованным.

Рисунок 3.9 отображает проведения и результаты эксперимента № 3.



Рисунок 3.8 – Навеска карбоната аммония из вакуумного пакета и атмосферы



Рисунок 3.9 - Иерархическая схема проведения эксперимента № 3, по определению условий хранения карбоната аммония

Вывод по эксперименту №3: карбонат аммиака насыщается влагой и испаряется в атмосферу, поэтому следует брать исследуемое вещество из герметично упакованного пакета.

3.3 Эксперимент на ускорителе «Астра-М»

3.3.1 Отбор проб

Отбор проб, исследуемого раствора осуществлялся с помощью шприцов на 20 мл, изображенных на рисунке 3.10. Так как раствор в шприце почти не контактирует с кислородом воздуха. Для проведения эксперимента непосредственно на импульсном ускорителе, провели по 4 облучения на каждое значение pH раствора. Следовательно, так как выбрали 3 значения pH, то облучение проводилось 12 раз в сумме для водного раствора аммиака с концентрацией 10мг/л и в следующий день 12 раз для концентрации аммиака и ионов аммония равным 80 мг/л.



Рисунок 3.10 – отбор проб водного раствора аммиака

3.3.2 Эксперимент по облучению водного раствора аммиака в кювете

Настоящий эксперимент проводился с целью определения зависимости удаления аммиака и ионов аммония при различных мощностях дозы, а также подтверждения на практике теоретических предположений о воздействии кислорода воздуха на исследуемый раствор.

Эксперимент был проведен следующим образом. Свежеприготовленный водный раствор аммиака, объем которого был един для всех экспериментов и он составил 10 мл или 10г, наливали в кювету диаметром 90 мм. Затем, располагали кювету под выходным окном ускорителя, как изображено на рисунке 3.11, и производили обработку импульсным электронным пучком.

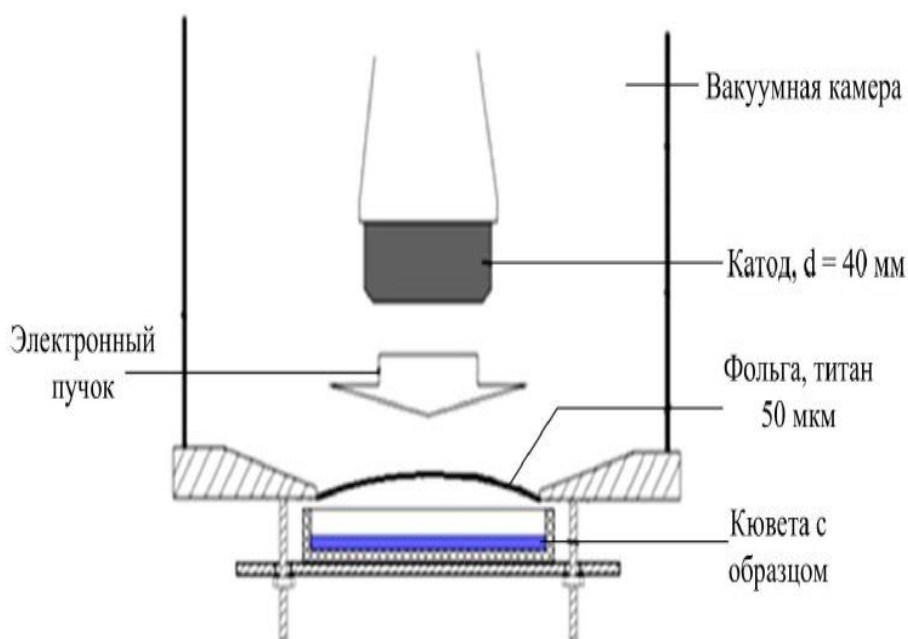


Рисунок 3.11 - Схема обработки водных растворов аммиака в стационарном режиме

Для каждого образца раствора была проведена серия экспериментов с изменением числа импульсов от 1 до 25. При проведении эксперимента с помощью модифицированного дозиметра Фрикке была измерена энергия в импульсе, которая составила 8 Дж за один импульс.

После этого был проведен химический анализ на содержание в растворе аммиака и ионов аммония, изображенный на рисунке 3.12.



Рисунок 3.12 – Химический анализ после облучения импульсным электронным пучком

А затем по результатам анализа были построены кривые изменения концентраций аммиака и ионов аммония для случая с исходной концентрацией раствора 10мг/л, изображенные на рисунке 3.13

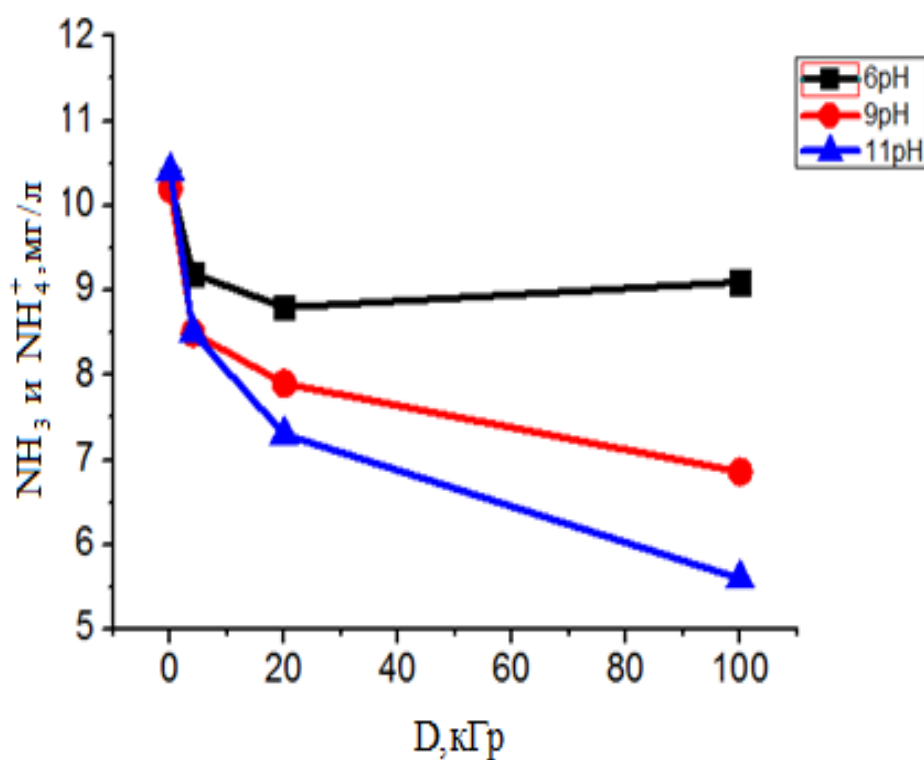


Рисунок 3.13 – График зависимости концентраций $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ от поглощенной дозы, с исходной концентрацией 10 мг/л

Из рисунка 3.13 видно, что при воздействии импульсного электронного пучка происходит снижение концентрации аммиака в зависимости от поглощенной дозы.

На рисунке 3.14 представлены кривые изменения концентраций аммиака и ионов аммония от поглощенной дозы раствора при исходной концентрации 80 мг/л.

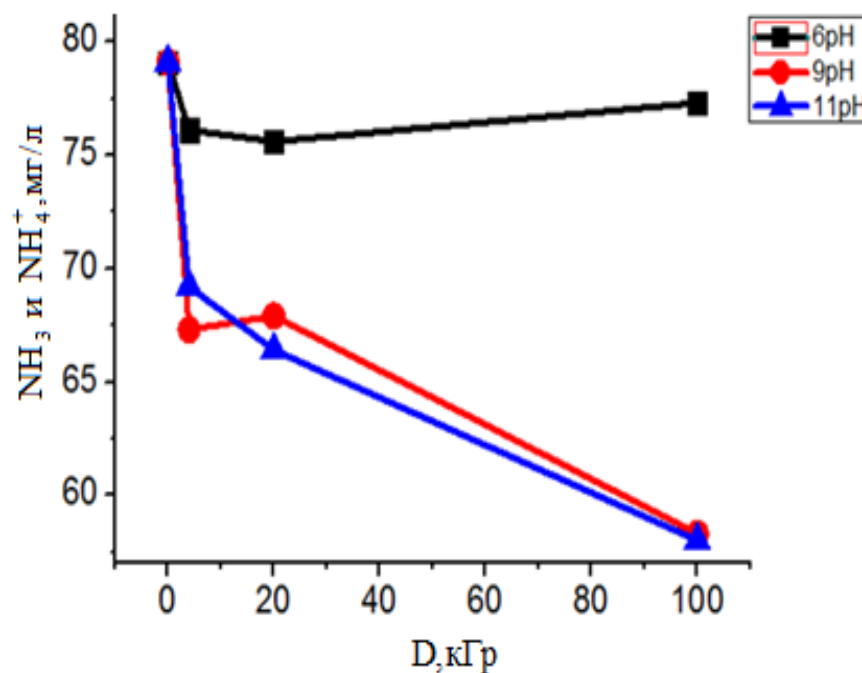


Рисунок 3.14 – График зависимости концентраций $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ от поглощенной дозы, с исходной концентрацией 80 мг/л

Вывод: Основываясь в бакалаврской работе на гипотезу о том, что происходит окисление аммиака и ионов аммония за счет растворенного кислорода воздуха, можно сделать вывод, что гипотеза была выбрана неверной.

По результатам экспериментов можно пронаблюдать, что под воздействием импульсного электронного пучка происходит процесс удаления ионов аммония и аммиака, но явной зависимости снижения концентрации от кислорода воздуха не наблюдается. При $\text{pH}=6$ среда раствора кислая и концентрация ионов аммония максимальна, а аммиака в растворе минимальное количество, при дозе облучения 100 кГр происходит восстановление концентрации ионов аммония

при концентрациях 10 и 80 мг/л исследуемого раствора и это является тенденцией для кислой среды водного раствора аммиака. Это происходит из-за неизвестных нам радиационно-химических превращений, которые в этой работе не изучены и не представлены. Для определения этих побочных эффектов стоит продолжать работу и исследовать другие влияющие действия на раствор. Следует сделать вывод, что влияние кислорода воздуха незначительное. Но при значениях pH более 7, то есть щелочных средах, под воздействием импульсного электронного пучка происходит удаление не только аммиака, но и ионов аммония при значениях pH равных 9.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Т21	Проскуриной Елене Александровне

Институт	ИФВТ	Кафедра	ВЭСЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Высокотехнологические плазменные и энергетические установки

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Проведение исследования осуществляется в лаборатории №1 ИФВТ ТПУ; в исследовании задействованы 3 человека: студент-исполнитель, эксперт и научный руководитель.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность».
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды – 30% от ФОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Инициация и определение концепции исследования - SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ по НИР (организационная, иерархическая структура исследования, разработка контрольных событий и графика проведения НИ), - Расчет бюджета НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение экономической эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Иерархическая структура работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Т21	Проскурина Елена Александровна		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

НИР посвящено исследованию воздействия импульсного сильнотоочного пучка на водные растворы аммиака. Проведение исследования осуществляется в лаборатории №1 ИФВТ ТПУ.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение ресурсной эффективности, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Задачи:

- 1) оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования;
- 2) планирование научно-исследовательских работ;
- 3) определение ресурсной (ресурсосберегающей) и финансовой эффективности исследования.

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из трех человек – руководителя, эксперта и студента.

Методы исследования параметров инструмента, которым воздействуют на объект, всегда требовали к себе достаточно большого внимания. Это особенно касается физических явлений, которых нельзя отследить органами чувств человека. В радиационной технике тема исследования воздействия «инструмента» особенно актуальна. В начале прошлого века были изобретены первые ускорители заряженных частиц, которые в последствии стали развиваться. На сегодняшний день ускорительная техника является бурно развивающимся направлением, что обуславливается возможностями ускорителей. Отличительной особенностью пучково-плазменных технологий является то, что энергия передается практически непосредственно от ее источника к объекту, над которым совершается действие. Это влечет за собой минимальные потери и, соответственно, очень высокий КПД. Импульсные электронные ускорители могут находить весьма широкое применение. Они

используются при модификации поверхностного слоя некоторых материалов, нанесения покрытий путем магнетронного распыления, изготовления нанопорошков, пастеризации молока, а также при очистке и стерилизации сточных вод медицинского, бытового и промышленного происхождения.

Широкое использование импульсных электронных ускорителей в научных, а также в промышленных целях, предполагает наличие методик, подвергаемых радиационному воздействию. На данный момент не существует оптимального метода удаления аммиака из водных растворов.

4.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИР

Согласно с выше поставленной целью, необходимо реализовать ряд задач, связанных как с сугубо научными и техническими проблемами, так и с проблемами экономического характера. Основные решаемые в данном исследовании задачи: критический анализ существующих методов по очистке водных растворов от аммиачных соединений, эксперимент, обработка информации по полученным данным. Если получен удовлетворительный результат, то исследование нуждается в коммерциализации, т.е. получению выручки от продажи полученной методики. Эту задачу необходимо решить привлеченному к участию в исследовании предпринимателю и менеджеру.

Конкурентные преимущества метода исследования электронного пучка состоят в следующем:

- 1) метод является более прямым, т.е. для получения итоговой информации, преобразование энергии происходит меньшее количество раз;
- 2) относительная простота метода;
- 3) долговечность прибора
- 4) метод не имеет аналогов.

Рассмотрим факторы микросреды, к которым относятся анализ поставщиков, потенциальных покупателей, конкурентов и контактной аудитории.

Отличительной особенностью данного продукта является то, что не существует на рынке конкурентов, способных предложить подобную методику. Единственным предприятием, является сам ТПУ.

Первым вопросом, который следует отметить в ходе маркетингового анализа, является исследование состояния современного рынка, его структура, наличие монополистов на рынке, а также динамика развития. Можно предположить, что в дальнейшем рынок ожидает значительное увеличение объемов рынка ускорительной техники.

Кроме того, следует отметить, что рынок импульсных ускорителей электронов в настоящий момент мало развит. В мире существует не более двадцати компаний, осуществляющих производство ускорителей. При этом предложение продукта этими компаниями весьма разнится, цена также довольно высока – около 3000000 рублей за установку. В России рынок импульсных электронных ускорителей представлен небольшим количеством организаций, что обуславливает большую перспективность для данного исследования.

4.2 SWOT-анализ

Значимой инструментом маркетингового исследования является **SWOT-анализ** – метод стратегического планирования, используемый для оценки факторов и явлений, влияющих на исследование или предприятие. SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). Все факторы делятся на четыре категории. Поскольку SWOT анализ в общем виде не содержит экономических категорий, его можно применять к любым организациям, отдельным людям и странам для построения стратегий в самых различных областях деятельности.

В процессе анализа необходимо определить:

Конкурентные активы. Использование преимуществ компании (сильных сторон) для освоения рыночных возможностей (S-O). В данном случае предлагаемый метод измерения характеризуется такими важными конкурентными преимуществами, как простота метода, его информативность,

точность, низкая себестоимость, которые способны привлечь инвесторов для выполнения работ и дальнейшей коммерциализации исследования, т.е. выхода на российский и мировой рынок. Кроме того, учитывая указанные преимущества и инновационный характер разработки, можно надеяться на государственную поддержку НТИ.

Конкурентные пассивы. Преодоление недостатков компании (слабых сторон) для детерминирования угроз (W-T). Одними из самых значимых недостатков исследования являются отсутствие в составе команды маркетологов и экономистов и, как следствие, отсутствие стратегии развития, неизвестная торговая марка, отсутствие автоматизированной процедуры оцифровки и пересчета данных, и, поэтому невысокая экспрессность метода в настоящее время. Если в ходе развития исследования команда будет укомплектована высококвалифицированными экономистами, то это позволит провести тщательные исследования мирового и российского рынков и попытаться выработать стратегию развития компании. Наличие правильной стратегии позволит детерминировать угрозу неразвитости и монополизированности рынка. Кроме того, решив проблему, связанную с невысокой экспрессностью метода, возможно обратить на себя внимание компаний-покупателей ускорительной техники ТПУ.

Узкие места. Преодоление недостатков компании (слабых сторон) для освоения возможностей (W-O). Наиболее важным для текущего исследования является преодоление недостатков, связанных, во-первых, с отсутствием в команде экономистов и маркетологов, во-вторых, с недостаточно высокой экспрессностью метода. Если эти проблемы будут решены, то откроются реальные возможности освоения и развития рынка ускорителей заряженных частиц.

Безопасность и защита. Использование преимуществ компании (сильных сторон) для нивелирования угроз (S-T). Используя такие преимущества, как большой опыт работы высококвалифицированной команды НТИ, сплоченный

коллектив лаборатории, возможно добиться успешного выполнения опытно-конструкторских работ и создание автоматизированной установки, что в свою очередь позволит нивелировать угрозы неразвитости и монополизированности рынка, а также обратить на себя внимание со стороны компаний-покупателей и государства. Из полученных стратегических альтернатив необходимо выбрать те, которые будут обладать наибольшей силой, весом.

Приоритеты угроз. Сопоставление угроз с преимуществами и рыночными возможностями. Некоторые из приведенных в таблице угроз являются вполне реальными и серьезными. Российский рынок неразвит, внимание потенциальных компаний-покупателей и СМИ невысоко в области ускорительной техники, поэтому в ходе реализации исследования придется столкнуться с проблемами, характерными для первопроходцев рынка. Мировой рынок монополизирован, и поэтому выход туда будет максимально затруднен. Однако учитывая уникальные возможности ускорителя электронов Астра-М в целом, преимущества метода, позволяющие существенно очистить сточные воды от аммиака, а также наличие высококвалифицированного состава команды, угрозы вполне преодолимы и компании-покупатели обязательно должны будут обратить внимание на данный продукт. Немедленное улучшение слабых мест. Сопоставление недостатков с преимуществами и рыночными возможностями. Наиболее существенными недостатками, которые необходимо разрешить в ходе реализации исследования являются проблемы, связанные с отсутствием в команде экономистов и маркетологов и невысокая экспрессность метода.

При этом имеются существенные достоинства. Данный продукт вследствие уникальности своих свойств, обладает высокой возможностью освоения и развития рынка, который в настоящий момент развит недостаточно. Кроме того, высокий уровень квалификации персонала способен разрешить проблемы создания технологической установки с большим выходом продукта. Интерактивная матрица в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Интерактивная матрица

Сильные стороны исследования						Слабые стороны исследования	
Возможности исследования		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2
	B1	+	+	+	+	-	-
	B1	+	+	+	+	-	-
Угрозы	У1	+	+	+	-	+	+
	У2	-	+	-	0	0	0

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей: B1B2C1C2C3C4C5; U1C1C2C3Сл1Сл2; U2C2.

Далее строится итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Итоговая матрица SWOT

	Сильные стороны научно-технического исследования C1. Функциональная мощность C2. Экономичность C3. Энергоэкономичность C4. Удобство эксплуатации	Слабые стороны научно-технического исследования: Сл1. Большой поток активных частиц Сл2. Взаимодействие частиц между собой
Возможности: B1. Разработка комплекса очистки воды, основанного на самостоятельном управлении процессами, происходящими в ходе разложения.	B1B2C1C2C3C4C5 При совмещении сильных сторон и возможностей повышается конкурентоспособность разработки, что позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду.	
Угрозы: У1. Сложность интерпретации природы загрязняющего вещества У2. Отсутствие финансирования	U1C1C2C3; U2C2 Дополнительные исследования по адаптации возможностей смоделировать всю цепочку дадут хороший старт реализации возможностей	U1Сл1Сл2; Что касается взаимодействия активных частиц между собой- то устранение идет за счет регулирования параметров, влияющих на поведение частиц

4.3 Инициация исследования

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны НТИ, которые будут взаимодействовать, и влиять на общий результат научного исследования.

Устав исследования документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика исследования, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать. Заинтересованные стороны исследования представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Заинтересованные стороны исследования

Заинтересованные стороны исследования	Ожидания заинтересованных сторон
Химическая промышленность	Сочетание производительности и цены. Простота и более высокий срок эксплуатации.
Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет	Очистка сточных вод от аммиачных соединений.

Далее приводится информация об иерархии целей исследования и критериях достижения целей (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Цели и результаты исследования

Цели исследования :	- Освоить методики определения аммиака и ионов аммония; - Исследовать воздействие импульсного электронного пучка на водные растворы аммиака
Ожидаемые результаты исследования:	Снижение концентрации аммиака при облучении водных растворов импульсным электронным пучком
Критерии приемки результата исследования:	- Снижение значений концентрации загрязняющих веществ - Уменьшение продолжительности процесса
Требования к результату исследования:	Требования:
	- Соответствие законодательству РФ в области охраны окружающей среды. - Соблюдение мер безопасности в работе с электромагнитным излучением
	Экономическая целесообразность оптимизации процесса
	Эффективность усовершенствованной технологии

4.4 Организационная структура НТИ

На данном этапе работы определяется, кто будет входить в рабочую группу данного исследования, и роль каждого участника в данном исследования. Также прописываются функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в исследования. Данная информация представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Рабочая группа исследования

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в исследовании	Функции	Трудозатра ты, час.
1	Сазонов Р. В, с. н. с., Лаборатория №1, ИФВТ, НИ ТПУ	Руководитель	Координирование деятельности	160
2	Уразбахтина Л.Р., м. н. с. Лаборатория ФТИ «Анализ воды», НИ ТПУ	Эксперт	Курирование при выполнении химического анализа	100
3	Проскурина Е. А., студент каф. ВЭСЭ	Исполнитель	Выполнение научно- исследовательской работы	680
Итого				940

4.5 Планирование работ по научному исследованию

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным исследованием должен включать в себя следующие элементы:

4.5.1 Иерархические структуры работ

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего исследования. На рисунке 4.1 представлена иерархическая структура работ по исследованию.

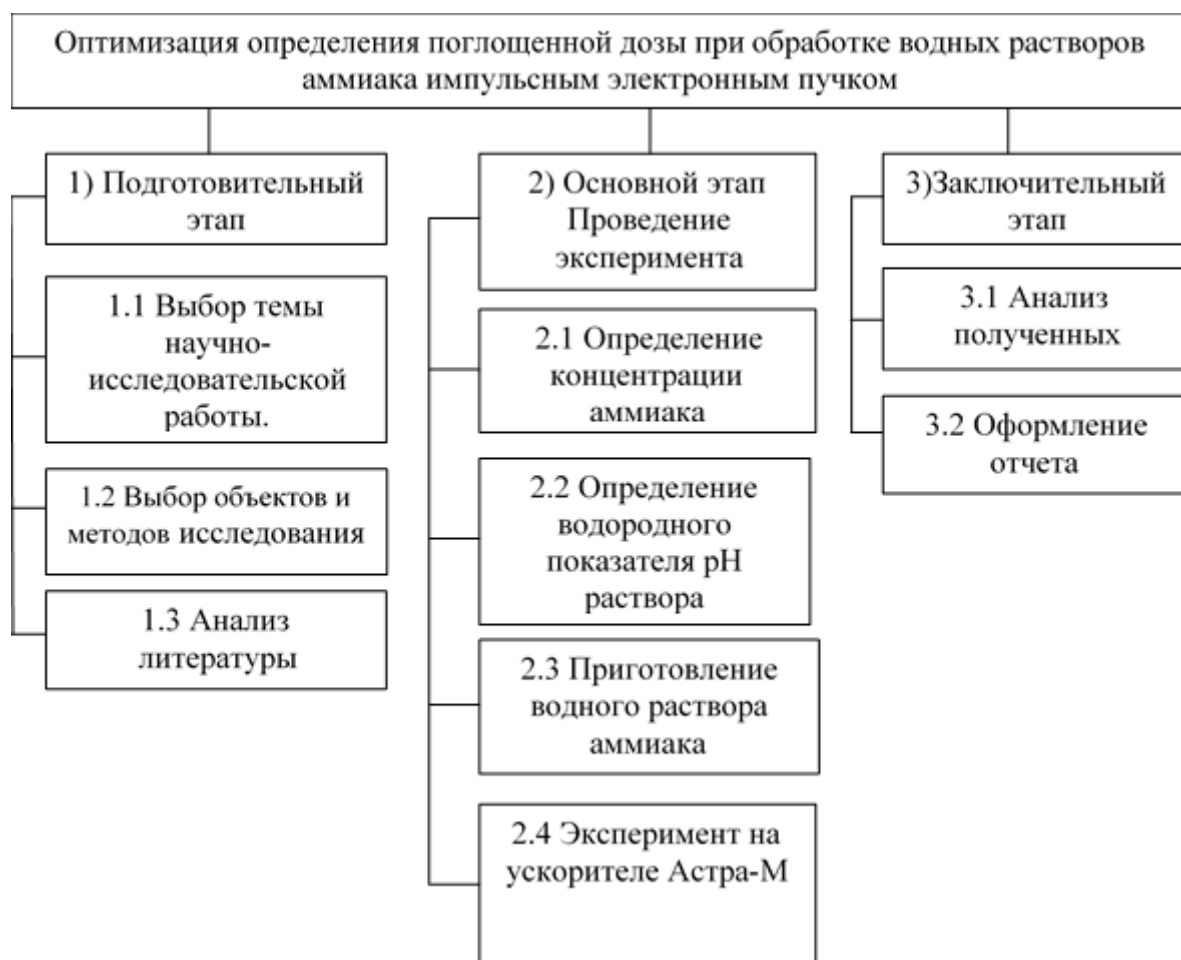


Рисунок 4.1 – Иерархическая структура работ

4.5.2 Контрольные события НТИ

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события НТИ, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Контрольные события исследования

№, п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	16.09 – 23.03.16	Приказ
2	Анализ литературы	28.09 – 17.12.15	Отчет по НИР
4	Анализ полученных результатов. Составление отчета	26.05 – 08.06.16	Предзащита

4.5.3 Планирование НТИ

В рамках планирования научного исследования необходимо построить календарный и сетевой графики исследования.

Линейный график представляется в виде таблицы 4.7.

Таблица 4.7 – Календарный план исследования

Код работ ы (из ИСР)	Название	Длитель ность, дни	Дата начала работ	Дата окон- чания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1.1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	4	16.09.15	19.09.15	Р. В. Сазонов Е. А. Проскурина
1.2	Выбор объектов и методов исследования	10	22.09.15	20.01.16	Р. В. Сазонов Е. А. Проскурина
1.3	Анализ литературы	100	28.09.15	25.05.16	Е. А. Проскурина
2.1	Определение концентрации аммиака в водных растворах	10	23.09.15	29.04.16	Л. Р. Уразбахтина Е. А. Проскурина
2.2	Определение водородного показателя рН	30	25.10.15	24.12.15	Л. Р. Уразбахтина Е. А. Проскурина
2.3	Разработка методики подготовки образцов	5	04.04.16	15.04.16	Р. В. Сазонов Е. А. Проскурина
2.4	Эксперимент	15	09.05.16	30.05.16	Р. В. Сазонов Е. А. Проскурина
3.1	Анализ полученных результатов	15	10.05.16	03.06.16	Р. В. Сазонов Е. А. Проскурина
3.2	Составление отчетов по НИР	30	10.02.16	03.06.16	Е. А. Проскурина
Итого:		219			

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана исследования, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками,

характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.
График проведения работ представлен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работы (из ИСР)	Название	Исполнитель	Продолжительность работ											
			Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь		
1.1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	Р												
		И												
1.2	Выбор объектов и методов исследования	Р												
		Э												
		И												
1.3	Анализ литературы	Р												
		И												
2.1	Определение концентрации аммиака в водных растворах	Р												
		Э												
		И												
2.2	Определение водородного показателя рН	Р												
		Э												
		И												
2.3	Разработка методики подготовки образцов	Р												
		И												
2.4	Эксперимент на ускорителе Астра-М	Р												
		Э												
		И												
3.1	Анализ полученных результатов	Р												
		Э												
		И												
3.2	Составление отчетов по НИ	И												

Руководитель
 Эксперт
 Исполнитель (Бакалавр)

4.6 Бюджет научного исследования

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

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Результаты представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Химические реагенты			
Дистиллированная вода	50 л	400	4000
Соляная кислота	1 кг	110	110
Натрий хлористый	1 л	37	37
Кислота азотная	1 л	300	300
Кислота серная	1 л	71	71
Карбонат аммония(соль углеаммонийная)	2 кг	38	76
Лабораторная посуда			
Колба коническая	10	149	1490
Колба круглодонная	10	120	1200
Колба плоскодонная	10	212	2120
Мензурка стеклянная	2	185	370
Промывалка	5	355	1775
Бумага фильтровальная	1	270	270
Перчатки	2	50	100
Груша	2	35	70
Дозаторы автоматические 1-10 мкл	1	2940	2940
Дозаторы автоматические 10-100 мкл	1	3220	3220
Дозаторы автоматические 100-1000 мкл	1	4561	4561
Пипетки стеклянные 10 мл	3	81	243
Пипетки стеклянные 25 мл	3	105	315
Пипетки стеклянные 5 мл	3	80	240
Пипетки стеклянные 2 мл	3	75	225
Пипетки стеклянные 1 мл	3	75	225
Стакан лабораторный	4	46	184
Халат лабораторный	1	550	550
Всего за материалы			24692
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			1234,6
Итого по статье С _м			25926,6

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную часть включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 4.10 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1	Ускоритель Астра-М	1	9000000	9000000
2	Спектрофотометр ПЭ-6100УФ	1	380000	380000
3	Фотоколориметр КФК-3	1	77000	77000
Итого				9457000

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, 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.

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

$$C_{осн} = Z_{осн} \cdot Z_{доп} \quad (4.1)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера)) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4.2)$$

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дни.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.3)$$

где $Z_{\text{м}}$ – 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;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.4)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

$Z_{\text{б}} = 25286$ руб. – базовый оклад руководителя,

Месячный должностной оклад научного руководителя:

$Z_{\text{м}} = 25286,24 \cdot 1,3 = 32872$ руб.

Месячный должностной оклад эксперта лаборатории:

$$З_{\text{м}} = 14874,45 \cdot 1,3 = 19336 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$З_{\text{дн}} = 32872,112 / 22 = 1494 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата эксперта лаборатории:

$$З_{\text{дн}} = 19336,785 / 22 = 879 \text{ руб.}$$

Расчёт основной заработной платы работников приведен в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р. раб. дни}}$	$З_{\text{осн.}}$, руб.
Руководитель	25286,24	1,3	32872,11	1494,19	156	233093,17
Эксперт	14874,45	1,3	19336,785	878,945	164	144146,98

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды. Суммарный процент общих страховых взносов равен 27.2%.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (4.6)$$

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot C_{\text{зн}} = 0,272 \cdot 460391,547 = 124305,7 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (4.7)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,8 * 460391,547 = 368313 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости бакалаврской работы, которая представлена в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – калькуляция плановой себестоимости бакалаврской работы

№, п/п	Наименование статей затрат	Сумма, руб.
1	Сырье, материалы, комплектующие изделия	25 926
2	Оборудование	9 457 000
3	Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИ	460 391
4	Отчисления на социальные нужды	124 305
5	Прочие накладные расходы, (80%)	368 313
6	Итого себестоимости ВКР, руб.	10 435 937

4.7 Определение экономической эффективности исследования

Поскольку НИР проводится в лаборатории №1 ИФВТ НИ ТПУ силами всего трех участников студент-исполнитель, эксперт и научный руководитель научное исследование можно назвать ресурсоэффективным. Экономия бюджетных средств достигается за счет того, что научный руководитель и эксперт не получают дополнительные денежные средства на осуществление данного исследования, то есть работа квалифицированными работниками

проводится только для продвижения научно-технического прогресса во вне рабочего времени. Кроме того, работа студента-исполнителя тоже не оплачивалась.

Это позволяет сэкономить не только на оплате труда персоналу, но и на покупке оборудования. Все оборудование для выполнения данной работы находилось в лаборатории №1 это является оптимальным и наиболее экономически выгодным. Ресурсы на исследование небольшие, так как они являются расходными. В экономической части бакалаврской работы были решены следующие задачи: проведена экспертная оценка эффективности, SWOT-анализ, осуществлено планирование и составлены графики исследовательских работ, определены контрольные события научного исследования, рассчитан бюджет научного исследования, определена экономическая эффективность данного исследования.

Согласно полученным данным, исследование эффективно с точки зрения ресурсопотребления и экономически целесообразно.

В результате проведения работ была определена трудоемкость проекта, затраты, необходимые для выполнения данного исследования. Так же был построен план – график, который позволяет выполнить научную работу в срок и при наименьших затратах. Оценка экономической эффективности проводимой научно-исследовательской работы помогла обосновать актуальность проекта с экономической точки зрения.

Таким образом, исследования, проведенные в данном разделе, являются важной частью всего проекта в целом, которые дают возможность объективно оценивать эффективность проводимых научно-исследовательской работы. Проект по исследованию воздействия импульсного сильноточного электронного пучка на водные растворы аммиака можно считать экономически эффективным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Т21	Проскуриной Елене Александровне

Институт	ИФВТ	Кафедра	ВЭСЭ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Высокотехнологические плазменные и энергетические установки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования является водный раствор аммиака.</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – 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). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).	<i>Вредные факторы: повышенный уровень электромагнитного излучения, неблагоприятные условия микроклимата, недостаточное освещение, повышенный уровень шума, повышенный уровень рентгеновского излучения, повышенный уровень вредных веществ.</i> <i>Опасные факторы: источник термической опасности, электрический ток, статическое электричество.</i>
2. Экологическая безопасность: – 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.	<i>Негативного влияния на селитебную зону не оказывается.</i> <i>Выбросы в атмосферу происходят только при наличии фильтров вытяжной системы в лаборатории.</i> <i>Материалы, используемые при исследованиях, являются экологически безопасными.</i> <i>В качестве источника влияния на окружающую среду рассмотрена</i>

	утилизация отходов. (жидкие отходы-сливы, твердые отходы)
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – 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.	<i>Возможными чрезвычайными ситуациями при выполнении проекта являются: замыкание электрической цепи, и как следствие, пожар и взрыв. Превентивные меры по предупреждению ЧС: применение изоляции, недоступность токоведущих частей, изоляция электрических частей от земли, указатели и таблички.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>Социальные гарантии, режим работы. Эффективный и безопасный труд возможен только в том случае, если производственные условия на рабочем месте отвечают всем требованиям стандартов в области охраны труда.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Т21	Проскурина Елена Александровна		

5. Социальная ответственность

В данном разделе рассмотрены безопасность и экологичность процесса изготовления водного раствора аммиака и обработки данного раствора под действием импульсным электронного пучка. Рассмотрению подлежат возможные опасные, вредные факторы при работе с импульсным электронным ускорителем Астра-М, который в данном случае предназначен для воздействия на водные растворы аммиака. Получение водного раствора аммиака представляет собой протекание реакции соединения дистиллята с карбонатом аммония. Объектом исследования является водный раствор аммиака определенной концентрации.

Исследование проводится с целью очистки сточных вод от аммиака и ионов аммония, для того чтобы вода в водоемах не подвергалась «цветению» или эвтрофикации. Под эвтрофикацией водоемов понимают повышение уровня первичной продукции водоемов благодаря увеличению в них концентрации биогенных элементов, главным образом азота. Высокая степень эвтрофикации водоемов вызывает замор рыбы.

5.1 Производственная безопасность

В данном пункте рассматриваются вредные и опасные факторы при проведении работ на импульсном ускорителе Астра-М.

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при проведении исследования:

В таблице 5.1 отображены источники опасных и вредных факторов в лаборатории при проведении исследования.

Таблица 5.1 – Источники опасных и вредных факторов в лаборатории

	Источник опасных и вредных факторов	Вредный фактор	Опасный фактор
1.	Ускоритель Астра-М	Повышенный уровень шума, повышенный уровень рентгеновского излучения, повышенный уровень электромагнитного излучения	Источник термической опасности, электрический ток.
2.	Персональный компьютер	Недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень электромагнитных излучений, нервно-психические нагрузки, монотонность трудового процесса.	Статистическое электричество, электрический ток.
3.	Аммиак	Токсичный.	-
4.	Форвакуумный насос	Выхлоп, повышенный уровень шума, вибрации.	Статистическое электричество, электрический ток

Электромагнитное излучение

Как и любая электроустановка, электронный ускоритель Астра-М способен создавать электромагнитные поля. Следствием воздействия электромагнитного излучения на организм является функциональное нарушение со стороны нервной системы, которое проявляется в виде вегетативных дисфункций неврастенического и астенического синдрома. Лица подверженные электромагнитному излучению, жалуются на слабость, раздражительность, утомляемость, ослабление памяти и расстройство сна. Зачастую этим симптомам сопутствуют расстройства вегетативных функций. Нарушения со стороны сердечно - сосудистой системы проявляются, в большинстве случаев, нейроциркуляторной дистонией, гипотонией, болью в области сердца [16].

Предельно допустимый уровень электромагнитного поля: $E = 500 \text{ В/м}$. Ускоритель находится в металлическом корпусе, являющимся защитным экраном от электромагнитного излучения. Так как величина электромагнитного

излучения незначительна, нет необходимости в использовании дополнительных средств коллективной и индивидуальной защиты [17].

Неблагоприятные условия микроклимата

Неблагоприятные условия микроклимата приводят к потере теплового равновесия. Понижение температуры и повышение скорости движения воздуха также увеличивает теплоотдачу от организма и может привести к переохлаждению организма за счет возрастания отдачи теплоты конвекцией и при испарении пота. Переохлаждение организма влияет на функциональную деятельность органов человека, скорость биохимических процессов, приводящее к снижению внимания, затормаживанию умственной деятельности.

При повышении температуры, тепловыделения человека начинают превышать теплоотдачу, может возникать перегрев организма. Самочувствие ухудшается и падает работоспособность. Может вызывать серьезные изменения в деятельности сердечно - сосудистой системы. Наблюдаются изменения со стороны дыхания, снижается секреция желудочного и поджелудочного сока, желчи, угнетается моторика желудка, снижается сила условных рефлексов, ослабляется внимание, ухудшается координация движения, что вызывает рост травматизма, снижение работоспособности и производительности труда. Независимо от природных метеорологических условий в производственных помещениях и рабочей зоне должны быть созданы климатические условия, безопасные для человека и наиболее благоприятные для выполнения работы [18].

Микроклиматические условия на рабочих местах должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 5.2 - допустимые параметры микроклимата на рабочем месте [19].

Таблица 5.2 - Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте

Сезон года	Температура воздуха, °С.		Температура поверхностей, °С.	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с.	
	Диапазон ниже величин	Диапазон выше величин			Ниже величин не более	Выше величин не более
Хол-ый	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
Теплый	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4

Допустимые показатели микроклимата - температура стен, потолка и пола, ограждающих рабочую зону не должна превышать предельно допустимых величин температуры воздуха. Температура окружающей среды (20-22)°С, влажность воздуха 45%, скорость движения воздуха 0.2 м/с [19].

Мероприятия по созданию благоприятных условий являются отопление в холодный период, поддерживающая температура воздуха в рабочей зоне, и вентиляция в теплый период. В помещении в целом используется принудительная вентиляция, с разных сторон осуществляется приток воздуха и вытяжка. Выхлопы форвакуумных насосов, которые могут вызвать задымление в помещении, подключены к вытяжкам [2020].

Шум

Основными источниками шума при выполнении исследовательской работы в помещении являются ускоритель, вытяжка, форвакуумные насосы. Ускоритель работает в импульсном режиме, и влияние шума от него можно рассматривать из пультовой, т.е. слабое воздействие. Вытяжка работает постоянно. Форвакуумные насосы работают только во время создания вакуума в реакторе и диодной камере, шум от которых не более 50 дБ [21].

Шум оказывает на организм человека неблагоприятное воздействие и может вызвать различного рода болезненные состояния, в том числе тугоухость и глухоту. Длительное воздействие шума оказывает вредное влияние на ЦНС и психику человека. В результате воздействия шума у человека появляются

симптомы переутомления и истощения нервной системы. Со стороны психики наблюдается подавленное настроение, понижение внимания, задерживаются интеллектуальные процессы, повышается нервная возбудимость. Шум снижает работоспособность и производительность труда. Уровень шума в лабораториях для проведения научных экспериментов, не должен превышать 60 дБА [2121].

Нормируемые уровни шума обеспечиваются за счет применения малоз шумного оборудования, применением звук поглотительных материалов (специальные перфорированные плиты, панели, минерал ватные плиты). Кроме того, необходимо использовать подвесные акустические потолки.

Рентгеновское излучение

При выполнении работы выделяется небольшая доля рентгеновского излучения, вследствие взрывной эмиссии электронов с катода ускорителя.

Рентгеновское излучение может вызвать изменение в кожном покрове, напоминающее солнечный ожог, но с более глубоким повреждением кожи, временные или постоянные изменения в составе крови, подверженность лейкемии, раннее старение. Облучение кроветворных органов вызывает заболевания крови, половых органов - бесплодие. Систематическое облучение может привести к генетическим изменениям в организме.

Во избежание облучения, должны использоваться средства коллективной защиты. На момент экспериментов рабочий персонал находится в пультовой комнате, отделенной от установки бетонной стеной и достаточно толстой металлической дверью, которая не пропускает рентгеновское излучение. Также входная металлическая дверь защищает коридорное пространство лаборатории от облучения. Входная дверь в высоковольтный зал, где находится ускоритель, блокируется с включением высокого (ускоряющего) напряжения так, чтобы исключить возможность случайного облучения персонала. При работе в лаборатории применяется персональный дозиметр, который далее сдается на анализ, подтверждающий не облученность персонала при работе с ускорителем.

Лаборатория была подвергнута определению радиационной обстановки и соответствует основным санитарным правилам обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99), и нормам радиационной безопасности (НРБ-99/2009). В условиях нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения пределы доз облучения для персонала равны 10^{-3} Зв^{-1} [22].

Недостаточное освещение

Согласно СНиП 23-05-95 работа в лаборатории имеет разряд зрительной работы VIII а. Освещение должно быть таким, чтобы не давать глазам ощущения напряжения. При плохом освещении оператор быстро устает, работает медленнее, возникает опасность ошибочных действий. Кроме того, плохое освещение может привести к некоторым профессиональным заболеваниям. Требуется обеспечить нижеприведенные условия:

- устойчивая и равномерная освещенность;
- тени должны быть мягкими;
- глаза должны быть защищены от попаданий прямых солнечных лучей.

В лаборатории отсутствует естественное освещение, так как помещение находится в подвале. В периоде любого промежутка времени, применяется искусственное освещение (люминесцентные лампы), так как свечение от них приближено к естественному. Для достижения требуемого качества освещения установлены люминесцентные лампы на потолке и на верхней части стен. Норма освещения должна составлять 400 люкс [2323].

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при проведении исследования:

- источник термической опасности;
- электрический ток:
- напряжение в силовых цепях вакуумных насосов (380 В, 50 Гц);
- высокое напряжение (ГИН до 300 кВ, вв. трансформатор до 35-40 кВ);
- статическое электричество;
- давление газа в корпусе ГИН (до 3 атм);

Источник термической опасности

Термическую опасность представляет нагревательный элемент глубоковакуумного насоса. Нагревательная плитка может стать причиной пожара, ожога тела рабочего персонала. Во избежание термической опасности нагревательный элемент помещен в металлический корпус и закреплен над глубоковакуумным насосом. Доступ к нагревательному элементу преграждает также корпус ускорителя, во избежание случайного прикосновения [14].

Электрический ток

При прикосновении к незащищенным частям электрооборудования, которое находится под напряжением или протекает ток, человек может подвергать себя и/или часть своего тела опасности. Чувствительным значением для организма является пропускание тока номиналом более 1 мА.

Самым неприятным является то, что человек не может органами чувств заблаговременно предчувствовать там или в ином месте наличие напряжения и тока. Поражение электрическим током приводит к повреждению наиболее важных органов: сердце и легкие, которые играют наиболее важные роли в жизнеобеспечении организма. Это является второй особенностью воздействия тока на организм человека. Токи промышленной частоты силой в 10-15 мА могут вызывать интенсивные и резкие мышечные судороги. Напряжение в силовых цепях вакуумных насосов (380 В, 50 Гц), прикосновение к ним влечет за собой

летальный исход. Высокое напряжение достигает в генераторе импульсных напряжений до 300 кВ, а в высоковольтном трансформаторе до 35-40 кВ, что в свою очередь является очень опасным параметром.

Важным параметром при поражении электрическим током является среда окружения (влажность, температура и т.д.). Также нужно отметить площадь соприкосновения с поражающим элементом тела человека.

Обеспечение безопасности установок при их нормальном режиме работы производится за счет применения следующих защитных мер:

- применением изоляции;
- недоступностью токоведущих элементов;
- применением низких напряжений;
- изоляцией элементов, в которых есть ток от земли [27].

Действие напряжения на организм человека несет за собой массу влияний. Электротравму человек может получить как при непосредственном контакте с токоведущими частями, так и при поражении напряжением прикосновения или шага, через электрическую дугу. При поражении человека электрическим током, могут быть отдельно или в совокупности: электрический шок, электрические знаки, электрические ожоги, электрометаллизация кожи (в т.ч. и электроофтальмия), клиническая смерть и летальный исход.

Для защиты от высокого напряжения предусмотрены блокировки включения высоковольтного трансформатора при открытой входной двери. Предлагаемыми средствами коллективной защиты от данного опасного фактора являются: информационные таблички, размыкатели и встроенная в генераторе система отключения при коротком замыкании, защитное заземление. В качестве средства индивидуальной защиты должны использоваться диэлектрические перчатки, штанги для снятия остаточного напряжения, и диэлектрические коврики [27].

Статическое электричество

Заряды статического электричества могут накапливаться на теле человека (при работе или контакте с наэлектризованными материалами и изделиями). Высокое поверхностное сопротивление тканей человека затрудняет стекание зарядов, и человек может длительное время находиться под высоким потенциалом. Основной опасностью при электризации различных материалов является возможность возникновения искрового разряда, как с диэлектрической наэлектризованной поверхности, так и с изолированного объекта [28].

Для предупреждения образования статического электричества на элементах металлических конструкций, применяются замкнутые контуры, создаваемые с помощью устанавливаемых между ними металлических заземленных перемычек. Для непрерывного снятия электростатических зарядов с человека используются электропроводящие полы, заземленные зоны, а также средства индивидуальной защиты в виде антистатических браслетов, перчаток, халатов, обуви с кожаной подошвой или подошвой из электропроводной резины.

5.2 Экологическая безопасность

Негативного влияния на селитебную зону не оказывается. Выбросы в атмосферу происходят только при наличии фильтров вытяжной системы в лаборатории. На гидросферу не оказывается никакого влияния, так как сброс идет с допустимыми концентрациями аммиака. Влияния на литосферу не происходит, если не брать в учет облучения земли, на которой на расстояние порядка 3 метров от ускорителя происходит облучение рентгеновскими лучами.

Для данной работы требуется искусственное освещение. Для искусственного освещения применяются люминесцентные лампы. Но существует угроза для охраны окружающей среды – утилизация ламп после истечения срока службы. Применяя люминесцентные лампы нужно верно смотреть на экологическую обстановку, связано это с утилизацией ламп. Так как в них содержится достаточное количество паров ртути (70 мг – ядовитая доза для живого

организма). В соответствии с этим отработанные лампы организованно сдаются, для дальнейшей утилизации, что обеспечивает экологическую безопасность.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных ЧС наиболее вероятным является возникновение пожара. Пожар может произойти вследствие перегрева электродов или проблем с изоляцией.

Для предотвращения возникновения пожара применяются следующие шаги: проверка персонала на предмет знаний пожарной безопасности, выполнение работ в соответствии с правилами, плановый осмотр установок.

Инструкция по пожарной безопасности на производственных участках лаборатории № 1 ИФВТ предусматривает основные противопожарные требования обязательные при проведении пожароопасных работ (окрасочные работы, сварка, резка болгаркой сверление отверстий, при наличии ГСМ или других легко воспламеняющихся веществ). Ответственность за обеспечение мер пожарной безопасности при проведении пожароопасных работ возлагается на руководителя подразделения, на территории которого проводятся работы. Требования инструкции являются обязательными для исполнения всеми сотрудниками. Лица, виновные в нарушении правил пожарной безопасности, несут дисциплинарную, административную или уголовную ответственность в соответствии с действующим законодательством.

Основные причины возникновения пожара:

- воспламенение используемых материалов в результате отказа системы охлаждения плазмохимического реактора;
- повышенное давление газа в корпусе ГИН;
- воспламенение изоляции электрических проводов, автотрансформаторов, трансформаторов, в результате длительного воздействия повышенной нагрузки, короткого замыкания или других причин.

Меры предупреждения возникновения пожара:

- перед началом технологического процесса необходимо проверить:

- исправность системы охлаждения
- правильность установки датчиков температуры;
- правильность подключения силовых разъемов питающих проводов;
- исправность системы заземления.
- во время технологического процесса каждые 30 минут производить осмотр рабочего оборудования, контроль температуры и остаточного давления в камере по соответствующим приборам [29].

Для защиты от повышенного давления газа в корпусе ГИН предусмотрен клапан аварийного сброса давления [30].

В случае перегрева необходимо:

- отключить питание установки;
- отключить систему регулирования температуры;
- устранить причину перегрева;
- устранить возникшие неисправности;

При невозможности устранить возникшие неисправности необходимо обесточить соответствующее электрооборудование и сообщить о происходящем руководителю лаборатории.

Запрещается:

- курить на рабочих местах и в местах хранения термопластов;
- выключать вентиляцию во время технологического процесса, т.е. протекание реакции в плазмохимическом реакторе;
- оставлять без присмотра включенное оборудование на производственных участках;
- использовать неисправное электрооборудование и приборы;
- хранить в помещениях производственных участков промасленную ветошь, легковоспламеняющиеся вещества и горючие жидкости [31].

Экспериментальная установка устойчива к возникновению пожара, т.к. в корпусе плазмохимического реактора встроена рубашка охлаждения, все

токоведущие части надежно изолированы и проверяются согласно плану. Если все же возникнет пожар, персонал будет действовать в следующем порядке:

- вызвать пожарный расчет
- отключить все электроустановки
- закрыть окна и двери, чтобы убрать сквозняк и доступ кислорода для горения
- воспользоваться первичными средствами пожаротушения (огнетушитель ВП, 1УК или П) или песком. При невозможности - начать эвакуацию [32].

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Привлечение трудящихся к работам в ночное время не производится, так как работа выступает как научно-исследовательская и неоплачиваемая. Практикуется применение спецодежды и СИЗ (маски, перчатки, каски и т.д.). Спецпитание и особое лечебно-профилактическое обслуживание отсутствует. Особенности обязательного социального страхования и пенсионного обслуживания стандартные. Набираемый на работу персонал не подразделяют по половому признаку, т.е. данного рода деятельностью могут заниматься и мужчины и женщины. Режим работы с 9:00 утра до 17:00 вечера, суббота и воскресенье являются выходными днями. Численность работающих на установке не более 5-ти человек [27].

К работе с электронным ускорителем не допускаются лица:

- не достигшие возраста 18 лет;
- не прошедшие медицинское освидетельствование и имеющие заболевания, препятствующих выполнению работ;
- не имеющие профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы;
- не прошедшие инструктаж и проверку знаний правил по электробезопасности, предъявляемых к соответствующей должности или профессии. Аттестация по ТБ должна проводиться не реже 1 раза в год, а инструктажи должны проводиться не реже 1 раза в 3 месяца. В производственных помещениях лаборатории

запрещается курить. Сотрудники, работающие на установке, несут ответственность за соблюдение требований безопасности и за правильную эксплуатацию установки. При любых аварийных и травма опасных ситуациях, неисправности оборудования дежурный по установке сообщает руководителю лаборатории. По окончании работ сотрудники должны привести в порядок рабочее место.

Персонал, обслуживающий установку, должен знать:

- правила устройства электроустановок;
- правила технической эксплуатации электроустановок;
- межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации установок;
- правила радиационной безопасности, инструкция № 53 - РБ.;
- правила по технике безопасности при проведении экспериментальных работ на ускорителе Астра-М с применением химических веществ;
- правила безопасной эксплуатации и устройства сосудов, которые находятся под давлением;
- инструкции по эксплуатации приборов установки;
- правила пользования защитными средствами;
- правила пожарной безопасности;
- правила работы с измерительной аппаратурой и приборами.

Заключение

В ходе выполнения работы выявили, что импульсный электронный ускоритель эффективно использовать в щелочных средах, так как наблюдается более эффективное снижение концентрации аммиака и ионов аммония в исследуемых растворах.

В процессе достижения поставленной цели настоящей работы были выполнены следующие задачи:

- освоена методика определения содержания в воде ионов аммония и аммиака фотоколориметрическим методом;
- отработаны мероприятия по снижению погрешностей (более точная калибровка используемого оборудования);
- обработаны результаты эксперимента, графически отражающие зависимость концентраций аммиака и ионов аммония от поглощенной дозы, при облучении водного раствора аммиака в стационарном режиме.

Список использованных источников:

- 1 Пикаев А. К. Дозиметрия в радиационной химии. – М.: Наука, 1975. – 312 с.
- 2 Чапель Л. В. Применение ускорителей электронов в радиационной химии. – М.: Атомиздат, 1975. – 152 с.
- 3 Рябчиков, Б. Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / Б. Е.Рябчиков. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 301 с.
- 4 Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fish.gov.ru/lawbase/Documents/Изданные/100020a.pdf> (дата обращения: 11.06.2013). – Загл. с экрана.
- 5 Верещинский И. В., Пикаев А. К. Введение в радиационную химию. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 407 с.
- 6 Пикаев А. К., Кабакчи С. А., Макаров И. Е. Импульсный радиоллиз и его применение. — М. : Атомиздат, 1980. — 279 с.
- 7 Иванова М. А., Кривоносов А.И. Фотоэлектроколориметрия. Методические указания к лабораторным работам. – М: МИИТ, 2007. – 20 с.
- 8 СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mhsts.ru/biblio/SNIPS/Sanpiny/2.1.4.1074-01/2.1.4.1074-01.htm> (дата обращения: 11.06.2016). – Загл. с экрана.

- 9 Петраш Е. П. Биологическая очистка сточных вод с использованием водной растительности. Дисс. к.т.н., Москва - 2005. – 242с.
- 10 Кайканов М. И. Исследование генерации импульсного электронного пучка в диоде с высоким импедансом. Дисс. к.ф.-м.н., Томск -2013, 48 стр.
- 11 Очистка и стерилизация промышленно-бытовых стоков импульсным электронным пучком наносекундной длительности, Ремнев Г.Е., Степанов А.В., Войно Д.А., Егоров И.С., Кайканов М.И., Маслов А.С., Меринова Л.Р., Попов А.В., Сярг Б.А., Шиян Л.Н., Тезисы докладов 8-ой международной конференции ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА. – 2011. – С. 326.
- 12 Выходное окно сильноточного ускорителя электронов «АСТРА» И.С. Егоров, М.И. Кайканов, Г.Е. Ремнев // Известия ТПУ 2013. Т. 322. № 2
- 13 [Электронный ресурс] URL: <http://www.clickpilot.ru/canaliz.php?wr=155>, Дата обращения: 15.09.2015
- 14 Приложение Л Форма задания для раздела Социальная ответственность, электронный ресурс. Режим доступа свободный. Ссылка <http://tpu.ru/f/>
- 15 Основы охраны труда. Гродно- 2009. Режим доступа свободный. Ссылка на сайт <http://www.bestreferat.ru/referat-132448.html>
- 16 ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
- 17 СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
- 18 СанПиН 2.2.4.548-96 Режим доступа свободный. Ссылка на сайт http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_333.html
- 19 СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 20 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
- 21 ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
- 22 СП 2.6.1–758–99. Нормы радиационной безопасности, НРБ–99

- 23 СП 52.13330.2011 *Естественное и искусственное освещение.*
- 24 ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
- 25 ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
- 26 ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 27 ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
- 28 ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
- 29 ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
- 30 Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10–115–96). – ПИООБТ, 1996. – 156 с.
- 31 Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
- 32 Технические требования, санитарные и гигиенические нормативы. ГОСТ 3203 – 68.
- 33 ГОСТ 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.
- 34 ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

Приложение А

(справочное)

Методика определения аммиака и ионов аммония (суммарно) с реактивом

Несслера ГОСТ 4192-82 (0,05 – 3,0 мг/л)

Реактив Несслера K_2HgJ_4 реагирует с аммиаком, образуя красно-бурое соединение в коллоидной форме, имеющее эмпирическую формулу K_2HgJ_4 .

При низкой концентрации аммиака получается коллоидный раствор, пригодный для колориметрирования. Нижний предел определения 0,05 мг NH_4^+ в 1 л. Без разбавления можно определить не более 4 мг/л NH_4^+ .

Мешающее влияние:

1. Мешающее влияние аминов, хлораминов, ацетона, альдегидов, спиртов – удаляют, проводя определение с предварительной отгонкой аммиака.
2. Мешающее влияние остаточного хлора – в количестве более 0,5 мг/л добавляют эквивалентное количество 0,01 н раствора серноватистокислого натрия (определяется в отдельной пропорции воды по ГОСТ 18190-72).
3. Мешающее влияние жесткости – добавлением раствора винно-кислого калия натрия.
4. Взвешенные вещества, окраска раствора, ионы магния, железа, сульфида – подвергаются коагуляции гидроокисью алюминия: к 250 ÷ 300 мл пробы +2-5 мл суспензии гидроокиси алюминия, перемешивают, после осветления отбирают прозрачный слой для анализа. При необходимости воду с коагулянтном фильтруют. При фильтровании пробы первую порцию фильтрата отбрасывают.

Реактивы:

- 1) Вода безаммиачная – 1л дистиллированной воды упаривают до уменьшения объема ≈ на 30%.
- 2) Реактив Несслера – продажный реактив.

3) Тартрат натрия-калия(натрий-калий вино-кислый, сегнетова соль) – 50% раствор: 50г $KNaC_4H_4O_6 \times 4H_2O$, взвешенного с погрешностью не более 0,5 г растворяют в 0,1 л безаммиачной воды. Прибавляют 0,2-0,5 мл раствора Несслера. После осветления раствор можно применять.

4) Гидроокись алюминия, суспензия – 125 галюмокалиевых квасцов $AlK(SO_4)_3 \times 12H_2O$, взвешенных с погрешностью не более 0,5 г растворяют в 1 л дистиллированной воды, нагревают до 60°C и постепенно прибавляют 0,2-0,5 мл раствора Несслера. После отстаивания осадок переносят в большой стакан и промывают декантацией сначала дистиллированной водой, затем безаммиачной, до отсутствия реакции на аммиак.

Ход анализа:

В колбу на 50 мл отбирают 5 мл исследуемой пробы + 1 мл тартрата калия-натрия + небольшое количество дистиллята для реагирования компонентов → перемешивают + 1 мл реактива Несслера → объем окрашенной пробы доводят дистиллятом

водой до риски → постоять 10 минут → колориметрируют при $\lambda = 400$ нм, $l = 2$ см (КФК – 3).

Расчет:

$$C = \frac{D - D_0}{\sum} \cdot \frac{V_k}{V_p} \cdot 14000$$

C - концентрация аммиака и ионов аммония по азоту, мг/л;

D, D_0 - оптическая плотность пробы и холостой пробы соответственно;

$\sum$ - коэффициент экстинкции, л/(моль*см)⁻¹;

V_k - объем, до которого доводится проба перед колориметрированием, мл;

V_p - объем пробы взятой для анализа, мл;

14000 - молекулярный вес азота, мг/моль.