

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии
Кафедра – Химической технологии топлива и химической кибернетики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование температурной стойкости и окисляемости смазочно-охлаждающих жидкостей

УДК 621.895:536.5.001.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К21	Власенко Юлия Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ХТТ и ХК	Кривцова Н.И.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Сечина А.А.	к.х.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры экологии и БЖД	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ХТТ и ХК	Юрьев Е.М.	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять глубокие, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,3,14,17,18,27 ОК-1,3), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Ставить и решать инновационные задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с учетом минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.	Требования ФГОС (ПК-6,12,13 ОК-2), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P3	Разрабатывать новые технологические процессы на основе математического моделирования, проектировать и использовать энерго-и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-8,11,19-25 ОК-4), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энерго- и ресурсосбережения	Требования ФГОС (4,5,7,8,9 ОК-4), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P5	Внедрять и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-2,9,10,15,16, ОК-4,5), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P6	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,3), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P7	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-2,4), Критерий 5 АИОР (2.6)
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-3), Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P9	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-4,5), Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», специализация «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
Кафедра химической технологии топлива и химической кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

Студенту:

Группа	ФИО
2К21	Власенко Юлия Александровна

Тема работы:

Исследования температурной стойкости и окисляемости смазочно-охлаждающих жидкостей

Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.02.2016 г. № 1631/с
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(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.).</i>	Образцы смазочно-охлаждающих жидкостей, применяемых для сверления глубоких отверстий следующих марок: <ol style="list-style-type: none">1. Garia 601 M-22 фирмы Houghton Deutschland (Германия).2. МР-3 фирмы ЗАО НПО «Промэкология» (Россия, Омск) по ТУ 0258-082-23763315-2010.3. МР-7 фирмы ЗАО НПО «Промэкология» (Россия, Омск) по ОСТ 38.01445-88 с изм. №1.
--	---

<p>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></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Классификация смазочно-охлаждающих жидкостей и присадок. 2) Область использования смазочно-охлаждающих жидкостей. 3) Физико-химические свойства смазочно-охлаждающих жидкостей. 4) Определение температурной стойкости и окисляемости смазочно-охлаждающих жидкостей 5) Описание объекта и методов исследования. 6) Обработка экспериментальных данных 7) Исследование процесса окисления и температурной деструкции смазочно-охлаждающих жидкостей 8) Обсуждение результатов 9) Заключение (выводы)
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Результаты исследования термоокислительной стабильности смазочно-охлаждающих жидкостей</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Сечина А.А., доцент кафедры менеджмента</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ахмеджанов Р.Р., профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</p>

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные теоретические положения 1.1 Классификация СОЖ и присадок. 1.2 Область использования СОЖ. 1.3 Свойства масляных СОЖ и методы их оценки. 1.4 Физико-химические свойства СОЖ. 1.5 Краткие сведения о важнейших физико-химических свойствах масляных СОЖ

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент кафедры ХТТ и ХК</p>	<p>Кривцова Н.И.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2К21</p>	<p>Власенко Юлия Александровна</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2К21	Власенко Юлия Александровна

Институт	ИПР	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая кибернетика

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>1.1. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>1.2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>1.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>

Перечень графического материала:

<i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
<i>2. График проведения и бюджет НИ</i>
<i>3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.05.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Сечина А.А.	к.х.н, доцент		05.05.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К21	Власенко Юлия Александровна		05.05.2016

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2К21	Власенко Юлия Александровна

Институт	ИПР	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая кибернетика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><i>Объект исследования - образцы смазочно – охлаждающих жидкостей</i></p> <p><i>Рабочая зона – химическая лаборатория</i></p> <p><i>Область применения - металлургия</i></p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>1.1. <i>Выявление вредных факторов в химической лаборатории (при проведении научного исследования):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>вредные вещества, освещение, производственный шум, микроклимат;</i> - <i>физико-химическая природа вредности веществ и их связь с разрабатываемой темой;</i> - <i>действие вредных веществ на организм (масла минеральные нефтяные, пропан-2-он, этанол);</i> - <i>предлагаемые средства защиты для работы в химической лаборатории:</i> <p><i>1. коллективная защита - работа под вытяжным шкафом;</i></p> <p><i>2. индивидуальные средства защиты - одноразовые перчатки, халат.</i></p> <p>1.2. <i>Выявление опасных факторов при разработке и эксплуатации научного исследования:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>электробезопасность (наличие химически активной и органической среды, разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования);</i> - <i>пожаровзрывоопасность (наличие легковоспламеняющихся жидкостей);</i>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); 	<p>1.3. <i>Экологическая безопасность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>вредные вещества, которые выделяются или используются вовремя эксперимента;</i> - <i>предотвращение химического загрязнения</i>

<ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>водотоков в результате удаления органических отходов в канализационную сеть;</i></p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>1.4. Безопасность в ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при проведении эксперимента- возгорание, выброс, разрушение; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий: <ol style="list-style-type: none"> 1. использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла 2. в случае стихийных бедствий отключение воды и электричества 3. организационная эвакуация работающих;
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1.5. Правовое обеспечение и организационные мероприятия</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 31.12.2014) - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: технический перерыв, проветривание, полная изоляция от производственных источников шума и вибрации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.05.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры экологии и БЖД	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н., профессор		05.05.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К21	Власенко Юлия Александровна		05.05.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа 82 с., 15 рис., 19 табл., 26 источников.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, присадки, окисляемость, кислотное число, испаряемость.

Объектом исследования являются 3 образца смазочно-охлаждающих жидкостей различных марок.

Цель работы – исследование изменения свойств смазочно-охлаждающих жидкостей различной базовой основы при протекании процессов окисления и температурной деструкции.

В процессе исследования проводились термостатирование и химико-аналитические испытания образцов, и дальнейший анализ полученных результатов.

В результате исследования были представлены выводы по результатам анализа образцов смазочно-охлаждающих жидкостей.

Область применения: металлургия.

В будущем планируется проведение дополнительных исследований по предмету с целью углубления анализа и повышения эффективности использования смазочно-охлаждающих жидкостей.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	12
1.ОСНОВНЫЕ ТЕОРИТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	14
1.2.Классификация смазочно-охлаждающих жидкостей и присадок	15
1.3.Область использования смазочно-охлаждающих жидкостей	16
1.4.Свойства смазочно-охлаждающих жидкостей и методы их оценки	17
1.4.1 Физико-химические свойства смазочно-охлаждающих жидкостей	17
1.4.2 Краткие сведения о важнейших физико-химических свойствах смазочно-охлаждающих жидкостей	18
1.5.Проблемы, возникающие в процессе эксплуатации свойства смазочно-охлаждающих жидкостей	28
1.5.1 Старение смазочно-охлаждающих жидкостей	28
2.ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1 Основные характеристики исследуемых смазочно-охлаждающих жидкостей	31
2.2 Методы исследования и средства измерения	32
2.2.1 Описание технического средства для термостатирования образцов	33
2.2.2 Определение содержания серы	33
2.2.3 Методика определения плотности и вязкости образцов	33
2.2.4 Расчет индекса вязкости	35
2.2.5 Определение кислотного числа	35
3.ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	37
3.1. Исследование изменения свойств смазочно-охлаждающих жидкостей при протекании процессов окисления и температурной деструкции	37
3.2. Исследование влияния металлической стружки на изменение свойств смазочно-охлаждающих жидкостей при протекании процессов окисления и температурной деструкции	43
4.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	49
4.1 Предпроектный анализ	49
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	49

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	50
4.2 Разработка графика проведения научного исследования	53
4.3 Календарный план-график в виде диаграммы Ганта	54
4.4 Определение плановой себестоимости проведения НИР	15
4.4.1. Состав затрат, включаемых в себестоимость НИР	56
4.4.2. Формирование и расчёт затрат, включаемых в себестоимость	56
4.4.2.1. Затраты на материалы	56
4.4.2.2 Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИОКР	56
4.4.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	58
4.4.3 Накладные расходы	60
4.4.4. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта	62
4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	62
5.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	65
5.1 Анализ вредных факторов	66
5.1.1 Вредные вещества	66
5.1.2 Производственные метеоусловия	67
5.1.3 Шум на рабочем месте	69
5.1.4 Производственное освещение	70
5.2 Анализ опасных факторов	71
5.2.1 Электробезопасность	71
5.2.2 Пожарная безопасность	72
5.3 Экологическая безопасность	73
5.4 Безопасность в ЧС	73
5.5 Правовое обеспечение и организационные мероприятия	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	79

ВВЕДЕНИЕ

При сверлении глубоких отверстий применяют масляные смазочно-охлаждающие жидкости, которые под действием высоких температур и в присутствии кислорода воздуха окисляются. В результате чего изменяются их цвет, вязкость, кислотное число и др. параметры, что приводит к сокращению срока эксплуатации жидкости. Заводы – изготовители устанавливают предельное состояние масел, однако это не обеспечивает эффективность их использования, так как не учитывает индивидуальных условий и режимов эксплуатации, технического состояния оборудования и системы доливов. Эту проблему можно решать, организовав контроль текущего состояния смазочно-охлаждающих жидкостей, системы фильтрации с помощью экспрессивных средств измерения и установления предельных значений. Основными функциями масел являются снижение коэффициента трения, поглощение теплоты, выделяемой при трении, и удаление частиц износа.

Качество масел определяется комплексом эксплуатационных свойств, к которым относятся моюще-диспергирующие, антиокислительные, противоизносные, антикоррозионные и вязкостно-температурные. Улучшение этих свойств обеспечивается введением комплекта полярно-активных присадок, повышающих температурные пределы работоспособности, так как масла нефтяного происхождения работоспособны до температуры ≈ 200 °С.

Действие процессов окисления на свойства масел оценивается стандартами методами, позволяющими определять термоокислительную стабильность по изменению вязкости, кислотности, оптических свойств, коррозионной активности, количества отложений, летучести и др. показателей. Однако влияние этих показателей на противоизносные свойства окисленных масел изучено недостаточно. Процессы окисления и температурной деструкции протекают одновременно, но с различной интенсивностью.

Актуальность работы. Процессы, протекающие в ходе сверления глубоких отверстий, определяются механическими, термоокислительными,

температурными и химическими воздействиями. Смазочный материал как элемент этой системы оказывает существенное влияние на её надежность. В связи с тем, что эти процессы протекают одновременно, то исследование раздельного влияния продуктов окисления и температурной деструкции на противоизносные свойства является актуальной задачей, решение которой позволит разработать ряд мероприятий по снижению скорости окисления и повышению температуры начала деструкции базовой основы и присадок.

Объект исследования. Смазочно-охлаждающие жидкости трех марок.

Предмет исследования. Свойства смазочно-охлаждающих жидкостей и их изменение при протекании процессов окисления и температурной деструкции.

Задачи исследования. Исследовать изменения свойств смазочно-охлаждающих жидкостей различной базовой основы при протекании процессов окисления и температурной деструкции. Выполнить анализ состояния масел с применением диагностических средств контроля и использованием в комплексной методике.

Цель исследования. Исследование изменения свойств смазочно-охлаждающих жидкостей различной базовой основы при протекании процессов окисления и температурной деструкции.

Научная новизна результатов, полученных лично автором. Методика контроля процессов окисления и температурной деструкции позволяет оценивать противоизносные свойства моторных масел, предварительно окисленных при температуре 95 °С и термостатированных в приближенных к реальности условиях (при наличии металлической стружки).

Практическая значимость работы. На базе теоретических и экспериментальных исследований разработаны практические рекомендации, включающие технологии контроля: влияния продуктов окисления и температурной деструкции на противоизносные свойства масел; доминирующего влияния продуктов окисления и температурной деструкции на противоизносные свойства.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Смазочно-охлаждающие жидкости (общепринятое сокращение — СОЖ) – смазочные жидкости для металлообработки, являющиеся технологическими вспомогательными веществами, которые, с одной стороны, сводят к минимуму износ инструмента и, с другой стороны, обеспечивают требуемое качество обрабатываемой поверхности. К СОЖ относятся многокомпонентные вещества, которые предназначены в основном для уменьшения силы трения, охлаждения и смазки инструментов, узлов и отдельных деталей, увеличения срока службы различных механизмов.

Смазочно-охлаждающие жидкости выполняют ряд функций, которые призваны значительно усовершенствовать процесс обработки металлов [1]:

- СОЖ удаляет стружку, грязь, пыль и другие загрязнения с места контакта инструмента и металла, что препятствует нарушению структуры металла под воздействием высоких температур;

- диспергирование обрабатываемых металлов, в результате данной операции их поверхность разрушается, поэтому на выполнение работ затрачивается меньше энергии;

- смазывание поверхностей, которое происходит в зоне контакта заготовки и инструмента, за счет чего оборудование уже не испытывает столь высоких нагрузок и возрастает срок его эксплуатации;

- охлаждающая функция.

Качество масел определяется комплексом эксплуатационных свойств, к которым относятся моюще-диспергирующие, антиокислительные, противоизносные, антикоррозионные и вязкостно-температурные. Улучшение этих свойств обеспечивается введением комплекта полярно-активных присадок, повышающих температурные пределы работоспособности, так как масла нефтяного происхождения работоспособны до температуры ≈ 200 °С. Однако их температурная стойкость не указывается ни в одном сертификате качества нефтепродукта.

Действие процессов окисления на свойства масел оценивается стандартами и различными инструментальными методами, позволяющими оценить термоокислительную стабильность по изменению вязкости, кислотности, оптических свойств, коррозионной активности, количества отложений, летучести и др. показателей. При исследовании термоокислительной стабильности и температурной стойкости выявлено, что происходит накопление продуктов окисления или температурной деструкции, которые оказывают основное влияние на эксплуатационные и противоизносные свойства масел. Процессы окисления и температурной деструкции протекают одновременно, но с различной интенсивностью.

1.2 Классификация СОЖ и присадок

Единой нормативно-технической документации на базовые масла не существует [2, 3]. Однако существует основная классификация базовых масел, производимая по вязкости, их условно разделяют на маловязкие (3–4 сСт), средневязкие (4–6 сСт) и вязкие (8–9 сСт и выше при $T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$). На отдельные типы масел разработаны и действуют технические условия. Нефтеперерабатывающие заводы России базовые масла выпускают по внутризаводским стандартам или техническим условиям.

Смазочно-охлаждающие жидкости подразделяются на три типа в зависимости от их состава[4]:

- безводные (на основе различных минеральных масел) — эти жидкости содержат не разбавленные водой минеральные масла и специальные присадки, необходимые для получения более высоких эксплуатационных свойств. Такие СОЖ способствуют снижению образования накипи, повышению коррозионной стойкости обрабатываемого материала, а также используемых деталей и инструмента;

- на основе нефтепродуктов (газойль, керосин и пр.) — в нефтепродукты добавляют специальные поверхностно-активные компоненты или смесь из нескольких видов нефтяных масел для улучшения технологических

характеристик. Применяются в основном при абразивной обработке металлов, что способствует уменьшению износа механизмов и инструмента;

- эмульсолы (смесь масел и эмульгатора) — самый распространенный вид СОЖ, применяемый преимущественно в металлообработке. Такие жидкости при соответствии нормативам ГОСТ или ТУ имеют высокие качественные показатели, они удобны в эксплуатации, безопасны для человека и окружающей среды.

Большую роль на характеристики смазочно-охлаждающих жидкостей также оказывают присадки, поэтому следует выделить и их основные виды:

- антикоррозийные присадки, предназначенные для защиты поверхности металлов во время их обработки под воздействием экстремальных нагрузок;

- противоизносные присадки позволяют уменьшить износ и старение инструментов, а также отдельных деталей и узлов станков при тяжелых условиях эксплуатации, тем самым продлевая срок службы оборудования;

- противозадирные присадки предотвращают повреждение поверхностей инструмента во время обработки металлов;

- антитуманные присадки противодействуют появлению тумана от масляных СОЖ, который негативно сказывается на работе станков и вызывает заболевания дыхательной системы работающих;

- антипенные присадки продлевают срок службы самих смазочно-охлаждающих жидкостей, оберегая их от образования пены, губительно влияющей на свойства СОЖ.

1.3 Область использования СОЖ

В большинстве случаев СОЖ используются с целью обеспечения бесперебойного рабочего процесса, уменьшения износа оборудования, снижения количества отходов в производстве. Они незаменимы при обработке различных материалов (чаще металлов).

Применяются смазочно-охлаждающие жидкости и в других областях. С их помощью работают [5]:

- двигатели внутреннего сгорания;
- промышленные теплообменники;
- радиоэлектронная аппаратура;
- системы отопления;
- различные установки, функционирующие при отрицательных температурах.

В связи с этим, основными требованиями, предъявляемыми к смазочно-охлаждающим жидкостям и их эксплуатационным свойствам, являются:

- высокие моющие и диспергирующе-стабилизирующие свойства;
- высокая термическая и термоокислительная стабильность;
- высокие противоизносные свойства;
- отсутствие коррозионного воздействия на детали оборудования;
- устойчивость к процессу старения;
- пологость вязкостно-температурной характеристики;
- совместимость с материалами уплотнений;
- стабильность при хранении и транспортировке;
- малая склонность к пенообразованию при любых температурах;
- малая летучесть и низкий расход на угар.

1.4 Свойства масляных СОЖ и методы их оценки

Свойства масляных СОЖ условно разделяют на пять групп: физико-химические и функциональные свойства, химическая активность, эксплуатационные и экологические свойства.

1.4.1 Физико-химические свойства СОЖ

Физико-химические свойства СОЖ характеризуют такие показатели как плотность, вязкость, теплоемкость, стабильность, цвет и запах и др. Химические свойства характеризует коррозионное воздействие на металлы, окисляемость, растворимость и др.

Физико-химические свойства разделяются на три группы [6]:

- которые не изменяются в процессе хранения, транспортирования и эксплуатации (плотность, вязкость, температура вспышки, содержание активных элементов, температура застывания, и др.);
- которые изменяются в процессе хранения, транспортирования и эксплуатации (кислотное число, запах, цвет, коррозионное воздействие на металлы и др.);
- свойства, контролирующие чистоту продукта, такие как внешний вид, содержание воды и механических примесей, запах.

1.4.2 Краткие сведения о важнейших физико-химических свойствах масляных СОЖ

Внешний вид

Внешний вид является одним из важнейших источников информации о состоянии продукта. Он характеризует консистенцию, однородность, цвет и прозрачность СОЖ. Обычно, СОЖ представляет собой прозрачную маслянистую жидкость от светло-желтого до темно-коричневого цвета.

При эксплуатации под влиянием процессов окисления и загрязнений СОЖ темнеет, теряет прозрачность, а иногда и однородность [7]. Темный цвет СОЖ и ее неоднородность недопустимы. Быстрое и сильное потемнение жидкости указывает на её перегрев, окисление и загрязнение.

Внешний вид определяют визуально. Для этого ее наливают в цилиндр объемом 50 или 100 мл и оценивают в проходящем свете.

Запах

Запах может характеризовать изменение качества в процессе эксплуатации СОЖ и зависит от компонентного состава. Масляные СОЖ практически все имеют специфический запах нефтяного масла, который является основой. При применении СОЖ загрязняется, смешивается с другими смазочными материалами и поражается микроорганизмами. В результате ее запах изменяется. СОЖ с устойчивым неприятным запахом даже при высоких основных эксплуатационных свойствах (способности продлевать срок службы

инструмента и улучшать качество обрабатываемых изделий) неприемлема для применения и должна быть заменена. Определяют запах СОЖ органолептически.

Плотность

Плотность СОЖ характеризуется отношением ее массы к объему и выражается в кг/м³. Плотности всех масляных СОЖ для обработки металлов резанием укладываются в пределы от 850 до 1020 кг/м³.

По значению плотности СОЖ можно определить химическую природу нефтяного масла, используемого в качестве основы жидкости. Из трех основных групп углеводородов (с примерно одинаковой молекулярной массой), имеющих в нефтяном масле, наибольшей плотностью обладают ароматические углеводороды, самой меньшей – парафиновые. Нафтеновые углеводороды занимают промежуточное значение. Смолы и асфальтены имеют плотность обычно больше 1000 кг/м³.

Плотность имеет важное значение при расчете массы СОЖ. По плотности можно в ряде случаев также сделать предварительный вывод о том, какова вязкость СОЖ (низкая или высокая).

Определение плотности производят ареометром (нефтеден-симетром), взвешиванием или пикнометром.

Вязкость

Вязкость – одно из важнейших свойств масляных смазочно-охлаждающих жидкостей, характеризующих внутреннее трение в жидкости, которое возникает между ее молекулами при их перемещении относительно друг друга под влиянием внешней силы. Существует три вида вязкости: динамическая, кинематическая и условная.

Динамическая вязкость представляет собой силу сопротивления перемещению двух слоев жидкости относительно друг друга площадью 1 см², находящихся друг от друга на расстоянии 1 см и перемещающихся со скоростью 1 см/с. Единицей динамической вязкости является, пуаз, которая равна 1 дин-с/см².

Кинематической вязкостью или коэффициентом внутреннего трения называется отношение динамической вязкости к плотности жидкости при той же температуре.

Условной вязкостью – это отношение времени истечения 200 мл испытуемой жидкости из вискозиметра типа ВУ при заданной температуре ко времени истечения того же количества дистиллированной воды при температуре 20 °С, которое является постоянной прибора (водным числом). Условная вязкость выражается в условных градусах.

Для перевода одних единиц вязкости в другие существуют формулы, таблицы и графики.

Величина вязкости масляных СОЖ выражается в единицах кинематической вязкости.

Кинематическая вязкость СОЖ определяется с помощью капиллярных стеклянных вискозиметров.

Чем меньше меняет СОЖ свою вязкость при изменениях температуры, тем выше она по качеству. Изменение вязкости нефтяных масел с изменением температуры принято характеризовать индексом вязкости (ИВ). Для определения ИВ необходимо сравнивать вязкости исследуемого масла при температурах 40 °С и 100 °С с вязкостью двух эталонных масел с известными индексами вязкости. У масел с высоким ИВ (более 100) при изменении температуры вязкость подвержена относительно небольшим изменениям; у масел, имеющих низкий ИВ (менее 60) – значительным. ИВ современных масляных СОЖ часто превышает 100. ИВ зависит от химического состава нефтяного масла, природы и концентрации присадок, входящих в состав СОЖ.

Высокое значение ИВ позволяет сохранять вязкость, достаточную для обеспечения надежной смазки горячих соприкасающихся поверхностей инструмента. При низких температурах вязкость у СОЖ с высоким ИВ будет не настолько высокой, чтобы оказывать сопротивление при прокачке по каналам системы СОЖ. Однако ИВ не полностью характеризует вязкостно-температурные свойства при низких температурах. Поэтому для зимних

условий приходится определять вязкость масляных СОЖ при минусовых температурах.

Масляные СОЖ, имеющие высокие вязкость и индекс вязкости, обеспечивают лучшее смазывающее действие. В то же время высокая вязкость СОЖ ухудшает охлаждающее и моеющее действия, препятствует быстрому осаждению шлама из жидкости при ее отстаивании и очистке. Поэтому все это необходимо учитывать при выборе оптимальной вязкости смазочно-охлаждающей жидкости.

Температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения

Масляные СОЖ являются огнеопасными веществами. При определенных условиях они могут загораться при соприкосновении пламенем, а также самопроизвольно.

Если нефтепродукт нагреть, то наступит момент, когда его пары образуют с воздухом смесь, воспламеняющуюся при поднесении пламени. Температурой вспышки называется температура, при которой происходит воспламенение паров.

Температура вспышки косвенно является характеристикой испаряемости СОЖ. Чем ниже температура вспышки, тем больше ее испаряемость. Температура вспышки, если известна вязкость, позволяет судить о фракционном составе нефтяной основы СОЖ, о преимущественном наличии в ней отдельных групп углеводородов. Температура кипения, а следовательно, и температура вспышки жидкости при данной вязкости выше всего у парафиновых углеводородов, затем идут нафтеновые и ароматические углеводороды.

Для определения температуры вспышки используют два типа приборов: открытый (Маркуссона, Бренкена) и закрытый (Мартенс-Пенского). В приборе открытого типа температура вспышки всегда бывает на 20—30 °С выше, чем в закрытом, за счет рассеивания части паров.

Температурой воспламенения называется та температура, при которой вспыхивает сама жидкость, не только пары. Температура самовоспламенения –

та температура, при которой СОЖ загорается без источника пламени, произвольно. Для каждой СОЖ существует нижний и верхний пределы воспламенения, определяемые наименьшим и наибольшим содержанием паров ее в смеси с воздухом, при котором происходит вспышка.

Температура застывания

Температура, при которой подвижность СОЖ снижена окончательно, называется температурой застывания. Температура застывания также является важным свойством СОЖ. Если СОЖ имеет высокую температуру застывания, например плюс 10 °С, то она малопригодна для применения не только в зимнее время, но и во многих районах страны в летний период. Застывшая СОЖ представляет собой мазеобразную массу, сходную по консистенции с вазелином.

Температура застывания масляных СОЖ не превышает минус 10 °С и ее величину определяет химическая природа масла и присадок, входящих в состав СОЖ. Для снижения температуры застывания применяются специальные присадки, называемые депрессаторами.

Существующий метод определения температуры застывания СОЖ простой, но не отличается совершенством. Пробу продукта наливают в стандартную пробирку, которую помещают вертикально в охлаждающую смесь, имеющую определенную температуру, на 5 мин. По истечении указанного времени пробирку помещают в охлаждающую смесь на 1 мин и наклоняют под углом 45°. Затем пробирку вынимают и наклоняют. Если уровень СОЖ не сместился, то данную температуру считают температурой застывания.

Окисляемость

Окисляемость тесно связана со многими свойствами СОЖ. От нее в значительной степени зависит качество СОЖ. При вступлении в реакции с кислородом воздуха, молекулы химических веществ способствуют «старению» СОЖ, т е постепенному разрушению. Это ведет в образованию новых соединений - гидропероксидов, пероксидов, кислот, спиртов, смол и т. д.

Продукты окисления, накапливаясь в жидкости, внешний вид, изменяют ее цвет, эксплуатационные и другие свойства. СОЖ приобретает более темный цвет, у нее увеличивается вязкость и возрастает кислотное число. Часть продуктов окисления растворяется в СОЖ, а часть нерастворима и выпадает из нее в виде осадка. Окисление СОЖ приводит к повышению ее токсичности.

Окисляемость масляных СОЖ зависит от многих факторов, таких как время и температура эксплуатации, химическая природа нефтяного масла, а также наличие веществ, которые ускоряют или замедляют процесс окисления.

Устойчивость углеводородов к окислению, входящих в состав нефтяного масла, различна. Наиболее стойкими к окислению являются парафиновые углеводороды, наименее - нафтеновые. Продуктами окисления нафтеновых углеводородов являются преимущественно кислоты и гидроксикислоты. Ароматические углеводороды менее склонны к окислению, чем нафтеновые. Они в смеси с нафтеновыми углеводородами могут увеличивать стойкость последних к окислению [8].

Уже при хранении СОЖ (при невысоких температурах) наблюдается окисление, что подтверждается потемнением и увеличением кислотности жидкости. В данном случае, окисление происходит за счет кислорода, растворенного в СОЖ. В процессе эксплуатации температура жидкости в емкостях системы охлаждения достигает 60°C. В этих условиях окисление продукта может протекать достаточно заметно. Особенно интенсивно окисляется СОЖ в зоне резания, где имеют место высокие температуры и давления. Свидетельством этому могут служить лакообразные отложения и нагар на нагретых до высоких температур поверхностях обрабатываемого изделия и стружки.

О катализирующем влиянии металлов на процесс окисления масел известно давно. Такие металлы, как, например, медь, свинец, марганец, хром, наиболее активно ускоряют окислительный процесс. При окислении нефтяных масел в присутствии парных катализаторов (железо – медь) процесс идет более интенсивно, чем при использовании тех же катализаторов в отдельности.

Окисление масел ускоряют также органические соли металлов. Ускорению процессов окисления масляных СОЖ способствуют влага, различные примеси, солнечные лучи, электрические поля и облучение УФ-лучами.

Для повышения устойчивости СОЖ к окислению в процессе хранения и эксплуатации к ним добавляют антиокислительные присадки (ингибиторы окисления).

Стабильность СОЖ против окисления характеризуется изменением во время ее окисления кислотного числа, числа омыления и вязкости, содержанием нерастворимого осадка и другими показателями. При определении стабильности используются приборы различных конструкций.

Кислотное число

Кислотное число характеризует количество содержащихся в СОЖ свободных органических кислот и других кислых соединений в пересчете на количество КОН, нейтрализующее их. За кислотное число принимают количество едкого кали в миллиграммах, израсходованного на нейтрализацию кислых соединений, содержащихся в 1 г анализируемого продукта.

По величине кислотного числа можно ориентировочно судить, насколько состарилась СОЖ в процессе эксплуатации или хранения. В то же время кислотное число характеризует состав жидкости, так как добавляемые присадки повышают ее общую кислотность.

Определяется кислотное число СОЖ потенциметрическим или объемным титрованием раствором едкого кали навески продукта, растворенного в спиртобензольной смеси.

Щелочное число

Как уже указывалось выше, в процессе окисления в масляных СОЖ образуются кислые продукты. С целью нейтрализации кислых продуктов в состав некоторых СОЖ вводят щелочные моющие присадки. Наиболее часто для этой цели используются зольные моющие присадки, имеющие большой запас щелочности. Контроль содержания щелочных присадок в композициях СОЖ осуществляется оценкой щелочного числа.

За щелочное число (щелочность или щелочное число) принимают количество едкого кали в миллиграммах, эквивалентное количеству соляной кислоты, израсходованной на нейтрализацию всех щелочных соединений, содержащихся в 1 г анализируемого продукта. Сущность метода определения щелочного числа заключается в растворении навески СОЖ в растворителе с последующим потенциометрическим титрованием полученного раствора соляной кислотой.

Число омыления

Числом омыления называется количество миллиграммов КОН, необходимое для омыления всех свободных и связанных органических кислот, содержащихся в 1 г исследуемого продукта. Так как композиции масляных СОЖ могут содержать в своих составах растительные и животные жиры, жирные кислоты и их сложные эфиры, то число омыления кроме старения жидкости косвенно характеризует и ее состав.

Метод определения числа омыления заключается в растворении навески масла в спиртовом растворе КОН, кипячении полученного раствора с последующим титрованием раствором соляной кислоты непрореагировавшей щелочи.

Содержание хлора, серы и фосфора

Наиболее распространенные противоизносные и противозадирные присадками, улучшающими смазывающие свойства масляных СОЖ, это органические соединения, в состав которых входят сера, хлор или фосфор, либо два - три активных элемента одновременно. Наличие в СОЖ указанных присадок характеризуется содержанием активных элементов.

Содержание воды

Масляные СОЖ обладают гигроскопичностью, которая зависит от температуры жидкости и окружающей воздушной среды. При 20 °С в масляных СОЖ растворяется примерно 0,003% (масс.) воды. С изменением температуры воздуха и температуры СОЖ может происходить конденсация водяных паров, находящихся в воздухе. В результате влага попадает в СОЖ. Кроме того, в

СОЖ в зависимости от ее температуры всегда есть небольшое количество растворенного воздуха, содержащего влагу. В небольших количествах вода в СОЖ может находиться и в виде эмульсии.

Большое содержание воды в СОЖ вызывает коррозию деталей и износ режущего инструмента. Вода при производстве или регенерации смазочно-охлаждающих жидкостей может способствовать пенообразованию или выброс жидкости при нагреве в отстойниках до температуры.

Качественное определение наличия воды в СОЖ производят по методу "потрескивания". Для этого в чистую сухую пробирку наливают СОЖ (3А объема пробирки). Пробирку закрывают пробкой с отверстием, куда вставляют термометр так, чтобы он не касался стенок пробирки, а его шарик находился на расстоянии 20—30 мм от дна пробирки (удобнее пользоваться пробиркой диаметром 8 мм). Пробирку с помощью держателя помещают в химический стакан с нагретым до $170 \pm 5^\circ\text{C}$ глицерином. За СОЖ в пробирке наблюдают до тех пор, пока ее температура не достигнет 150°C . В случае присутствия влаги СОЖ в верхнем слое пенится и слышится треск. Наличие воды считается установленным, если слышится явственный треск не менее двух раз. Треск масла похож на треск разрываемой ткани.

Количественное определение содержания воды в СОЖ производят путем ее отгонки по способу Дина и Старка. Способ заключается в растворении навески испытуемого продукта в растворителе и отгонке воды вместе с растворителем. Испарившиеся частицы воды конденсируются в холодильнике и собираются в приемнике-ловушке. Количество воды в ловушке меньше 0,03 мм считается следами.

Содержание механических примесей

В процессе эксплуатации СОЖ происходит интенсивное окисление углеводородов, в результате чего в них накапливаются кислоты, смолисто – асфальтеновые вещества, различные соли, а также металлическая пыль, песок и стружка.

Механические примеси влияют отрицательно почти на все эксплуатационные свойства СОЖ. Определяют механические примеси в СОЖ путем растворения навески продукта в бензине, фильтрования полученного раствора через высушенный бумажный фильтр, взвешивания фильтра после промывки его бензином и сушки.

Коррозионное воздействие на металлы. Под коррозией металлов понимается их разрушение вследствие протекания химических или электрохимических реакций.

При отсутствии воды в СОЖ коррозия металлов будет определять наличие в жидкости коррозионно-агрессивных веществ, способных взаимодействовать с металлами. Такая коррозия называется химической. Она протекает по реакциям, подчиняющимся химическим законам. Примером химической коррозии является коррозия меди, вызываемая элементарной серой, входящей в состав СОЖ активного ряда.

В случае наличия воды в СОЖ коррозия металлов развивается преимущественно по электрохимическому механизму. Коррозия может быть сплошной, местной, язвенной и т.д., в зависимости от характера и условий протекания процесса. Все указанные выше виды коррозии, механизм их протекания, особенности и способы защиты материалов от них достаточно подробно описаны в соответствующей литературе.

Метод оценки коррозионного воздействия СОЖ на металлы заключается в выдерживании металлической пластинки из стали, чугуна, меди или латуни в испытуемом продукте при температуре 100 °С в течение 3 ч. Образец выдержал испытание, если на больших поверхностях пластинки отсутствуют точки или пятна, заметные невооруженным глазом. Коррозионное воздействие продукта на пластинках из меди и медных сплавов оценивают в баллах сравнением внешнего вида пластинок с эталонами коррозии.

1.5 Проблемы, возникающие в процессе эксплуатации СОЖ

Проблемы при неправильной эксплуатации жидкости и отсутствия контроля над основными физико-химическими показателями могут возникать отклонения в качестве обрабатываемой поверхности (задиры, высокая шероховатость и т.д.), антикоррозионной защите, износе и стойкости инструмента.

Изменение органолептических и гигиенических свойств жидкости может проявляться возникновением сильного неприятного запаха сероводорода, изменением цвета жидкости, появлением негативного воздействия на оператора (раздражение кожи и слизистых оболочек).

Кроме того может наблюдаться расслоение и пенообразование СОЖ, бактериальное поражение. Это также может быть обусловлено и рядом других причин:

- слабые эмульгаторы и стабилизаторы СОЖ, вызывающие ее разделение на отдельные слои;

- нехватка биоцидных компонентов в СОЖ, и как следствие, рост бактерий и грибов, которые практически невозможно вывести из системы.

Что будет, если не побороть эти явления:

- увеличение расходов на СОЖ;
- коррозия станков и отдельных узлов и механизмов;
- выход из строя фильтров и насосов для подачи СОЖ.

1.5.1 Старение масел

При длительной эксплуатации машин смазочные масла подвергаются старению. В результате чего изменяются такие стандартные показатели качества, как вязкость, плотность, температура вспышки, кислотное число, оптические свойства, т.е. химический состав и физическое состояние. Масло при эксплуатации подвергается температурным, механическим, химическим и термоокислительным воздействиям в присутствии материалов, находящихся в непосредственном контакте с ним (вода, металлы, кислоты, полимеры, воздух),

которые могут ускорять его старение. Статические процессы старения определяются тепловой энергией, которая является постоянно действующим фактором. Может возникать механическая энергия при сжатии или расширении, вибрации, дросселировании, перемешивании в слое, разделяющем поверхности трения. Температурные и термоокислительные воздействия вызывают окисление и деструкцию не только базовой основы масла, но и присадок. В результате всех этих воздействий происходит комплекс физико-химических изменений, которые могут быть разделены на три группы [9]:

1. Физические изменения – накопление продуктов коррозии и изнашивания, испарение компонентов масла, растворение воды, газов и компонентов эластомеров.

2. Изменение количественного состава присадок за счет температурной деструкции и образования сорбционных пленок на поверхностях трения.

3. Химические изменения – окисление углеводородов, входящих в состав базового масла, реакции гидролиза присадок и базового масла вследствие присутствия воды и водных растворов.

В присутствии кислорода воздуха и под воздействием высоких температур масла окисляются, разлагаются и полимеризуются. На процесс старения также оказывает влияние контактное окисление на поверхностях, где происходит трение. Механизм окисления масел исследовался Н.И. Черножуковым и С.Б. Крейном [7, 8]. Авторами было установлено, что окисление масел происходит по двум направлениям – с образованием нейтральных и кислых продуктов [4, 9]. Нейтральные продукты загрязняют масла, а кислые – способствуют усилению коррозии металлов и интенсификации коррозионно-механического изнашивания.

На основе анализа современных методов оценки эксплуатационных свойств смазочно-охлаждающих жидкостей установлено, что они изменяются в результате действия температурной деструкции, а также механических, термоокислительных и химических процессов, протекающих в основном на нагретых деталях и поверхностях трения. Основными из них являются

температурная деструкция и термоокислительные процессы, так как увеличение механических воздействий приводит к возрастанию температуры, которая, в свою очередь, ускоряет химические реакции, температурную деструкцию и окислительные процессы в целом. В связи с этим в данной работе определены основные задачи по исследованию процессов окисления и температурной деструкции масел и оценки влияния их продуктов на противоизносные свойства.

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Основные характеристики исследуемых смазочно-охлаждающих жидкостей

Объектом исследования являлись образцы смазочно-охлаждающих жидкостей трех различных марок:

1. Garia 601 M-22 фирмы Houghton Deutschland (Германия);
2. МР-3 фирмы ЗАО НПО «Промэкология» (Россия, Омск) по ТУ 0258-082-23763315-2010;
3. МР-7 фирмы ЗАО НПО «Промэкология» (Россия, Омск) по ОСТ 38.01445-88 с изм. №1.

Серия Garia - это линейка профессиональных современных средств от мирового лидера Houghton. Технологические продукты серии представляют собой активные СОЖ на масляной основе. Активная среда средств Garia значительно повышает эффективность их применения при самых тяжелых операциях, связанных с глубинным сверлением или шлифованием труднодоступных участков и проходящих при низких скоростных значениях. Продукция широко используется в процессах сверления, шлифования, резания.

СОЖ марки МР-7 - это смесь высококачественных минеральных масел различной вязкости с высокоэффективными противозадирными, антифрикционными и антикоррозионными присадками, обладающая хорошими смазывающими и противозадирными свойствами, а также имеющая высокие антикоррозионные характеристики. СОЖ обеспечивает хорошую износостойкость инструмента и высокое качество обрабатываемых деталей. Применяется при протягивании углеродистых, легированных, нержавеющей и жаропрочных сталей на операциях точения, фрезерования, сверления, нарезания резьбы, а так же на станках-автоматах.

СОЖ марки МР-3 - средневязкая масляная смазочно-охлаждающая жидкость активного типа, содержащая жировые добавки, противоизносные, противозадирные и антикоррозионные присадки. Не содержит хлор и азот. СОЖ способствует увеличению стойкости режущего инструмента и снижению

шероховатости обрабатываемой поверхности, а также хорошо транспортирует стружку из зоны резания. Применяется при обработке резанием легированных и нержавеющей сталей и сплавов на операциях сверления, глубокого сверления отверстий диаметром до 300 мм.

2.2 Методы исследования и средства измерения

Средства измерений, использованные в химико-аналитических исследованиях:

1) термостат жидкостный (с механической мешалкой) для исследования нефтепродуктов мод. ВИС-Т-08-4 ООО Термэкс (Россия);

2) лабораторные аналитические весы I класса точности мод. Ohaus Pioneer PA-214С фирмы Ohaus (США);

3) спектрометр рентгенофлуоресцентный мод. Спектроскан S НПО Спектрон (Россия);

4) вискозиметр Штабингера SVM 3000 фирмы Anton Paar GMBH (Австрия).

Методики химико-аналитических исследований предусматривали отбор пробы СОЖ объемом 200 мл, перенос ее в термостойкий стакан, который далее был установлен в термостат, заполненный силиконовым маслом марки ПМС-100 по ГОСТ 13032-77 [10]. Термостатирование образцов проводилось при температуре 95°C и атмосферном давлении в течение 200 часов с перемешиванием СОЖ механической мешалкой, вращающейся с частотой 300 мин⁻¹ (при наличии металлической стружкой в соотношении 70% СОЖ и 30% стружки, и без нее).

Для расчета испаряемости жидкости пробы СОЖ взвешивали перед нагревом и после. Далее отбирали пробы для определения плотности, вязкости, кислотного числа, количества осадки и содержания серы.

2.2.1 Техническое средство для термостатирования образцов

Термостатирование образцов СОЖ производилось в термостате жидкостном (с механической мешалкой) для исследования нефтепродуктов мод. ВИС-Т-08-4 ООО Термэкс (Россия); Данная модель предназначена для поддержания заданной температуры при проведении измерений вязкости нефтепродуктов с помощью стеклянных вискозиметров в соответствии с ГОСТ Р 53708, ГОСТ 33, ASTM D445, IP 71, ISO 3104 и DIN 51366. Диапазон регулирования температуры ВИС-Т-08-4 от +20 до +100 °С.

Нестабильность поддержания установленной температуры ± 0.01 °С.

2.2.2 Определение содержания серы

Для определения содержания серы в образцах был использован анализатор рентгеновский энергодисперсионный серы в нефти и нефтепродуктах «СПЕКТРОСКАН S» в соответствии с ГОСТ Р 51947-2002 [11], ASTM D 4294-98. Метод определения основан на энергодисперсионном канале со спектральными фильтрами и пропорциональным датчиком.

Нижний предел обнаружения серы составляет 5 ppm (мг/кг). Нижний предел количественного определения серы 0.002%. Аппаратурная погрешность анализатора не превышает 0,5 относительных процентов. На измерение двух параллельных проб (1 образец) требуется от 2 минут, при этом время экспозиции одной пробы составляет от 10 до 100 секунд.

2.2.3 Методика определения плотности и вязкости образцов

Определение плотности и вязкости осуществлялось при помощи вискозиметра Штабингера SVM3000 (фирма Anton Paar GMBH).

Вискозиметр состоит из ячейки измерения вязкости жидкости, ячейки измерения плотности жидкости, электронного термостата, блока обработки измерительной информации, жидкокристаллического дисплея и клавиш управления конструктивно объединённых в одном корпусе.

Принцип действия ячейки измерения вязкости основан на измерении скорости вращения измерительного ротора (внутреннего ротора), помещённого в цилиндр (внешний ротор), заполненный образцом исследуемой жидкости и вращающийся с постоянной скоростью.

Принцип измерения плотности образца жидкости основан на измерении резонансной частоты механических колебаний чувствительного элемента, выполненного в виде U-образной трубки из боросиликатного стекла, в которую помещается образец испытуемой жидкости или газа.

Технические характеристики прибора приведены ниже (табл. 2.1)

Таблица 2.1 – Технические характеристики вискозиметра Штабингера

Диапазон измерения	динамическая вязкость, мПа*с	0,2...104
	кинематическая вязкость, мм ² /с	0,2...104
	плотность, кг/м ³	650...2000
Предел допускаемой относительной погрешности измерения	вязкость, %	±0,35
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения	плотность, кг/м ³	±0,5
	температура, °С	±0,02
Диапазон рабочих температур, °С	0...100 (от -40...100 при подключении дополнительного охладителя)	
Объем образца (только для измерения динамической вязкости), мл, не менее	1,5	

Продолжение таблицы 2.1

Объем образца, мл, не менее	3,0
-----------------------------	-----

2.2.4 Расчет индекса вязкости

Расчет проводится согласно ГОСТ 25371-97. Нефтепродукты. Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости [12].

$$VI = \frac{L-U}{D} \times 100, \quad (2.1)$$

где U – кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого требуется определить, мм²/с,

L - кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта с индексом вязкости 0, обладающего той же кинематической вязкостью при 100 °С, что и испытуемый нефтепродукт, мм²/с,

$$D = L - H, \quad (2.2)$$

где H – кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта с индексом вязкости 100, обладающего той же кинематической вязкостью при 100 °С, что и испытуемый нефтепродукт, мм²/с.

2.2.5 Определение кислотного числа

Определение кислотного числа производилось согласно ГОСТ 5985-79. Нефтепродукты. Метод определения кислотности и кислотного числа [13].

Сущность метода заключается в титровании кислых соединений испытуемого продукта спиртовым раствором гидроксида калия в присутствии цветного индикатора и определении для масел и смазок кислотного числа, выраженного в мг КОН/г.

Кислотность рассчитывается по формуле

$$K = \frac{T \times V}{m}, \quad (2.3)$$

где V – объем 0,05 моль/дм³ спиртового раствора гидроксида калия, израсходованного на титрование, см³,

T – титр 0,05 моль/дм³ спиртового раствора гидроокиси калия, мг/см³,
 m – масса пробы, г.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Исследование изменения свойств смазочно-охлаждающих жидкостей при протекании процессов окисления и температурной деструкции

Полученные зависимости физико-химических свойств СОЖ, такие как кислотность, кинематическая вязкость, индекс вязкости, плотность, количество образовавшегося осадка, содержание серы и испаряемость от времени термостатирования представлены на рисунках 3.1-3.7.

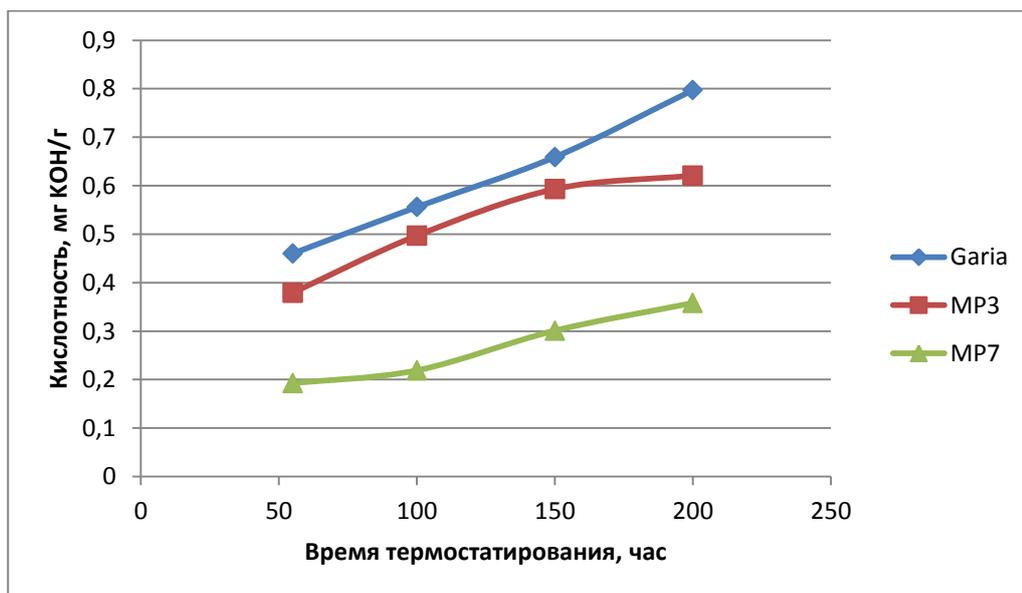


Рисунок 3.1 - Зависимость кислотности от времени термостатирования

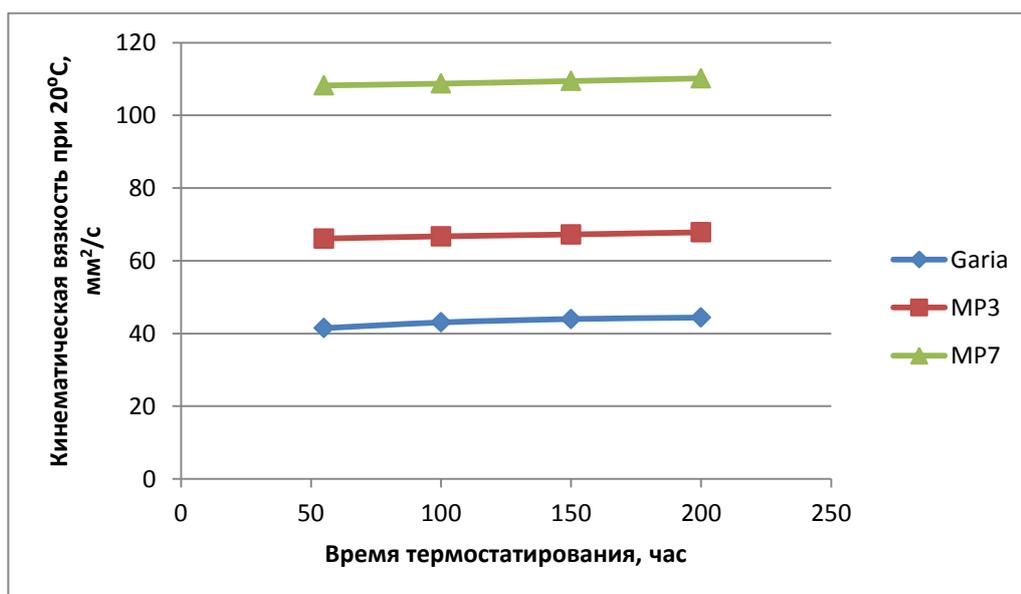


Рисунок 3.2 - Зависимость кинематической вязкости от времени термостатирования

На графиках показано изменение вязкости и кислотности в течение времени термостатирования 3-х образцов СОЖ. Вязкость всех 3-х образцов в течение 200 часов термостатирования изменяется незначительно, однако кислотность возрастает, причем у образца Garia в большей степени (на 0,34 мг КОН/г), нежели у образцов MP3 (0,24 мг КОН/г) и MP7 (на 0,17 мг КОН/г). Это можно объяснить тем, что при контакте с кислородом воздуха СОЖ окисляются, образуя новых продуктов: пероксиды, гидропероксиды, кислоты, спирты, смолы и др., которые оказывают влияние на некоторые свойства СОЖ, такие как цвет, внешний вид, вязкость и кислотное число.

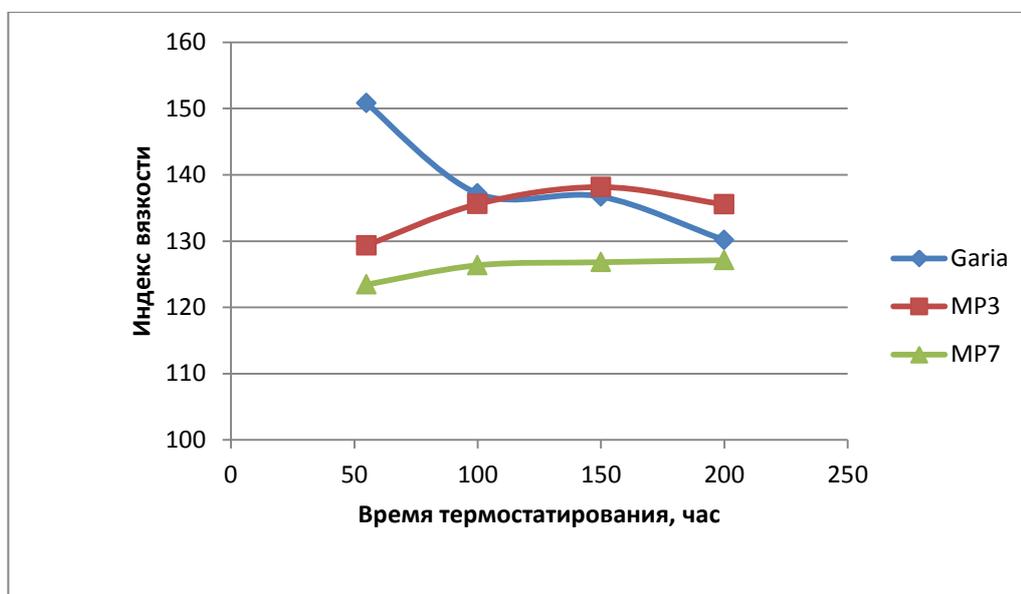


Рисунок 3.3 - Зависимость индекса вязкости от времени термостатирования

На графике показано изменение индекса вязкости 3-х образцов СОЖ в течение 200 часов термостатирования при 95⁰С. Индекс вязкости с течением времени для всех образцов ведет себя по-разному: MP7 – незначительно возрастает (на 3,7 единиц), MP3 – возрастает на 8,8 единиц за 150 часов, далее снижается (на 2,6 единиц за 50 часов), Garia – до 100 часов стремительно падает, затем снижается плавно (за 200 часов показатель снизился на 20,6 единиц). Из чего можно сделать вывод о том, что для образцов MP3 и MP7 в

процессе эксплуатации вязкость будет сильнее зависеть от изменения температуры, нежели в начале использования, а для образца Garia – наоборот.

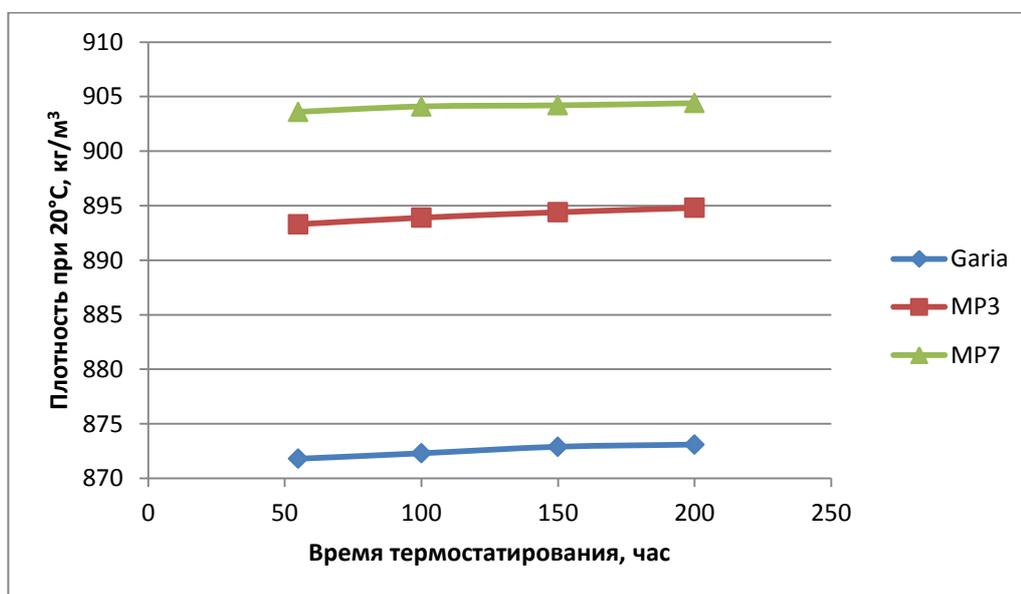


Рисунок 3.4 - Зависимость плотности от времени термостатирования

Плотность характеризует концентрацию присадок, входящих в состав СОЖ. Из графика видно, что плотность всех образцов практически не изменяются, что говорит о том, что концентрация присадок возрастает в малой степени, за счет незначительной потери массы образцов при 95°C (испаряемости).

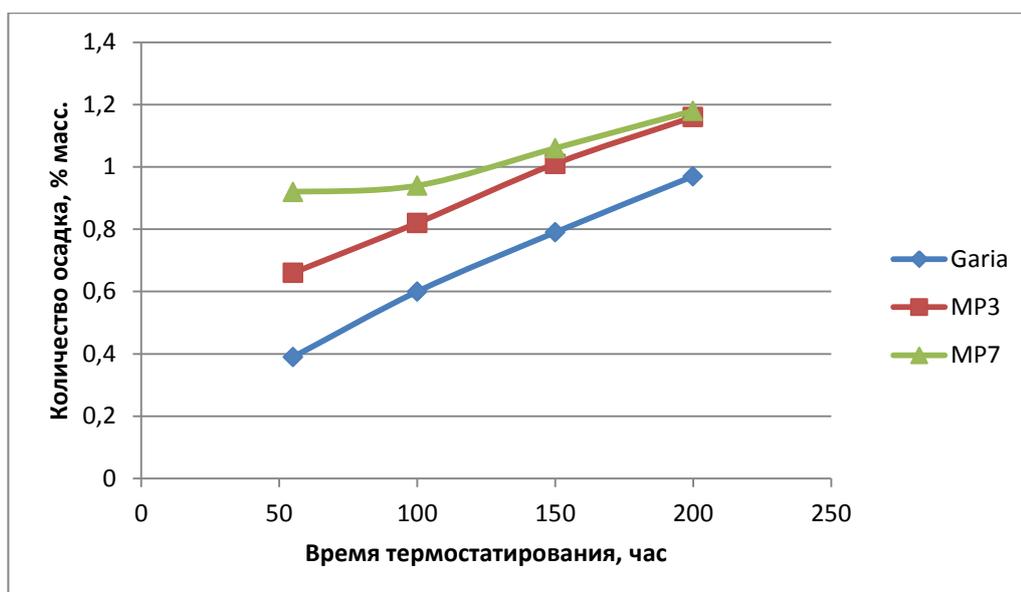


Рисунок 3.5 - Зависимость количества образовавшегося осадка от времени термостатирования

В процессе эксплуатации СОЖ окисляются, образуя продукты окисления, часть которых растворяется в смазочно-охлаждающей жидкости, а другая часть выпадает в осадок. На графике показана зависимость количества осадка в СОЖ от времени термостатирования. Для образцов Garia и MP3 зависимость представляет собой возрастающий тренд на всем периоде исследования, следовательно, чем дольше эксплуатируются эти образцы, тем больше осадка образуется, за 200 часов термостатирования образовалось 0,58 и 0,50 %масс. осадка соответственно, а для образца MP7 количество осадка до 100 часов практически не изменяется, а дальше начинает возрастать, из чего следует, что до 100 часов в основном образуются продукты окисления, растворимые в СОЖ, за период исследования образовалось 0,26 %масс. осадка.

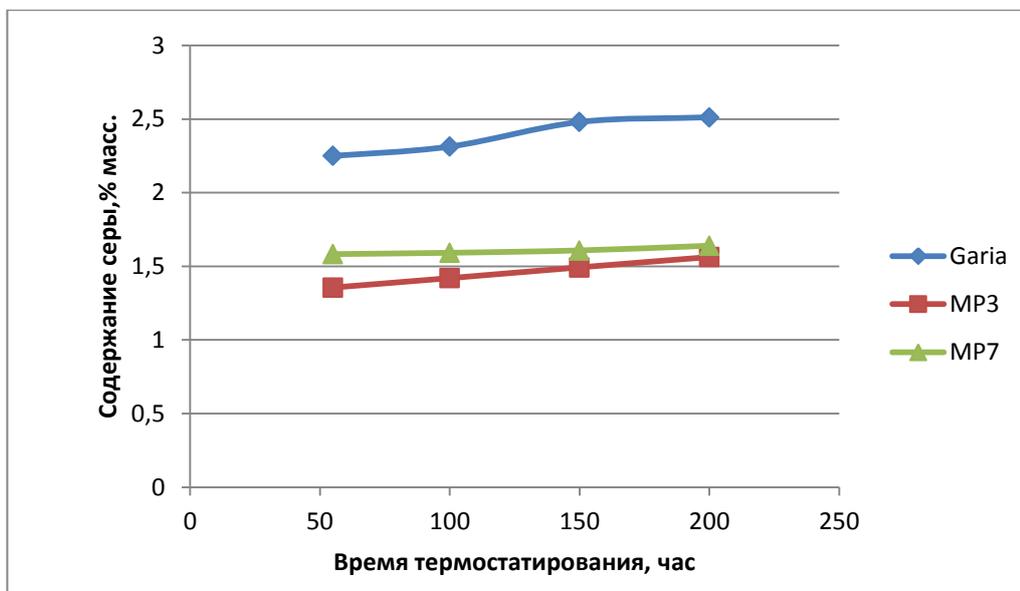


Рисунок 3.6 - Зависимость содержания серы от времени термостатирования

На графике показана зависимость содержания серы в образцах от времени термостатирования. Изменение содержания серы в образцах связано с тем, небольшая часть образцов испаряется с течением времени. И получается, что масса серы в образцах та же, а масса самих образцов уменьшается, что и приводит к увеличению содержания серы. Изменения для всех образцов не значительны, так как потеря массы в пределах 1% масс.

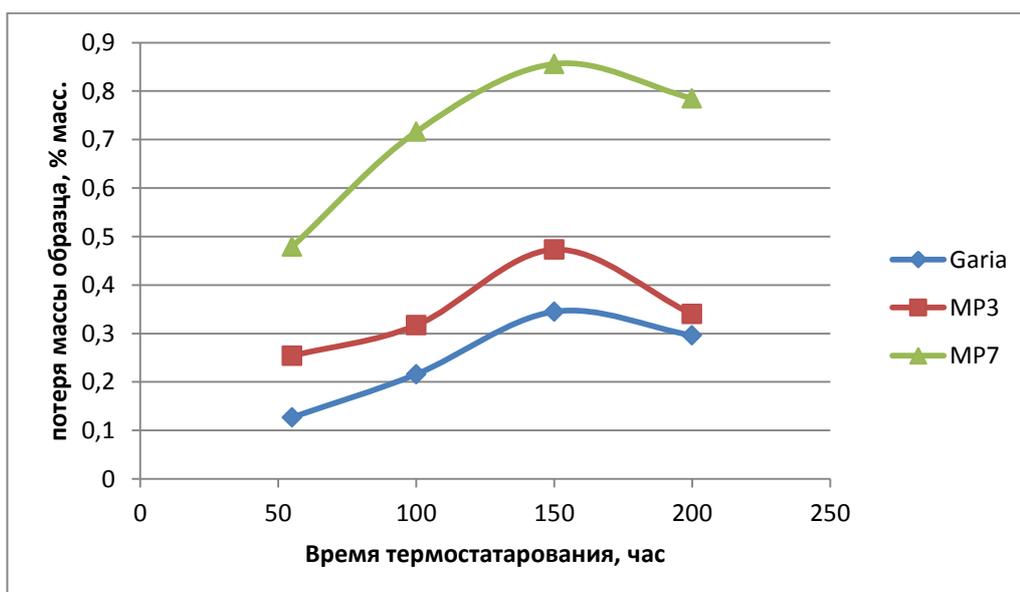


Рисунок 3.7 - Зависимость испаряемости от времени термостатирования

Из графика видно, что со временем термостатирования испаряемость всех образцов: Garia, MP3 и MP7 возрастает за 150 часов на 0,22; 0,22 и 0,38% масс. соответственно, а дальше начинает падать, за 50 часов на 0,05; 0,13 и 0,07% масс. соответственно. Известно из литературы, что при длительной эксплуатации на СОЖ действуют повышенные температуры и наиболее легкие углеводороды улетучиваются. Следовательно, при увеличении времени термостатирования образцов происходит все большее испарение углеводородов и потеря массы образцов увеличивается, однако наступает момент, когда большая часть легких УВ улетучилась и далее потери массы практически не происходит.

3.2 Исследование влияния металлической стружки на изменение свойств смазочно-охлаждающих жидкостей при протекании процессов окисления и температурной деструкции

Полученные зависимости физико-химических свойств СОЖ, такие как кислотность, кинематическая вязкость, индекс вязкости, плотность, количество образовавшегося осадка, содержание серы и испаряемость от времени термостатирования представлены на рисунках 3.8-3.14.

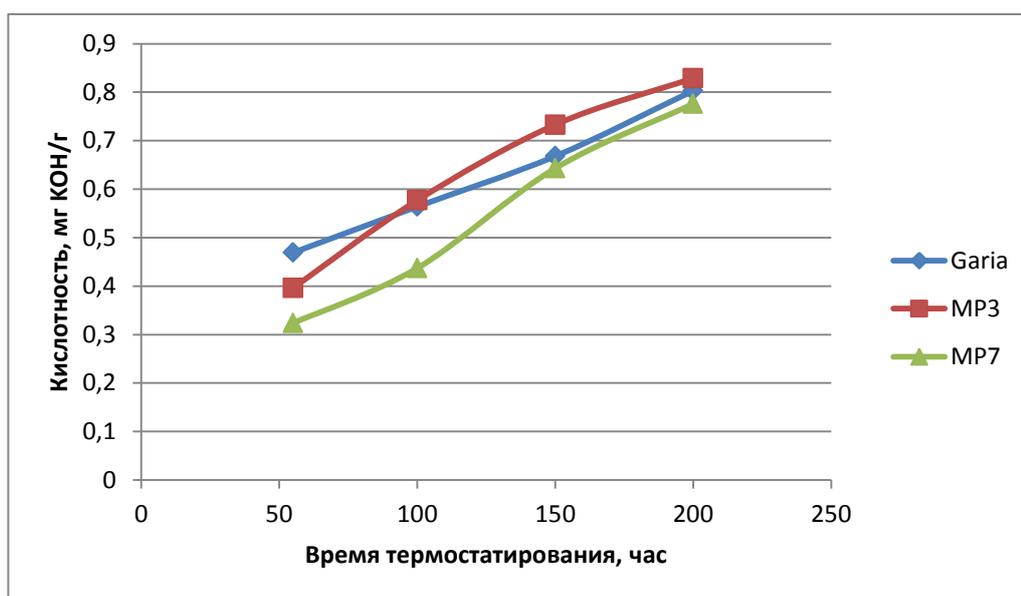


Рисунок 3.8 - Зависимость кислотности от времени термостатирования

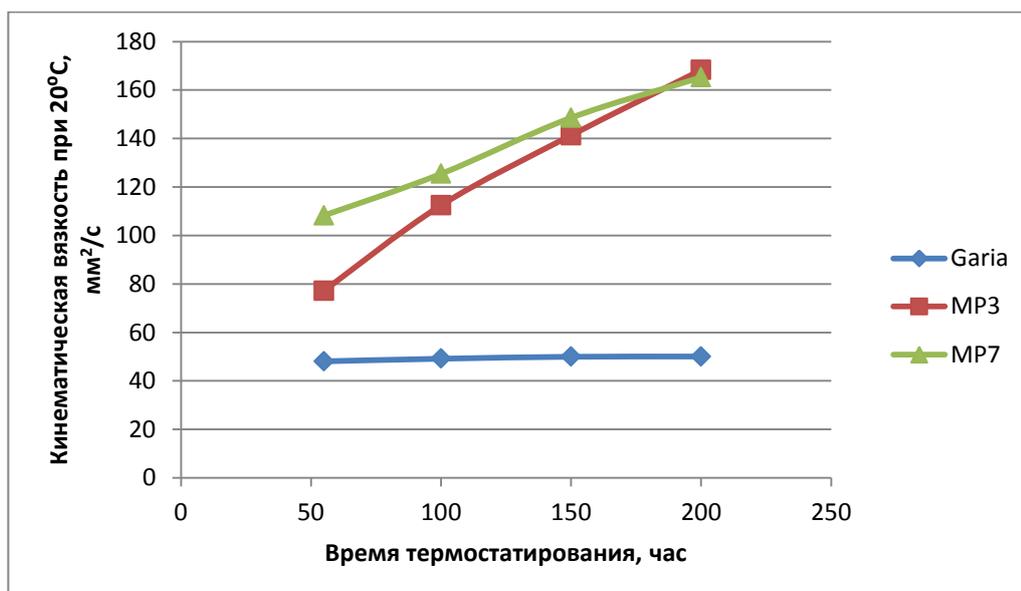


Рисунок 3.9 - Зависимость кинематической вязкости от времени термостатирования

На графиках показана зависимость вязкости и кислотности 3-х образцов СОЖ от времени термостатирования. При термостатировании образцов с металлической стружкой характер кривых меняется (кроме образца Garia), причем вязкость образца MP3 возрастает сильнее (на $91,1\text{мм}^2/\text{с}$), нежели MP7 (на $57,0\text{мм}^2/\text{с}$). А кислотность образцов при термостатировании с металлической стружкой изменяется сильнее для образцов MP3 и MP7, нежели без, однако характер кривых сохраняется прежним. Это можно объяснить тем, что наличие в СОЖ металлической стружки способствует более сильной окисляемости образцов кислородом воздуха с образованием большего количества кислородсодержащих продуктов, оказывающих влияние на все физико-химические свойства СОЖ.

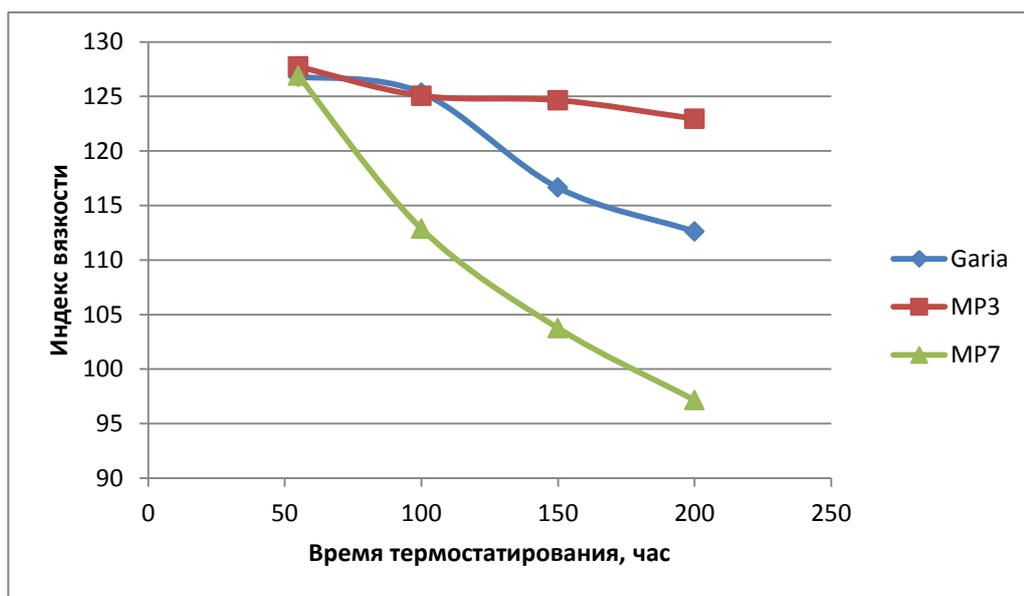


Рисунок 3.10 - Зависимость индекса вязкости от времени термостатирования

На графике показана зависимость индекса вязкости 3-х образцов СОЖ от времени термостатирования. При термостатировании с металлической стружкой индекс вязкости всех образцов падает, то есть наличие металлической стружки изменило характер зависимостей для образцов MP3 и MP7,

следовательно, со временем использования СОЖ зависимость их вязкости от температуры будет слабеть.

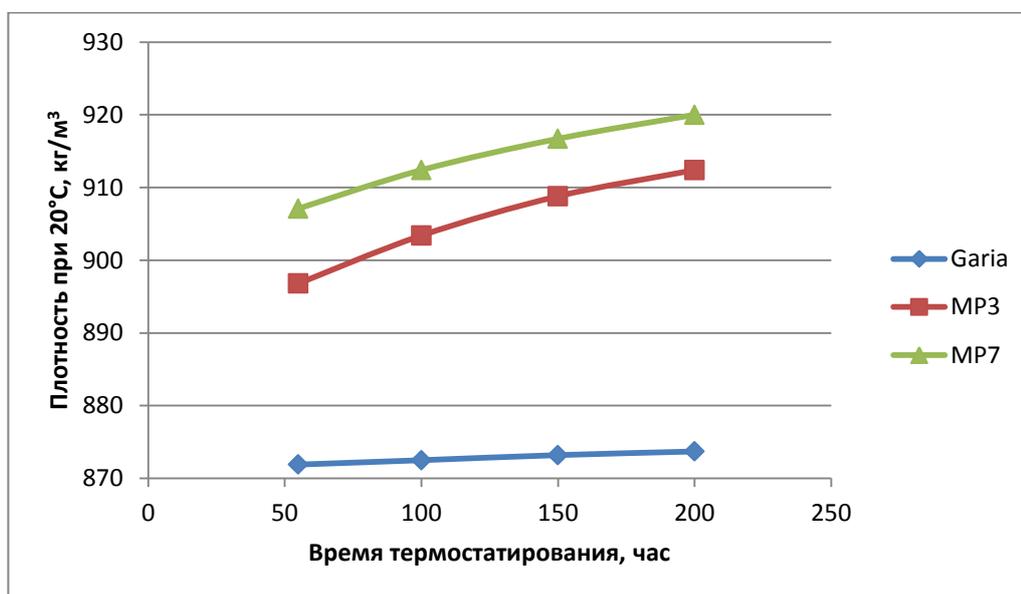


Рисунок 3.11 - Зависимость плотности от времени термостатирования

На графике представлена зависимость плотности от времени термостатирования. Наличие металлической стружки в образцах способствовало более интенсивной их испаряемости для образцов MP3 и MP7, за счет чего возросла концентрация присадок в СОЖ, что повлияло на увеличение плотностей образцов. Однако на плотность образца Garia влияния не оказало.

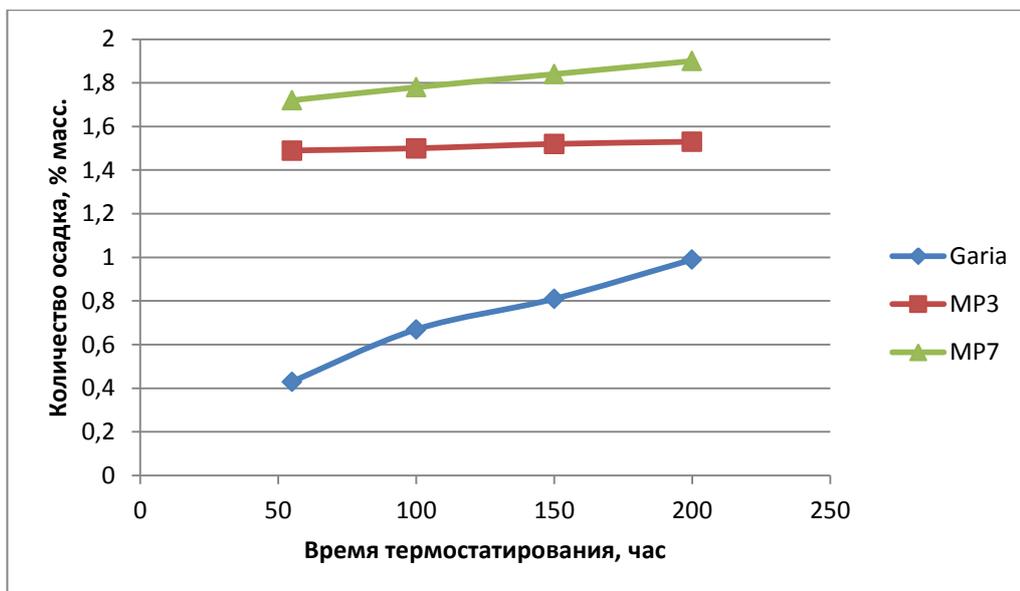


Рисунок 3.12 - Зависимость количества образовавшегося осадка от времени термостатирования

На графике показано изменение количества осадка в СОЖ в течение 200 часов термостатирования. Для образца Garia наличие металлической стружки практически не повлияло на количество образовавшегося осадка (нерастворимых продуктов окисления). При термостатировании со стружкой образцов MP3 и MP7 за первые 55 часов количество осадка образуется вдвое больше, чем без стружки, далее возрастание количества осадка не столь значительное.

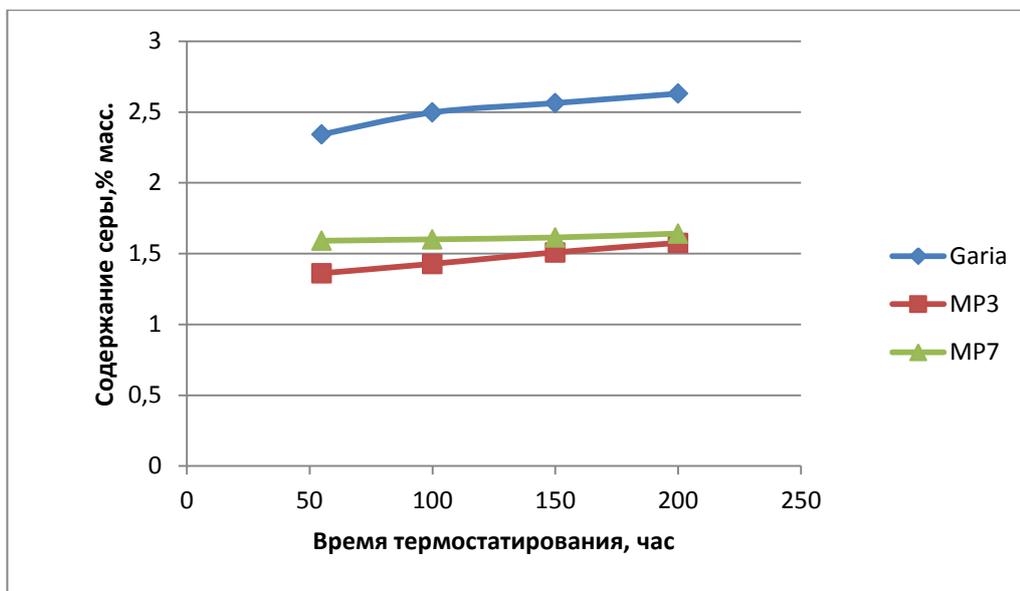


Рисунок 3.13 - Зависимость содержания серы от времени термостатирования

На графиках показано изменение содержания серы в образцах за 200 часов термостатирования, которое связано с тем, что некоторая часть образцов испаряется с течением времени. Получается, что масса серы в образцах остается той же, в то время как масса самих образцов уменьшается, что и приводит к увеличению содержания серы. При термостатировании образцов со стружкой испарение происходит более интенсивно, нежели без нее, вследствие чего, содержание серы возрастает в большей степени. Однако характер кривых не изменился.

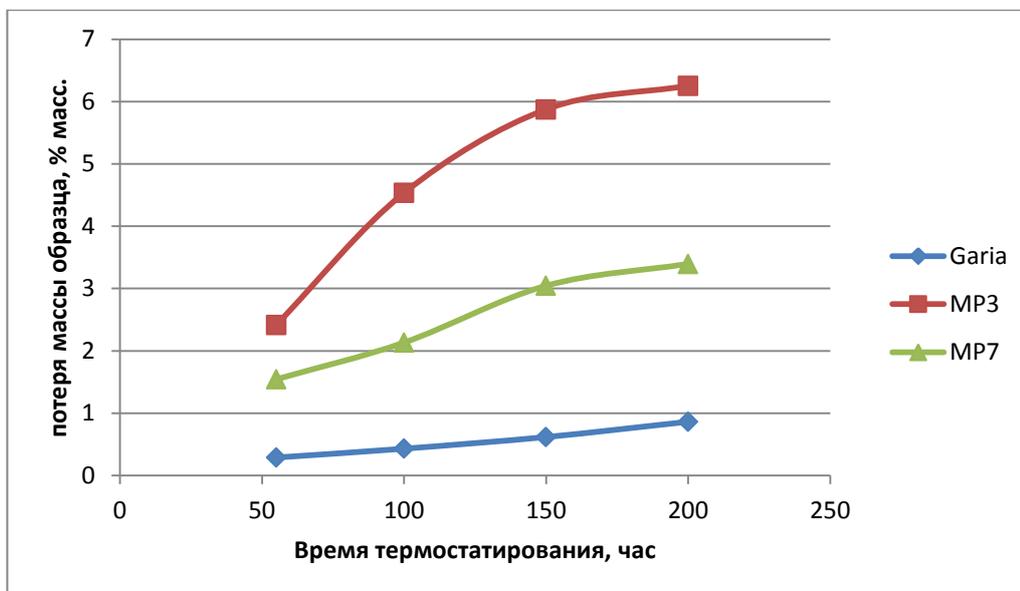


Рисунок 3.14 - Зависимость испаряемости от времени термостатирования

Из графиков видно, что при термостатировании образцов с металлической стружкой окисление происходит более интенсивно, возможно образование летучих продуктов окисления, что приводит к увеличению потери массы. Для образцов Garia, MP3 и MP7 за 200 часов термостатирования потеря массы составила 0,86; 6,25 и 3,40% масс. соответственно.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

4.1 Предпроектный анализ

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), подавляющее большинство которых составляют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), являются неотъемлемым элементом технологических процессов современных металлообрабатывающих производств. Правильный выбор СОЖ позволяет существенно снизить экономические затраты на производство за счет увеличения производительности обработки, улучшения качества продукции, повышения стойкости инструментов, уменьшения энергозатрат на механическую обработку, а также повысить безопасность технологических процессов.

В данной работе проводилось исследование трех образцов смазочно-охлаждающих жидкостей различных марок.

Целью планирования НИР является обеспечение рационального ведения научно-исследовательской работы, ее четкой организации и правильной расстановки кадров.

Любую научно-исследовательскую работу можно разделить на три этапа:

- 1) подготовительный;
- 2) экспериментальный;
- 3) заключительный.

Каждый этап разработки связан с определенными трудовыми затратами на его выполнение. Уровень трудовых затрат определяет трудоемкость НИР.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов НИР являются металлообрабатывающие предприятия, металлургические заводы, НИПИ.

Отрасль применения: металлургия.

Основными сегментами данного рынка являются крупные и мелкие компании металлообработки.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения [14].

Для оценки конкурентоспособности рассматривались СОЖ трех различных марок, исследуемых в научной работе.

Серия Garia - это целая линейка профессиональных современных средств от мирового лидера Houghton. Технологические продукты серии представляют собой активные СОЖ на масляной основе. Активная среда средств Garia значительно повышает эффективность их применения при самых тяжелых операциях, связанных с глубинным сверлением или шлифованием труднодоступных участков и проходящих при низких скоростных значениях. Продукция широко используется в ходе таких процессов как: шевингование, сверление, хонингование, шлифование, резание.

СОЖ марки МР-7 - это смесь высококачественных минеральных масел различной вязкости с высокоэффективными противозадирными, антифрикционными и антикоррозионными присадками. Применяется при протягивании углеродистых, легированных, нержавеющей и жаропрочных сталей на операциях точения, фрезерования, сверления, нарезания резьбы, а так же на станках-автоматах. Обеспечивает отличную износостойкость инструмента и высокое качество обрабатываемых деталей, обладает хорошими смазывающими и противозадирными свойствами и имеет высокие антикоррозионные характеристики.

Смазочно-охлаждающая жидкость марки МР-3 - средневязкая масляная СОЖ активного типа, содержащая жировые добавки, противоизносные,

противозадирные и антикоррозионные присадки. Не содержит хлор и азот. Используется в качестве СОЖ при обработке резанием легированных и нержавеющей сталей и сплавов на операциях сверления, глубокого сверления отверстий диаметром до 300 мм, растачивания, резьбы и зубошлифования. Увеличивает стойкость режущего инструмента и снижает шероховатость обрабатываемой поверхности; хорошо транспортирует стружку из зоны резания.

Была составлена оценочная карта, приведенная в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентоспособности СОЖ трех различных марок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{м1}	Б _{м2}	Б _{м3}	К _{м1}	К _{м2}	К _{м3}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1 Повышение производительности труда пользователя	0,27	4	4	5	1,08	1,08	1,35
2 Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,18	4	3	5	0,72	0,54	0,90
3 Энергоэкономичность	0,10	4	4	4	0,40	0,40	0,40
4 Надежность	0,09	3	3	3	0,27	0,27	0,27
Экономические критерии оценки эффективности							
1 Конкурентоспособность продукта	0,07	3	3	4	0,21	0,21	0,28
2 Уровень проникновения на рынок	0,06	4	4	5	0,24	0,24	0,30
3 Цена	0,08	3	3	4	0,24	0,24	0,32
4 Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	3	4	5	0,30	0,40	0,50
6 Финансирование научной разработки	0,03	4	4	5	0,12	0,12	0,15
7 Срок выхода на рынок	0,02	3	3	3	0,06	0,06	0,06
Итого	1	35	35	43	3,64	3,56	4,53

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность СОЖ трех различных марок составила 3,64, 3,56 и 4,53 соответственно. Результаты показывают, что конкурентоспособность СОЖ определяется преимущественно такими показателями, как повышение производительности труда, удобство эксплуатации, энергоэкономичность, а также повышение надежности и срока эксплуатации инструмента. Данная научно-исследовательская разработка позволяет оценить и предложить ряд мероприятий по улучшению данных показателей.

4.2 Разработка графика проведения научного исследования

В данном случае наиболее удобным является построение ленточного графика проведения НИР в форме диаграмм Ганга.

Для построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k, \text{ кал.дн.}, \quad (4.2)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность одной работы в рабочих днях;

k – коэффициент календарности, предназначенный для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кз}}{T_{кз} - T_{вд} - T_{нд}}, \quad (4.3)$$

где $T_{кз}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{нд}$ – количество праздничных дней в году.

Следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел. Расчетные данные сводим в табл. 4.2, на основании которой можно построить календарный план-график.

4.3 Календарный план-график в виде диаграммы Ганта

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.2 – Календарный план-график проведения НИР по теме

Название	Время, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Изучение литературы, составление литературного обзора	40	9.02	5.03	Власенко Юлия Александровна, Кривцова Надежда Игоревна
Эксперимент	25	15.02	18.04	Власенко Юлия Александровна, Кривцова Надежда Игоревна
Обсуждение полученных результатов	5	18.04	25.04	Власенко Юлия Александровна, Кривцова Надежда Игоревна
Оформление выводов	10	25.04	10.05	Власенко Юлия Александровна, Кривцова Надежда Игоревна
Оформление пояснительной записки	30	18.04	31.05	Власенко Юлия Александровна, Кривцова Надежда Игоревна
И т о г о:	110	9.02	31.05	

Таблица 4.3 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , кал,дн.	Продолжительность выполнения работ											
			февр			март			апрель			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Изучение литературы, составление литературного обзора	Студент, руководитель	40	■			■								
Эксперимент	Студент, руководитель	25				■								
Обсуждение полученных результатов	Студент, руководитель	5							■					
Оформление выводов	Студент, руководитель	10							■					
Оформление пояснительной записки	Студент, руководитель	30							■			■		

4.4 Определение плановой себестоимости проведения НИР

4.4.1. Состав затрат, включаемых в себестоимость НИР

На данном этапе проводится определение затрат на выполнение НИР. Калькуляция затрат является основным документом, на основании которого осуществляется планирование и учет затрат на научные исследования.

Калькуляция плановой себестоимости проведения НИР составляется по следующим статьям затрат:

1. Материалы.
2. Затраты на оплату труда работников, непосредственно участвующих в НИОКР.
3. Уплата страхового взноса.
4. Прочие прямые расходы.
5. Накладные расходы.

Статьи 1-4 относятся к прямым затратам, величину прямых затрат, как правило, следует определять прямым счетом, это затраты, связанные непосредственно с выполнением конкретной НИОКР, остальные затраты рассчитываются косвенным способом, это затраты на содержание аппарата управления, общетехнических и общехозяйственных служб, они объединяются в статье «Накладные расходы».

4.4.2. Формирование и расчёт затрат, включаемых в себестоимость

4.4.2.1. Затраты на материалы

Стоимость материалов формируется исходя из цены их приобретения и платы за транспортировку, осуществляемую сторонними организациями. В том случае, если расходы, связанные с доставкой материальных ресурсов для конкретной НИОКР, незначительны, то их можно опустить. Расчет затрат на материалы производится по форме приведенной в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Термостат	ВИС-Т-09-4	1	93000	93000
Вискозиметр	Штабингера	1	95000	53000
Спектроскан	S	1	960000	960000
СОЖ-1	MP-3	1	117	117
СОЖ-2	MP-7	1	108	108
СОЖ-3	Garia	1	170	170
Всего за материалы				1106395
Электроэнергия				1078,44
Итого по статье С _м				1107473,44

На статью «Материалы» относятся следующие затраты:

- а) сырьё, основные и вспомогательные материалы;
- б) покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия;
- в) электроэнергия на технологические цели.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле

$$C = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}}, \quad (4.4)$$

где $C_{\text{эл}}$ – тариф на промышленную электроэнергию;

P – мощность оборудования, кВт;

$F_{\text{об}}$ – время использования оборудования, ч.

Таблица 4.5 – Электроэнергия на технологические нужды

Используемое оборудование	Цена за 1 кВт·час, руб.	Мощность оборудования, кВт	Время использования оборудования, ч	Стоимость эл. энергии, руб.
Термостат	2,64	0,22	200	116,16
Вискозиметр Штабингера	2,64	0,2	60	31,68
Системный блок	2,64	0,3	460	364,32
Монитор	2,64	0,45	460	546,48
Спектроскан S	2,64	0,25	30	19,8
Итого				1078,44

4.4.2.2 Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИОКР

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя от университета:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4.5)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (4.6)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб.дня за полгода $M = 3,7$ месяца, 5-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 4.6– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	113	113
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	32	32
- праздничные дни	4	4
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	-
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	53	77

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (4.7)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15 – 20 % от Z_{tc});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 4.7 – Расчет основной заработной платы

Исполнение	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,48	3167,09	53	167855,96
Студент	1500,00	0,3	0,2	1,3	2925,00	140,55	77	10822,50

Дополнительная заработная плата включает оплату за непроработанное время (очередной и учебный отпуск, выполнение государственных обязанностей, выплата вознаграждений за выслугу лет и т.п.) и рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.8)$$

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

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В табл. 4.8 приведен расчёт основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 4.8 – Заработная плата исполнителей НИОКР

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	167855,96	10822,50
Дополнительная зарплата(15% выслуга)	25178,39	-

4.4.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (4.9)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Студент
Зарплата	193034,35	10822,50
Отчисления на соц. нужды	52312,31	2932,90

4.4.3 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} \quad (4.10)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

4.4.4. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно – исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно – технической продукции. Определение бюджета затрат на научно – исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	1107473,44
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	178678,46
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	25178,39
Отчисления во внебюджетные фонды	55245,21
Накладные расходы	218652,08
Бюджет затрат НИИ	1585227,58

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (4.11)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i – го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i – го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i – го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 4.11.

Таблица 4.11 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1 (Garia)	Аналог 2 (MP-3)
1. Сложность технологии	0,10	3	3	3
2. Эксплуатационные свойства	0,25	5	5	4
3. Термоустойчивость	0,15	4	3	3
4. Энергосбережение	0,25	5	5	5
5. Материалоемкость	0,25	5	2	2
ИТОГО	1			

$$I_{\text{тп}}=3*0,1+5*0,25+4*0,15+5*0,25+5*0,25=4,65$$

$$\text{Аналог 1}=3*0,1+5*0,25+3*0,15+5*0,25+2*0,25=3,75$$

$$\text{Аналог 2}=3*0,1+4*0,25+3*0,15+5*0,25+2*0,25=3,5$$

Из приведенных расчетов выявлено, что текущий проект по интегральному показателю ресурсоэффективности вариантов является выгодным и превосходит аналоги. Так как данный проект является только научной разработкой и началом исследования, то интегральный финансовый показатель разработки рассчитать не представляется возможным. В целом, данный проект является перспективным с точки зрения ресурсопотребления, так как в отличие от аналогов в проекте предусмотрены меньшие затраты на

себестоимость будущей продукции за счет использования местных недорогих сырьевых материалов и возможное достижение требуемых характеристик.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности в России считается одним из национальных приоритетов в целях сохранения человеческого капитала, что неразрывно связано с решением задач по улучшению условий и охраны труда, промышленной и экологической безопасности [15]. Охрана здоровья рабочих и служащих в процессе исполнения трудовых обязанностей закреплена в трудовом законодательстве.

Выполнение экспериментальной части бакалаврской работы производилось в лаборатории кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики. Данное помещение оборудовано рабочими местами для проведения химических экспериментов, вентиляционной системой, для работы с летучими веществами, имеется ряд аппаратов для проведения опытов и дальнейшего анализа результатов, шкафы для хранения лабораторной посуды. Целью данной главы является определение и оценка параметров рабочей среды и исследование социальной ответственности при работе в химической лаборатории второго корпуса.

5.1 Анализ вредных факторов

Под идентификацией потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов понимаются сопоставление и установление совпадения имеющихся на рабочих местах факторов производственной среды и трудового процесса с факторами производственной среды и трудового процесса, предусмотренными классификатором вредных и (или) опасных производственных факторов, утвержденным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений [16].

5.1.1 Вредные вещества

В лаборатории проводятся работы со смазочно-охлаждающими жидкостями, которые обладают небольшим показателем летучести, но при проведении работ над образцами с целью изучения их физико-химических свойств используются высоколетучие вещества, такие как ацетон, этиловый спирт и др. Величину ПДК для используемых веществ определяем из ГН 2.2.5.1313-03 [17].

Таблица 5.1 - Сведения о токсичной опасности веществ обращающихся в лаборатории.

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Характеристика токсичности (воздействие на человека)
1	2	4	3
Масла минеральные нефтяные	5	3	Токсична, раздражает слизистую оболочку.

Продолжение таблицы 5.1

1	2	4	3
Пропан-2-он	800/200	4	Токсичен, обладает наркотическим действием поражающим нервную систему.
Этанол	2000/1000	3	Наркотик, вызывающий сначала возбуждение, а затем паралич центральной нервной системы. При длительном воздействии больших доз может вызвать тяжелые заболевания печени, сердечно-сосудистой системы, пищеварительного тракта.

Так как в химической лаборатории проводят испытания с использованием вредных веществ, которые влияют на здоровье работающих, то необходимо разработать ряд основных мероприятий по охране здоровья людей. Например, предусмотреть средства защиты для работы в химической лаборатории:

- коллективная защита - работа под вытяжным шкафом;
- индивидуальные средства защиты - одноразовые перчатки, халат.

5.1.2 Производственные метеоусловия

Согласно Конституции РФ, каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены [18]. Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Метеорологические условия производственной среды регламентируются, санитарными нормами промышленных предприятий СанПиН 2.2.4.548-96 [19].

Оптимальные параметры микроклимата должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.2 [19]. Работу в лаборатории причисляем в категории Ib.

Таблица 5.2 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Тёплый	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

«*» При температурах воздуха 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

70% - при температуре воздуха 25 °С; 65% - при температуре воздуха 26 °С

60% - при температуре воздуха 27 °С; 65% - при температуре воздуха 28 °С

Для категории работ Ib допустимые значения показателей микроклимата в теплое и холодное время года приведены в таблице 5.3 [19].

Таблица 5.3 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
1	2	3	4	5	6	7	8
Теплый	Іб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3
Холодный	Іб	19,0-20,9	23,1-24,0			0,1	0,2

Необходимо предпринимать всевозможные меры для поддержания оптимальных условий работы, такие как рациональное размещение и слежение за нормальным функционированием отопительных и вентиляционных систем, а так же устройства кондиционирования.

5.1.3 Шум на рабочем месте

Допустимые уровни параметров шума и вибрации на рабочих местах определяет ГОСТ 12.1.005-01 [20].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления L в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, определяемые по формуле [21]:

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0}, \quad (5.1)$$

где p — среднее квадратическое значение звукового давления, Па;

p_0 — исходное значение звукового давления в воздухе

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па.}$$

Предельно допустимым уровнем звука для легкой физической нагрузки и напряженности средней степени является значение в 75дБА.

Уровни звукового давления в составных полосах со среднегеометрическими частотами, уровни звука и эквивалентные уровни звука приведены ниже (табл. 5.4) [20].

Таблица 5.4- Значение предельно допустимого звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Химическая лаборатория	103	91	83	77	3	70	68	66	64	75

При длительной работе в данном помещении может возникать дискомфорт. Для уменьшения воздействия шума рекомендуется воспользоваться СИЗ (наушники, беруши).

5.1.4 Производственное освещение

Важным условием для выполнения работы является качественное освещение. Отсутствие достаточной освещенности снижает остроту восприятия и увеличивает риск несчастных случаев.

Согласно СНиП 23-05-2010 производственное освещение подразделяют на естественное и искусственное. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение [22].

Нормированные значения КЕО, e_N , для зданий, располагаемых в различных районах (приложение Д) следует определять по формуле [21]:

$$e_N = e_H m_N, \quad (5.2)$$

где N — номер группы обеспеченности естественным светом;

e_H — значение КЕО;

m_N — коэффициент светового климата.

Таблица 5.5 – Нормы освещенности рабочей зоны.

Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности	Горизонтальная
Высота плоскости над полом, м	0,8
Естественное освещение, КЕО, %	
при верхнем или комбинированном освещении	3,5
при боковом освещении	1,2
Совмещенное освещение, КЕО, %	
при верхнем или комбинированном освещении	2,1
при боковом освещении	0,7
Искусственное освещение	
Освещенность при комбинированном освещении	
Всего, лк	500
от общего, лк	300
Освещенность при общем освещении, лк	400

5.2 Анализ опасных факторов

5.2.1 Электробезопасность

Химическая лаборатория обеспечивается трехфазным переменным током (напряжением 220 В) и постоянным током и является зоной повышенной электроопасности из-за наличия агрессивной среды, влияющей на изоляцию.

В целях безопасности используются коллективные и индивидуальные средства защиты. Под коллективными средствами защиты подразумевается изоляция проводов, защитное заземление, зануление, защитное отключение, предупреждающие плакаты и указатели напряжения.

В лаборатории имеется следующее электрооборудование:

- нагревательные приборы;
- перемешивающие устройства;
- весы;
- испарители;
- сушильные шкафы;
- холодильные установки.

Для предотвращения аварийных ситуаций требуется проведение первичного инструктажа и соблюдения правил техники безопасности. Перед проведением работ с использованием электрооборудования следует внимательно проверить целостность изоляции, а также используемых розеток. При проведении работ не перекручивать и не располагать возле нагревательных приборов провода электропитания. При появлении признаков неисправности электроприборов или проводов электропитания необходимо обесточить электроприбор или полностью рабочую зону, воспользоваться предупреждающими знаками и вызвать электрика.

5.2.2 Пожарная безопасность

В целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, Федеральным законом определены основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и установлены общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения [23].

Химическая лаборатория является пожаровзрывобезопасным помещением категории А, ниже в таблице приведены используемые при работе легковоспламеняющиеся жидкости.

Таблица 5.6 – Используемые ЛВЖ

Наименование вещества	Температура кипения, °С	Температура вспышки, °С	Температура самовоспламенения, °С
Ацетон	56	-18	540
Этанол	78,39	13	363

Легковоспламеняющиеся жидкости являются источником возникновения аварийных ситуаций, поэтому необходимо следовать правилам пользования с ЛВЖ [24]:

- не оставлять открытыми емкости с ЛВЖ;
- закрытую посуду с ЛВЖ не оставлять вблизи нагревательных поверхностей;
- при возникновении пожара воспользоваться средствами пожаротушения: огнетушителями, асбестовым одеялом, песком.

5.3 Экологическая безопасность.

В ходе выполнения экспериментальной части работы были использованы вещества, образующие аэрозоли и пары, загрязняющие рабочую зону и окружающее воздушное пространство. Для уменьшения выбросов требуется следить за герметичностью установок и емкостей для хранения. В лаборатории установления приточно-вытяжная вентиляция, на выходе из которой расположены фильтры, предотвращающие выбросы в атмосферу.

Отработанные органические растворители для более рационального использования подвергались перегонке и повторно участвовали в экспериментах.

5.4 Безопасность в ЧС

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или

окружающей природной среде, значительные материальные потери, нарушения условий жизнедеятельности людей.

Основные положения, термины и определения основных понятий в области безопасности в техногенных ЧС устанавливает ГОСТ Р 22.0.05-97 [25].

Анализ возможных чрезвычайных ситуаций техногенного характера в исследовательской лаборатории представлен в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Анализ возможных чрезвычайных ситуаций техногенного характера в химической лаборатории

Возможная ЧС	Причина ЧС	Ликвидация последствий ЧС	Меры предупреждения
1	2	3	4
Возгорание растворителя	Попадание ЛВЖ на открытые части электронагревательных приборов	Эвакуация людей. Выключить приборы и вытяжную вентиляцию. При необходимости вызвать пожарную команду и приступить к тушению.	При работе с ЛВЖ в рабочей зоне не должно быть открытых электронагревательных приборов.
Выброс реакционной массы с горючим растворителем или вредным веществом	Несоблюдение или незнание параметров проведения процесса	Выключить нагревательные приборы, надеть защитную одежду, приступить к уборке помещения	Строго соблюдать параметры процесса

Продолжение Таблицы 5.7

1	2	3	4
Разрушение стеклянной посуды	Неосторожное обращение с вакуумной установкой или стеклянной посудой	Отключить вакуум-установку, осторожно убрать осколки	Не использовать неисправную (поврежденную и пр.) посуду, прикрывать вакуумную установку сеткой или асбестовым одеялом

Для обеспечения безопасности в ЧС был разработан план эвакуации (рис. 5.1).

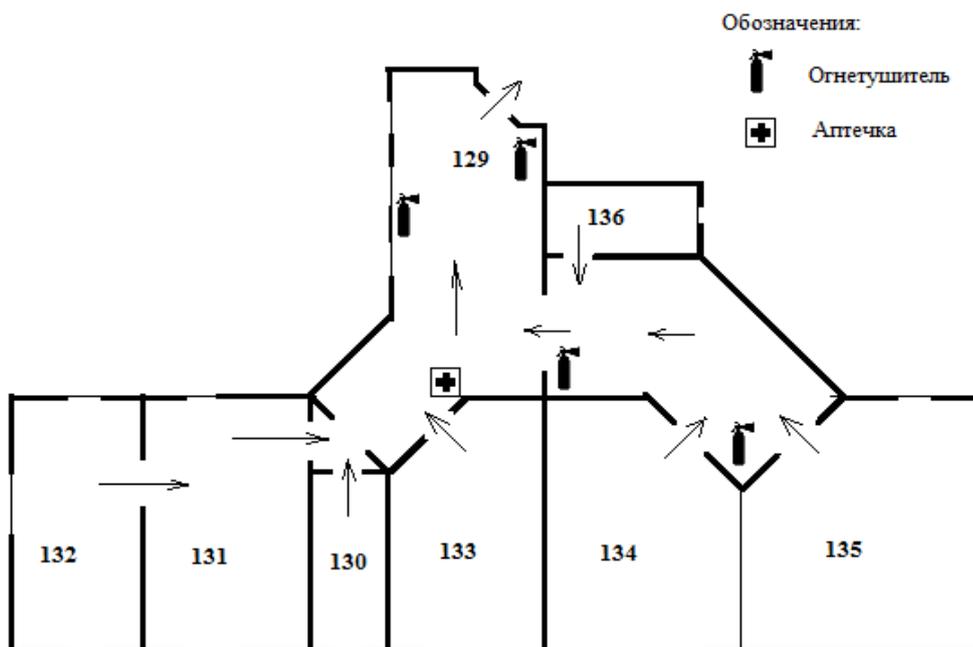


Рисунок 5.1- План эвакуации в случае ЧС

5.5 Правовое обеспечение и организационные мероприятия

Законодательно-правовыми актами по охране труда и охране окружающей среды являются:

- Конституция РФ;
- Кодекс законов о труде РФ;
- «Основы законодательства РФ об охране труда»;
- Указ Президента РФ «Об ответственности за нарушение трудовых прав граждан»;
- «Правила возмещения работодателем вреда, причиненного работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья».

Основные положения об охране труда закреплены Конституцией РФ, Кодексом законов о труде РФ, а также Системой стандартов безопасности труда.

Конституция РФ устанавливает гарантированное право граждан РФ на труд, отдых, охрану здоровья.

Все работники лаборатории обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении ЧС, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения.

Существуют некоторые правила, которые необходимо соблюдать работнику лаборатории [26]:

- к работе не допускаются лица, не прошедшие инструктаж (периодичность для студентов- 2 раза в год);
- продолжительность работы в лаборатории составляет не более 8 часов в день (перерывы через каждые 45-50 минут);
- работа с химическими веществами запрещена беременным женщинам и несовершеннолетним;
- периодичность медосмотров- раз в год.

Заключение

Информацию о влиянии на эксплуатационные свойства масел, а, следовательно, и на изнашивание инструмента, продуктов температурной деструкции и окисления СОЖ можно получить, определив такие показатели, как термоокислительная стабильность, вязкость, плотность, температурную стойкость и др.

Термостатирование при температуре 95 °С и непосредственном контакте с кислородом воздуха оказало следующее влияние на свойства масел:

- Кинематическая вязкость СОЖ всех трех марок (Garia M-22, МР-3 и МР-7) осталась постоянной;

- Кислотное число СОЖ марок Garia M-22, МР-3 и МР-7 увеличилось в результате окисления на 73,6; 63,9 и 85,6 % соответственно, однако имеет достаточно низкое значение (до 0,4 мг КОН/ г);

- Плотность СОЖ всех трех марок (Garia M-22, МР-3 и МР-7) осталась постоянной;

- Количество осадка в СОЖ марок Garia M-22, МР-3 и МР-7 увеличилось в результате образования нерастворимых продуктов окисления на 0,58; 0,50 и 0,26 % масс. соответственно;

- Все три марки СОЖ подвергаются испарению, которое составляет для СОЖ марок Garia M-22 – 0,22; МР-3 – 0,22 и МР-7 – 0,38 % масс.

Наличие металлической стружки способствовало более интенсивному протеканию процессов окисления и температурной деструкции, в результате чего свойства масел изменились следующим образом:

- Кинематическая вязкость СОЖ марки Garia M-22 осталась постоянной, однако для СОЖ марок МР-3 и МР-7 увеличилась на 118,0 и 53,6 % соответственно;

- Кислотное число СОЖ марки Garia M-22 увеличилось в результате окисления на 65,5%, а для СОЖ марок МР-3 и МР-7 – более чем в два раза, однако имеет невысокое значение (до 0,9 мг КОН/ г);

- Плотность СОЖ марки Garia M-22 осталась постоянна, однако для СОЖ марок МР-3 и МР-7 увеличилась на 1,74 и 1,42 % соответственно;

- Количество осадка в СОЖ марок Garia M-22, МР-3 и МР-7 увеличивается в результате образования нерастворимых продуктов окисления на 0,99; 1,53 и 1,90 % масс. соответственно;

- Все три марки СОЖ подвергаются более интенсивному испарению, которое составляет для СОЖ марок Garia M-22 – 0,86; МР-3 – 6,25 и МР-7 – 3,40 % масс.

Таким образом, в искусственно созданных условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации, были получены результаты, которые показывают различную стойкость масел к температурным воздействиям при протекании процессов окисления и температурной деструкции. На основании показателей, характеризующих термоокислительную стабильность смазочно-охлаждающих жидкостей, можно сделать вывод, что СОЖ фирмы Houghton Deutschland является более стабильной и менее подверженной температурной деструкции, нежели СОЖ отечественного производителя, а, следовательно, имеет больший эксплуатационный ресурс.

В дальнейшем результаты данной работы можно применять для определения оптимальных условий эксплуатации смазочно-охлаждающих жидкостей, выбранных для исследования марок производителей.

Список публикаций

1. Власенко Ю.А., Кривцова Н.И. Окисляемость масляных смазочно-охлаждающих жидкостей // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XVI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л. П. Кулёва: в 2 т., Томск, 25-29 Мая 2015. – Томск: ТПУ, 2015 – Т. 2 – с. 30-31.

2. Власенко Ю.А., Кривцова Н.И. [Электронный ресурс]: Исследование температурной стойкости смазочно-охлаждающих жидкостей // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л. П. Кулёва, посвященной 120-летию Томского политехнического университета (г. Томск, 17-20 Мая 2016 г.) – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – 1 эл. опт. диск (CD-R): цв. – Системные требования: IBM PC: Windows 95/98/ME/NT/XP.

Список литературы

1. Худобин Л.В. и др. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: Справочник/ Под общей ред. Л.В. Худобина. - М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.
2. Сравнительные исследования эффективности различных СОЖ / Г. И. Смагин, Г. А. Коновалов, Н. Д. Яковлев, А. Б. Цюпко, Е. В. Карпов, С. Н. Чердаков // Научная дискуссия: вопросы технических наук: сб. ст. по материалам 21-й Междунар. заоч. науч.-практ. конф. М.: Международный центр науки и образования. 2014. № 4 (17). С. 45–51.
3. Ковальский Б.И. Методы и средства повышения эффективности использования смазочных материалов/Б.И. Ковальский. – Новосибирск: Наука, 2005. – 341 с.
4. Булыжев Е.М., Худобин Л.В. Ресурсосберегающее применение смазочно-охлаждающих жидкостей при металлообработке. - М.: Машиностроение. 2004. - 352 с.
5. Кончиц В.В. Смазочные свойства органических отложений на поверхностях трения при повышенной температуре / В.В. Кончиц, С.В. Короткевич, С.Д. Саутин // Трение и износ. – 2002. № 2. – С. 170–175.
6. Манг Т., Дрезель У. Смазки. Производство, применение, свойства: справочник. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2010.- 944 с.
7. Рылякин Е. Г., Волошин А. И. Очистка и восстановление отработанных масел // Молодой ученый. - 2015. - №1. - С. 92-94.
8. Ковальский Б.И. Влияние доливов на процессы окисления моторных масел / Б.И. Ковальский, Ю.Н. Безбородов, Н.Н. Малышева, М.М. Рунда, В.Г. Шрам // Вестник Кузбасского ГТУ, №4 (88), 2011. – С. 58–63.
9. Ящерицын П. И., Фельдштейн Е. Э., Корниевич М. А. Теория резания: учеб. 2-е изд., испр. и доп. Минск.: Новое знание, 2006. 512 с.
10. ГОСТ 13032-77 Жидкости полиметилсилоксановые. [Электронный ресурс]. – Режим доступа www. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-13032-77>

11. ГОСТ Р 51947-2002 Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа www. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-51947-2002>
12. ГОСТ 25371-97. Нефтепродукты. Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости. [Электронный ресурс]. – Режим доступа www. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-25371-97>
13. ГОСТ 5985-79. Нефтепродукты. Метод определения кислотности и кислотного числа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа www. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-5985-79>
14. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсо- сбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
15. Генеральное соглашение между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 - 2016 годы от 25 декабря 2013 г. [Электронный ресурс]: - Режим доступа www.URL: <http://www.rg.ru/2013/12/30/a904631-dok.html>
16. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" [Электронный ресурс]: - Режим доступа www.URL: <http://www.rg.ru/2013/12/30/ocenka-dok.html>
17. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
18. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа www. URL: <http://www.constitution.ru/>
19. СанПиН 2.2.4.584-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
20. ГОСТ 12.1.005-01 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Основные

положения [Электронный ресурс]: - Режим доступа [www.URL: http://vsegost.com/](http://vsegost.com/)

21. Бородин Ю.В., Василевский М.В., Дашковский А.Г., Крепша Н.В., Назаренко О.Б., Свиридов Ю.Ф., Чулков Н.А., Федорчук Ю.М. Практикум по безопасности жизнедеятельности Методические указания по самостоятельной работе для студентов всех направлений и специальностей– Томск: ТПУ, 2009. – 147 с.

22. СНиП 23-05-2010. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы и правила.

23. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ «О требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: - Режим доступа [www.URL: http://www.rg.ru/2008](http://www.rg.ru/2008)

24. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.06.2008г. №123-ФЗ.

25. ГОСТ Р 22.0.05 – 97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. Основные положения [Электронный ресурс]: - Режим доступа [www.URL: http://vsegost.com/](http://vsegost.com/)

26. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 августа 2004 г. N 83 "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения этих осмотров (обследований)" (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 10 сентября 2004 г. N 6015);