

На правах рукописи

Рябинин Александр Александрович

**МЕТОД КОНТРОЛЯ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО
ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ НА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНУЮ
СТАБИЛЬНОСТЬ И ПРОТОВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА
МОТОРНЫХ МАСЕЛ**

Специальность 05.11.13 – Приборы и методы контроля
природной среды, веществ, материалов и изделий

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Томск – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель: *Безбородов Юрий Николаевич*
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: *Власов Юрий Алексеевич*,
доктор технических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет», профессор кафедры «Автомобили и тракторы»

Надежкин Андрей Вениаминович
доктор технических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского», профессор кафедры «Судовые двигатели внутреннего сгорания»

Ведущая организация
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», г. Москва

Защита состоится «23» января 2018 г. в 15.00 на заседании диссертационного совета Д 212.269.09 при ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634028, г. Томск, ул. Савиных, 7, ауд. 215, e-mail: tvn@tpu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» и на сайте: <http://portal.tpu.ru/council/916>

Автореферат разослан «____» ноября 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук

Е.А. Шевелева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Процессы, протекающие в трибосистемах двигателя внутреннего сгорания, определяются механическими, окислительными, температурными и химическими воздействиями. Моторное масло как элемент данной системы является индикатором интенсивности этих воздействий и оказывает влияние на надежность работы двигателя. Эти процессы интенсивно протекают на поверхностях трения в тонких слоях. Для повышения сопротивляемости масел температурным воздействиям их легируют присадками, обеспечивая определенные моющее-диспергирующие, антиокислительные, противоизносные и вязкостно-температурные свойства. Однако эффективность совместного действия присадок на качество смазочных материалов изучена недостаточно. Кроме того, если учитывать, что указанные процессы протекают одновременно на поверхностях трения, то необходимо выделить те, которые влияют на ресурс работы трибоэлементов. Известно, что в начальный период окисления противоизносные свойства масел понижаются за счет их адаптации к новым условиям и активации присадок, обеспечивающих формирование на поверхностях трения защитных граничных слоев. Поэтому поиск новых методов повышения качества моторных масел как элементов конструкции двигателей внутреннего сгорания является актуальной задачей, направленной на повышение их надежности и долговечности.

Научная идея заключается в разработке метода контроля влияния предварительного термостатирования моторных масел на активацию присадок, процессы окисления, противоизносные свойства и потенциальный ресурс.

Степень научной проработанности темы. Научное и практическое значение представляет исследование влияния продуктов температурной деструкции моторных масел на процессы окисления и противоизносные свойства.

Изучению механизма температурной деструкции посвящены работы Г.И. Фукса, И.А. Буяновского, Г.И. Шора, Н.К. Мышкина, Р.М. Матвеевского и др. В данных работах температурная стойкость масел оценивалась по коэффициенту трения, диаметру пятна износа и нагрузке схватывания, а влияние температуры на свойства масел не учитывалось.

Существенный вклад в изучение процессов окисления смазочных материалов внесли Л.А. Кондаков, С.Е. Крейн, А.В. Непогодьеv, К.К. Папок, Н.И. Черножуков, Н.М. Эмануэль, В.А. Зорин и др. В результате анализа работ в данной области обосновано применение средств контроля, позволяющих оценивать процессы окисления по оптической плотности, изменению кинематической вязкости, испаряемости и противоизносных свойств, и доказано положительное качественное и количественное влияние предварительного термостатирования моторных масел различных базовых основ на процессы окисления и противоизносные свойства.

Цель диссертационной работы. Повысить термоокислительную стабильность и противоизносные свойства моторных масел различных базовых основ методом контроля параметров предварительного термостатирования.

Задачи исследования:

1. Разработать метод контроля влияния предварительного термостатирования на термоокислительную стабильность и противоизносные свойства моторных масел различных базовых основ.

2. Исследовать влияние предварительного термостатирования моторных масел в диапазоне температур от 160 до 300 °С на изменение оптических свойств, кинематическую вязкость и термоокислительную стабильность. Обосновать критерии оценки.

3. Исследовать влияние продуктов температурной деструкции и окисления, предварительно термостатированных моторных масел, на противоизносные свойства, обосновать выбор оптимальной температуры предварительного термостатирования и критерии оценки.

4. Разработать практические рекомендации по повышению термоокислительной стабильности и противоизносных свойств моторных масел.

Объект исследования – моторные масла, как элементы трибосистем двигателя внутреннего сгорания.

Предмет исследования – количественная и качественная оценка влияния предварительного термостатирования на термоокислительные и противоизносные свойства моторных масел различной базовой основы.

Методы исследования. Решение поставленных задач осуществлялось с применением теории надежности, теории экспериментов, теории трения и износа, оптических, электрометрических и триботехнических методов исследования.

При выполнении работы применялись поверенные стандартные и специально разработанные приборы, а для обработки результатов экспериментальных исследований – методы математической статистики и регрессионного анализа.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, полученных автором, подтверждается теоретически и экспериментально. Научные положения аргументированы. Теоретические результаты работы получены с использованием положений трибологии, оптики, теплотехники. Выводы подтверждены экспериментальными исследованиями, сопоставимыми с результатами других авторов, и результатами математической обработки с использованием сертифицированных программ.

На защиту выносятся:

1. Метод контроля влияния предварительного термостатирования на термоокислительную стабильность, противоизносные свойства и ресурс моторных масел.

2. Результаты контроля влияния предварительного термостатирования на термоокислительную стабильность моторных масел различных базовых основ и критерии их оценки.

3. Результаты контроля влияния предварительного термостатирования на температурную стойкость моторных масел различной базовой основы и продуктов температурной деструкции на противоизносные свойства.

4. Оптимальная температура предварительного термостатирования моторных масел различной базовой основы повышающая противоизносные свойства и термоокислительную стабильность.

5. Практические рекомендации по повышению термоокислительной стабильности и противоизносных свойств моторных масел различных базовых основ.

Научная новизна работы:

1. Разработан метод контроля влияния предварительного термостатирования моторных масел различных базовых основ, позволяющий повысить термоокислительную стабильность, противоизносные свойства и ресурс.

2. Получены функциональные зависимости и регрессионные уравнения процессов окисления и температурной деструкции моторных масел различных базовых основ, позволяющий оценить влияние предварительного термостатирования на количественные и качественные изменения термоокислительной стабильности, кинематической вязкости и противоизносных свойств.

3. Предложен критерий оценки влияния предварительного термостатирования моторных масел на процессы окисления и противоизносные свойства, что позволило оценить влияние базовой основы на эти показатели.

4. Установлены оптимальные температуры предварительного термостатирования, позволяющие повысить термоокислительную стабильность и противоизносные свойства моторных масел в зависимости от базовой основы.

Практическая значимость работы. На базе теоретических и экспериментальных исследований разработаны практические рекомендации, включающие:

- технологию контроля влияния предварительного термостатирования на эксплуатационные свойства моторных масел;
- технологию контроля влияния продуктов деструкции на противоизносные свойства моторных масел.

Реализация результатов работы. Результаты исследования использованы в учебном процессе Института нефти и газа Сибирского федерального университета, и внедрены в АО «Красноярскнефтепродукт», подтверждены соответствующими актами.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались:

На VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА», 19–27 апреля 2014 года, Сибирский федеральный университет;

VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА», 15–25 апреля 2015 года, Сибирский федеральный университет;

научно-технических семинарах кафедры «Топливообеспечение и ГСМ» Института нефти и газа, Сибирский федеральный университет, 2013–2017 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 6 работ в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК. Список основных публикаций приведен в конце автореферата.

Личный вклад автора. Разработан метод контроля влияния предварительного термостатирования на термоокислительную стабильность и противоизносные свойства моторных масел. Проведены экспериментальные исследования и их математическая обработка. Обоснованы критерии влияния предварительного термостатирования на эксплуатационные свойства моторных масел. Подготовлены к печати и опубликованы научные статьи по теме диссертации. Результаты исследований докладывались на научно-технических конференциях, внедрены в учебный процесс и производственную деятельность промышленных предприятий.

Объем и структура диссертации. Диссертация содержит 113 страниц машинописного текста, 38 рисунков, 27 таблиц. Состоит из введения, четырех глав, основных выводов, библиографического списка из 112 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована ее актуальность, поставлены цель и задачи исследований, сформулированы основные тезисы, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе приведены обзор современных методов контроля эксплуатационных свойств моторных масел, оценки параметров термоокислительной стабильности и температурной стойкости. Анализ проведенных исследований направлен на определение температурной области работоспособности моторных масел в трибосистемах.

С этой целью изучены основные требования, применяемые к моторным маслам, методы контроля эксплуатационных свойств, термоокислительной стабильности и температурной стойкости.

Обзор проведенных исследований выявил необходимость комплексного подхода к решению проблем контроля состояния моторных масел в процессе эксплуатации техники и оптимизации средств измерения и испытания с целью возможности их применения на предприятиях, эксплуатирующих автомобильный транспорт и другую технику. В области увеличения ресурса моторных масел наряду с индивидуальным контролем доливов необходим поиск новых технологий повышения качества товарных масел и присадок к ним.

В этой связи разработан метод контроля влияния предварительного термостатирования на термоокислительную стабильность и противоизносные свойства моторных масел различных базовых основ, применяемых в многокомпонентных машинах.

Вторая глава посвящена разработке метода контроля влияния предварительного термостатирования на показатели термоокислительной стабильности и противоизносные свойства моторных масел. Блок-схема разработанного метода представлена на рис. 1. Приведены технические характеристики средств контроля и испытания и методика обработки экспериментальных данных.

Для исследования выбраны универсальные, всесезонные моторные масла: минеральное – Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC, частично-синтетическое – Лукойл Супер 10W-40 SF/CC, синтетическое – Mobil Super 3000 5W-40 SJ/SL/SK/CF, которые относятся к разным классам вязкости и группам эксплуатационных свойств.

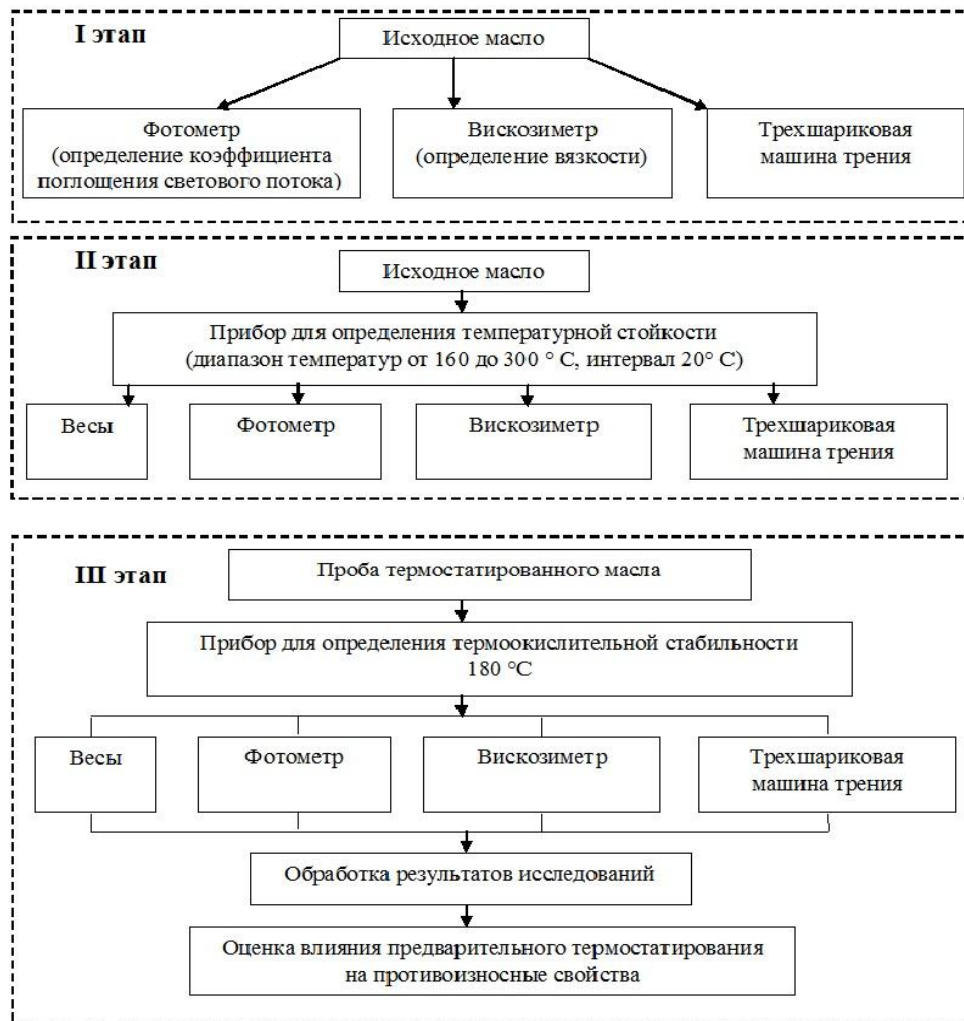


Рисунок 1 – Блок-схема метода контроля показателей температурной стойкости, термоокислительной стабильности и триботехнических характеристик моторных масел

Метод контроля предусматривает три этапа исследования.

На первом этапе определяли значения коэффициента поглощения светового потока, вязкость и противоизносные свойства товарных моторных масел.

На втором этапе пробу масла термостатировали 8 часов в диапазоне температур от 160 до 300 °С с интервалом в 20 °С без перемешивания и доступа воздуха, при атмосферном давлении, с конденсацией паров и отводом конденсата, что практически исключало их окисление. При каждой температуре исследовалась новая проба масла. После термостатирования отбирались пробы масла для определения испаряемости, коэффициента поглощения светового потока, вязкости и противоизносных свойств. Триботехнические исследования проводились на трехшариковой машине трения с параметрами: нагрузка – 13 Н; скорость скольжения – 0,68 м/с; температура масла в объеме – 80 °С; время испытания – 2 часа.

На третьем этапе предварительно термостатированные пробы масла подвергались окислению кислородом воздуха при постоянной температуре 180 °С с перемешиванием стеклянной мешалкой при частоте вращения 300 об/мин. После каждых 8-ми часов окисления проводили взвешивание пробы, определяли массу испарившегося масла, отбирали пробу окисленного масла для прямого фотометрирования, определения вязкости и оценки изменения противоизносных свойств. Испытания прекращались при достижении коэффициента поглощения светового потока K_{Π} значений $\geq 0,7$ ед.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались методами математической статистики и регрессионного анализа с использованием лицензионных программ Advanced Grapher и Microsoft Office Excel.

Комплексная оценка температурной стойкости товарных и окисленных термостатированных масел проводилась по коэффициенту поглощения светового потока, вязкости, испаряемости и среднеарифметическому значению диаметра пятна износа на трехшариковой машине трения, а также по предложенному критерию оценки влияния предварительного термостатирования на эти показатели. По которым обосновывались температуры предварительного термостатирования для масел различной базовой основы.

Третья глава содержит результаты экспериментальных исследований влияния предварительного термостатирования на изменение термоокислительной стабильности и противоизносных свойств минеральных, частично-синтетических и синтетических моторных масел.

Установлено, что предварительное термостатирование в выбранном температурном диапазоне, согласно разработанному методу, не привело к повышению термоокислительной стабильности минеральных моторных масел, но улучшило эти показатели у частично-синтетических и синтетических.

На зависимостях (рис. 2–4) представлены результаты определения термоокислительной стабильности исследуемых смазочных моторных масел, подтверждающие высказанные ранее утверждения.

Испаряемость моторных масел является эксплуатационным показателем, косвенно характеризующим температурную область работоспособности и экологические свойства моторных масел. Чем ниже интенсивность изменения зависимости испаряемости от времени окисления моторных масел, тем медленнее протекают процессы окисления.

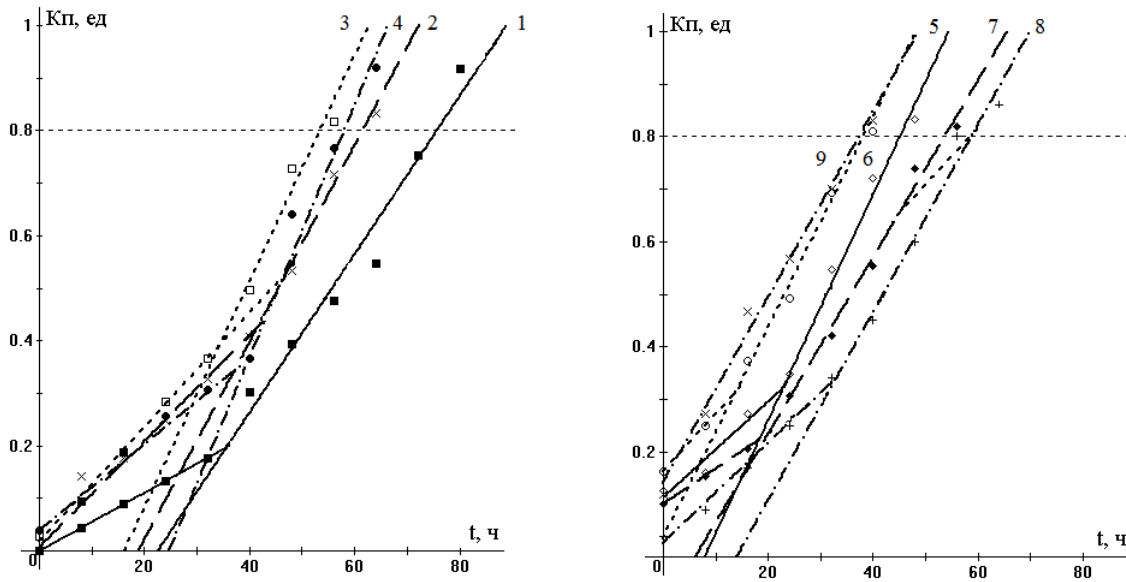


Рисунок 2 – Зависимости коэффициента поглощения светового потока от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–9) минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC при температурах термостатирования: 2 – 160 °С; 3 – 180 °С; 4 – 200 °С; 5 – 220 °С; 6 – 240 °С; 7 – 260 °С; 8 – 280 °С; 9 – 300 °С

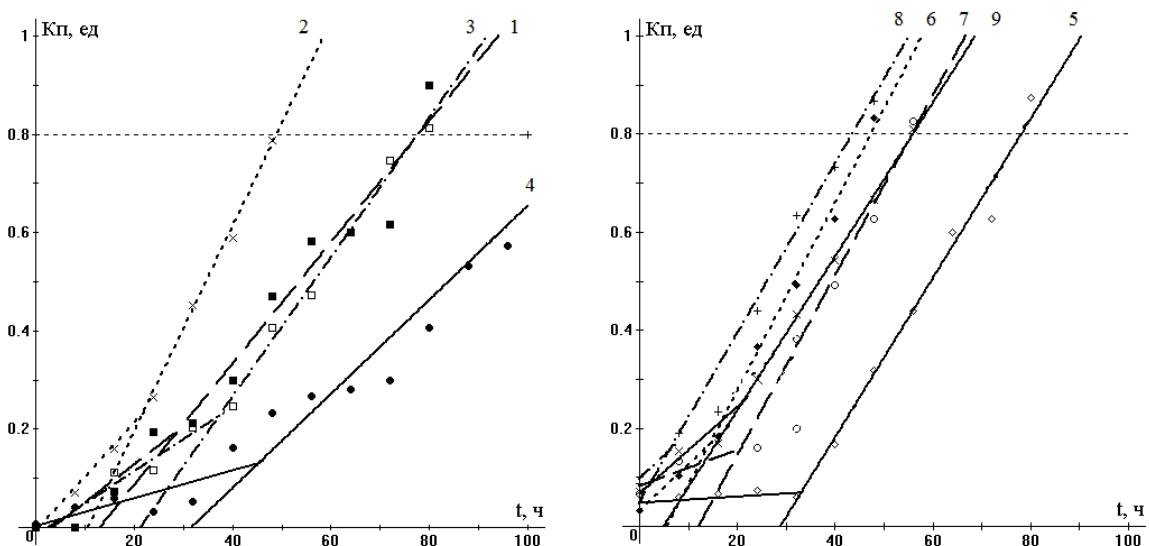


Рисунок 3 – Зависимости коэффициента поглощения светового потока от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–9) частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10W-40 SG/CD при температурах термостатирования: 2 – 160 °С; 3 – 180 °С; 4 – 200 °С; 5 – 220 °С; 6 – 240 °С; 7 – 260 °С; 8 – 280 °С; 9 – 300 °С

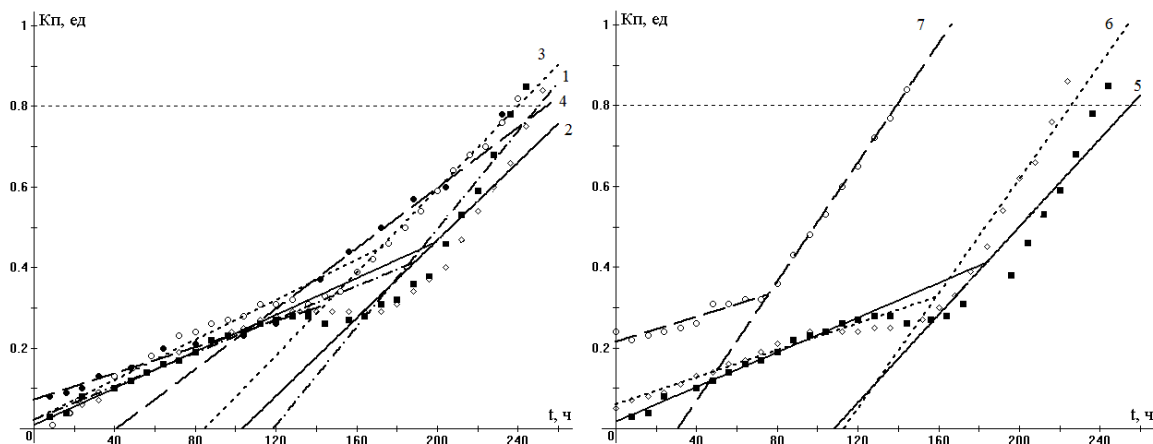


Рисунок 4 – Зависимости коэффициента поглощения светового потока от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–7) синтетического моторного масла Mobil Super 30005W-40 SJ/SL/SK/CF при температурах термостатирования: 2 – 160 °C; 3 – 180 °C; 4 – 200 °C; 5 – 220 °C; 6 – 240 °C; 7 – 260 °C

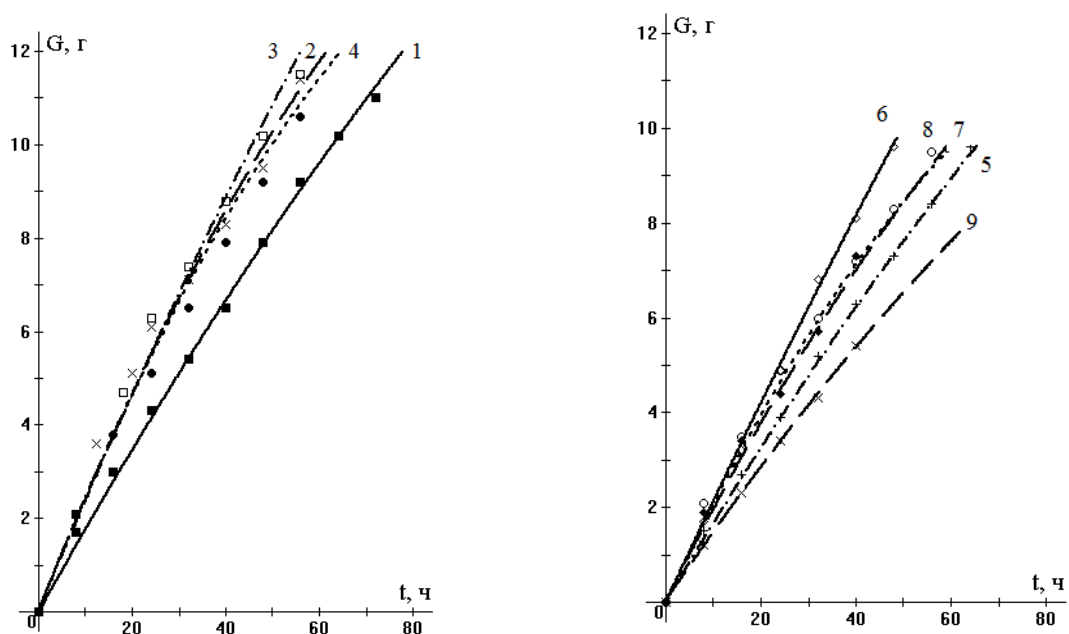


Рисунок 5 – Зависимости испаряемости от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–9) минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC при температурах термостатирования: 2 – 160 °C; 3 – 180 °C; 4 – 200 °C; 5 – 220 °C; 6 – 240 °C; 7 – 260 °C; 8 – 280 °C; 9 – 300 °C

На рис. 5–7 представлены зависимости испаряемости от времени окисления товарного (1) и термостатированных (2–9) минерального, частично-синтетического и синтетического моторных масел.

Исследования вязкостно-температурных характеристик предварительно термостатированных моторных масел представлены на рис. 9–10. Проведенными исследованиями установлено, что вязкость минерального и частич-

но-синтетического моторного масла в процессе окисления снижается и достигает нижнего предела работоспособности, а синтетического моторного масла увеличивается и достигает верхнего предела работоспособности.

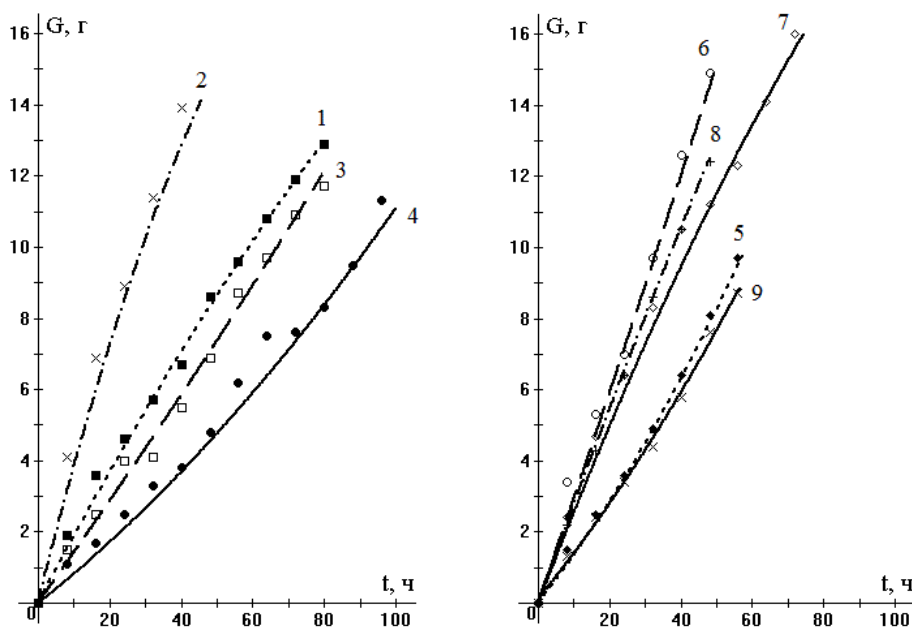


Рисунок 6 – Зависимости испаряемости от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–9) частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10W-40 SG/CD: 2 – 160 °C; 3 – 180 °C; 4 – 200 °C; 5 – 220 °C; 6 – 240 °C; 7 – 260 °C; 8 – 280 °C; 9 – 300 °C

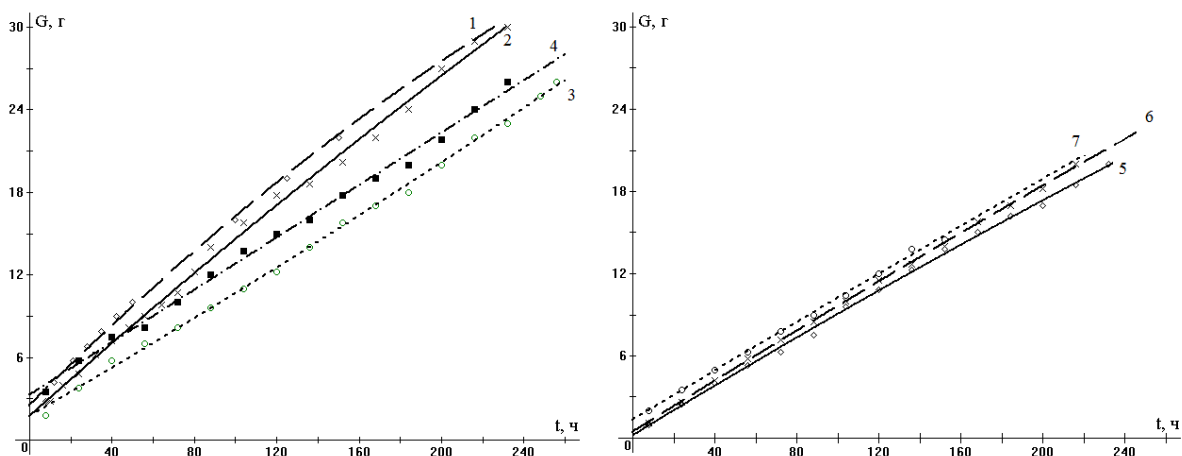


Рисунок 7 – Зависимости испаряемости от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–7) синтетического моторного масла Mobil Super 30005W-40 SJ/SL/SK/CF при температурах термостатирования: 2 – 160 °C; 3 – 180 °C; 4 – 200 °C; 5 – 220 °C; 6 – 240 °C; 7 – 260 °C

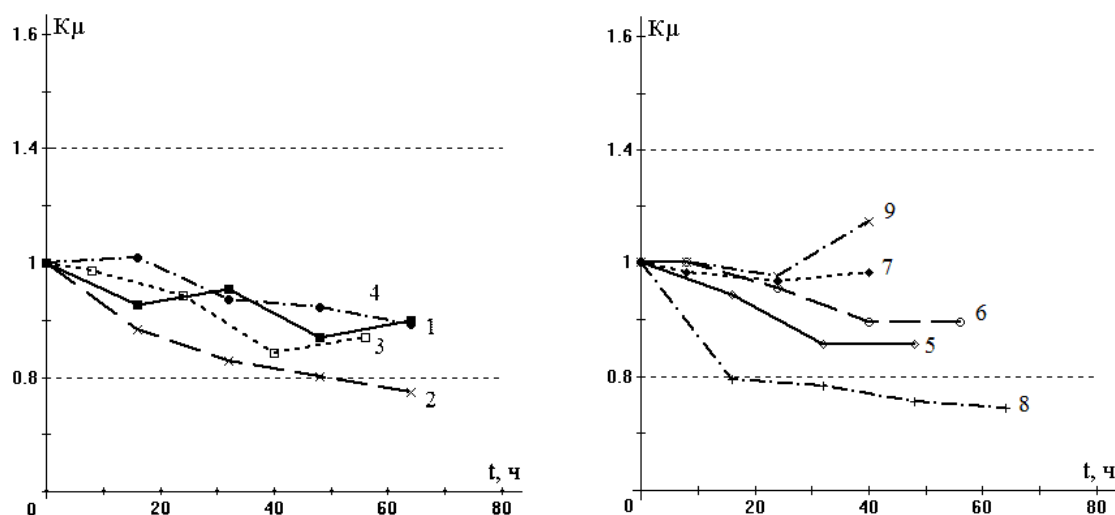


Рисунок 8 – Зависимости коэффициента относительной вязкости от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–9) минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC при температурах термостатирования: 2 – 160 °C; 3 – 180 °C; 4 – 200 °C; 5 – 220 °C; 6 – 240 °C; 7 – 260 °C; 8 – 280 °C; 9 – 300 °C

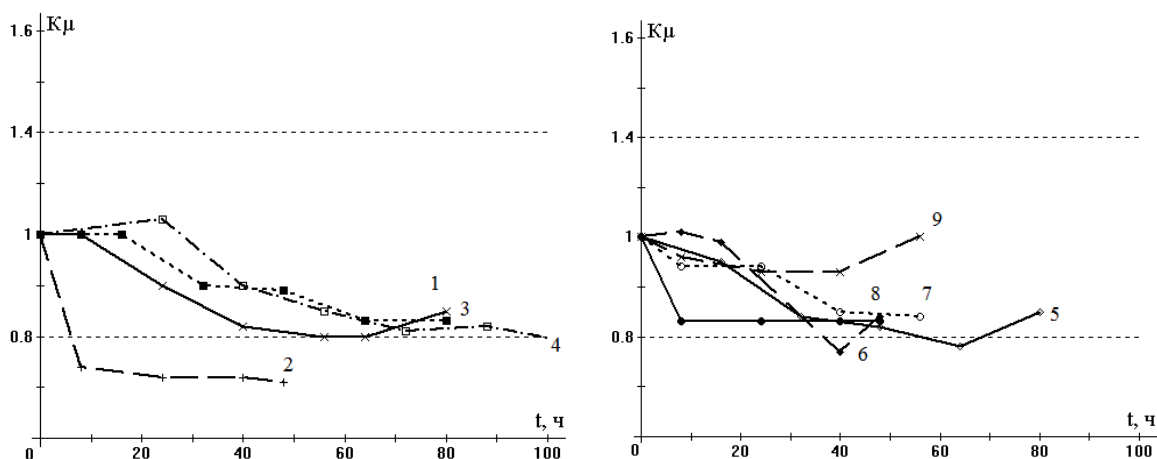


Рисунок 9 – Зависимости коэффициента относительной вязкости от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–9) частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10W-40 SG/CD при температурах термостатирования: 2 – 160 °C; 3 – 180 °C; 4 – 200 °C; 5 – 220 °C; 6 – 240 °C; 7 – 260 °C; 8 – 280 °C; 9 – 300 °C

Исследованиями процессов самоорганизации и температурной стойкости предварительно термостатированных моторных масел различных базовых основ установлено, что в области первичных продуктов деструкции улучшение противоизносных свойств происходит наиболее интенсивно. При переходе от первичных продуктов деструкции во вторичные интенсивность изменения противоизносных свойств замедляется. Такие изменения противоизносных свойств объясняются различиями в структуре и свойствах граничных слоев, которые зависят от концентрации продуктов деструкции. В работе

использован предложенный ранее критерий противоизносных свойств для оценки влияния предварительного термостатирования на противоизносные свойства моторных масел. Результаты проведенных исследований представлены на рис. 11, 12.

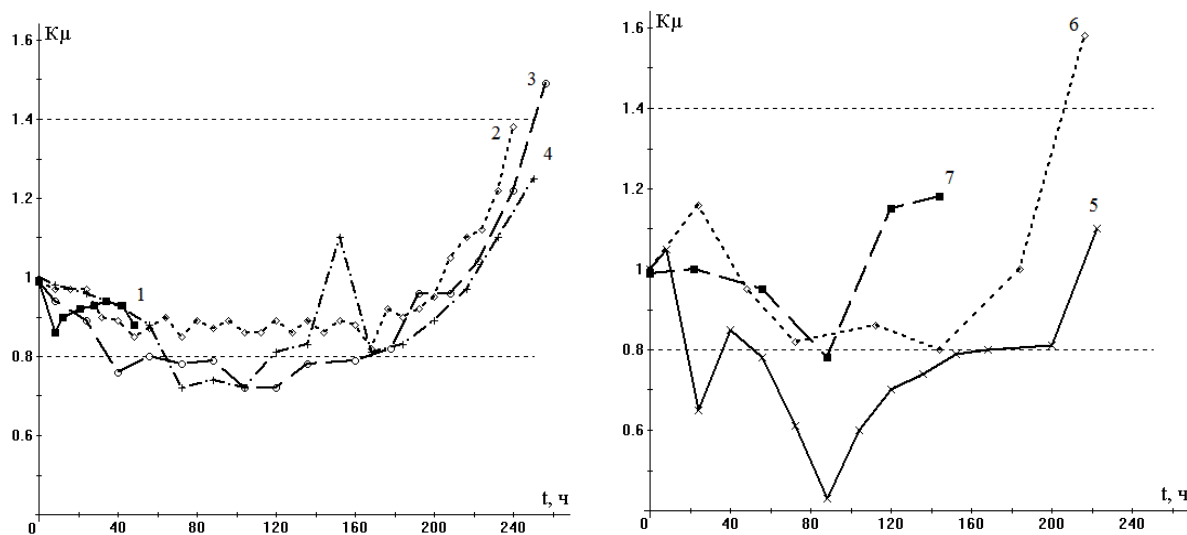


Рисунок 10 – Зависимости коэффициента относительной вязкости от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2–7) синтетического моторного масла Mobil Super 30005W-40 SJ/SL/SK/CF при температурах термостатирования: 2 – 160 °C; 3 – 180 °C; 4 – 200 °C; 5 – 220 °C; 6 – 240 °C; 7 – 260 °C

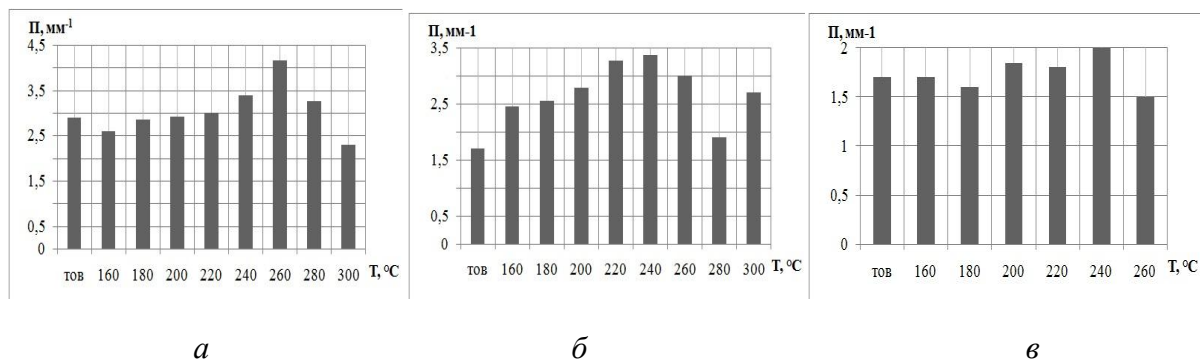


Рисунок 11 – Гистограммы изменения критерия противоизносных свойств окисленных моторных масел после предварительного термостатирования: а) минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC; б) частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10W-40 SG/CD; в) синтетического моторного масла Mobil Super 30005W-40 SJ/SL/SK/CF

Установлено, что температура предварительного термостатирования моторного масла влияет на противоизносные свойства (рис. 11) и износ (рис. 12)

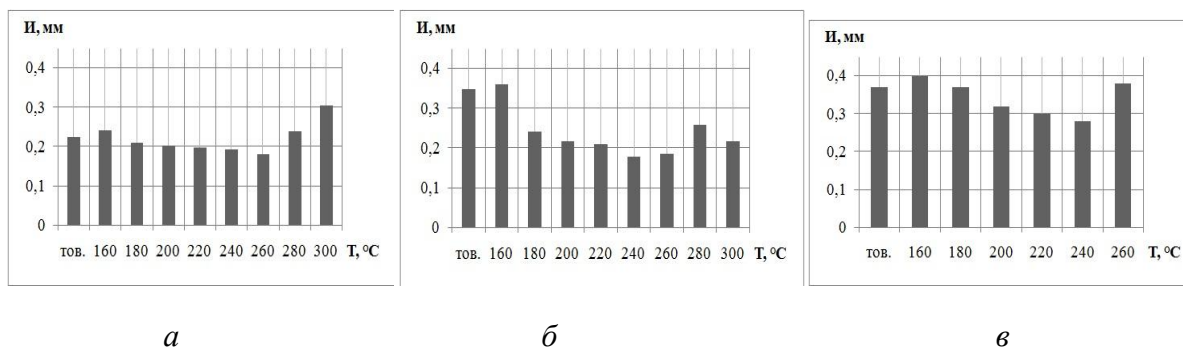


Рисунок 12 – Гистограммы изменения значения показателя износа товарного и окисленных моторных масел после предварительного термостатирования: а) минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC; б) частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10W-40 SG/CD; в) синтетического моторного масла Mobil Super 30005W-40 SJ/SL/SK/CF

Для оценки влияния температуры предварительного термостатирования на противоизносные свойства смазочных масел предложен коэффициент влияния предварительного термостатирования, определяемый отношением

$$K_{\text{пт}} = \frac{a_{\text{п.тс}}}{a_{\text{п.тов}}},$$

где $a_{\text{п.тс}}$ – скорость изменения условной концентрации продуктов деструкции на фрикционном контакте предварительно термостатированного масла, $1/\text{мм}^2$; $a_{\text{п.тов}}$ – параметр, характеризующий скорость изменения условной концентрации продуктов деструкции на фрикционном контакте товарного масла, $1/\text{мм}^2$.

На рис. 13–15 представлены зависимости коэффициента влияния предварительного термостатирования масел различной базовой основы от температуры термостатирования.



Рисунок 13 – Зависимость коэффициента влияния предварительного термостатирования от температуры термостатирования минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC



Рисунок 14 – Зависимость коэффициента влияния предварительного термостатирования от температуры термостатирования частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10W-40 SG/CD

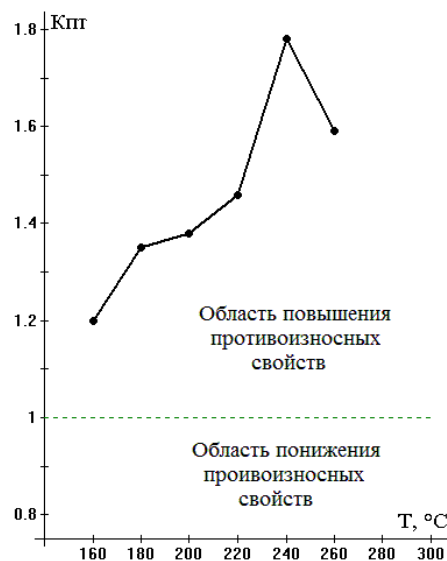


Рисунок 15 – Зависимость коэффициента влияния предварительного термостатирования от температуры термостатирования синтетического моторного масла Mobil Super 30005W-40 SJ/SL/SK/CF

Из приведенных графиков можно сделать вывод, что точка с наибольшим показателем значения коэффициента влияния предварительного термостатирования указывает на температуру термостатирования, при которой наблюдается повышение противозносных свойств.

Согласно зависимостям (рис. 13–15) установлено, что:

- термостатирование минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC при температуре 260 °C позволяет повысить критерий противозносных свойств по сравнению с товарным маслом на 74 %. Следовательно, при такой температуре термостатирования противозносные свойства лучше, чем при остальных температурах предварительного термостатирования;

- термостатирование частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10W-40 SG/CD при температуре 240 °C позволяет повысить критерий противозносных свойств по сравнению с товарным маслом на 98 %;

- термостатирование синтетического моторного масла Mobil Super 30005W-40 SJ/SL/SK/CF, при температуре 240 °C позволяет повысить критерий противозносных свойств по сравнению с товарным маслом на 78 %.

По результатам данных исследований можно предложить систему снижения износа трибосопряжений.

На основании проведенных исследований минерального, частично-синтетического, синтетического моторных масел определены процесс термоокислительной стабильности; температурная область работоспособности; температуры предельного изменения вязкости предварительно термостатированных моторных масел различной базовой основы при окислении; критерии температурной стойкости и противоизносных свойств, а также влияние на эти процессы предварительного термостатирования масла. Предложен коэффициент влияния предварительного термостатирования масла на противоизносные свойства. Установлены температурные диапазоны предварительного термостатирования, в рамках которых наблюдается повышение противоизносных свойств, что значительно расширяет информацию о смазочном масле для потребителей.

Четвертая глава посвящена разработке технологии определения: оптимальной температуры предварительного термостатирования, повышающей эксплуатационные свойства смазочных масел; влияния продуктов деструкции на противоизносные свойства. Представлены практические рекомендации по созданию системы повышения износостойкости твердых тел и совершенствованию существующей классификации смазочных масел. Разработанные рекомендации внедрены на АО «Красноярскнефтепродукт» и в учебный процесс кафедры «Топливообеспечение и ГСМ» Института нефти и газа Сибирского федерального университета.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработан метод контроля влияния предварительного термостатирования на эксплуатационные свойства моторных масел с применением средств контроля и измерения. Метод позволяет обосновать повышение эксплуатационных свойств за счет предварительного термостатирования.

2. Исследовано влияние температуры в диапазоне от 160 до 300 °С на процессы температурной деструкции, триботехнические характеристики моторных масел различной базовой основы и термостатированных масел на показатели термоокислительной стабильности и триботехнические характеристики окисленных масел. Обоснованы критерии триботехнических свойств.

3. Предложен критерий подбора оптимальной температуры предварительного термостатирования и оценки ее влияния на противоизносные свойства, характеризующийся скоростью изменения условной концентрации продуктов деструкции предварительно термостатированного смазочного масла на параметр деструкции товарного масла.

4. Обоснована оптимальная температура предварительного термостатирования моторных масел различной базовой основы, повышающая противоизносные свойства и произведена их количественная оценка.

5. Разработаны практические рекомендации по применению предварительного термостатирования моторных масел с целью повышения противозносных свойств с обоснованием температуры термостатирования в зависимости от базовой основы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ОТРАЖЕНО В ПУБЛИКАЦИЯХ:

а) статьи в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ:

1. **А.А. Рябинин.** Влияние продуктов температурной деструкции на окислительные процессы и противоизносные свойства минерального моторного масла М10 – Г 2_к / Б.И. Ковальский, Н.Н. Малышева, **А.А. Рябинин** // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 8. С. 116–126

2. **А.А. Рябинин.** Влияние продуктов температурной деструкции на окислительные процессы и противоизносные свойства моторных масел различной базовой основы / Б.И. Ковальский, Н.Н. Малышева, Е.Г. Кравцова, М.С. Лысая, **А.А. Рябинин** // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №8. С. 122–125.

3. **А.А. Рябинин.** Влияние продуктов температурной деструкции на окислительные процессы и противоизносные свойства синтетического моторного масла Mobil Super 3000 5w – 40 SJ/SL/SK/CF./ Б.И. Ковальский, Н.Н. Малышева, Е.Г. Кравцова, **А.А. Рябинин** // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 8.С. 85–92.

4. **А.А. Рябинин.** Влияние предварительного термостатирования моторных масел различной базовой основы на оптические свойства / Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 3. С. 92.

5. **А.А. Рябинин.** Влияние предварительного термостатирования на оптические свойства частично-синтетического моторного масла Лукойл Супер 10w – 40 SG/CD / Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 6. С. 83.

6. **А.А. Рябинин.** Влияние предварительного термостатирования на оптические свойства синтетического моторного масла Mobil Super 3000 5W-40 SJ/SL/SK/CF / Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 6. С. 123.

б) участие в конференциях:

7. VII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА», 19–27 апреля 2014 г. Красноярск. Сиб. федер. ун-т, 2014;

8. VII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА», 15–25 апреля 2015 г. Красноярск. Сиб. федер. ун-т, 2015.

Подписано в печать _____ 2017. Печать плоская. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 1,1. Тираж ____ экз. Заказ № ____

Отпечатано в _____
