

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка лабораторной работы «Анализ автомобильных технических жидкостей» для учебной дисциплины «Эксплуатационные материалы»

Обучающийся

В.С. Попов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

канд. пед. наук, доцент А.В. Егорова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы развития учебной лаборатории ГСМ кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ с целью улучшения учебного процесса.

В ходе исследования показано развитие методов анализа нефтепродуктов. Произведен анализ лабораторных работ, которые проводятся в лаборатории ГСМ в настоящее время.

Во втором разделе после изучения сложившейся практики в сфере контроля эксплуатационных материалов, проведен анализ способов методик и оборудования для экспресс-анализа масел с целью улучшения работы автомобиля.

В третьем разделе рассмотрены перспективные методы контроля и разработана новая лабораторная работа.

В заключении сформулированы перспективные направления развития лаборатории ГСМ кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ.

Annotation

In the bachelor's work, the issues of the development of the fuel and lubricants training laboratory of the department "Design and Operation of Cars" of TSU are considered in order to improve the educational process.

The study shows the development of methods for the analysis of petroleum products. The analysis of laboratory work that is currently being carried out in the fuel and lubricants laboratory has been carried out.

In the second section, after studying the established practice in the field of control of operational materials, an analysis of methods, techniques and equipment for express analysis of oils in order to improve the performance of the car was carried out.

In the third section, promising control methods are considered and a new laboratory work is developed.

In conclusion, promising directions for the development of the fuel and lubricants laboratory of the Department "Design and Operation of Cars" of TSU are formulated.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ существующих лабораторных работ	6
1.1 Исследуемые материалы	6
1.2 Обзор лабораторного практикума ТГУ	7
2 Обоснование темы лабораторной работы	32
2.1 Обзор современных методик	32
2.2 Обзор современных приборов экспресс-анализа	36
2.3 Тестеры жидкостей	39
3 Разработка методических указаний	44
3.1 Рекомендации по разработке лабораторного практикума.....	44
3.2 Методические указания по проведению лабораторной работы ...	46
Заключение	49
Список используемых источников	50

Введение

Непрерывно совершенствующиеся автомобили, тракторы, дорожные машины, снабженные двигателями внутреннего сгорания, предъявляют все более высокие требования к качеству топлива, масел и пластичных смазок.

В связи с этим для будущего специалиста в области конструирования, эксплуатации и ремонта этих машин все большее значение приобретает умение произвести правильный выбор марки топлива и смазочных материалов для данного типа машины, умение технически обоснованно выбрать полноценный заменитель, а также обеспечить организацию контроля на соответствие показателей качества продукта нормам ГОСТа или ТУ.

Для успешного решения этих задач инженер должен уметь правильно ориентироваться в оценке эксплуатационных качеств топлив и смазочных материалов, уметь при необходимости произвести простейшие лабораторные анализы, дать соответствующие указания и проконтролировать работу сотрудников лаборатории ГСМ автохозяйства.

В настоящем руководстве даны описания тех определений качества топлив, и смазочных материалов, которые могут встретиться в его будущей деятельности.

Изучение методики и принципов лабораторных анализов и определений должно помочь студенту в усвоении курса «Эксплуатационные материалы» в целом.

Результаты каждой лабораторной работы оформляются в виде отчета установленной формы.

1 Анализ существующих лабораторных работ

1.1 Исследуемые материалы

Перечень масел и жидкостей, которые применяются на современном автомобиле достаточно большой. Разумеется, вопрос старения наиболее актуален для моторного масла, однако трансмиссионные масла в коробках передач и мостах тоже являются значительным резервом в случае продления сроков замены, как и масло гидравлического усилителя руля. Отдельную группу составляют рабочие жидкости автоматических коробок передач (АТФ) и вариаторов (CVTF).

Автомобильные масла и технические жидкости подлежат замене через определенный срок (пробег). Например, моторное масло, согласно сервисной книжке автомобиля Lada Vesta, следует менять через каждые 15 т.км. При этом сливается, в зависимости от типа двигателя, от 2,9 до 4,4 л. масла. Но динамика старения масла различна даже для одного и того двигателя в течение его жизненного цикла.

Существуют методики определения старения масел и других эксплуатационных материалов, позволяющие продлить сроки замены. Используя методы экспресс-контроля автомобильных масел и жидкостей, можно перейти от концепции замены масел через фиксированный срок (пробег) – к концепции замены масел по фактическому состоянию. Это может дать значительную экономию владельцам автомобилей, что особенно актуально для автотранспортных предприятий, поскольку объем сливаемого моторного масла гораздо больше. Например, на автомобиле КАМАЗ-65115 при ТО-2 сливают от 24 до 34 л. моторного масла, в зависимости от модификации двигателя.

1.2 Обзор лабораторного практикума ТГУ

Существующая лаборатория позволяет выполнять следующие лабораторные работы.

1. Определение плотности нефтепродуктов
2. Определение фракционного состава бензина
3. Определение наличия воды, водорастворимых кислот и щелочей в нефтепродуктах.
4. Определение цетанового числа дизельного топлива (по анилиновой точке)
5. Определение температуры вспышки топлива в закрытом титле
6. Определение температуры самовоспламенения дизельного топлива
7. Определение вязкости масла, нахождение индекса вязкости
8. Оценка свойств работающего моторного масла
9. Определение числа пенетрации пластичных смазок
10. Определение температуры каплепадения пластичных смазок
11. Определение температуры замерзания антифриза.

Далее приводятся краткие описания лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1. Определение плотности нефтепродуктов. Плотность измеряется массой тела, заключенной в единице его объема и имеет размерность в системе СИ – килограмм на кубический метр ($\text{кг}/\text{м}^3$), в других системах плотность может быть выражена $\text{г}/\text{см}^3$, $\text{кг}/\text{дм}^3$.

Плотность, связанная с объемом, зависит от температуры: при повышении температуры она уменьшается, а при снижении – увеличивается. В практической деятельности довольно часто приходится использовать величину плотности для пересчета объемных количеств нефтепродуктов в весовые и обратно. Для пересчета количества бензина из объемных единиц в весовые достаточно умножить объемное количество бензина, замеренное при определенной температуре, на плотность бензина при той же температуре:

$$y_i = \rho_i \cdot V_i$$

где y_i - количество бензина в весовых единицах, кг.

V_i - количество бензина в объемных единицах, m^3 ,

ρ_i - плотность бензина при той же температуре, kg/m^3 .

В стеклянный цилиндр осторожно налить нефтепродукт. Опустить в нефтепродукт чистый и сухой ареометр. Погружение ареометра следует производить очень осторожно, держа его за верхний конец и не допуская падения на дно цилиндра.

Отсчет делений производится по верхнему краю мениска. Температура испытуемого нефтепродукта замеряется термометром.

Плотность нефтепродукта принято указывать при температуре $+20\text{ }^\circ\text{C}$.

Если температура испытуемого образца в момент измерения плотности отличалась от указанной, следует ввести температурную поправку, определяемую по формуле

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20)$$

где ρ_{20} – плотность при температуре $+20\text{ }^\circ\text{C}$,

ρ_t - плотность при температуре замера,

γ - температурная поправка,

t – температура продукта в момент замера.

Температурная поправка плотности нефтепродуктов на $1\text{ }^\circ\text{C}$.

Оборудование и материалы

1. Набор ареометров (денсиметров)
2. Мерные цилиндры
3. Термометр
4. Бензин
5. Дизельное топливо

Лабораторная работа № 2. Определение фракционного состава бензина.

Для оценки испаряемости бензина определяют зависимость количества испарившегося бензина от температуры.

График, показывающий зависимость объема отогнанного топлива от температуры, называется кривой перегонки, по которой определяют фракционный состав топлива и некоторые, эксплуатационные качества бензина. Фракционный состав характеризуют температурой начала кипения бензина ($t_{нк}$), температурами накипания 10% объема (t_{10}), 50% (t_{50}), 90% (t_{90}) и температурой конца кипения ($t_{кк}$).

По температуре перегонки 10% бензина судят о его пусковых качествах. Чем ниже t_{10} , тем легче и быстрее можно запустить холодный двигатель. Существует эмпирическая формула, связывающая и минимальную температуру воздуха, при которой еще возможен запуск двигателя:

$$t_b = 0,5 t_{10} - 50,5 + (t_{нк} - 50)/3$$

На скорость запуска двигателя влияет и температура начала кипения. С $t_{нк}$ можно связать минимальную температуру запуска холодного двигателя:

$$t_b \geq 2/3 t_{нк} - 49$$

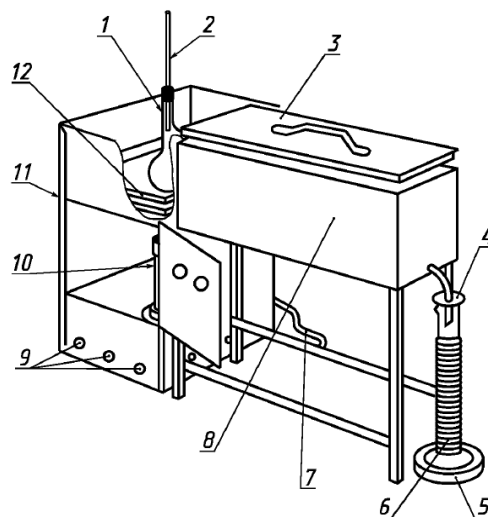
(для бензинов с $t_{нк} = 30 \dots 65^\circ\text{C}$).

Слишком низкие $t_{нк}$ и t_{10} могут вызвать перебои в работе двигателя, так как при высокой температуре окружающего воздуха в горячем двигателе возможно образование паровых пробок в топливной системе.

Температура бензина, при которой двигатель прекращает работать вследствие образования паровых пробок, $t_{пп}$, определяется по формулам

$$t_{пп} = 1,85 t_{нк} - 4 \quad (\text{для } t_{нк} = 30 \dots 65^\circ\text{C})$$

$$t_{пп} = t_{10} + 10 \quad (\text{для } t_{10} = 45 \dots 85^\circ\text{C})$$



1 — колба для перегонки; 2 — термометр; 3 — крышка бани; 4 — фильтровальная бумага; 5 — подставка; 6 — мерный цилиндр; 7 — газопровод; 8 — охлаждающая баня; 9 — вентиляционные отверстия; 10 — горелка; 11 — кожух; 12 — асбестовая прокладка

Рисунок 1 – Аппарат для определения фракционного состава по ГОСТ 2177-99

Оборудование и материалы:

1. Установка для перегонки бензина (рис.1)
2. Воронка коническая
3. Бензин

Для перегонки бензина используется установка, изображенная на рис. 1. Отмерить 100 см^3 испытуемого бензина мерным цилиндром. Налить бензин через коническую воронку в колбу. Закрывать колбу резиновой пробкой с термометром, убедиться в наличии охлаждающей воды в холодильнике и включить электроплитку. В качестве приемника дистиллята использовать тот же мерный цилиндр, поставив его под отводную трубку холодильника.

Отметить температуру начала кипения в момент падения первой капли дистиллята в цилиндр. В дальнейшем отмечать температуру через каждые 10 см^3 перегонки дистиллята.

Перегонку закончить, когда прекратится увеличение температуры. Записать максимальную температуру ($t_{\text{кк}}$) и выключить нагреватель. После охлаждения колбы измерить остаток в колбе цилиндром на 10 см^3 .

Лабораторная работа № 3. Определение наличия воды, водорастворимых кислот и щелочей в нефтепродуктах.

Долговечность двигателя зависит от коррозионных свойств топлива. Продукты коррозии могут забивать систему питания, нарушая нормальную работу двигателя. Коррозионные свойства топлива могут быть вызваны содержанием в нем трех групп веществ: водорастворимых кислот и щелочей, органических кислот, серы и сернистых соединений. Щелочи взаимодействуют с деталями, выполненными из алюминия. Органические кислоты разрушают детали из цветных металлов. Полностью удалить из топлива органические кислоты трудно, поэтому, учитывая их относительно слабое действие на металлы (за исключением свинца и цинка), допускается небольшое, строго ограниченное их содержание в бензине и других топливах.

Действию содержащихся в топливе водорастворимых кислот, а также серной кислоты, образующейся в результате сгорания серы, подвержены практически все детали двигателя. Коррозионное действие кислот и щелочей усугубляется присутствием даже незначительного количества воды в топливе. Контроль за наличием воды, водорастворимых кислот и щелочей в топливе имеет большое практическое значение.

Оборудование и материалы

1. Мерный цилиндр
2. Делительная воронка
3. Пробирки
4. Бензин, дизельное топливо
5. KMnO_4
6. Дистиллированная вода

7. Универсальный индикатор (спиртовой раствор), шкала изменения окраски

Порядок работы.

1. Качественное определение воды в топливе. Налить 50 см^3 топлива в сухой мерный цилиндр, бросить в него 2-3 кристаллика KMnO_4 (марганцево-кислого калия), которые следует достать бумажной ложечкой из пробирки.

Закрывать плотно цилиндр сухой ладонью и перемешать, поворачивая его на 180° несколько раз. Если после отстоя на дне цилиндра появится темно-фиолетовое кольцо, значит, в топливе присутствует вода. Исследуемое топливо слить в сосуд. Руки вымыть с мылом!

2. Определение водорастворимых кислот и щелочей. Налить в делительную воронку 20 см^3 топлива и 20 см^3 дистиллированной воды. Содержимое воронки взболтать в течение 2-3 мин. После отстоя слить $2-3 \text{ см}^3$ водной вытяжки в пробирку и добавить 2-3 капли универсального индикатора. В контрольную пробирку поместить такое же количество дистиллированной воды и также добавить индикатор. Сравнить окраску в пробирках со шкалой и сделать вывод о наличии или отсутствии кислот и щелочей в топливе.

Лабораторная работа № 4. Определение цетанового числа дизельного топлива (по анилиновой точке)

Одной из наиболее важных эксплуатационных характеристик дизельного топлива является склонность его к воспламенению, оцениваемая цетановым числом (ЦЧ), величина которого зависит от содержания парафиновых и ароматических углеводородов.

ЦЧ можно определить по дизельному индексу, а его, в свою очередь, по анилиновой точке. Анилиновая точка - температура, при которой анилин ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) и нефтепродукты полностью взаиморастворяются.

Чем больше парафиновых углеводородов в топливе, тем выше анилиновая точка и, соответственно дизельный индекс (ДИ), который рассчитывают по формуле

$$ДИ = ((A \cdot 1,8 + 32) \cdot (141,5 - 131,5 \rho)) / (100 \rho)$$

где ρ – плотность топлива, г/см³,

A – анилиновая точка, °C

Оборудование и материалы:

1. Прибор для определения анилиновой точки (рис.2)
2. Анилин
3. Дизельное топливо

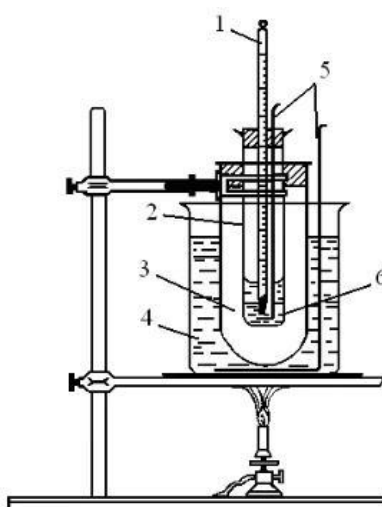


Рисунок 2 – Прибор для определения анилиновой точки.

- 1 - термометр; 2 - пробирка; 3 - муфта; 4 - водяная баня; 5 - мешалка; 6 - смесь анилина с исследуемой фракцией

Порядок выполнения работы. Налить в узкую пробирку (3) 2 см³ свежеперегнанного анилина и 2 см³ испытываемого топлива. В пробирку вставить термометр (1) таким образом, чтобы середина ртутного шарика находилась на линии раздела анилинового и топливного слоёв. Пробирку поместить, как указано на рис.2, в белое широкую пробирку и опустить в стакан с водой (водяную баню). Включить электроплитку. В процессе нагревания смесь в пробирке непрерывно помешивать до момента, пока она не станет совершенно прозрачной и однородной.

Вынуть прибор из бани и, продолжая перемешивать, наблюдать образование равномерной мути по всей массе раствора. Отметить температуру появления мути. Это и будет анилиновая точка, т.е. температура, при которой анилин и нефтепродукт полностью взаиморастворились.

Лабораторная работа № 5. Определение температуры вспышки топлива в закрытом титле

Под температурой вспышки понимается наиболее низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуется смесь паров с воздухом, способная вспыхивать от источника зажигания.

По температуре вспышки можно судить о наличии легкоиспаряющихся углеводородов в топливе и о пожарной опасности при хранении и эксплуатации топлив.

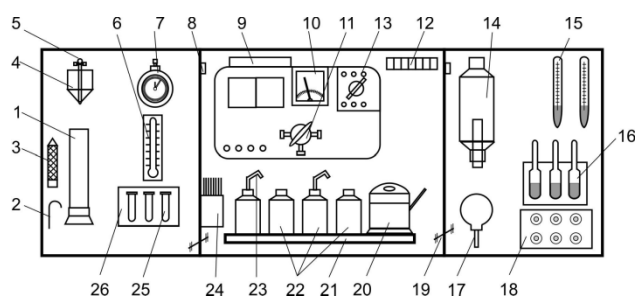


Рисунок 3 – Схема судовой комплектной лаборатории анализа масла и топлива СКЛАМТ:

1 – мерный цилиндр; 2 – проволочка диаметром 1 мм; 3 – надфиль; 4 – индикатор вязкости; 5 – штырь; 6 – термометр; 7 – секундомер; 8 – защелка; 9 – верхняя панель; 10 – электрический термометр; 11 – трехходовой кран; 12 – ампулы гидрата кальция; 13 – блок стабилизатора питания; 14 – делительная воронка; 15 – термометры жидкостные; 16 – денсиметры; 17 – пробоотборник; 18 – эталонные шкалы пятен; 19 – фиксатор дверцы; 20 – прибор для определения температуры вспышки; 21 – выдвижной рабочий столик; 22 – емкости для индикаторов; 23 – автоматические пипетки

(дозаторы); 24 – зажим для фильтровальной бумаги; 25 – пробирки для определения содержания воды; 26 – пенопластовый футляр

Оборудование и материалы:

1. Прибор, встроенный в установку СКЛАМТ, состоящий из блока нагревателя, защитного колпака, воспламенителя, тигля.
2. Исследуемый нефтепродукт (дизельное топливо, лигроин, легкое масло)
3. Ветошь для протирки тигля.

Порядок выполнения работы. Налить топливо в тигель до уровня проточки. Когда установка прогреется до 100°C, переключатель предела нагрева поставить в нулевое положение, снять с нагревателя защитный колпак и охладить установку до 50°C.

Закрывать нагреватель защитным колпачком, поставить переключатель предела нагрева на два интервала выше предполагаемой температуры вспышки исследуемого топлива. За 10°C до предполагаемой температуры вспышки в течение 5 с. периодически нажимать кнопку вспышки и наблюдать вспышку через смотровое окно защитного колпака. Включение кнопки повторять через каждые 2°C до появления вспышки, а при ее появлении зафиксировать температуру по измерительному прибору.

Лабораторная работа № 6. Определение температуры самовоспламенения дизельного топлива.

Температурой самовоспламенения называется наименьшая температура, при которой резко увеличивается скорость экзотермических реакций окисления паров топлива в воздухе, заканчивающихся возникновением пламенного горения.

Характеристикой самовоспламенения топлив является цетановое число, которое определяет мягкую или жесткую работу дизеля.

Склонность топлива к самовоспламенению зависит от его химической природы: наибольшим ЦЧ обладают парафины, меньшим - ароматические углеводороды.

По температуре самовоспламенения можно определить цетановое число топлива, пользуясь калибровочным графиком.

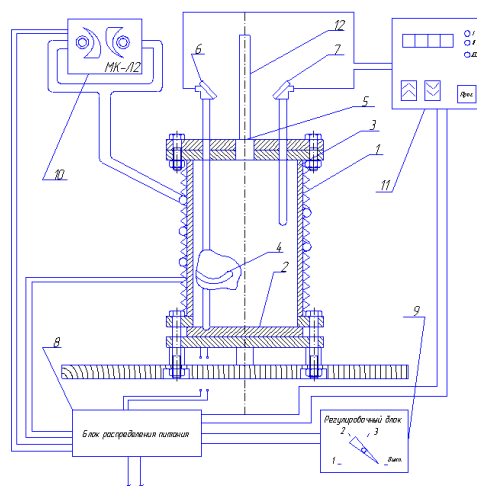


Рисунок 4 – Схема лабораторного прибора для определения температуры самовоспламенения нефтепродуктов:

1 — электронагреватель; 2 — полированный стальной диск; 3 — стальная бомба; 4 — канал подвода в бомбу воздуха; 5 — окно для подвода топлива; 6 — термопара, измеряющая температуру на дне прибора; 7— термопара, измеряющая температуру в воздушной среде; 8 – блок распределения питания; 9 – регулировочный блок; 10 – микрокомпрессор; 11- регистрирующий прибор.

Оборудование и материалы:

1. Прибор, изображенный на рис. 3, и микрокомпрессор для продувки воздуха.
2. Пипетка или шприц для ввода пробы.
3. Цетан
4. Исследуемый нефтепродукт (дизельное топливо, масло, эталонные вещества: гептан и др.)

Порядок выполнения работы

1. Установить термометр (0-360°) на штативе так, чтобы ртутный шарик находился в воздухе, не касаясь гильзы.
2. Включить установку в сеть (два вывода),
3. При достижении температуры 210...220° включить продувку
4. По достижении температуры 258...260°, набрав испытуемое дизельное топливо пипеткой, подать в центральное отверстие 1 -2 капли. Если наблюдается вспышка отключить нагрев, не прекращая продувки в течение всего испытания. Повторить подачу топлива, когда температура понизится на 3...4°. Так в режиме понижения температуры найти низшую температуру самовоспламенения испытуемого топлива. Затем найти низшую температуру воспламенения эталонного вещества – цетана.

Лабораторная работа № 7. Определение вязкости масла, нахождение индекса вязкости

Для смазки автомобилей выпускаются десятки сортов масел, из которых для данного автомобиля и в данных условиях должен использоваться лишь вполне определенный сорт. Основное назначение смазочных масел состоит в том, чтобы снизить потери мощности на трение, уменьшить износ трущихся поверхностей и отвести тепло от нагретых деталей. Смазочные масла должны обладать определенной (оптимальной) вязкостью, возможно меньше изменяющейся в зависимости от температуры.

Вязкость масел определяют по времени истечения через калиброванный капилляр. Измеряется кинематическая вязкость в мм²/с (сантистоксы). Вязкость при 100°С включается в маркировку моторных и трансмиссионных масел. Зависимость вязкости от температуры характеризуют индексом вязкости (ИВ). Для его определения измеряют вязкость при 100 и 50°С и, пользуясь номограммой, находят значение ИВ. Чем выше ИВ, тем меньше зависит вязкость от температуры.

Оборудование и материалы:

1. Вискозиметры (рис.5), погруженные в термостаты с температурой воды 50°C и 100°C.

2. Резиновая груша или шприц

3. Секундомер

4. Исследуемое масло.

Порядок выполнения работы. Вискозиметры с испытуемым маслом помещены в термостаты, как показано на рис.5. Определить вязкость масла при 50 и 100°C (v_{50} , v_{100}).

Включить нагреватель в мешалку. После того, как температура воды в термостате поднимется до 50°C, приступить к измерению вязкости. С помощью резиновой груши или шприца создать разрежение и поднять уровень масла до половины верхнего расширения капиллярного колена вискозиметра. Наблюдая за истечением масла в капилляре, включить секундомер точно в момент прохождения мениском верхней метки (между расширениями капилляра) и остановить его, когда масло пройдет метку под нижним расширением.

Подобным образом сделать 4-5 замеров. Вычислить среднее время истечения $\tau_{ср}$, затем определить вязкость(v_{50}).

$$v = c \tau$$

где c - постоянная вискозиметра, указанная в его паспорте.

Далее определить вязкость масла (v_{100}) вискозиметром, помещенным в термостат с кипящей водой.

По величинам v_{50} и v_{100} , пользуясь монограммой, найти ИВ.

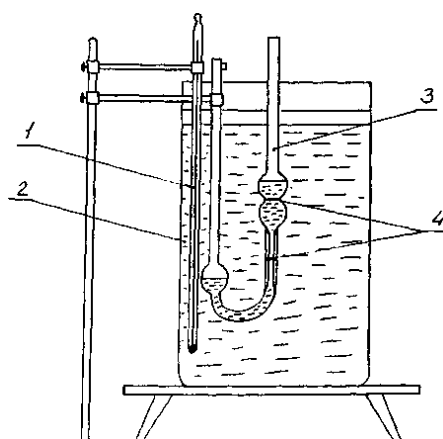


Рисунок 5 – Прибор для определения кинематической вязкости:

1 - термометр, 2 - водяная баня, 3 - вискозиметр 4 - верхняя и нижняя метки

Лабораторная работа № 8. Оценка свойств работающего моторного масла.

В процессе эксплуатации двигателей происходит загрязнение моторного масла механическими примесями и водой, топливом, продуктами износа деталей и сгорания топлива, накапливаются растворимые и взвешенные продукты окисления.

Для бензиновых двигателей, кроме процессов окисления и загрязнения, характерно ухудшение качества масла из-за накопления продуктов неполного сгорания топлива. В масло может попадать до 5-10% несгоревшего топлива, при этом снижается вязкость, ухудшается смазывающая способность, нарушается режим жидкостного трения.

При работе двигателя введенные в масло присадки срабатываются. Скорость процесса зависит от типа и теплонапряженности двигателя, его технического состояния, условий эксплуатации и других факторов. Если моюще-диспергирующая присадка малоэффективна или сработалась, то продукты старения и загрязнения масла начинают слипаться и выпадать в осадок, образуя отложения на деталях двигателя и забивая масляный фильтр.

О работоспособности масла судят по совокупности критериев - вязкости, щелочности, зольности, содержанию механических примесей, воды, топлива, элементов присадок. В некоторых случаях, например, при эксплуатации судовых двигателей на едином виде масла, установлены браковочные параметры: масло подлежит замене, если содержание вода превышает 0,5%, топлива - 4%, механических примесей - 2%;

Для автомобильных масел не установлены такие параметры, но по содержанию в масле загрязнений, топлива, воды, по эффективности присадок можно судить о пригодности масла, оптимальных сроках его службы, о техническом состоянии двигателей и работоспособности их отдельных систем.

Оборудование и материалы:

1. Прибор для определения топлива в масле
2. Прибор для определения вязкости
3. Фильтр «синяя лента»
4. Набор исследуемых масел

Порядок выполнения работы

1 Определение механических примесей в работающем масле. Метод основан на визуальном исследовании масляного пятна, нанесенного каплей испытуемого масла на фильтр «синяя лента», высыхании его на воздухе и сравнении полученного пятна со шкалой образцов.

Указанную преподавателем пробу масла, находящуюся в пробирке, тщательно перемешать, переворачивая закрытую пробкой пробирку с маслом несколько раз, чтобы весь осадок оказался взвешенным в масле. В пробирку опустить металлический стержень, погрузив его в масло на глубину 20-30 мм, дать стечь 1-2 капли масла обратно в пробирку, а следующую каплю нанести на бумажный фильтр, лежащий на рабочем столе, при этом конец стержня должен находиться на расстоянии 10-15 мм от поверхности фильтра.

Фильтр выдерживать на воздухе, пока масло полностью не впитается. Сравнить интенсивность окраски полученного пятна с интенсивностью

окраски пятен на шкале образцов с известным содержанием механических примесей и установить содержание механических примесей в испытуемом масле.

Фильтр с пятном оставить для дальнейших исследований, пометив на нем индекс масла, дату и фамилию исследователя.

2 Оценка диспергирующе-стабилизирующей способности (ДСС).
Масляное пятно, пробывшее на воздухе 24 часа, подвергают исследованию: (рис.6) оценивают центральное ядро-зону, соответствующую самой темной части пятна на фильтре; зону диффузии - следующее за центральным ядром более светлое кольцо, образованное в результате прохождения нерастворимых частиц через поры фильтра; зону окисленного масла - следующее за зоной диффузии кольцо ярко- желтого или светло-коричневого цвета, не содержащее продуктов загрязнения и характеризующее только степень температурного воздействия на масло; зону чистого масла - следующее за зоной окисленного масла светлое внешнее кольцо, характеризующее общий размер масляного пятна.



Рисунок 6 – Бумажная хроматограмма масляного пятна

На основе анализа масляного пятна могут быть сделаны следующие выводы, касающиеся оценки ДСС работающего масла:

1. образование вокруг центрального ядра зоны диффузии характеризуют наличие в масле моюще-диспергирующей присадки;

2. отсутствие зоны диффузии свидетельствует о полной срабатываемости моюще-диспергирующей присадки;

3. наличие зоны окисленного масла указывает на то, что в процессе эксплуатации оно подвергалось высокотемпературному воздействию.

Диспергирующе-стабилизирующая способность (ДСС) пробы масла рассчитывается по формуле

$$\text{ДСС} = 1 - d^2/D^2$$

где D - средний наружный диаметр зоны диффузии, мм;

d - средний диаметр центрального ядра, мм.

Оценивая масло в процессе эксплуатации сравнивают ДСС контрольных проб тела, отобранных в различные периоды работы двигателя, (ДСС1 и ДСС2).

Если $\text{ДСС}_1/\text{ДСС}_2 > 1$, то ДСС масла увеличивалась,

Если $\text{ДСС}_1/\text{ДСС}_2 < 1$, то ДСС масла уменьшалась,

Если $\text{ДСС}_1/\text{ДСС}_2 = 1$, то моюще-диспергирующая присадка стабилизировалась.

3 Определение содержания топлива в работающем масле. Метод основан на сравнении скоростей растекания по наклонной поверхности работающего масла и свежего, исходного. После нанесения капель крышка прибора откидывается вначале до упора, а затем ставится в горизонтальное положение, причем нижняя панель поднимается и устанавливается под наклоном 60° и горизонтальной поверхности. По достижении дайки растекания капли свежего масла 50 мм крышка при сохранении упора поднимается до положения, при котором нижняя панель займет горизонтальное положение. Производится замер длины растекания капель работающего масла, и крышка прибора опускается.

До и после испытания стеклянная пластинка прибора тщательно протирается сухой ветошью. При помощи металлического стержня, тщательно протираемого ветошью перед каждым отбором масла (по 2 в лунку), в последующие три лунки - исследуемое масло.

Очень важно, чтобы капли были нанесены точно в лунки и как можно более точно соблюдались одинаковые условия при их нанесении. Прибор перенести в рабочее положение и наблюдать за растеканием капель свежего масла. Расхождение в растекании двух параллельных проб не должно превышать 5 мм.

По достижении средней длины растекания каплей свежего масла 50 мм крышку прибора поднять так, чтобы нижняя панель оказалась в горизонтальном положении, и произвести замер длины растекания каплей работавшего масла (l_1, l_2, l_3).

Определить среднеарифметическое значение длины растекания трех параллельных определений (l_{cp}) и по номограмме, учитывая ранее найденное количество механических примесей, найти содержание топлива.

Например, при содержании механических примесей в масле 1% находим точку по оси координат, соответствующую длине l_{cp} , проводим горизонтальную линию до пересечения с наклонной линией для механических примесей 1% и, опуская перпендикуляр на ось абсцисс, находим значение, характеризующее содержание топлива (в %).

4 Определение вязкости свежего масла. Метод основан на сравнении скоростей погружения стального шарика в испытуемом масле и таких же шариков в маслах известной вязкости. Для определения вязкости применяется вискозиметр, представляющий собой металлическую раму, имеющую 9 гнезд с пробирками. Восемь из них заполнены маслами, вязкость которых указана в таблице, в девятой под индексом "n" находится испытуемое масло.

Установить вискозиметр в вертикальное положение (пробки вверх), затем раму быстро повернуть на 180° , при этом следить за движением шарика только в испытуемом масле. Когда шарик начнет приближаться к контрольной риску (ближайшей к цифровой шкале), раму вискозиметра привести в горизонтальное положение. Край шарика в испытуемом масле должен касаться риски, если он перешел через нее, опыт следует повторить.

Раму во время отсчета надо держать в горизонтальном положении, чтобы исключить движение шариков.

Вязкость испытуемого масла определяют по положению шарика в образцах масел известной вязкости.

Если в одной из пробирок с образцами имеется шарик, который своей поверхностью точно достиг контрольной риски, то вязкость исследуемого масла соответствует вязкости данного образца. Если шарика в таком положении нет, то выбирается тот, который ближе всего подошел к контрольной риске. В таком случае при расчете вязкости необходимо уменьшить вязкость известного масла на поправку, величина которой зависит от расстояния поверхности шарика до контрольной риски и величины вязкости данного образца масла.

Лабораторная работа № 9. Определение числа пенетрации пластичных смазок.

Пластичные смазки применяются как смазочный материал в тех случаях, когда использование минеральных масел невозможно или нерационально, например, если конструкции механизмов таковы, что минеральные масла не могут к ним регулярно подаваться, либо не могут держаться на трущихся поверхностях вследствие их работы с повышенной скоростью. Смазки применяются в узлах трения, работающих при больших нагрузках и высоких температурах, для приработки трущихся поверхностей, предохранения от коррозии и попадания на них грязи и пыли.

Пенетрация характеризует степень мягкости смазок и определяется по глубине погружения в испытуемую смазку стандартного конуса. Пенетрация зависит от состава смазки. Увеличение количества загустителя делает смазку более плотной; смазки, изготовленные на маслах средней вязкости, имеют меньшую пенетрацию после механических воздействий, чем смазки, изготовленные на маловязких маслах. Величина пенетрации не имеет физического смысла и представляет результат суммарного взаимодействия различных физических свойств (внутреннее трение, предельное

сопротивление и др.). Следует помнить, что пенетрация смазок не может, считаться параметром, равноценным вязкости масел. Требуемая мягкость (консистенция) смазки определяется способом питания, смазкой узла трения и сбрасывающей силой (центробежной), с которой приходится встречаться при работе данного узла трения.

Оборудование и материалы

1. Пенетрометр (см.рис. 7)
2. Секундомер
3. Исследуемые пластичные смазки
4. Ветошь для обтирки конуса прибора.

Порядок выполнения работы. Тщательно выровнять шпателем поверхность смазки и поместить стакан со смазкой на столик пенетрометра, изображенного на рис.7. Конус 1 установить так, чтобы его наконечник касался поверхности смазки, но не соприкасался со стенками стакана.

После установки конуса кремальеру 2 опустить до соприкосновения , с хвостовиком конуса и поставить стрелку 3 циферблата 4 на нуль. Одновременно пустить в ход секундомер и нажать пусковую кнопку 5 пенетрометра, дав конусу возможность свободно погружаться в смазку в течение 5 с., после чего опустить кнопку, прекратив этим погружение конуса.

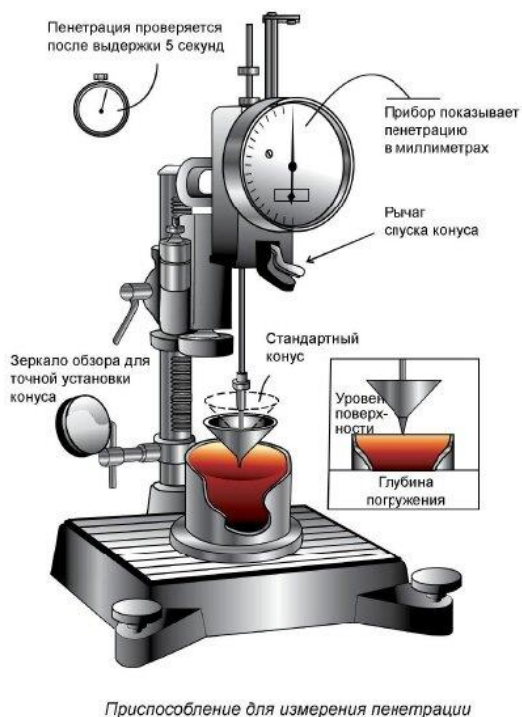


Рисунок 7– Пенетрометр.

Затем снова опустить кремальеру 2 до соприкосновения с хвостиком. После отсчета показаний стрелки по шкале циферблата приподнять кремальеру и конус, тщательно очистить его от смазки ватой, смоченной в бензине или спирте, насухо вытереть, подготовив, таким образом, пенетрометр к повторному испытанию.

Перед повторным испытанием образца поверхность смазки выравнивают, следя за тем, чтобы не образовывалось воздушных пузырей, и меняют место соприкосновения конуса со смазкой.

После работы конус пенетрометра протереть ватой, смоченной в спирте. Определение повторяют пять раз и за результат принимают среднеарифметическое значение.

Лабораторная работа № 10. Определение температуры каплепадения пластичных смазок

Одним из показателей работоспособности пластичной смазки является температура каплепадения. Плавление смазки сопровождается значительным изменением ее рабочих свойств. Температура каплепадения должна быть

выше допустимой для данного узла трения на $10...12^\circ$. Смазки, загущенные натриевыми и литиевыми мылами, имеют температуру каплепадения 120° и выше, загущенные кальциевыми $+65...+95^\circ$, церезином $+50...+70^\circ$.

Смазки по этому показателю подразделяют на низкоплавкие «Н» (например, УНЗ), среднеплавкие «С» (УС-1, УСс-2) и тугоплавкие «Т» (УТ-1, УТВМА).

Оборудование и материалы:

1. Прибор для определения температуры каплепадения (рис.8)
2. стакан с глицерином
3. Электроплитка
4. Исследуемые пластичные смазки

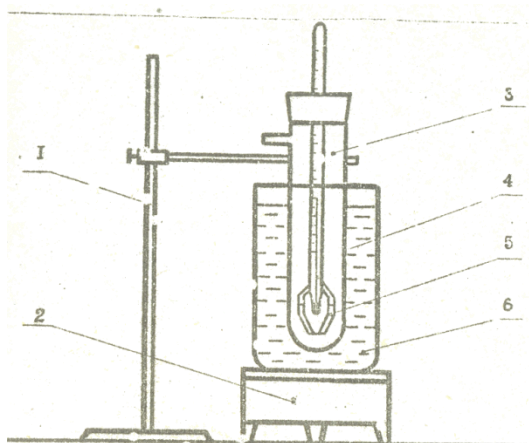


Рисунок 8 – Прибор для определения температуры каплепадения

1 – нагреватель; 2 – штатив; 3 – пробирка; 4 – термометр; 5 - капсюль; 6 - цилиндр.

4. Порядок выполнения работы. Испытуемую смазку плотно вмазать шпателем в чашечку прибора, показанного на рис.8, следя за тем, чтобы в пробе не было воздушных пузырьков. Чашечку, заполненную смазкой, тщательно вытереть, срезать излишек продукта и вставить в гильзу

термометра таким образом, чтобы верхним край чашечки соприкасался с буртиком гильзы. Выдавленную смазку снимают с капсуля.

Прибор поместить в пробирку при помощи пробки так, чтобы капсуль находился от дна пробирки на расстоянии 25 мм. На дно пробирки положить кружок из бумаги. Пробирку закрепить в штатив и опустить в стакан с водой или глицерином, стоящий на электроплитке. Включить электроплитку и, следя за температурой на термометре, отметить момент падения первой капли из капсуля прибора. Это и будет температурой каплепадения смазки.

Лабораторная работа № 11. Определение температуры замерзания антифриза.

Применяемые в системе охлаждения автомобиля низкозамерзающие жидкости (антифриз, тосол и др.) представляют собой водные растворы этиленгликоля. Этиленгликоль $C_2H_4(OH)_2$ вязкая бесцветная жидкость с плотностью $1,11 \text{ г/см}^3$, температурой кипения 197°C и температурой замерзания $-11,5^\circ\text{C}$.

Содержание этиленгликоля находят, пользуясь зависимостью плотности раствора от концентрации (рис. 9). Определив концентрации охлаждающей жидкости, можно найти температуру кристаллизации по графику или рассчитать ее (для разбавленных растворов, концентрация которых менее 30%) по формуле:

$$T_3 = k \cdot C$$

где K - криоскопическая постоянная воды, равная $-1,85^\circ\text{C}$,

C - моляльная концентрация раствора, рассчитываемая по формуле

$$C = (x \cdot 1000) / ((100 - x) \cdot M_{\text{мЭГ}})$$

x – содержание этиленгликоля в растворе, %

$M_{\text{мЭГ}}$ – молекулярная масса этиленгликоля

Оборудование и материалы:

1. Набор ареометров от 1.0 до 1.2 г/см^3 ,
2. Стеклянные цилиндры
3. Охлаждающие жидкости (№ 1,2,3) для исследования

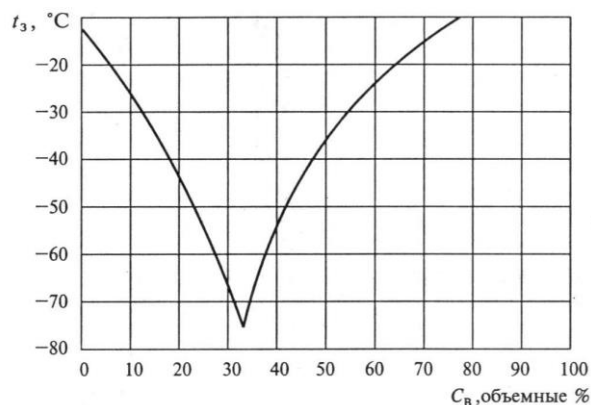


Рисунок 9 – Зависимость температуры замерзания от концентрации

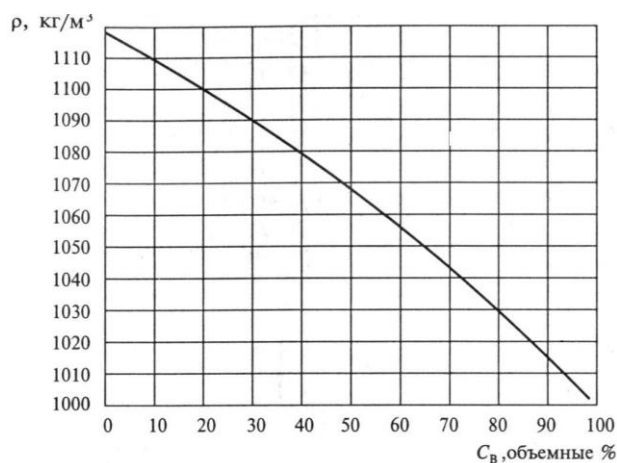


Рисунок 10 – Зависимость плотности растворов этиленгликоля от содержания воды

Порядок выполнения работы. Измерить плотность предложенных образцов охлаждающих жидкостей, пользуясь соответствующими ареометрами. По графикам (рис.9) и расчетной формуле найти температуры замерзания охлаждающих жидкостей, оценить соответствует ли температура замерзания требованиям к охлаждающей жидкости и рассчитать как исправить качество исследуемых образцов, для чего использовать формулы:

а) Если следует добавить этиленгликоль, то $X = [(a-b)/(b-k)] \cdot V$

где X - количество добавляемого этиленгликоля (см³) на V (см³) используемого образца,

а - объемный процент воды в образце,

б - объемный процент воды в исправленном антифризе,

к - объемный процент воды в добавляемом этиленгликоле.

б) если следует добавить воду, то $y = [(c - d)/d] \cdot V$

где у-количество добавляемой воды (см³) на V (см³) образца,

с - объемный процент этиленгликоля в испытуемом образце,

д - объемный процент этиленгликоля в исправленном антифризе

Результаты анализа существующих лабораторных работ показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ существующих лабораторных работ

№ лаб. работы	Исследуемый материал	Что исследуется	Вид оборудования
1	Бензин	Плотность	Ареометр
2	Бензин	Фракционный состав	Установка для перегонки
3	Бензин	Наличие воды, водорастворимых кислот и щелочей	Индикаторы
4	Дизельное топливо	Цетановое число	
5	Дизельное топливо	Температура вспышки	Закрытый тигель СКЛАМТ
6	Дизельное топливо	Температура самовоспламенения	
7	Моторное масла	Индекс вязкости	Вискозиметр
8	Моторное масла	Оценка свойств работающего масла	
9	Пластичные смазки	Число пенетрации	Пенетрометр
10	Пластичные смазки	Температура	

		каплепадения	
11	Антифриз	Температура замерзания	Ареометр

Достаточно актуален контроль тормозной жидкости, а также охлаждающих жидкостей ДВС и высоковольтных агрегатов электропривода.

Для оценки резервов экономии при замене автомобильных масел и технических жидкостей, следует рассмотреть, насколько надежны и удобны методы контроля. В настоящее время российские и зарубежные фирмы выпускают приборы для экспресс-контроля остаточного ресурса технических жидкостей и автомобильных масел. Они отличаются количеством определяемых показателей, оперативностью проведения контроля качества, надежностью, точностью измерений, ценовой категорией. Даже беглый анализ позволяет разделить все методики на традиционные, которые описаны в ГОСТах и стандартах ASTM, и на современные, которые отличаются применением микропроцессорной техники. Традиционные методы достаточно надежны, в качестве браковочных показателей масла рассматривают содержание воды, содержание примесей нерастворимых в бензине, изменение кинематической вязкости, щелочное число, однако требуют оснащенных лабораторий и подготовленных специалистов. Современные приборы для экспресс-анализа нередко показывают спорные результаты, однако достаточно удобны и не требуют высокой квалификации

Выводы по разделу. Существующие лабораторные работы ТГУ исследуют многие эксплуатационные материалы, используя традиционные методы контроля с применением стеклянного лабораторного оборудования.

2 Обоснование темы лабораторной работы

2.1 Обзор современных методик

По состоянию автомобильных масел и технических жидкостей можно сделать выводы о состоянии систем и агрегатов, в которых они используются. Однако, несмотря на очевидные преимущества, экспресс-контроль эксплуатационных материалов не получил распространения в отечественной практике. Рассмотрим методики и оборудование, с помощью которых можно оценить старение масел и техжидкостей.



Рисунок 12 – Лаборатория контроля топлив и масел СЛТМ-1

Судовая экспресс-лаборатория контроля топлив и масел СЛТМ-1 предназначена для контроля физико-химических показателей качества топлив и масел при эксплуатации силовых и энергетических установок на судах и береговых объектах (ГОСТ 11362-76, ГОСТ 3900-85, ОСТ РД 31.27.03-95). Лаборатория СЛТМ-1 является улучшенным аналогом хорошо известной лаборатории СКЛАМТ-1, ранее выпускавшейся в СССР. Использование давно и положительно себя зарекомендовавшей судовой экспресс-лаборатории контроля топлив и масел СЛТМ-1 позволяет

эффективно и экономично осуществлять химический экспресс-контроль качества используемых топлив и масел.

«Использование давно и положительно себя зарекомендовавшей судовой экспресс-лаборатории контроля топлив и масел СЛТМ-1 позволяет не только эффективно, оперативно и экономично осуществлять химический экспресс-контроль качества используемых топлив и масел при эксплуатации силовых и энергетических установок на судах, а также береговых и портовых объектах, но и поддерживать оптимальные режимы эксплуатации этого оборудования, тем самым существенно увеличивая сроки его безремонтной работы.

Стоимость одного анализа 150 руб. В дальнейшем, с учетом доукомплектации лаборатории расходными материалами (комплектom пополнения), стоимость одного анализа составит 60 руб» [17].

«Количество анализов: не менее 100 по каждому параметру (за исключением содержания воды в нефтепродуктах – не менее 50 определений, а также вязкости масел – без ограничений).

Большинство анализов с применением разработанных и производимых ЗАО «Крисмас+» портативных лабораторий может выполнять оператор (инженер, лаборант, техник), не имеющий специального химико-аналитического образования, но ознакомленный с правилами техники безопасности, освоивший приведенные методики, имеющий навыки выполнения основных операций и прошедший проверку знаний и навыков (отбора и подготовки проб, приготовления растворов реагентов из готовых компонентов, проведения титрования, использования шкал для визуального колориметрирования и др.).

При необходимости, в Учебном центре ЗАО «Крисмас+» можно пройти краткосрочные курсы по работе с разработанным и производимым компанией оборудованием для анализа. По результатам обучения выдается специальный сертификат.

Лаборатория СЛТМ-1 успешно применяется в учебных целях при изучении методов и технологий химического контроля качества топлив и масел на судах в специализированных образовательных организациях» [17].

Методы, реализованные в лаборатории СЛТМ-1, соответствуют действующей на судах федеральной и отраслевой нормативно-технической документации:

1. ГОСТ 11362-76. Нефтепродукты. Метод определения числа нейтрализации потенциометрическим титрованием;
2. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности;
3. ОСТ РД 31.27.03-95. Методы контроля совместимости топлив и др.

«Каждый модуль представляет собой удобный для переноски, транспортирования и хранения жесткий корпус-укладку, в который компактно и надежно размещены флаконы и пакеты с необходимыми расходуемыми химическими реагентами и растворами, средства измерений, инструментарий, стеклянная посуда и принадлежности для контроля, средства защиты и комплект документации.

Модули лаборатории, по желанию заказчиков, могут быть подобраны по перечню и количеству специальным образом. Также, по отдельному требованию, в перечень поставки могут быть дополнены другие необходимые приборы и оборудование. В этом случае окончательная стоимость лаборатории определяется отдельно.

Входящие в состав СЛТМ-1 реагенты и растворы не содержат сильнодействующих и взрывоопасных веществ» [17].

«Контролируемые с помощью судовой экспресс-лаборатории контроля топлив и масел СЛТМ-1 показатели, соответствующие им диапазоны определяемых параметров, объемы пробы, время анализа, а также краткие описания используемых методов приведены в таблице (вкладка «Характеристики»).

Все реализуемые в лаборатории методы определений соответствуют актуальным отраслевым методам на основе действующих нормативных документов.

При необходимости контроля более широкого перечня компонентов, ЗАО «Крисмас+» предлагает модификацию лаборатории СЛТМ-2, а также ряд специальных тест-комплектов.

Лаборатория СЛТМ-1 обеспечивает комфортное и эффективное проведение химического экспресс-контроля непосредственно в необорудованных судовых помещениях и производственных условиях, при отсутствии химической лаборатории или в дополнение к ней» [17].

«Группа компаний «Крисмас» выполняет весь комплекс работ по организации и оснащению производственных, санитарно-промышленных и технологических лабораторий, в том числе «под ключ».

Основу изделия составляет навесной ящик, он же является главным модулем изделия. Дополнительно к нему в модификации СЛТМ-2 добавляется экспресс-лаборатория «Исследования топлива и масла», предназначенная для определения солености отстоя воды и содержания водорастворимых кислот и щелочей.

Главный модуль представляет собой раскрывающийся ящик-укладку из водостойчивого пластика достаточной прочности, снабженный замком и ручкой для переноски, а также комплектом крепежа для размещения изделия на стенке или судовой переборке (при необходимости). Внутри укладки размещены флаконы с расходуемыми химическими реагентами и растворами, средства измерений, стеклянная посуда и принадлежности для контроля, средства защиты и документация. Ящик имеет откидную полку-столик для размещения реагентов и принадлежностей при проведении определений.

Укладка главного модуля выполнена по секционному принципу и включает 3 секции, в каждой из которых размещены средства и соответствующие компоненты для выполнения контрольных операций.

Секции расположены на полках в трех не сообщающихся отделениях. Секции извлекаются оператором из укладки и могут располагаться на откидной полке (не более 1 секции одновременно).

Ящик снабжен комплектом крепежа для размещения его на судовой переборке. В комплект крепежа входят петли, дюбели, саморезы, болты, гайки и шайбы. Размещение укладки на судовой переборке производится потребителем. Для этого петли отвинчиваются, переворачиваются на 180° (по отношению к транспортному положению на ящике) и фиксируются теми же винтами в предусмотренные для них отверстия. Крепеж обеспечивает жесткую фиксацию ящика на стенке» [17].

2.2 Обзор современных приборов экспресс-анализа

Как проходит анализ масла в мобильной лаборатории? Каплю моторного масла мы помещаем в мобильный ИК-спектрометр, по его показаниям видим щелочное число, окисление, нитрацию, содержание сажи, которые нам свидетельствуют о степени старения моторного масла.



Рисунок 13 – Анализатор FluidScan 1000

Для работы рентген-спектрометра мы заполняем кювету моторным маслом, просвечиваем и видим содержание металлов: как металлов износа, так и металлов присадок, содержащихся в моторном масле. Портативный вискозиметр показывает нам то, как изменилась вязкость технической жидкости. Чем больше частиц содержится в моторном масле — тем выше показатель вязкости. Оценив состояние моторного масла на всех приборах мобильной лаборатории, мы увидели минимальное влияние топлива «Опти» на состояние моторного масла, что говорит о высоком качестве дизельного топлива.

Измерители и анализаторы загрязнения жидкостей. Рассмотрим некоторые современные индикаторы, анализаторы и тестеры тормозной жидкости.

Индикатор ИЗЖ-М (рис. 1) предназначен для экспресс-контроля относительной чистоты топлива и масел (бензин, дизельное топливо, моторные, гидравлические и трансмиссионные масла) машин, автомобилей, а также в процессе испытания двигателей и фильтров. Данный индикатор позволяет производить контроль загрязнений в диапазоне от 0,00 до 2,00%, а также позволяет получить информацию о процентном содержании примесей в соответствии с допустимыми значениями. Индикатор ИЗЖ-М прост в обращении, не требует специальных лабораторных условий, дополнительного оборудования, высокой квалификации персонала, имеет встроенный датчик температуры, имеет удобную цифровую индикацию.

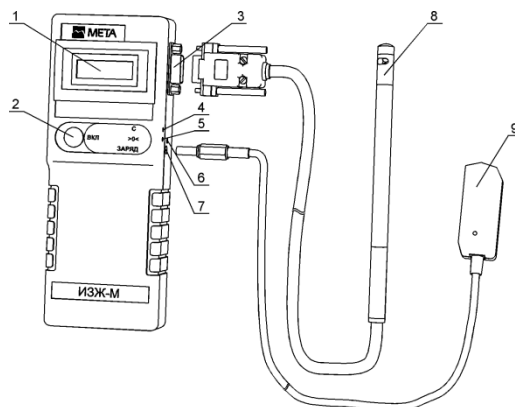


Рисунок 14 – Прибор ИЗЖ-М для анализа технических жидкостей.

1- Светодиодный индикатор; 2 - Кнопка управления; 3 - Разъем для датчика-щупа; 4 - Регулятор чувствительности; 5 - Регулятор установки нуля; 6 – Индикатор зарядки; 7- Разъем для зарядного устройства; 8 - Датчик-щуп; 9 - Зарядное устройство

Фотоэлектрический анализатор загрязнения жидкости АЗЖ-975 предназначен для измерения счетной концентрации частиц механических примесей в жидкостях по размерным группам. АЗЖ-975 обеспечивает обмен данными с внешним компьютером и дистанционное управление. Результаты анализа могут быть представлены в соответствии с требованиями стандартов. Фотоэлектрический метод контроля загрязнения жидкостей основан на измерении интенсивности рассеяния света частицами загрязнений.



Рисунок 15 – Анализатор АЗЖ-975

Анализатор FluidScan 1000 обеспечивает получение критических параметров состояния масла и играет важную роль в профилактическом обслуживании. Использование данного прибора позволяет увеличить интервалы замены масла или периоды между ТО, благодаря пониманию текущего состояния смазочного материала. Не содержит движущихся частей, портативный, встроенный аккумулятор позволяет использовать в полевых

условиях, многомерная калибровка с уникальными алгоритмами для конкретных масел, требуется всего одна капля масла и одна минута для анализа, не требует растворителей для очистки, цветовая кодировка и настраиваемые пользователем пределы.

FluidScan 1000 входит в комплект MiniLab компании Spectro Scientific с помощью нескольких простых анализов обеспечивает всесторонний анализ масла на месте эксплуатации оборудования, получение немедленных результатов, экономию времени и сокращение расходов. Предоставляет полный отчет об анализе масла с предоставлением результатов элементного анализа, всестороннего анализа частиц износа, загрязнения твердыми частицами и водой, химического состава и вязкости жидкости.

2.3 Тестеры жидкостей

Рассмотрим тестеры охлаждающей и тормозной жидкости.



Рисунок 16 – Тестер тормозной жидкости

Тестер JTC-1538A служит для контроля тормозной жидкости и определения ее качества. Результаты отображаются на пяти светодиодах в процентном соотношении воды и тормозной жидкости. Индикация светодиодов расшифровывается следующим образом: зелёный - воды нет,

жёлтый: менее 1% воды, жёлтый/жёлтый: около 2% воды, жёлтый/жёлтый/красный: около 3% воды и тормозную жидкость необходимо заменить в ближайшее время, жёлтый /жёлтый/красный/красный: минимум 4% воды - срочно требуется замена тормозной жидкости.



Рисунок 17 – Рефрактометр IC-803

Рефрактометр IC-803 представляет собой прибор, измеряющий показатель преломления света в среде (антифриз, незамерзающая жидкость, электролит, мочеви́на). Прибор IC-803 незаменимое устройство и весомый аргумент для автосервиса для качественного, структурного и физико-химического анализа жидкостей, а также их пригодности к дальнейшей эксплуатации. Основное назначение рефрактометра IC-803: определение плотности электролита в обслуживаемой аккумуляторной батарее; определение температуры замерзания охлаждающей жидкости (антифриза) на основе этиленгликоля, G11/G12 и пропиленгликоля G13; определение температуры замерзания омывающей жидкости стеклоомывателя. Для проверки достаточно двух или трех капель раствора.

Промышленностью выпускается много разновидностей лабораторного оборудования, поэтому выбор конкретной модели оборудования, - сложная и ответственная задача. «Анализ конструктивных особенностей выбираемого технологического оборудования начинают с изучения руководства по эксплуатации, затем проводят тщательный осмотр и опробование

оборудования, при возможности изучают чертежи и схемы (кинематические, электрические, гидравлические и др.), результаты доводочных или сертификационных испытаний. Получаемая при анализе информация дает достаточно полное представление о качественных показателях выбираемого технологического оборудования и может быть использована для дальнейшей комплексной оценки качества оборудования» [16].

«Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учете всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества P_i могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу P_{i0} (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям). Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества оборудования, уровень показателя выражают отношением $Y_i = P_i / P_{i0}$. В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества, уровень качества выражают отношением $Y_i = P_{i0} / P_i$. Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю» [16].

«После проведения расчетов по всем анализируемым показателям можно составить циклограмму технического уровня оборудования путем откладывания в определенном масштабе значений уровней на линиях, проведенных из общей точки. На рис. 1.1 в качестве условного примера приведена циклограмма определения технического уровня двух стендов для балансировки колес легковых автомобилей (стенда *а* и стенда *б*). На линии 1 отложены уровни показателя точности балансировки (γ), на линии 2 – массы станка (кг) и т. д., на линии 8 – мощности, требуемой электродвигателем (кВт).

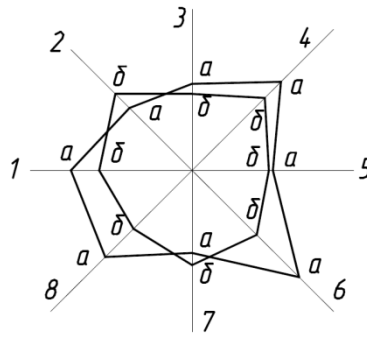


Рисунок 18 – Пример циклограммы технического уровня оборудования

Из построенной циклограммы видно, что стенд для балансировки колес модели *a* по шести показателям из восьми превосходит стенд модели *b* и имеет существенно большую общую площадь циклограммы. Следовательно, технический уровень стенда *a* выше технического уровня стенда *b*» [16].

«В некоторых случаях единичные показатели качества могут иметь ограничения по своей величине. Например, на станции технического обслуживания легковых автомобилей, масса которых практически для всех моделей более 1000 кг, предельное значение показателя грузоподъемности P_{iII} можно принять равным 1000 кг. В таких случаях уровень качества по рассматриваемому показателю рассчитывают по формуле

$$Y_i = (P_i - P_{iII}) / (P_{i0} - P_{iII}).$$

Если технический уровень нужно оценивать только одним числом, комплекс единичных показателей сводят к обобщенному показателю. Обобщенный комплексный показатель может быть образован для всего анализируемого изделия или только группы однородных показателей. Комплексный показатель должен превращаться в ноль, если какой-либо единичный показатель выходит за установленные предельные размеры, поскольку функционирование оборудования при таких значениях невозможно (применяют право «вето»). Уровень качества по комплексному показателю определяется обычным образом по отношению показателей анализируемого и базового вариантов» [16].



Рисунок 19 – Комплект современного лабораторного оборудования

«Показатели качества, входящие в группу, и тем более – в разные группы, могут играть различную роль в общей совокупности свойств, отражающих качество оборудования. Часто показатели назначения важнее показателей надежности, а показатели надежности существенно важнее показателей транспортабельности технологического оборудования. В связи с этим при комплексной оценке качества оборудования следует вводить параметры весомости показателей качества. Выбор объективных (приемлемых) значений параметров весомости является сложной задачей, при этом делаются попытки формализованного решения этой задачи, но чаще всего используется экспертный метод» [16].

3 Разработка методических указаний

3.1 Рекомендации по разработке лабораторного практикума

Структура новой лабораторной работы должна соответствовать требованиям к разработке учебно-методических материалов в ТГУ (утверждены Приказом ректора ТГУ № 2512 от 25.12.2019).

«Требования к разработке лабораторного практикума.

10.1. Лабораторный практикум должен содержать следующие разделы и соответствовать содержанию РПД:

10.1.1. Введение. Во введении указываются цели, задачи дисциплины, цель и задачи лабораторного практикума, а также требования к знаниям, умениям, навыкам, которыми должен овладеть студент после выполнения заданий лабораторного практикума).

10.1.2. Содержание.

10.1.3. Основная часть лабораторного практикума. Основную часть практикума

составляют лабораторные работы. Каждая лабораторная работа включает:

- название и формулировку цели лабораторного занятия,
- план проведения занятия,
- используемое оборудование и материалы,
- алгоритм проведения опыта / эксперимента,
- алгоритм обработки опытных / экспериментальных данных,
- исследование процесса с использованием математических моделей (для тех дисциплин,
 - для которых это необходимо),
 - сравнительный анализ результатов опыта / эксперимента,
 - выводы, заключение,

- требования к технике безопасности при выполнении работы,
- форму отчета по лабораторному занятию.

10.1.4. Приложение. В данный раздел могут быть включены дополнительные сведения, таблицы, схемы, необходимые для выполнения лабораторных работ, а также форма отчетов по лабораторному занятию» [21].

В разработке лабораторной работы будем учитывать бизнес-проект Учебная лаборатория «Автохимия» ТГУ. Полное и сокращенное (при наличии) наименование организации – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет», в Тольяттинском государственном университете обучаются более 19 000 человек. Краткое описание проекта. Планируется, на базе имеющейся учебно-исследовательской лаборатории ГСМ кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей», развитие исследований продукции современной автохимии, в частности:

1. Синтетические смазочные материалы;
2. Рабочие жидкости автоматических КП и вариаторов;
3. Современные охлаждающие и тормозные жидкости;
4. Электролиты автомобильных аккумуляторов, включая электромобили;
5. Краски, полироли, шампуни;
6. Автомобильные очистители и продукты автохимии;
7. Клеи, герметики, другие ремонтные материалы.

Обоснование социальной значимости проекта. Лаборатория ГСМ кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» была образована и оснащена в конце прошлого века, за 30 лет существенного развития не было. В настоящее время в лаборатории проводятся лабораторные работы по курсу «Эксплуатационные материалы» согласно методикам 1996 года.

Для того, чтобы повысить актуальность учебной лаборатории, необходимо расширить номенклатуру автомобильных эксплуатационных

материалов и освоить современные методы их исследования.

Цель и задачи проекта. Проект направлен на развитие учебно-исследовательской лаборатории ГСМ кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей». Цель – создать современную учебно-исследовательскую лабораторию автомобильных смазок и технических жидкостей. Задачи: 1) расширить номенклатуру изучаемых материалов: 2) внедрить современные методы экспресс-контроля материалов.

Целевые группы проекта, заинтересованные стороны и благополучатели (категории лиц, на которых рассчитан проект) – Студенты ТГУ, специалисты автомобильной отрасли г. Тольятти. Кроме этого, в лаборатории проходят обучение курсанты Военного института ТГУ.

Ожидаемые количественные и качественные результаты проекта. Повышение компетенций и знаний смазок и эксплуатационных материалов при обучении специалистов автомобильной отрасли. Развитие общей культуры автомобилистов в области химической продукции.

В перспективе на базе учебной лаборатории «Автохимия» возможны:

1) Апробация и сравнение методик экспресс-анализа топлива, смазок и других автомобильных эксплуатационных материалов.

2) Разработка рекомендаций по применению продукции автохимии при ТО и ремонте автомобилей.

3.2 Методические указания по проведению лабораторной работы

«Ручные рефрактометры предназначены для измерения концентрации различных технических растворов. Принцип действия ручного рефрактометра основан на зависимости коэффициента преломления света в водном растворе от концентрации (объемной доли) основного компонента раствора.

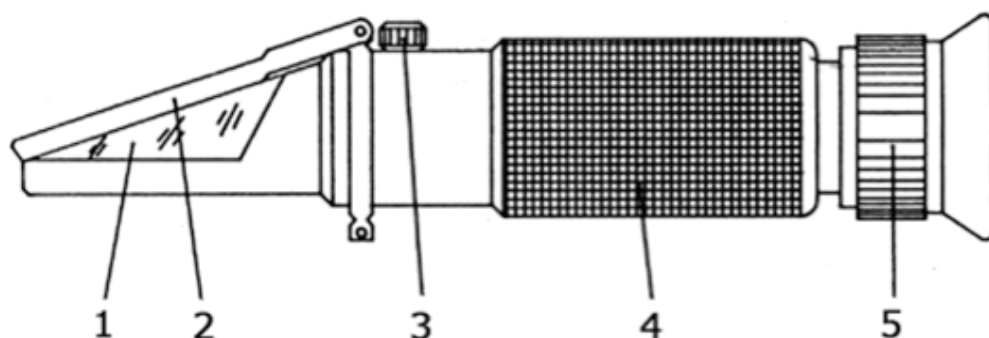


Рисунок 20 – Общее устройство ручного рефрактометра.

1. Призма; 2. Прижимное стекло; 3. Калибровочный винт; 4. Зеркальная труба; 5. Окуляр с регулировкой фокуса

Перед применением ручного рефрактометра необходимо убедиться в точности заводской калибровки и при необходимости провести повторную калибровку. В качестве калибровочной жидкости обычно используется дистиллированная или очищенная (деионизированная) вода.

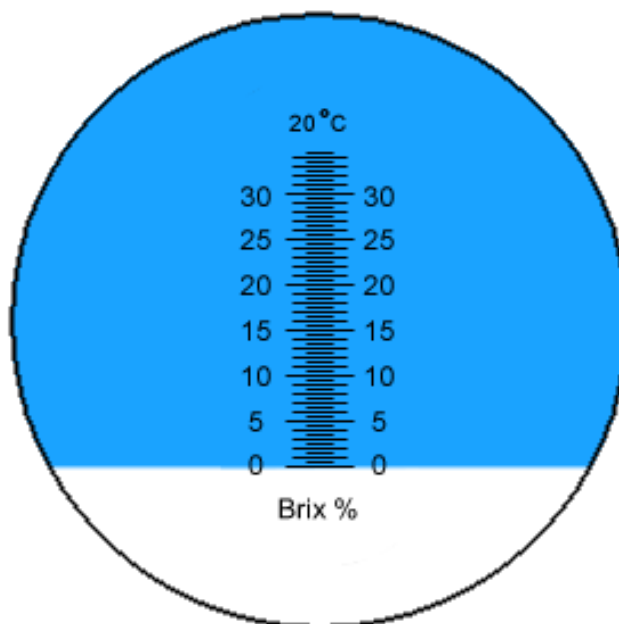


Рисунок 21 – Общий вид шкалы ручного рефрактометра

После калибровки прибор готов к проведению измерений. Проведение измерений. Поднимите прижимное стекло (2) (см. Рис.1) и протрите

поверхность призмы (1) с помощью микрофибры или мягкой бумажной салфетки. С помощью пластиковой пипетки нанесите на поверхность призмы 2-3 капли раствора. Опустите прижимное стекло так, чтобы жидкость равномерно распределилась по поверхности призмы.

Посмотрите в окуляр рефрактометра (4), направив его в сторону источника света. Считайте показания концентрации жидкости по границе между темной (верхней) и светлой (нижней) областями» [15].

Выводы по разделу. Исходя из перспектив развития предлагается лабораторная работа с применением метода рефрактометрии – анализ охлаждающей жидкости, которая дополнит существующий лабораторный практикум.

Заключение

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы реконструкции учебной лаборатории ГСМ кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ с целью улучшения учебного процесса.

В ходе исследования показано развитие методов анализа нефтепродуктов. Произведен анализ лабораторных работ, которые проводятся в лаборатории ГСМ в настоящее время. Отмечено, что все лабораторные работы проводятся без современного электронного оборудования.

Во втором разделе после изучения сложившейся практики в сфере контроля эксплуатационных материалов, проведен анализ способов методик и оборудования для экспресс-анализа масел с целью улучшения работы автомобиля.

В третьем разделе рассмотрены перспективные методы контроля и предложены новые лабораторные работы. Исходя из перспектив развития предлагается лабораторная работа с применением метода рефрактометрии – анализ охлаждающей жидкости, которая дополнит существующий лабораторный практикум.

В заключении сформулированы перспективные направления развития лаборатории ГСМ кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ.

Сделан вывод о том, что для организации перспективных работ анализу эксплуатационных материалов нужно современное лабораторное оборудование.

Отмечена практическая значимость проведенного исследования, поскольку его результаты помогут организовать учебный процесс на примере современных методик проверки технических жидкостей автомобиля.

Список используемых источников

1. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие. Лабораторный практикум / В.А. Стуканов. - М.: ИД Форум, Инфра-М, 2014. - 304 с.
2. Безбородов, Ю. Н. Методы контроля и диагностики эксплуатационных свойств смазочных материалов по параметрам термоокислительной стабильности и температурной стойкости [Электронный ресурс] : монография / Ю. Н. Безбородов, Б. И. Ковальский, Н. Н. Малышева, А. Н. Сокольников, Е. Г. Мальцева. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 366 с.
3. Беляев С.В. Моторные масла и смазка двигателей -1993. – 70 с.
4. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы - 2003.- 421 с.
5. Гуреев А. А., Фукс И. Г., Лашхи В. Л. Химмотология. — М.: Химия, 1986. — 368 с.
6. Доронкин В. Г. Контроль эксплуатационных материалов при обслуживании автомобиля / В.Г. Доронкин, А.А. Красильникова, А.М. Турсунов // Проблемы развития предприятий: теория и практика: сборник статей IX Международной научно-практической конференции / Министерство науки и высшего образования РФ, Пензенский государственный университет; под ред. Будиной В.И. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2022. – с. 53-56.
7. Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей : учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 195 с.
8. Журнал лабораторных работ по курсам «Автомобильные эксплуатационные материалы» и «Химмотология» / сост. Л.С. Васильева,

Ю.В. Панов, А.А. Хазиев; под ред. Л.С. Васильевой. – М.: МАДИ, 2016. – 24 с.

9. Иртуганова Э. А. Химия и контроль качества эксплуатационных продуктов : учебник / Э. А. Иртуганова, С. Ю. Гармонов, В. Ф. Сопин. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 528 с.

10. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: практикум: учеб. пособие [Текст] / Н.Б. Кириченко. – М.: ИЦ «Академия», 2004. – 96 с.

11. Кудрявцева Н.А. Эксплуатационные материалы: методические указания к лабораторным работам / Н.А. Кудрявцева. – Тольятти: ТолПИ, 2006 - 36 с.

12. Макушев Ю. П. Химмотология : учебное пособие / Ю. П. Макушев, А. П. Жигадло, Л.Ю. Волкова. – Омск : СибАДИ, 2019. – 156 с.

13. Малкин, В.С. Устройство и эксплуатации технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2016 – 451 с.

14. Методы контроля и результаты исследования состояния трансмиссионных и моторных масел при их окислении и триботехнических испытаниях : монография / В. И. Верещагин, В. С. Янович, Б. И. Ковальский [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. – 208 с.

15. Руководство по эксплуатации ручных рефрактометров. URL: <https://42unita.ru> (дата обращения: 19.06.2021)

16. Синельников, А.Ф. Автомобильные топлива, масла и эксплуатационные жидкости [Текст] / А.Ф. Синельников. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2003. – 176 с.

17. Судовая экспресс-лаборатория СЛТМ-1 «КРИСМАС». URL: <https://shop.christmas-plus.ru> (дата обращения: 19.06.2021).

18. Судовая экспресс-лаборатория СЛТМ-2 «КРИСМАС». URL: <https://shop.christmas-plus.ru> (дата обращения: 19.06.2021).

19. Техника лабораторных работ : уч. пособие для студентов, обучающихся по специальности 020101.65 «Химия» и по направлению 240401.62 «Химическая технология и биотехнология» / сост. О.С. Авдякова. – Тольятти : ТГУ, 2010. – 84 с.
20. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: Учебное пособие / Карташевич А.Н., Товстыка В.С., Гордеенко А.В. - М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2017. - 420 с.
21. Требования к разработке учебно-методических материалов ТГУ. URL: <https://tltsu.ru> (дата обращения: 19.06.2021).
22. Эксплуатационные материалы /авт.-сост., А.Н. Литвиненко, В.Ф. Данилов, В.В. Епанешников; под ред А.Н. Литвиненко. - Елабуга: Изд-во Центр оперативной печати «АБАК», 2019. – 315 с.
23. Barnes, M. Fourier Transform Infrared Spectroscopy / M. Barnes // Practising oil Analysis. Magazine. March 2002.
24. Foster N.S. Detection of trace levels of water in oil by photo acoustic spectroscopy / N.S. Foster, Y.E. Amonette, T. Autrey, Y. Hollsenors and Aetuatous. – 2001. – Bd. 77. – P. 620–624.
25. Johnson, J.H. Monitoring of machine wear by used oil analysis // Inproc. Inf. Conf / J.H. Johnson // Tribologyinthe 80's, 1984, NASACConf. Publication 2300. 1984. – P. 831–853.
26. Lewand L. Understanding Water in Transformer systems L. Lewand // NETA World Spring. – 2002. – P.1– 4.
27. Vaisala. Measuring moisture in oil. P.1. Measuring moisture in oil [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http : www vaisala.com](http://www.vaisala.com).