

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 автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Реконструкция учебной лаборатории ГСМ кафедры
«Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ

Обучающийся

Я.А. Агапова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

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

Тольятти 2022

Аннотация

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.

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.

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

Содержание

Введение.....	4
1 Существующие лабораторные работы по контролю эксплуатационных жидкостей	5
1.1 Традиционные методы проверки эксплуатационных жидкостей...	5
1.2 Методики исследования нефтепродуктов по ГОСТ	6
1.3 Обзор существующего лабораторного практикума ТГУ	7
2 Перспективные методы экспресс-анализа эксплуатационных жидкостей.....	33
2.1 Обзор современных методик	33
2.2 Обзор современных приборов экспресс-анализа	35
2.3 Измерители и анализаторы загрязнения жидкостей	40
2.4 Тестеры жидкостей и рефрактометры	41
3 Мероприятия по реконструкции учебной лаборатории ГСМ	44
3.1 Перспективные лабораторные работы по контролю эксплуатационных жидкостей	44
3.2 Рекомендации по реконструкции учебной лаборатории ГСМ	47
3.3 Выбор оборудования	49
Заключение	53
Список используемых источников	54

Введение

Непрерывно совершенствующиеся конструкции автомобилей и других транспортно-технологических машин, снабженных 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 [1, 2].

Для успешного решения этих задач, специалист по эксплуатации транспортно-технологических машин должен уметь правильно ориентироваться в оценке эксплуатационных качеств топлив и смазочных материалов, уметь при необходимости произвести необходимые лабораторные анализы, дать соответствующие указания и проконтролировать работу сотрудников лаборатории ГСМ автотранспортного предприятия [3].

В бакалаврской работе рассматриваются методики определений качества топлив, смазочных материалов и технических жидкостей, 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.

Стоит отметить актуальность данной работы, поскольку методики исследования эксплуатационных материалов постоянно совершенствуются, в частности, появились электронные приборы экспресс-анализа, с которыми необходимо знакомить будущих специалистов автосервиса.

1 Существующие лабораторные работы по контролю эксплуатационных жидкостей

1.1 Традиционные методы проверки эксплуатационных жидкостей

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 [9, 11]. 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 Методики исследования нефтепродуктов по ГОСТ

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 [5, 6]. 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 [7, 8]. Современные приборы для экспресс-анализа нередко показывают спорные результаты, однако достаточно удобны и не требуют высокой квалификации.

Существующая лаборатория позволяет выполнять следующие исследования в виде лабораторных работ [10]:

- определение плотности нефтепродуктов;
- определение фракционного состава бензина;
- определение наличия воды, водорастворимых кислот и щелочей в нефтепродуктах;
- определение цетанового числа дизельного топлива (по анилиновой точке);
- определение температуры вспышки топлива в закрытом титле;
- определение температуры самовоспламенения дизельного топлива;
- определение вязкости масла, нахождение индекса вязкости;

- оценка свойств работающего моторного масла;
- определение числа пенетрации пластичных смазок;
- определение температуры каплепадения пластичных смазок;
- определение температуры замерзания антифриза.

Методические указания по рассматриваемым в этом разделе лабораторным работам разработаны в ТПИ в 1996 году.

1.3 Обзор существующего лабораторного практикума ТГУ

В этом разделе приводятся краткие описания и производится анализ существующих 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:

$$y_i = \rho_i \cdot V_i \quad (1)$$

где y_i - количество бензина в весовых единицах, кг.

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

ρ_i - плотность бензина при той же температуре, $\text{кг}/\text{м}^3$.

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 измеряется термометром.

Плотность нефтепродукта принято указывать при температуре +20 °С.

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

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20) \quad (2)$$

где ρ_{20} – плотность при температуре +20°С,

ρ_t - плотность при температуре замера,

γ - температурная поправка,

t – температура продукта в момент замера.

Температурная поправка плотности нефтепродуктов на 1°С.

Оборудование и материалы:

- набор ареометров (денсиметров);
- мерные цилиндры;
- термометр;
- бензин;
- 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 накопления 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:

$$t_B = 0,5 t_{10} - 50,5 + (t_{HK} - 50)/3 \quad (3)$$

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

$$t_B \geq 2/3 t_{HK} - 49 \quad (4)$$

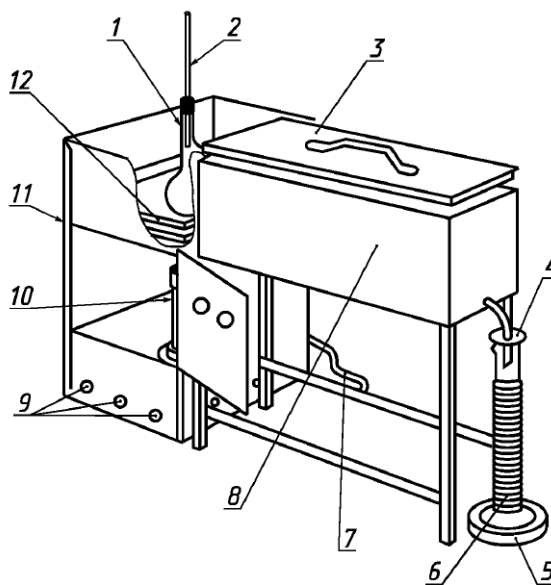
(для бензинов с $t_{HK} = 30 \dots 65^\circ\text{C}$).

Слишком низкие t_{HK} 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

$$t_{ПП} = 1,85 t_{HK} - 4 \quad (\text{для } t_{HK} = 30 \dots 65^\circ\text{C}) \quad (5)$$

$$t_{ПП} = t_{10} + 10 \quad (\text{для } t_{10} = 45 \dots 85^\circ\text{C}) \quad (6)$$



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

Устойчивость работы двигателя на малых оборотах и его приемистость зависят от температуры перегонки 50% бензина (t_{50}). При трогании и разгоне

автомобиля дроссель резко открывается и во впускной коллектор попадает большое количество топлива и холодного воздуха, что приводит к снижению температуры и ухудшению испарения топлива. Чем ниже у бензина t_{50} , тем легче и быстрее обеспечивается образование смеси нужного состава ($\alpha=0,7...0,8$) и, следовательно, выше приемистость двигателя.

По t_{50} и t конца перегонки судят о наличии в бензине тяжелых фракций, об интенсивности и полноте сгорания рабочей смеси, о мощности, развиваемой двигателем, и расходе топлива, об износах двигателя. Желательно, чтобы эти температуры были возможно более низкими для обеспечения наиболее полного испарения всего бензина, поступающего в цилиндры, так как с повышением этих температур увеличивается количество тяжелых трудно испаряющихся фракций, попадающих в цилиндр в капельно-жидком состоянии и смывающих масляную пленку с зеркала цилиндров.

Оборудование и материалы:

- установка для перегонки бензина (рисунок 1);
- воронка коническая;
- бензин.

Для перегонки бензина используется установка, изображенная на рисунке 1. Отмерить 100 см^3 испытуемого бензина мерным цилиндром. Налить бензин через коническую воронку в колбу. Закрыть 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:

- мерный цилиндр;
- делительная воронка;
- пробирки;
- бензин, дизельное топливо;
- KMnO_4 ;
- дистиллированная вода;
- универсальный индикатор (спиртовой раствор), шкала изменения окраски.

Порядок работы.

1. Качественное определение воды в топливе. Налить 50 см³ топлива в сухой мерный цилиндр, бросить в него 2-3 кристаллика КМnO₄ (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 см³ топлива и 20 см³ дистиллированной воды. Содержимое воронки взболтать в течение 2-3 мин. После отстоя слить 2-3 см³ 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 (C₆H₅NH₂) и нефтепродукты полностью взаиморастворяются.

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

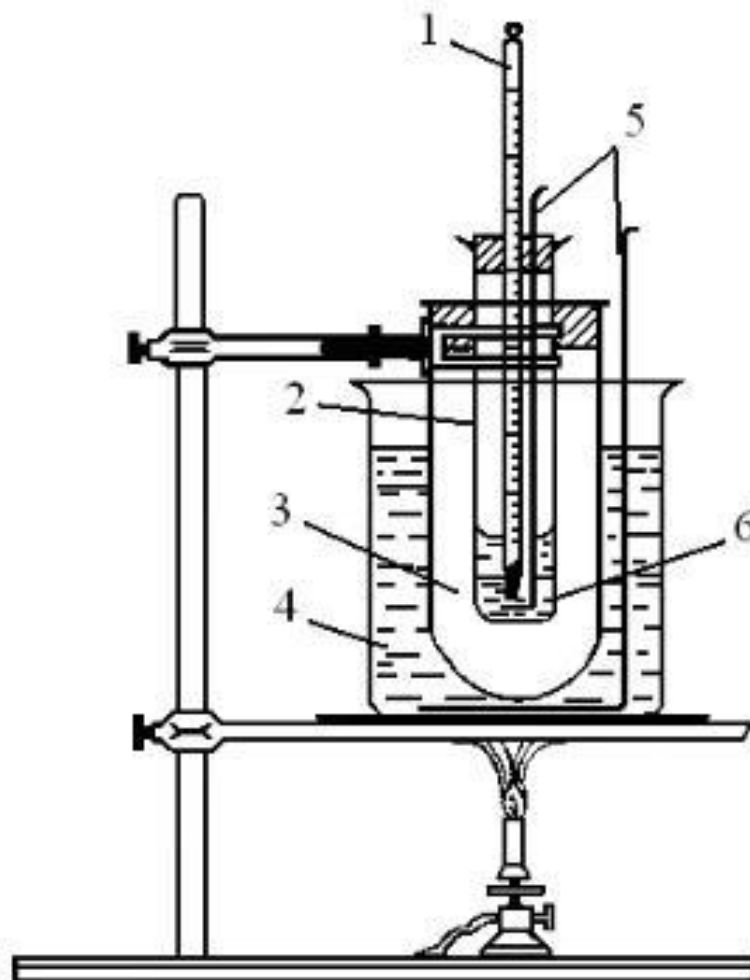
$$\text{ДИ} = ((A \cdot 1,8 + 32) \cdot (141,5 - 131,5 \rho)) / (100 \rho) \quad (7)$$

где ρ – плотность топлива, г/см³,

A – анилиновая точка, °C.

Оборудование и материалы:

- прибор для определения анилиновой точки (рисунок 2);
- анилин;
- дизельное топливо.



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

Рисунок 2 – Прибор для определения анилиновой точки

Порядок выполнения работы. Налить в узкую пробирку (3) 2 см^3 свежеперегнанного анилина и 2 см^3 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 рисунке 2, в более 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.

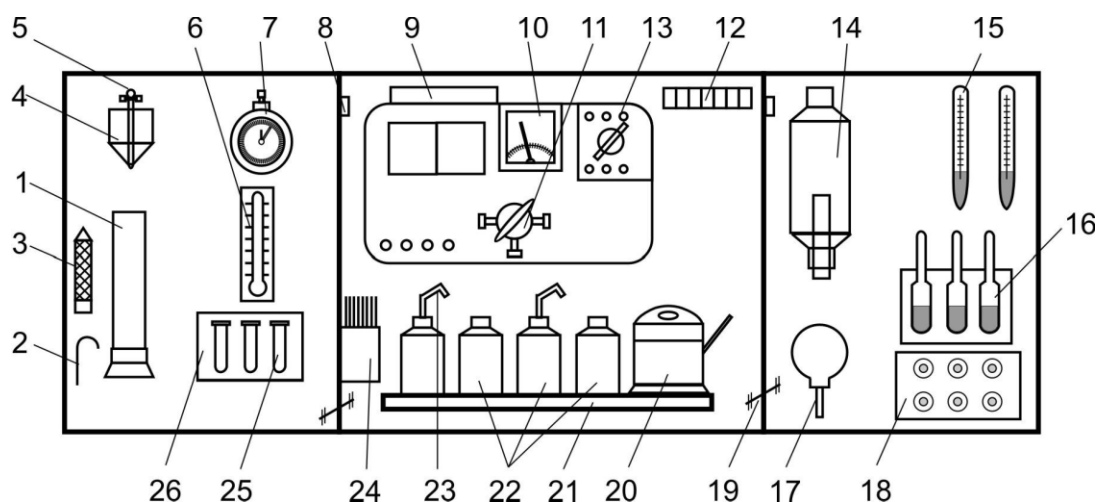
Оборудование и материалы:

- прибор, встроенный в установку СКЛАМТ, состоящий из блока нагревателя, защитного колпака, воспламенителя, тигля;
- исследуемый нефтепродукт (дизельное топливо, лигроин, легкое масло);
- ветошь для протирки тигля.

Порядок выполнения работы. Для определения температуры вспышки используется закрытый тигель, входящий в комплект СКЛАМТ (судовая комплексная лаборатория для анализа масел и топлив, рисунок 3).

Снять с блока нагревателя защитный колпак, вынуть из блока воспламенитель и тигель. Осмотреть спираль воспламенителя, убедиться в ее исправности и установить воспламенитель в гнезде. Включить установку в сеть. В течение 5 сек, по секундомеру при нажатой кнопке вспышки

определить степень нагрева воспламенителя. Спираль должна быть нагрета до ярко-красного каления.



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

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

Вынуть воспламенитель из гнезда, закрыть нагреватель защитным колпаком и прогреть установку до 100°C, для чего поставить переключатель интервала температур в положение 50-150°, переключатель предела нагрева установить в положение 90-110°. 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.

Проведение испытания. Установить тигель с исследуемым топливом в нагреватель, воспламенитель в гнездо, причем нижний край спирали воспламенителя должен быть ниже верхнего края тигля на толщину проволоочки.

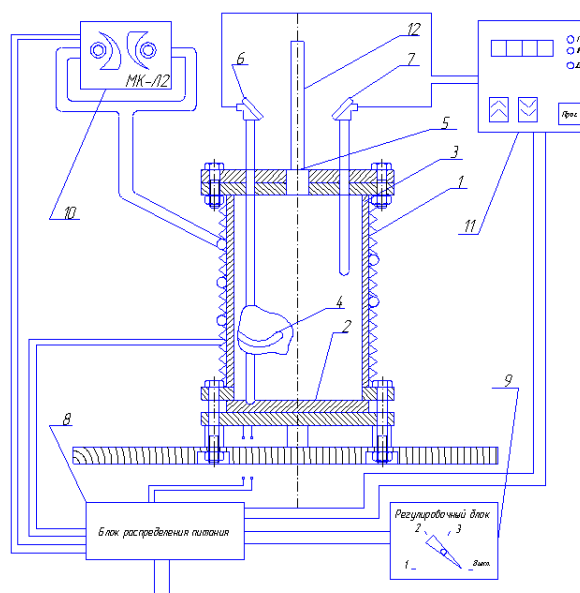
Закрывать нагреватель защитным колпачком, поставить переключатель предела нагрева на два интервала выше предполагаемой температуры вспышки исследуемого топлива. Следить за повышением температуры по нижней шкале измерительного прибора, чтобы рост температуры не превышал 2°C в минуту. Скорость нагрева регулировать переключателем предела нагрева.

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.

Отключить тумблером установку от сети, снять защитный колпак, щипцами вынуть воспламенитель и тигель из нагревателя, вылить из тигля топливо и протереть тигель сухой ветошью.

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.



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

Рисунок 4 – Схема лабораторного прибора для определения температуры самовоспламенения нефтепродуктов

Оборудование и материалы:

- прибор, изображенный на рисунке 4, и микрокомпрессор для продувки воздуха;
- пипетка или шприц для ввода пробы;
- цетан;
- 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°C включается в маркировку моторных и трансмиссионных масел. Зависимость вязкости от температуры характеризуют индексом вязкости (ИВ). Для его определения измеряют вязкость при 100 и 50°C и, пользуясь номограммой, находят значение ИВ. Чем выше ИВ, тем меньше зависит вязкость от температуры.

Оборудование и материалы:

- вискозиметры (рисунок 5), погруженные в термостаты с температурой воды 50°C и 100°C;
- резиновая груша или шприц;
- секундомер;
- исследуемое масло.

Порядок выполнения работы. Вискозиметры с испытуемым маслом помещены в термостаты, как показано на рисунке 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.

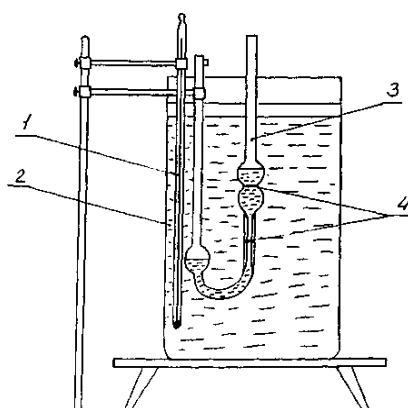
Наблюдая за истечением масла в капилляре, включить секундомер точно в момент прохождения мениском верхней метки (между расширениями капилляра) и остановить его, когда масло пройдет метку под нижним расширением. Подобным образом сделать 4-5 замеров. Вычислить среднее время истечения $\tau_{\text{ср}}$, затем определить вязкость (v_{50}).

$$v = c \tau \quad (8)$$

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.



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

Рисунок 5 – Прибор для определения кинематической вязкости

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.

Некоторые продукты окисления (смолы, органические кислоты) находятся в растворенном состоянии, они вызывают увеличение вязкости и кислотного числа масел. Другие (типа асфальтовых соединений) способны образовывать лаки, липкие осадки, приносящие особенно большой вред, так как вызывают залегание и пригорание поршневых колец. 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 воды 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:

- прибор для определения топлива в масле;
- прибор для определения вязкости;
- фильтр «синяя лента»;
- набор исследуемых масел.

Порядок выполнения работы.

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.

Оценка диспергирующе-стабилизирующей способности (ДСС). Масляное пятно, пробывшее на воздухе 24 часа, подвергают исследованию: (рисунок 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.

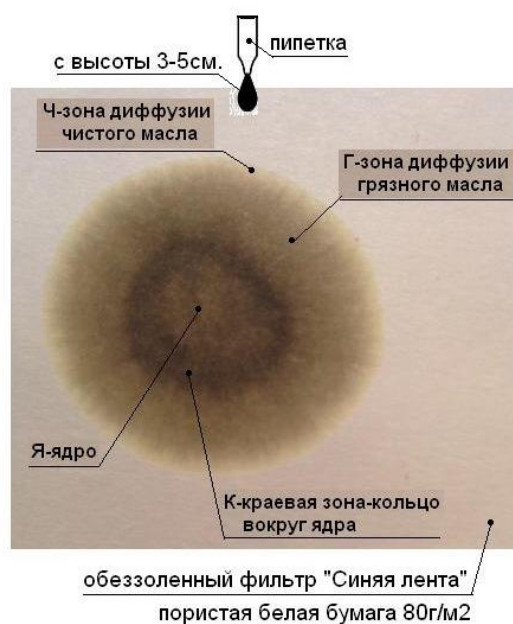


Рисунок 6 – Бумажная хроматограмма масляного пятна

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

- образование вокруг центрального ядра зоны диффузии характеризуют наличие в масле моюще-диспергирующей присадки;
- отсутствие зоны диффузии свидетельствует о полной срабатываемости моюще-диспергирующей присадки;
- наличие зоны окисленного масла указывает на то, что в процессе эксплуатации оно подвергалось высокотемпературному воздействию.

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

$$\text{ДСС} = 1 - d^2/D^2 \quad (9)$$

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.

Определение содержания топлива в работающем масле. Метод основан на сравнении скоростей растекания по наклонной поверхности работающего масла и свежего, исходного.

Учитывая, что скорость растекания капли работающего масла зависит не только от содержания в нем топлива, но и от других физико-химических показателей, из которых наиболее существенным является присутствие механических примесей, при определении содержания топлива в масле по данному методу вводится поправка, зависящая от содержания в масле механических примесей.

Прибор для определения содержания топлива в работающем масле состоит из соединенных между собой откидной металлической крышки и низкой рабочей панели. В пазы рабочей панели вставлена стеклянная пластина, в лунки которой наносятся капли свежего и работающего масла.

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 дайны 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 капель свежего масла 50 мм крышку прибора поднять так, чтобы нижняя панель оказалась в горизонтальном положении, и произвести замер длины растекания капель 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 %).

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 риску. 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:

- пенетрометр (рисунок 7);
- секундомер;
- исследуемые пластичные смазки;
- ветошь для обтирки конуса прибора.

Порядок выполнения работы. Тщательно выровнять шпателем поверхность смазки и поместить стакан со смазкой на столик пенетрометра, изображенного на рисунке 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.

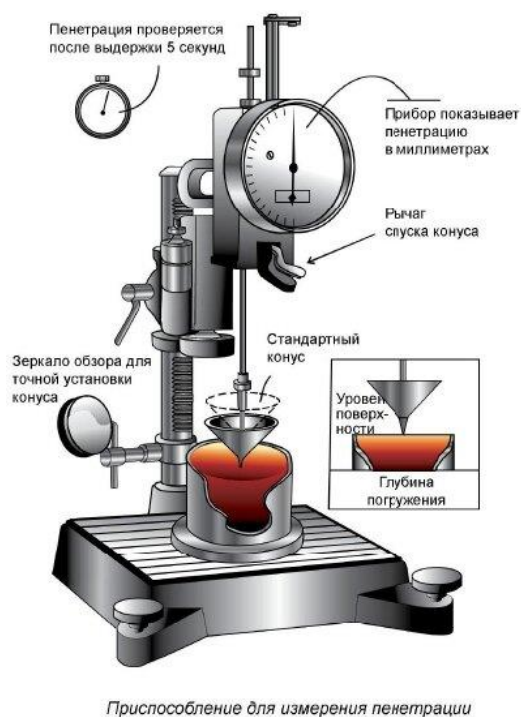


Рисунок 7 – Пенетрометр

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.

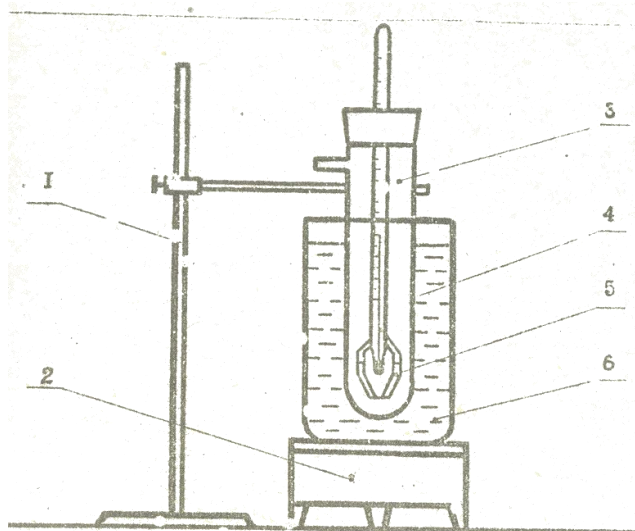
Лабораторная работа № 10. Определение температуры каплепадения пластичных смазок.

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:

- прибор для определения температуры каплепадения (рисунок 8);
- стакан с глицерином;
- электроплитка;
- исследуемые пластичные смазки.



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

Рисунок 8 – Прибор для определения температуры каплепадения

Порядок выполнения работы. Испытуемую смазку плотно вмазать шпателем в чашечку прибора, показанного на рисунке 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 (рисунок 9). Определив концентрации охлаждающей жидкости, можно найти температуру кристаллизации по графику или рассчитать ее (для разбавленных растворов, концентрация которых менее 30%) по формуле:

$$T_3 = k \cdot C \quad (10)$$

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:

- набор ареометров от 1.0 до 1.2 г/см^3 ;
- стеклянные цилиндры;
- охлаждающие жидкости (№ 1,2,3) для исследования.

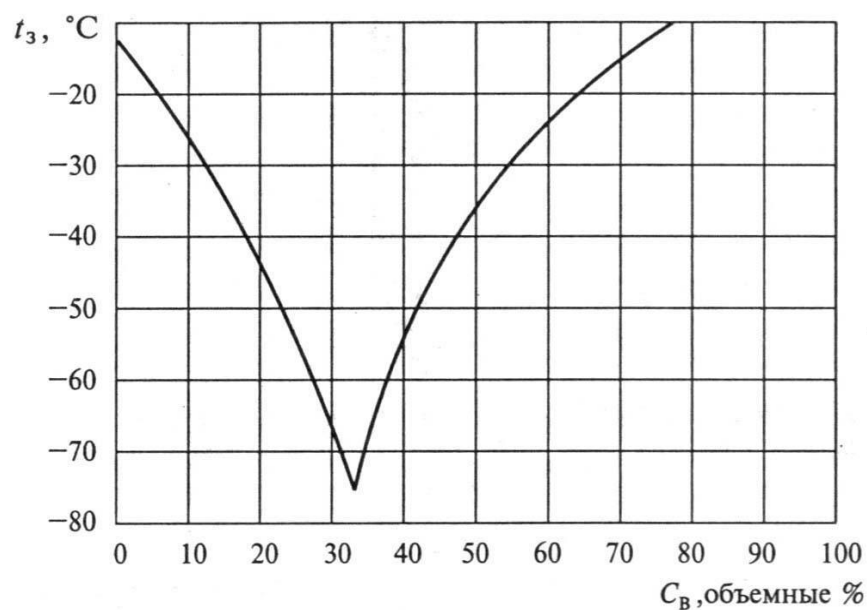


Рисунок 9 – Зависимость температуры замерзания от концентрации

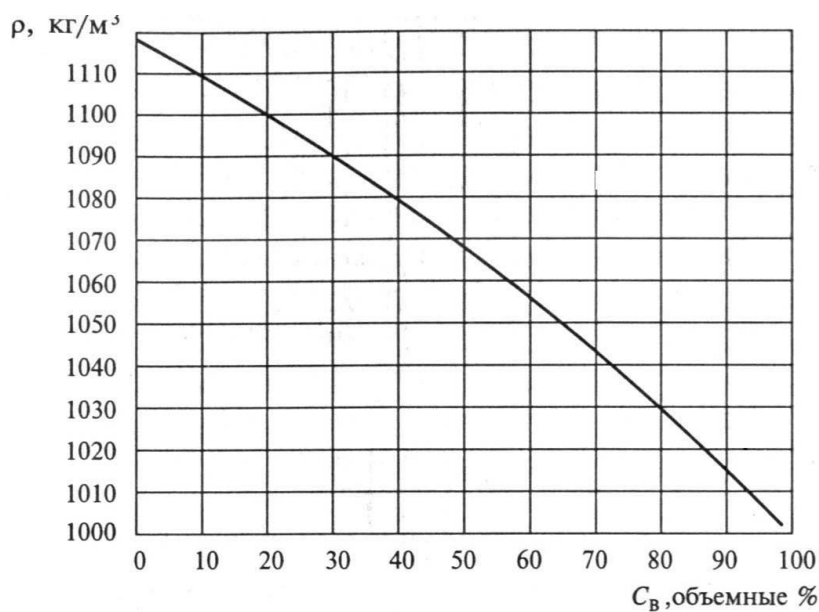


Рисунок 10 – Зависимость плотности растворов этиленгликоля от содержания воды

Порядок выполнения работы. Измерить плотность предложенных образцов охлаждающих жидкостей, пользуясь соответствующими ареометрами.

По графикам (рисунки 9, 10) 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:

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

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

a - объемный процент воды в образце,

b - объемный процент воды в исправленном антифризе,

k - объемный процент воды в добавляемом этиленгликоле.

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

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

c - объемный процент этиленгликоля в испытуемом образце,

d - объемный процент этиленгликоля в исправленном антифризе.

Произведем анализ перечисленных выше работ. Результаты анализа описанных в разделе лабораторных работ показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ существующих лабораторных работ в ТГУ

Лаб. работа	Исследуемый материал	Что исследуется	Вид оборудования
Лаб. раб. 1	Бензин	Плотность	Ареометр
Лаб. раб. 2	Бензин	Фракционный состав	Установка для перегонки
Лаб. раб. 3	Бензин	Наличие воды, водорастворимых кислот и щелочей	Индикаторы
Лаб. раб. 4	Дизельное топливо	Цетановое число	Комплект для анилиновой точки
Лаб. раб. 5	Дизельное топливо	Температура вспышки	Закрытый тигель СКЛАМТ
Лаб. раб. 6	Дизельное топливо	Температура самовоспламенения	Комплект для температуры самовоспламенения
Лаб. раб. 7	Моторное масло	Индекс вязкости	Вискозиметр
Лаб. раб. 8	Моторное масло	Оценка свойств работающего масла	Синяя лента
Лаб. раб. 9	Пластичные смазки	Число пенетрации	Пенетрометр
Лаб. раб. 10	Пластичные смазки	Температура каплепадения	Комплект для температуры каплепадения
Лаб. раб. 11	Антифриз	Температура замерзания	Ареометр

Выводы по разделу 1. В результате анализа существующих лабораторных работ можно сделать вывод, что лаборатории ГСМ проводится анализ большей части автомобильных эксплуатационных материалов, с применением традиционных методов исследования. Однако отсутствует анализ некоторых современных материалов – рабочих жидкостей АКП и вариаторов, электролитов, газов (топлива, хладагент кондиционера), ремонтных материалов (ЛКМ и резиновых смесей).

2 Перспективные методы экспресс-анализа эксплуатационных жидкостей

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 технических жидкостей [18].



Рисунок 11 – Судовая лаборатория контроля топлив и масел СЛТМ-1

«Судовая экспресс-лаборатория контроля топлив и масел СЛТМ-1 (рисунок 11) 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.

Судовая экспресс-лаборатория контроля топлив и масел СЛТМ-1, разработанная и производимая ЗАО «Крисмас+», широко и успешно применяется инженерно-техническими работниками, а также младшим обслуживающим персоналом (механики, техники, лаборанты) для химического контроля качества топлив отечественных и зарубежных производителей для судов флота и аналогичных типов, масел циркуляционных цилиндрических для дизелей (разной степени отработанности), масел турбинных, картерных, гидравлических, трансформаторных и пр. при эксплуатации силовых и энергетических установок на судах, а также береговых и портовых объектах.

Лаборатория СЛТМ-1 также позволяет проводить оценку соответствующих показателей нефти и различных нефтепродуктов.

Судовая экспресс-лаборатория контроля топлив и масел СЛТМ-1 сертифицирована Российским морским регистром судоходства (Сертификат №18.16003.120 от 03.12.2018) и полностью соответствует требованиям нормативных документов ТУ 26.51.53-400-82182574-18» [17].

«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.

Количество анализов: не менее 100 по каждому параметру (за исключением содержания воды в нефтепродуктах – не менее 50 определений, а также вязкости масел – без ограничений)» [17].

2.2 Обзор современных приборов экспресс-анализа

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 [20, 21]. 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 (рисунок 12) 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.



Рисунок 12 – Анализатор FluidScan 1000

Как проходит анализ масла в мобильной лаборатории. Каплю моторного масла помещаем в мобильный ИК-спектрометр, по его показаниям видим щелочное число, окисление, нитрацию, содержание сажи, которые нам свидетельствуют о степени старения моторного масла. Для работы рентген-спектрометра заполняем кювету моторным маслом, просвечиваем и видим содержание металлов: как металлов износа, так и металлов присадок, содержащихся в моторном масле. Портативный вискозиметр показывает то, как изменилась вязкость технической жидкости. Чем больше частиц содержится в моторном масле — тем выше показатель вязкости. Так, оценив состояние моторного масла на всех приборах мобильной лаборатории, эксперты отметили минимальное влияние топлива «Опти» на состояние моторного масла, что говорит о высоком качестве дизельного топлива.



Рисунок 13 – Анализатор FerroCheck 2000

Прибор FerroCheck 2000 (рисунок 13) производит определение содержания частиц железа в пробе. Он работает без использования растворителей, простой в использовании, дает быстрые и точные результаты. Анализатор FerroCheck 2000 способен быстро и точно измерять общее содержание железосодержащих частиц износа в маслах и смазке для определения износа и разрушения компонентов на ранней стадии. К типичным компонентам, подверженным износу, в рамках программы обслуживания по техническому состоянию, относятся:

- коробки передач;
- турбины;
- гидравлика;
- силовая передача;
- двигатели внутреннего сгорания;
- насосы и компрессоры.

Анализатор FerroCheck 2000 обеспечивает точное измерение общего содержания железосодержащих частиц в рабочих жидкостях, в частности, измерение общего количества железосодержащих частиц в ppm (мг/кг): измеряет все железосодержащие материалы – частицы нормального износа и крупные частицы чрезмерного износа механизмов; высокая точность и

воспроизводимость; широкий диапазон измерений; включает стандарты для валидации.

Прибор прост в использовании, работает без растворителей и не требует подготовки образцов, для теста достаточно образца менее 2 мл, а результаты - через 30 секунд. Анализатор имеет малый вес и габариты, работает от аккумулятора, время работы без подзарядки – более 4 часов, для постоянной работы может быть подключен к электросети.

FerroCheck 2000 имеет расширенные возможности ввода и вывода информации, автоматическое сохранение данных, экспорт файлов в формате CSV или использование интерфейса ПО OilView™ AMS.

Методика проверки соответствие стандарту ASTM D8120 «Стандартный метод испытаний для определения количества посторонних железосодержащих частиц».

Информация о приборах FerroCheck 2000 Series. Существует две версии прибора: FerroCheck 2000 версия для масла и FerroCheck 2100 версия для масла и смазки.

Изготовитель предлагает поставку комплектов. 800-00069. Стандартный набор аксессуаров FerroCheck 2000. Включает переносную сумку для прибора, крышку для защиты от пыли, 1000 пробирок для образцов, 200 пробок для пробирок и калибровочные стандарты масла. 800-00082. Стандартный набор аксессуаров FerroCheck 2100. Включает переносную сумку для прибора, крышку для защиты от пыли, 1000 пробирок для образцов, 300 лодочек для смазки и лопаток, 200 пробок для пробирок и валидационные стандарты масла и смазки.

Характеристики прибора:

- время теста менее 30 сек;
- предел обнаружения 3 ppm для масла, 7 ppm для смазки ;
- калибровка с помощью предоставленных стандартов железосодержащих частиц;
- объем пробы для масла с пробиркой для отбора пробы: 1,5 мл;

- объем пробы для лодочки со смазкой: 0,75 мл;
- рабочая температура окружающей среды от 10 до 40° С;
- относительная влажность 10-90%, без конденсации;
- внутренняя память для хранения данных 2000 образцов;
- дисплей 6” сенсорный с фиксированным углом наклона;
- передача данных USB флэш накопитель или ПО OilView LIMS;
- ввод данных – сенсорный экран;
- источник питания – встроенная перезаряжаемая NiCd аккумуляторная батарея;
- питание 100-240В АС, 50/60 Гц, 3,5 ватт для зарядного устройства;
- время работы от батареи 4-6 ч или подключение к электросети для непрерывной работы;
- размеры (Ш x Д x В) 17 см x 20 см x 13,5 см;
- вес 2,9 кг.

Рекомендуемый набор решений включает:

- FluidScan 1000, MiniVisc 3000 и FerroCheck 2000;
- лодочка для смазки и лодочка для смазки, вставленная в пробирку для ввода образцов.

Лабораторные методы исследования, такие как ICP, RDE и другие, имеют ограничения по размеру частиц износа в пробе. Обычно ограничения составляют 8-18 мкм, то есть частицы большего размера не определяются спектрометром и не влияют на результат, при этом такие частицы являются важнейшей информацией для оценки состояния компонента и контроля износа. Более того, комбинируя эти методы можно получить важнейшую информацию для аналитики. А именно, если прибор FerroCheck показывает меньшую концентрацию железа, чем традиционный спектрометр, то можно сделать вывод, что в пробе содержится много железосодержащих частиц маленького размера. Это может указывать, например, на коррозию внутри

компонента. Если FerroCheck показывает больше железосодержащих частиц, чем спектрометр, то это говорит о том, что в пробе содержатся крупные частицы износа, которые не могут быть определены спектрометром. В зависимости от полученных результатов можно сделать выводы о природе этих частиц и принимать решения по устранению возможных неполадок.

2.3 Измерители и анализаторы загрязнения жидкостей

Рассмотрим некоторые отечественные современные индикаторы, анализаторы и тестеры.

Индикатор ИЗЖ-М (рисунок 14) 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

Фотоэлектрический анализатор загрязнения жидкости АЗЖ-975 (рисунок 15) предназначен для измерения счетной концентрации частиц механических примесей в жидкостях по размерным группам. АЗЖ-975 обеспечивает обмен данными с внешним компьютером и дистанционное управление.



Рисунок 15 – Анализатор АЗЖ-975

Результаты анализа могут быть представлены в соответствии с требованиями стандартов. Фотоэлектрический метод контроля загрязнения жидкостей основан на измерении интенсивности рассеяния света частицами загрязнений [13].

2.4 Тестеры жидкостей и рефрактометры

Рассмотрим тестеры охлаждающей и тормозной жидкости. Тестер JTC-1538А (рисунок 16) служит для контроля тормозной жидкости и определения ее качества.



Рисунок 16 – Тестер тормозной жидкости

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

Рефрактометр IC-803 (рисунок 17) представляет собой прибор, измеряющий показатель преломления света в среде (антифриз,

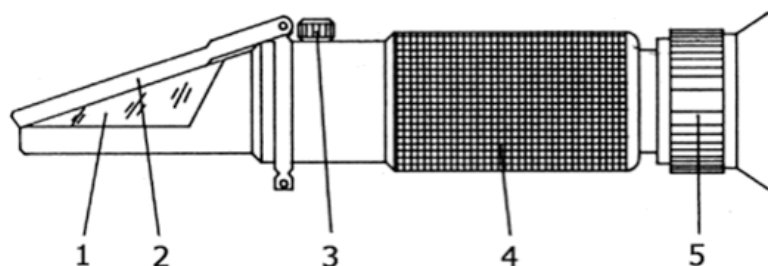
незамерзающая жидкость, электролит, мочеви́на). Прибор IC-803 незаменимое устройство и весомый аргумент для автосервиса для качественного, структурного и физико-химического анализа жидкостей, а также их пригодности к дальнейшей эксплуатации. Основное назначение рефрактометра IC-803: определение плотности 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.

Выводы по разделу 2. В разделе показаны некоторые современные приборы анализа масел и технических жидкостей. Можно отметить, что благодаря использованию электроники, эти приборы более удобны в практической работе, а некоторые предлагают дополнительные опции по хранению и передаче на ПК результатов анализа.

3 Мероприятия по реконструкции учебной лаборатории ГСМ

3.1 Перспективные лабораторные работы по контролю эксплуатационных жидкостей

Рассмотрим относительно новый способ анализа технических жидкостей – рефрактометрию. «Ручные рефрактометры предназначены для измерения концентрации различных пищевых жидкостей и технических растворов. Принцип действия ручного рефрактометра основан на зависимости коэффициента преломления света в водном растворе от концентрации (объемной доли) основного компонента раствора.



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

Рисунок 18 – Общее устройство ручного рефрактометра

Комплект поставки:

- ручной рефрактометр;
- пластиковая пипетка для нанесения раствора;
- отвертка для калибровочного винта;
- микрофибра для очистки оптических поверхностей;
- инструкция;
- защитный пластиковый чехол.

Калибровка и проведение измерений. 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.

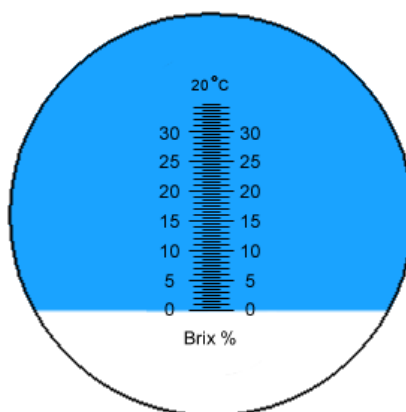


Рисунок 19 – Общий вид шкалы ручного рефрактометра

Для калибровки некоторых рефрактометров, у которых отсутствует нулевое деление на шкале (например RVH-62, RVH-82, RVH-90, RVH-92), следует применять специальное диоптрическое масло или иной эталонный раствор. Калибровка прибора должна производиться при температуре окружающей среды 20°C или при температуре в диапазоне 0—30°C, если рефрактометр оснащен функцией коррекции температуры АТС» [14].

«Порядок калибровки прибора:

1. Поднимите прижимное стекло (2) (рисунок 18) и протрите поверхность призмы (1) с помощью микрофибры или мягкой бумажной салфетки;
2. С помощью пластиковой пипетки нанесите на поверхность призмы 2-3 капли калибровочной жидкости (дистиллированной воды);
3. Опустите прижимное стекло так, чтобы жидкость равномерно распределилась по поверхности призмы;

4. Если температура тестовой жидкости отличается от температуры рефрактометра, подождите 30 секунд, чтобы температуры сравнялись;

5. Посмотрите в окуляр рефрактометра (4), направив его в сторону источника света. Если измерительная шкала оказалась не в фокусе откорректируйте фокус вращением окуляра вокруг оси;

6. Убедитесь, что граница между темной и светлой областями (рисунок 19) проходит по нулевой отметке (или по уровню, соответствующему калибровочному эталонному раствору);

7. Если наблюдается отклонение, откорректируйте его винтом (3) с помощью отвертки из комплекта.

После калибровки прибор готов к проведению измерений. Если измерения проводятся при температуре окружающей среды отличной от 20°C, необходимо производить коррекцию результатов, согласно специальным таблицам для измеряемых жидкостей. Если прибор снабжен функцией автоматической коррекции температуры (АТС), измерения должны проводиться при температуре 0—30°C.

Проведение измерений:

8. Поднимите прижимное стекло (2) (рисунок 18) и протрите поверхность призмы (1) с помощью микрофибры или мягкой бумажной салфетки;

9. С помощью пластиковой пипетки нанесите на поверхность призмы 2-3 капли раствора;

10. Опустите прижимное стекло так, чтобы жидкость равномерно распределилась по поверхности призмы;

11. Если температура тестовой жидкости отличается от температуры окружающей среды, подождите 30 секунд, чтобы температуры сравнялись;

12. Посмотрите в окуляр рефрактометра (4), направив его в сторону источника света. Считайте показания концентрации жидкости по границе между темной (верхней) и светлой (нижней) областями» [14].

«Уход и хранение. После использования прибора призма и прижимное стекло должны быть полностью очищены. Загрязнения оптических поверхностей могут стать причиной ошибок в измерениях. Для очистки призмы и прижимного стекла используйте влажные бумажные салфетки, чтобы смыть остатки растворов, и микрофибру для удаления разводов. Не следует промывать прибор под водой во избежание попадания воды во внутрь! Не используйте для очистки абразивные чистящие средства и материалы во избежание появления царапин и потертостей на поверхности призмы и прижимного стекла.

Рефрактометр требует аккуратного обращения, избегайте ударов и царапин, храните и транспортируйте в сухом и чистом месте в защитном футляре. Несоблюдение правил применения, ухода и хранения прибора могут привести к потере гарантийных обязательств в случае поломки прибора» [14].

3.2 Рекомендации по реконструкции учебной лаборатории ГСМ

Предлагается провести реконструкцию учебной лаборатория «Автохимия». 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 [19], 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.

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 [15, 16].

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) – это 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, после реконструкции, 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.

3.3 Выбор оборудования

Для выбора конкретной модели приборов используем методику, описанную в книге В.С. Малкина «Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта» – Тольятти : Издательство ТГУ, 2016. «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» [12].

«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 $U_i = P_i / P_{i0}$. 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» [12].

«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 рисунке 20 в качестве условного примера приведена циклограмма определения технического уровня двух стандов для балансировки колес легковых автомобилей (станда а и станда б). На линии 1 отложены уровни показателя точности балансировки (γ), на линии 2 – массы станка (κ) и т. д., на линии 8 – мощности, требуемой электродвигателем (кВт).

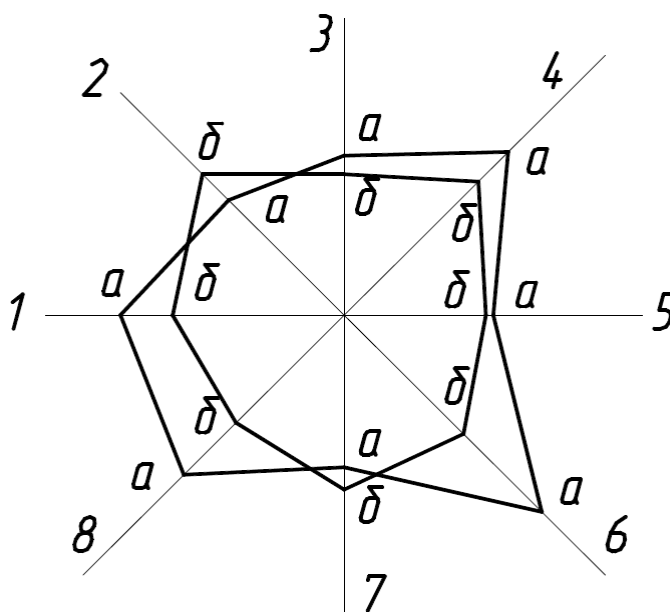


Рисунок 20 – Пример циклограммы технического уровня оборудования

Из построенной циклограммы видно, что станд для балансировки колес модели а по шести показателям из восьми превосходит станд модели б и имеет существенно большую общую площадь циклограммы. Следовательно, технический уровень станда а выше технического уровня станда б» [12].

«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 $P_{iП}$ можно принять равным 1000 кг. В таких случаях уровень качества по рассматриваемому показателю рассчитывают по формуле

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

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» [12].

«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» [12].

Аналогично решаются задачи по выбору моделей лабораторных приборов, которые представлены на графических листах.



Рисунок 21 – Комплект современного лабораторного оборудования

При организации лаборатории можно использовать методику технологического проектирования станций технического обслуживания, в частности методику технологического проектирования, описанную в пособии В.Е. Епишкина «Проектирование станций технического обслуживания автомобилей» (Издательство ТГУ, 2016) [4]. В нем даются рекомендации по проектированию производственных подразделений основного и вспомогательного производства в СТО.

Выводы по разделу 3. Для реконструкции лаборатории ГСМ предлагается применять существующие методики выбора оборудования и организации проектирования. Возможна разработка новых лабораторных работ, например исследования технических жидкостей и традиционными методами (измерение плотности) и современными (рефрактометрия).

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 отсутствует анализ некоторых современных материалов – рабочих жидкостей АКП и вариаторов, электролитов, газов (топлива, хладагент кондиционера), ремонтных материалов (ЛКМ и резиновых смесей).

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 разделе показаны некоторые современные приборы анализа масел и технических жидкостей. Благодаря использованию электроники, эти приборы более удобны в практической работе, а некоторые предлагают дополнительные опции по хранению и передаче на ПК результатов анализа.

В третьем разделе рассмотрены перспективные методы контроля и предложены новые лабораторные работы. Возможна разработка новых лабораторных работ, например исследования технических жидкостей и традиционными методами (измерение плотности) и современными (рефрактометрия).

Сделан вывод о том, что для организации перспективных работ анализу эксплуатационных материалов нужно современное 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. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы - 2003.- 421 с.
2. Гуреев А. А., Фукс И. Г., Лашхи В. Л. Химмотология. — М.: Химия, 1986. — 368 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М. : Академия. 2012 г. - 210 с.
8. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: практикум: учеб. пособие [Текст] / Н.Б. Кириченко. – М.: ИЦ «Академия», 2004. – 96 с.

9. Кирсанов, Ю. Г. Анализ нефти и нефтепродуктов : [учеб.-метод. пособие] / Ю. Г. Кирсанов, М. Г. Шишов, А. П. Коняева ; [науч. ред. О. А. Белоусова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 88 с.
10. Кудрявцева Н.А. Эксплуатационные материалы: методические указания к лабораторным работам. – Тольятти: ТолПИ, 2006 – 36 с.
11. Макушев Ю. П. Химмотология : учебное пособие / Ю. П. Макушев, А. П. Жигadlo, Л.Ю. Волкова. – Омск : СибАДИ, 2019. – 156 с.
12. Малкин, В.С. Устройство и эксплуатации технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2016 – 451 с.
13. 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.
14. Руководство по эксплуатации ручных рефрактометров. URL: <https://42unita.ru> (дата обращения: 19.06.2021)
15. Рябов В. Д. Химия нефти и газа: учебное пособие. — М.: ИД «ФОРУМ», 2009. — 336 с.
16. Стуканов В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. Лабораторный практикум [Текст] / В.А. Стуканов. – М.: Форум; Инфра-М, 2003. – 208 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. Экспериментальное определение характеристик автомобильных эксплуатационных материалов: методические указания для выполнения лабораторных работ / Сост. Н.А. Кудрявцева, С.В. Крашенинников. Самара: Изд-во СГАУ, 2012 - 20 с.