

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ І ТРАНСПОРТУ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ
274 – «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»
(У ТОМУ ЧИСЛІ СКОРОЧЕНИЙ ТЕРМІН НАВЧАННЯ)
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2021

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни “Експлуатаційні матеріали“ для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 274 – “Автомобільний транспорт“ (у тому числі скорочений термін навчання) освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач к.т.н., доц. С. М. Черненко

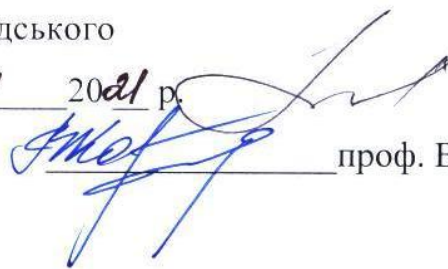
Рецензент к.т.н., доц. О. В. Павленко

Кафедра “Автомобілі та трактори”

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № 3 від «19» 01 2021 р.

Голова методичної ради



проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Техніка безпеки.....	5
2. Перелік лабораторних робіт.....	6
Лабораторна робота № 1 Дослідження фракційного складу палива...	6
Лабораторна робота № 2 Дослідження густини та в'язкості нафтопродуктів.....	13
Лабораторна робота № 3 Оцінка якості нафтопродуктів за температурою спалаху.....	21
Лабораторна робота № 4 Дослідження межі міцності пластичного мастила.....	25
Лабораторна робота № 5 Дослідження працездатності пластичного мастила при високих температурах за температурою краплепадіння.....	31
Лабораторна робота № 6 Оцінка диспергуючої здатності та забрудненості мастила.....	35
Лабораторна робота № 7 Дослідження якості гальмівних рідин.....	40
3. Критерії оцінювання здобутків студентів під час виконання лабораторних робіт.....	45
Список літератури.....	47
Додаток А Показники якості вітчизняного палива та мастильних матеріалів.....	48

ВСТУП

Знання властивостей автомобільних експлуатаційних матеріалів дозволяють інженеру правильно орієнтуватися при виборі марки палива або мастила, які повинні забезпечувати максимальний термін роботи, мінімальні експлуатаційні витрати та трудомісткість ремонту й обслуговування.

Мета лабораторних робіт – закріплення знань, отриманих на лекціях і при самостійному вивченні дисципліни. Студенти повинні набути практичних навичок щодо визначення важливих властивостей палива, мастильних матеріалів і технічних рідин, а також ознайомитися з обладнанням і методикою лабораторних аналізів.

Перед виконанням кожної лабораторної роботи **необхідно засвоїти** її зміст, теоретичні основи питання, що розглядається, експлуатаційне значення показника або властивості. Під час лабораторних робіт студенти проводять відповідні вимірювання, досліди, заповнюють таблиці, проводять розрахунки, будують графіки, схеми тощо.

По закінченні кожної роботи **складається звіт**, що містить назву та мету роботи; основні теоретичні положення; методику визначення показника, що аналізується; схему й опис приладу або установки; дані досліду та необхідні розрахунки. У **висновку** порівнюються результати досліду з даними Держстандарту на продукт, що досліджується. Якщо якість продукту не відповідає стандарту, дається оцінка наслідків застосування його на автомобілі.

Звіт оформлюється на аркушах форматом А4 і повинен відповідати вимогам стандартів на текстові документи. Оформлений звіт подається на перевірку і для захисту викладачеві. По закінченні лабораторного курсу звіти здаються викладачеві. Довідкові дані щодо виконання лабораторних робіт наведено у додатку А, де подано основні показники якості вітчизняного автотранспортного палива та мастильних матеріалів.

Студенти, які прийшли на заняття не підготовленими або не склали звіт з попередньої роботи, до виконання робіт **не допускаються**.

1 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

При виконанні лабораторних робіт студенти **зобов'язані суворо виконувати правила техніки безпеки та пожежної безпеки**. Щоб уникнути нещасних випадків під час роботи в лабораторії паливно-мастильних матеріалів повинні дотримуватися наступних основних вимог:

1. Робоче місце та столи для виконання роботи мають бути чистими і вільними від непотрібних предметів.

2. Нагрівальні прилади повинні знаходитись на листах азбестового картону або на кахельних плитках.

3. Усі проби палива та мастил мають знаходитись у щільно закритому посуді.

4. Переливання палива з посудин до приладів тощо дозволяється проводити на відстані не ближче трьох метрів від нагрівального приладу.

5. Промаслені ганчірки, папір повинні скидатися до залізного ящика з кришкою.

6. Усі залишки палива після проведення дослідів потрібно зливати до спеціальних посудин, встановлених у витяжній шафі.

7. При роботі зі скляними посудинами (колбами, пробірками) не докладати зайвих зусиль при закритті їх пробками, надяганні гумової трубки тощо, щоб уникнути ламання скла і порізів рук.

8. При займанні горючих рідин необхідно:

- швидко вимкнути електронагрівальні прилади, відставити посудини з горючими речовинами від полум'я і вжити заходів щодо гасіння полум'я;

- при займанні палива його потрібно засипати піском або накрити повстю;

- якщо піском або повстю згасити не вдається, треба використати вогнегасник.

9. Вмикати нагрівальний прилад дозволяється тоді, коли поблизу немає відкритого посуду з паливом.

10. По закінченні роботи необхідно вимкнути електричні прилади, закрити водопровідні крани.

2 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота № 1

Тема. Дослідження фракційного складу палива

Мета роботи: ознайомлення з методикою експериментального визначення фракційного складу різних видів рідкого палива й апаратурою, що застосовується при цьому. Закріплення теоретичних знань і набуття навичок щодо визначення експлуатаційних властивостей палива за „кривою перегонки”.

1.1 Короткі теоретичні відомості

Рідке нафтове паливо являє собою складну суміш вуглеводнів, що вирізняються різною молекулярною масою, густиною, в'язкістю. На відміну від води, спирту, ефіру та інших рідин, паливо не має однієї температури кипіння. Менші температури кипіння має легке паливо або його фракції. З потяганням фракційного складу палива температура кипіння збільшується. При цьому під *фракцією* розуміють частину палива, що випарувалася в певному діапазоні температур.

Випаровуваність характеризує здатність палива переходити з рідкого стану до газоподібного. Вона є важливим показником палива, що значно впливає на експлуатаційні показники двигуна. Від повноти випаровування палива залежить легкість пуску, потужнісні, економічні й токсичні показники двигуна, інтенсивність механічного зносу, нагароутворення, довговічність. Так, наявність великої кількості палива, що не випарувалося на початку процесу згоряння у карбюраторному двигуні веде до затягнення процесу згоряння, підвищення втрат тепла через стінки циліндра, унаслідок чого знижуються потужнісні й економічні показники двигуна, збільшується димність і токсичність відпрацьованих газів. Потрапляючи на стінки циліндрів, краплі палива, що не випарувалися, змивають плівку мастила, і це призводить до підвищеного зносу циліндропоршневої групи.

При використанні палива легкого фракційного складу збільшується жорсткість роботи дизеля, зростають перетікання палива в прецезійних парах паливоподавальної апаратури, підвищується їх знос унаслідок зниження мастильних властивостей палива.

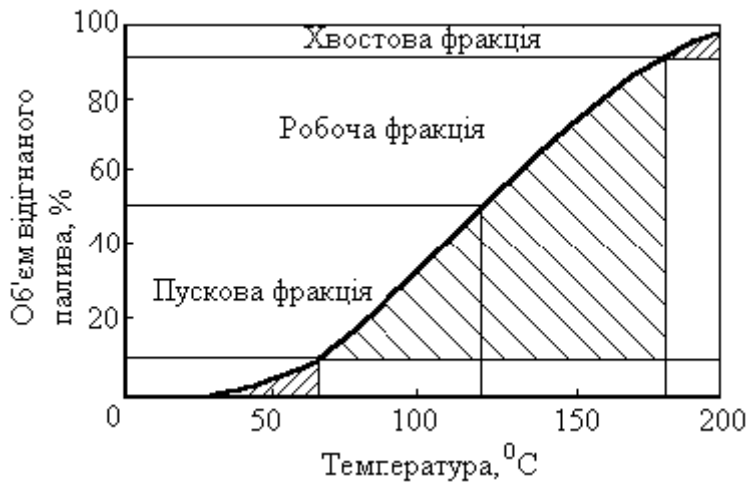


Рисунок 1.1 – Крива перегонки бензину

Фракційний склад рідкого палива визначають шляхом *перегонки*. За результатами перегонки будується графік, що показує залежність об'єму відігнутого палива від температури – *крива перегонки* (рис. 1.1). За

характерними точками на кривій можна судити про деякі експлуатаційні якості палива:

а) **бензини**. Стандарти на автомобільні бензини (дод. А, табл. А.1) передбачають обов'язкове визначення температур початку кипіння, википання 10 %, 50 %, 90 % та кінця кипіння.

Температура початку кипіння $t_{нк}$ характеризує наявність у паливі легкозакипаючих вуглеводнів, що зумовлюють втрати легких фракцій при зберіганні палива під впливом тепла навколишнього середовища.

Температура википання 10 % палива $t_{10\%}$ характеризує пускову фракцію, за якою судять про пускові якості палива. Чим менша ця температура, тим при більш низькій температурі можливий запуск двигуна. За температурою википання 10 % палива можна визначити мінімальну температуру повітря $t_{п}$, при якій можливий надійний пуск двигуна:

$$t_{п} = 0,5 \cdot t_{10\%} - 50,5. \quad (1.1)$$

При високих температурах повітря внаслідок випаровування палива можливе утворення парових пробок у паливопроводах, тому температура

википання 10 % палива для літніх сортів автомобільних бензинів повинна бути не меншою за 70⁰С. Щоб уникнути утворення парових пробок, рекомендується, щоб у бензинів, призначених до застосування в умовах високих температур навколишнього повітря, витримувалося співвідношення:

$$t_{10\%} \leq 0,5 \cdot t_{\text{п}} + 46,5, \quad (1.2)$$

де $t_{\text{п}}$ - температура навколишнього повітря, ⁰С.

Температура википання 50 % палива $t_{50\%}$ характеризує середню випаровуваність робочої фракції (від 10 % до 90 % за кривою перегонки). Вона визначає необхідну інтенсивність підігрівання впускного колектора, а також швидкість прогрівання двигуна, прийомистість, яка визначається можливістю швидкого збагачення або збіднення паливоповітряної суміші на різних режимах. Чим нижча $t_{50\%}$, тим однорідніший склад палива та крутіше підіймається в середній частині крива перегонки, краща прийомистість і стійкість роботи двигуна.

Температура википання 90 % $t_{90\%}$ визначає кінець перегонки робочої фракції. Чим вища ця температура, тим більше в паливі важких вуглеводнів, що спричиняють погіршення техніко-економічних показників двигуна і його прийомистості.

Температура кінця кипіння $t_{\text{кк}}$ характеризує хвостові фракції. Вони надто небажані в паливі, оскільки випаровуються не повністю, спричиняють змивання мастила з гільз циліндрів, розрідження моторного мастила, нагароутворення тощо. Чим менший інтервал температур від $t_{90\%}$ до кінця кипіння, тим вища якість палива.

б) дизельне паливо. Стандартами на дизельне паливо (дод. А, табл. А.3) регламентуються температури википання 50 % та перегонки 96 % палива.

Температура википання 50 % дизельного палива $t_{50\%}$ характеризує його пускові властивості. Чим нижча ця температура, тим кращі пускові властивості палива, м'якше працює двигун.

Температура википання 96 % дизельного палива $t_{96\%}$ дозволяє оцінити хвостові фракції, що визначаються наявними в паливі важкими вуглеводнями.

Чим менша ця температура, тим якісніше паливо, вище повнота його випаровування, нижча схильність до утворення нагару та сажі.

1.2 Прилади й обладнання

Для виконання лабораторної роботи необхідні: прилад для перегонки нафтопродуктів, мірні циліндри на 10, 100 мл, зразки нафтопродуктів.

Фракційний склад рідких палив визначається за ГОСТ 2177-82 шляхом перегонки 100 мл палива на окремі фракції. На рис. 1.2 показано принципову схему приладу ЛРН для перегонки рідкого палива.

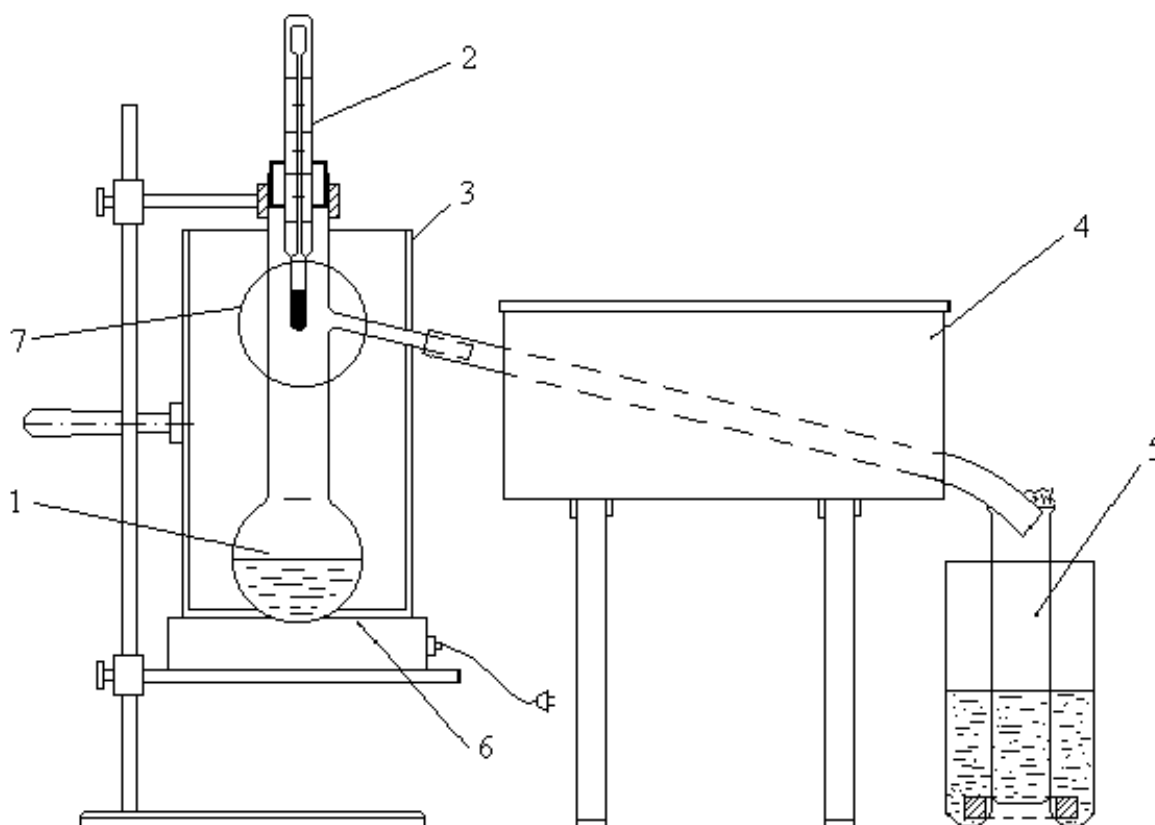


Рисунок 1.2 – Прилад ЛРН для перегонки рідких нафтопродуктів

Прилад складається зі скляної колби з відвідною трубкою 1, холодильника у вигляді водяної ванни з металевою трубкою 4 і приймача конденсату – мірного циліндра 5 на 100 мл. Нагрів колби здійснюється електричною плиткою 6 з регулювальником нагріву. Для виміру температури перегонки колба обладнана термометром 2, положення установки якого

показане позицією 7. Для забезпечення безпеки роботи колба закривається кожухом 3.

1.3 Порядок виконання роботи

За допомогою вимірювального циліндра відмірюють 100 мл палива, яке переливають у колбу. Колбу закривають пробкою з термометром, установленим таким чином, щоб ртутна кулька була на рівні нижнього краю відвідної трубки (рис. 1.2). Колбу встановлюють на електроплитку та закривають кожухом. Відвідну трубку колби з'єднують з трубкою холодильника. Під нижній кінець трубки холодильника встановлюють вимірювальний циліндр. Холодильник підключають до холодного водопроводу, використану воду скидають до каналізації.

Вмикають електроплитку та нагрівають колбу так, щоб перша крапля сконденсованої пари впала з трубки холодильника до вимірювального циліндра не раніше ніж через 5 хв і не пізніше, ніж через 10 хв після початку перегонки. Записують температуру падіння першої краплі, яку умовно беруть за температуру початку перегонки. Подальшу перегонку проводять зі швидкістю 4 – 5 мл/хв. Показання термометра записують через кожні 10 мл перегонки дистиляту. Після перегонки 90 мл дистиляту нагрів колби посилюється так, щоб до кінця перегонки минуло від 3 до 5 хв. У той момент, коли температура почне падати, записують *температуру кінця перегонки у бензинів*. Дизельне паливо припиняють переганяти після відгонки 96 мл дистиляту. Після закінчення перегонки приладу дають охолонути, розбирають його, залишок з колби переливають до вимірювального циліндра на 10 мл і записують його об'єм. За допомогою барометра вимірюють атмосферний тиск.

1.4 Обробка результатів досліду

Визначають втрати при перегонці як різницю між 100 мл і сумою об'ємів дистиляту та залишку. Отримані в досліді температури приводять до нормального барометричного тиску за формулою:

$$t_{\text{п}} = t \pm 0,00012(760 - p) \cdot t, \quad (1.3)$$

де $t_{\text{п}}$, t - наведена і виміряна температури, $^{\circ}\text{C}$; p - барометричний тиск, мм рт. ст.

Знак плюс використовується, якщо барометричний тиск нижчий за 750 мм рт. ст., знак мінус - якщо тиск вищий за 770 мм рт. ст. При тиску від 750 до 770 мм рт. ст. поправка не вноситься. За отриманими температурами будують графік перегонки (приклад на рис. 1.1). Результати порівнюють з Держстандартом (дод. А, табл. А.1, А.2), для чого складають табл. 1.1, що являє собою паспорт на випробуване паливо (приклад заповнення).

Таблиця 1.1 – Протокол випробувань

Показники якості	Результати випробувань, $^{\circ}\text{C}$	Дані за Держстандартом $^{\circ}\text{C}$	Відхилення
1. Фракційний склад, $^{\circ}\text{C}$:			
початок кипіння	40	35	+5
10 %	80	70	+10
20 %	-	-	-
30 %	-	-	-
40 %	-	-	-
50 %	118	115	+3
60 %	-	-	-
70 %	-	-	-
80 %	-	-	-
90 %	178	180	-2
кінець кипіння	190	195	-5
залишок у колбі, %	1,5	не більше за 1,5	0
залишок та втрати, %	4,5	не більше за 4,0	+0,5
2. Колір (до перегонки)	жовтий	безкольоровий	-

У висновку необхідно порівняти фракційний склад випробуваного палива з Держстандартом, орієнтовно визначити марку палива, проаналізувати наслідки застосування його на автомобілі.

1.5 Контрольні запитання

1. Що називається фракцією та випаровуваністю палива?
2. Яким чином оцінюється фракційний склад палива?
3. Які характерні точки є на кривій фракційної перегонки бензину, дизельного палива?
4. Які параметри бензинів характеризує температура початку перегонки? Про які якості палива можна судити за температурою википання 10 % палива?
5. Чому небажана наявність в паливі його важких фракцій? Що таке хвостова фракція палива?
6. Як можна визначити за даними перегонки палива робочі температури навколишнього середовища, при яких можливий пуск двигуна та його безперебійна робота?
7. Що являє собою прилад ЛРН для перегонки рідкого палива?

Література: [1, с. 26 – 92, 2, с. 22 – 53, 4, с.284 – 297].

Лабораторна робота № 2

Тема. Дослідження густини та в'язкості нафтопродуктів

Мета роботи: ознайомлення з методикою визначення густини та в'язкості різних сортів палива та мастил і апаратурою, що застосовується при цьому. Набуття навичок щодо вимірювання густини нафтопродуктів в умовах їх зберігання й експлуатації.

2.1 Короткі теоретичні відомості

Густина – це маса речовини, що міститься в одиниці об'єму. Вона позначається ρ_t і має розмірність в одиницях СІ – $\text{кг}/\text{м}^3$, в одиницях СГС – $\text{г}/\text{см}^3$. Густина залежить від температури: при підвищенні температури вона меншає, при зниженні – збільшується. Збільшення густини палива при зниженні температури спричиняє збільшення масової витрати палива при його об'ємному дозуванні. При великій витраті палива і значних коливаннях температури різниця за рахунок зміни густини може бути значною.

Існуючими Держстандартами нормується густина дизельних палив та мастил при 20°C (дод. А, табл. А.2, А.4, А.5). Густина бензинів стандартами не нормується. Вона використовується для орієнтовної оцінки марки палива і при перерахунку нафтопродуктів з вагових одиниць в об'ємні для забезпечення їх обліку при транспортуванні та заправлянні. Значення густини використовуються також у розрахунках паливних і масляних систем.

У стандартах і нормативних документах густина нафтопродуктів вказується при температурі 20°C - ρ_{20} . Для перерахунку густини ρ_t , отриманої при іншій температурі, на стандартну температуру (20°C) використовується формула:

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20), \quad (2.1)$$

де γ - залежна від величини густини температурна поправка, значення якої наведені у дод. А, табл. А.3; t - температура нафтопродукту при вимірюваннях густини, $^\circ\text{C}$.

При визначенні густини нафтопродуктів з високою в'язкістю їх змішують у рівних об'ємах з гасом, густина якого відома, перемішують до повної однорідності й визначають густина суміші. Густина густого нафтопродукту визначають за формулою:

$$\rho = 2\rho' - \rho'' , \quad (2.2)$$

де ρ - густина густого нафтопродукту при температурі вимірювання; ρ' - густина суміші густого нафтопродукту з гасом при температурі вимірювання; ρ'' - густина гасу при температурі вимірювання.

У разі необхідності приведення густини густого нафтопродукту до стандартної температури значення ρ' і ρ'' у формулі (2.2) беруться при температурі 20⁰С.

Густина рідин може вимірюватися різними способами, основаними на безпосередньому зважуванні, на величині архімедової сили, що витісняє поплавки, уміщений у рідину, на законі витікання з вузьких отворів у тонких стінках тощо.

Найбільш простий спосіб визначення густини нафтопродукту – вимірювання за допомогою нафтоденсиметра (ареометра). Цей спосіб полягає у вимірюванні архімедової сили, що витісняє поплавок з рідини.

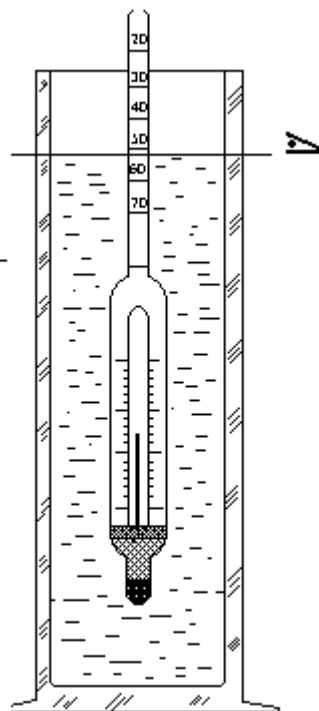


Рисунок 2.1 –
Вимірювання густини
нафтоденсиметром

Нафтоденсиметр (рис. 2.1) являє собою порожнистий скляний поплавок, у нижній потовщеній частині якого вміщені баласт і термометр, а в тонкій верхній частині – шкала густини. Сутність визначення густини нафтоденсиметром полягає в зануренні його в рідину і відліку густини за його шкалою. Чим менша густина нафтопродукту, тим більша глибина занурення денсиметра через меншу виштовхувальну силу (архімедову).

В'язкість характеризує опір, який надають частинки рідини їх взаємному переміщенню під дією зовнішньої сили. Розрізняють абсолютну (динамічну і кінематичну) та умовну в'язкість.

Динамічна в'язкість μ_t являє собою коефіцієнт внутрішнього тертя, що дорівнює відношенню сили тертя, діючої на поверхні рідини при градієнті швидкості рівному одиниці, до площі цього шару. В одиницях СІ динамічна в'язкість вимірюється у $\text{Н}\cdot\text{см}^{-2}$ або $\text{Па}\cdot\text{с}$ (Паскаль-секунда). Це в'язкість такої рідини, що чинить опір взаємному переміщенню двох шарів рідини площею 1м^2 , які перебувають на відстані 1м один від одного і переміщуються зі швидкістю 1 м/с , силою в 1 Н .

В одиницях СГС розмірність динамічної в'язкості прийнята в пуазах (П), $1\text{П} = \text{г}/\text{см}\cdot\text{с}$. Сота частина пуаза називається сантипуаз (сП), тобто $1\text{ сП} = 0,01\text{ П}$.

Кінематичною в'язкістю ν_t називають коефіцієнт внутрішнього тертя або відношення динамічної в'язкості рідини до її густини при температурі t :

$$\nu_t = \mu_t / \rho_t. \quad (2.3)$$

Вимірюється кінематична в'язкість в одиницях СІ у $\text{м}^2/\text{с}$, в одиницях СГС у стоксах (Ст) або сантистоксах (сСт). $1\text{Ст} (1\text{см}^2/\text{с}) = 100\text{ сСт} (10^{-4}\text{ м}^2/\text{с})$.

Умовна в'язкість – величина безрозмірна, що показує, у скільки разів в'язкість нафтопродукту більша або менша за в'язкість дистильованої води при 20°C . Умовну в'язкість вимірюють у градусах умовної в'язкості, ГУ.

Держстандартами на дизельне паливо, моторні та трансмісійні мастила нормується кінематична в'язкість (дод. А, табл. А.2, А.4, А.5). Вона визначається за ГОСТ 33-82 за допомогою скляних капілярних **віскозиметрів** (ГОСТ 10028-81). Динамічна в'язкість використовується при поганій текучості нафтопродукту, коли його доводиться протискувати через капіляр під дією зовнішньої сили. Нормується динамічна в'язкість пластичних мастил (дод.А, табл. А.6).

При великій в'язкості нафтопродуктів утруднюється їх прокачуваність по трубопроводах і магістралях, через фільтри, що, у свою чергу, утруднює підведення мастила до поверхонь, що труться, і створює великі опори при роботі вузлів, а це призводить до зниження ККД механізмів. Підвищення в'язкості палива призводить до поганого розпилування його при впорскуванні.

При використанні нафтопродуктів з дуже малою в'язкістю гіршають змащувальні властивості мастила та дизельного палива, унаслідок чого зростає знос паливної апаратури дизелів, збільшується підтікання палива через форсунки і зазори в плунжерних парах, утруднюється забезпечення умов рідинного тертя в підшипниках ковзання.

В'язкість рідин істотно залежить від температури. При її збільшенні в'язкість знижується, при зменшенні – зростає аж до повної втрати рухливості. Властивість нафтопродуктів змінювати свою в'язкість при різних температурах називають *в'язкісно - температурною властивістю*. Оскільки нафтопродукти, а особливо моторні й трансмісійні мастила працюють у широкому діапазоні температур, необхідно, щоб вони володіли достатньою в'язкістю, що забезпечує надійність мастильного шару при робочих температурах (100°C), а при низьких – мали достатню рухливість.

Існуючими Держстандартами нормується в'язкість дизельних палив при 20°C , кінематична в'язкість моторних і трансмісійних мастил при 100°C , в'язкісно-температурні властивості мастил за максимально допустимим відношенням кінематичної в'язкості при 50°C до кінематичної в'язкості при 100°C , для зимових сортів мастил – за граничним значенням в'язкості при 0°C .

2.2 Прилади й обладнання

Набір нафтоденсиметрів (ареометрів) за Держстандартом 1289-76, циліндри скляні, термометр ртутний з ціною поділки 1°C , зразки

нафтопродуктів. Віскозиметри капілярні ВПЖ-2 або ВПЖ-4 за ГОСТ 10028-81, штатив, баня для віскозиметра, секундомір, гумова груша.

2.3 Порядок виконання роботи

Визначення густини. До скляного циліндра, установленого на рівний горизонтальний стіл, обережно наливають випробуваний нафтопродукт, температура якого не повинна відрізнятись від температури навколишнього середовища більш ніж на 5°C . У нафтопродукт повільно й обережно опускають чистий і сухий ареометр, тримаючи його за верхній кінець, до моменту плавучості (рис. 2.1).

При відліку показника око повинне знаходитись на рівні меніска. Температуру нафтопродукту встановлюють або за термометром нафтоденсиметра (ареометра), або вимірюють додатковим термометром.

Визначення кінематичної в'язкості. Кінематичну в'язкість визначають у скляних капілярних віскозиметрах ВПЖ-2, ВПЖ-4 за

ГОСТ 10028-81. Метод визначення оснований на тому, що в'язкість рідин прямо пропорційна часу перетікання їх однакових кількостей через один і той самий капіляр, що забезпечує ламінарність потоку.

Капілярний віскозиметр являє собою U-подібну трубку, в коліні 1 якої є дві кулеподібні комбіновані ємкості 4 з відмітками M1 і M2 та впаяним

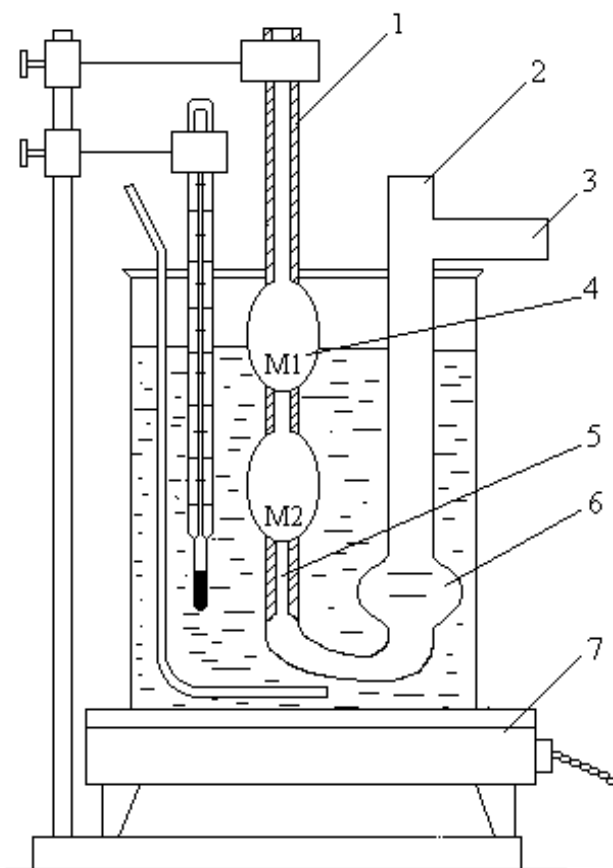


Рисунок 2.2 – Визначення кінематичної в'язкості за допомогою капілярного віскозиметра

капіляром 5. На другому широкому коліні 2 виконано розширення 6 для нагрівання нафтопродукту і паросток 3 (рис. 2.2).

Для визначення в'язкості нафтопродукт наливають до склянки і засмоктують за допомогою груші до віскозиметра. Після цього віскозиметр уміщують у термостат і закріплюють затиском на штативі, забезпечуючи суворо вертикальне положення капіляра, і щоб відмітка М2 була нижча за рівень води в термостаті (див. рис.2.2).

Закріплюють термометр у штативі так, щоб його кулька з ртуттю знаходилася на одному рівні з розширенням 6. Установивши задану температуру води в термостаті й витримавши 10-15 хв для досягнення температурної рівноваги, повільно засмоктують нафтопродукт вище на 5 мм за відмітку М1, слідкуючи за тим, щоб не утворилися пухирці повітря.

Знімають гумовий шланг із грушею і спостерігають за перетіканням нафтопродукту. Коли його рівень досягне мітки М1, вмикають секундомір, а вимикають – після досягнення мітки М2. Показники секундоміра записують. При правильно підібраному віскозиметрі час витікання нафтопродукту повинен складати не менше за 200 с. Дослід повторюють три рази. Дані окремих вимірів не повинні відрізнятись від середньоарифметичного значення більш ніж на 5 %.

2.4 Обробка результатів дослідів

Якщо температура нафтопродукту в момент визначення густини відрізнялася від установленної, необхідно ввести температурну поправку. Тоді густина при 20⁰С визначається за формулою (2.1). Значення температурних поправок вибирають з дод. А, табл. А.3. Отримані результати порівнюються з нормативними, орієнтовно за відомою щільністю визначається марка нафтопродукту. Результати вимірювань занести до протоколу (табл. 2.1)

Таблиця 2.1 – Протокол вимірювань густини

Зразок палива	Температура під час вимірювань, $t, ^\circ\text{C}$	Густина при температурі вимірювань, $\rho, \text{кг/м}^3$	Густина при температурі $t=20^\circ\text{C}$, $\rho_{20}, \text{кг/м}^3$
1.			
2.			
3.			

Кінематичну в'язкість нафтопродукту визначають за формулою, $\text{мм}^2/\text{с}$ (сСт)

$$v_t = c \cdot \tau, \quad (2.4)$$

де c - стала віскозіметра, що залежить від геометричних розмірів приладу (діаметр капіляра і стала віскозіметра вказуються в паспорті), $\text{мм}^2/\text{с}^2$; τ – середній час витікання нафтопродукту, с.

Вимірювання кінематичної в'язкості нафтопродукту провести при різних значеннях температури. Результати занести до протоколу (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Протокол вимірювань кінематичної в'язкості

Стала віскозіметра $c = \dots$

№ досліду	Температура, $^\circ\text{C}$	Середній час перетікання нафтопродукту, $\tau, \text{с}$	Кінематична в'язкість $v_t, \text{сСт}$
1			
2			
...			

За результатами вимірювань побудувати густинно-температурну характеристику нафтопродукту, що досліджується, $\nu = f(T)$. За характеристикою визначити в'язкість нафтопродукту при температурі, яка нормується Держстандартом (20°C). Порівняти отриманий результат з Держстандартом, зробити висновки, визначити марку нафтопродукту.

Обчислити динамічну в'язкість нафтопродукту, що досліджується в $\text{Па}\cdot\text{с}$ за формулою (2.4), використовуючи попередні виміри. До формули

підставляти дані кінематичної в'язкості й густина нафтопродукту при однаковій температурі.

2.5 Контрольні запитання

1. Що називається густиною нафтопродукту, з якою метою використовується цей параметр?

2. У яких нафтопродуктів нормується густина і чому вона повинна дорівнювати?

3. У чому полягає сутність визначення густини нафтоденсиметром?

4. Як залежить густина від температури, за якою формулою визначається ця залежність?

5. Що являє собою в'язкість рідини?

6. Кінематична в'язкість, одиниці вимірювання, призначення.

7. Динамічна в'язкість, одиниці вимірювання, зв'язок з кінематичною в'язкістю, принцип визначення.

8. Що називається умовною в'язкістю?

9. Прилад і порядок визначення кінематичної в'язкості.

10. Що визначають в'язкісно-температурні властивості нафтопродуктів, яким чином вони нормуються стандартами?

Література: [1, с. 26 – 92, 2, с. 53 – 80, 4, с. 298 – 300].

Лабораторна робота № 3

Тема. Оцінка якості нафтопродуктів за температурою спалаху

Мета роботи: ознайомлення зі стандартними методами визначення температури спалаху нафтопродуктів і апаратурою, що застосовується із цією метою. Набуття навичок роботи з лабораторною апаратурою. Аналіз пожежонебезпечності нафтопродукту за температурою спалаху.

3.1 Короткі теоретичні відомості

Під *температурою спалаху* нафтопродуктів розуміють мінімальну температуру, при нагріванні до якої над поверхнею утворюється суміш його пари й повітря здатна спалахувати при піднесенні відкритого полум'я. При цьому швидкість утворення пари ще не забезпечує подальшого горіння. У стандартах температуру спалаху нормують для обмеження в нафтопродуктах кількості фракцій з більш високим тиском насиченої пари. Цей показник слугує в основному для оцінювання пожежонебезпечності та втрат на випаровування (фактична стабільність), що досить важливо для правильної організації застосування та зберігання нафтопродуктів, а також для визначення наявності палив у моторній оливі в умовах експлуатації.

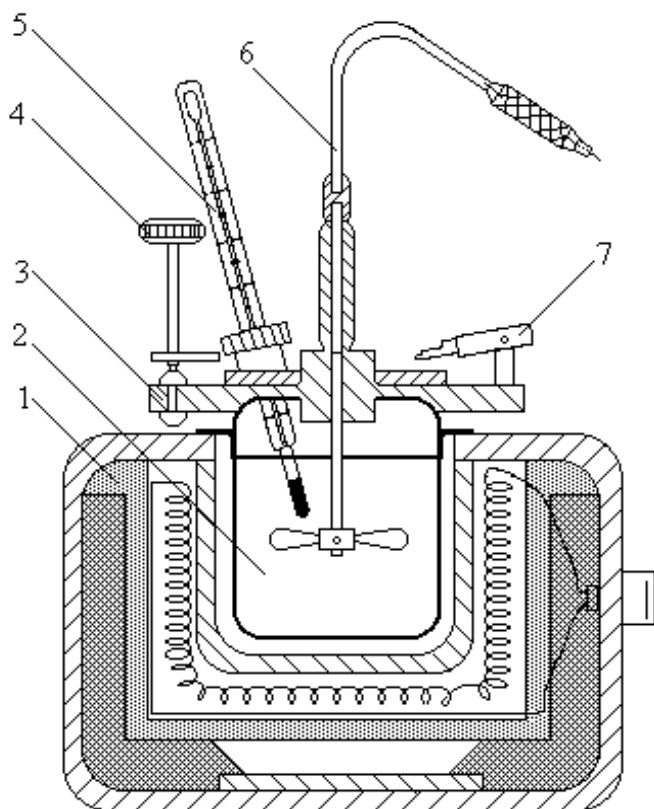
Існує два способи визначення температури спалаху: у *відкритому тиглі* (ГОСТ 4333-48) і *закритому тиглі* (ГОСТ 6356-52). Принциповою відмінністю способів є наявність кришки на тиглі у другому способі, що створює більш сприятливі умови для концентрації пари випробуваного нафтопродукту й утворення горючої суміші. Температури спалаху, визначені у відкритому тиглі, вищі на 20 – 25⁰, ніж у закритому. Температури спалаху дизельного палива та мастил нормуються Держстандартами (дод. А, табл. А.2, А.4, А.5).

Наявність замкненого об'єму при випробуванні в закритому тиглі більшою мірою відповідають умовам зберігання нафтопродуктів і природно правилам пожежонебезпеки. Тому для нафтопродуктів з невисокою

температурою спалаху стандартом передбачене визначення температури спалаху в закритому тиглі.

3.2 Прилади й обладнання

Прилад ПВНЕ з електричним нагріванням для визначення температури спалаху, ЛАТР-2м, секундомір, барометр, зразки нафтопродуктів для випробувань. Схему приладу для визначення температури спалаху ПВНЕ



подано на рис. 3.1.

Прилад складається з металевого кожуха 1, об'єднаного з електронагрівником і заповненого асбестом. У прилад уміщується тигель 2 з випробуваним нафтопродуктом. Тигель закривається кришкою 3, на якій розташовані: запалювальна лампочка 7, важільне пристосування 4, що відкриває вікно в кришці й одночасно нахиляє до нього полум'я пальника, змішувач із гнучким тросом 6 та термометр 5. Для регулювання інтенсивності нагрівання електричний нагрівник вмикається

Рисунок 3.1 – Прилад ПВНЕ для визначення температури спалаху нафтопродуктів

в мережу через реостат.

3.3 Порядок виконання роботи

Випробуваний нафтопродукт наливають у тигель до кільцевої відмітки. Тигель повинен мати температуру не менш ніж на 20⁰С нижче передбачуваної температури спалаху.

Установлюють тигель у прилад, закривають кришкою. Електронагрівник вмикають через ЛАТР-2М у мережу, запалюють фітильну лампочку. Установлюють швидкість нагрівання залежно від передбачуваної величини температури спалаху нафтопродукту при періодичному перемішуванні:

- при $t_{\text{сп}} \leq 50^{\circ}\text{C}$ – швидкість нагрівання підтримувати один градус за хвилину;
- при $50^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{сп}} \leq 150^{\circ}\text{C}$ – швидкість нагрівання 5-8 градусів за хвилину;
- при $t_{\text{сп}} > 150^{\circ}\text{C}$ - швидкість нагрівання 10-12 градусів за хвилину.

При досягненні температури на 30°C нижче за передбачувану $t_{\text{сп}}$ швидкість нагрівання не повинна перевищувати 2 градуси за хвилину. Початок випробувань на спалах проводять при температурі на 10°C нижче передбачуваної та повторюють через кожний 1°C для продуктів з $t_{\text{сп}} \leq 50^{\circ}\text{C}$ та 2°C з $t_{\text{сп}} > 50^{\circ}\text{C}$. У момент випробування на спалах перемішування не проводити. Отвір у кришці відчиняти не більш ніж на 1 с. Якщо спалах не відбувся, випробування продовжують. За температуру спалаху беруть температуру, що показує термометр при появі синього полум'я над поверхнею нафтопродукту. Після отримання першого спалаху нагрівання продовжують до одержання другого спалаху через кожен 1°C для нафтопродуктів з $t_{\text{сп}} \leq 50^{\circ}\text{C}$ та 2°C з $t_{\text{сп}} > 50^{\circ}\text{C}$. За відсутності спалаху дослід повторюють. За барометром визначають атмосферний тиск.

3.4 Обробка результатів дослідів

Отримане значення $t'_{\text{сп}}$ привести до нормального атмосферного тиску:

$$t_{\text{сп}} = t'_{\text{сп}} + \Delta t, \quad (3.1)$$

де Δt - поправка на атмосферний тиск, $^{\circ}\text{C}$, беруть з табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Поправки до температури спалаху

Атмосферний тиск, мм рт. ст.	630-658	659-687	688-716	717-745	746-774	775-803
Поправка, °С	4	3	2	1	0	-1

Отримані результати порівняти з нормативними. По закінченні зробити висновок про придатність і марку палива.

3.5 Контрольні запитання

1. Що називається температурою спалаху?
2. Викладіть стисло методику проведення випробувань нафтопродукту в закритому тиглі.
3. Які існують методи визначення температури спалаху?
4. З якою метою визначається температура спалаху?
5. Який зв'язок між тиском насиченої пари та температурою спалаху?
6. Чи можна за температурою спалаху судити про наявність у моторній оливі палива?
7. У яких межах повинні знаходитись температури спалаху для дизельного палива, бензину, мастил?

Література: [1, с. 26 – 92, 2, с. 53 – 80, 4, с.298 – 300].

Лабораторна робота № 4

Тема. Дослідження межі міцності пластичного мастила

Мета роботи: ознайомитися з методикою визначення межі міцності пластичного мастила й апаратурою, що застосовується із цією метою. Набуття навичок щодо визначення механічних властивостей пластичних мастил.

4.1 Короткі теоретичні відомості

Пластичні мастила – складні колоїдні системи, до складу яких входять основа, загущувач, стабілізатор для збереження однорідності, іноді наповнювач, наприклад, графіт. Як **основа** широке поширення отримали мінеральні та синтетичні мастила, силіконові рідини, ефіри. Пластичність мастилам надають **загущувачі**: кальцієві, натрієві, літієві, алюмінієві, барієві, а також змішані мила твердих вуглеводнів (парафін, церезин та їх суміші).

Основні **функції** мастил ті ж самі, що і для рідких: зменшення зносу, зниження коефіцієнта тертя, ущільнення зазорів, захист металів від корозії.

Відповідно до класифікації за ГОСТ 23258-78 пластичні мастила розділені на **чотири групи**: антифрикційні – для зменшення зносу і тертя; консерваційні – для захисту від корозії при зберіганні, транспортуванні, експлуатації тощо; ущільнюючі – ущільнення зазорів між деталями; канатні.

Найбільш поширена група мастил – антифрикційні, які, у свою чергу, поділяються на підгрупи, що позначаються індексами: С – загального призначення; О – для підвищених температур (до 110⁰С); М – багатоцільові, працездатні від -30⁰С до +130⁰С та в умовах підвищеної вологості; Ж – термостійкі (150⁰С і вище); Н – морозостійкі. Консерваційні мастила позначаються символом З.

Крім призначення та сфери застосування, у класифікаційному позначенні мастил вказують тип загущувача, температурний діапазон застосування та консистенцію. Загущувач позначають першими буквами назви металу, що входить до складу мила: кальцієве – Ка, натрієве – На, літієве – Лі, змішане

літієво-кальцієве Лі-Ка. Температурний діапазон застосування, що рекомендується, вказують у вигляді дробу: у чисельнику – зменшена у 10 разів без знаку „мінус” мінімальна, а в знаменнику – зменшена в 10 разів максимальна температура застосування. Консистенцію мастила позначає **число penetрації**, що визначається глибиною занурення стандартного металевого конуса. Чим більша penetрація, тим нижча консистенція. Наприклад, Лі М 4/13-3 (Літол-24): М – багатоцільова антифрикційна; Лі – загущена літієвим милом, працездатна в умовах підвищеної вологості; 4/13 – робочий інтервал температур від -40°C до $+130^{\circ}\text{C}$; 3 – число penetрації.

Усі пластичні мастила повинні бути однорідними за складом, без абразивних домішок і води (якщо вона не є стабілізуючим компонентом), не повинні розшаровуватися на складові, тобто виділяти основу і володіти певними механічними властивостями.

Механічні властивості пластичних мастил характеризується межею міцності. **Межа міцності** визначає здатність пластичного мастила утримуватися в заданому місці під дією зовнішніх сил, а також величину початкового зусилля зсуву у вузлі тертя. Вона являє собою мінімальне напруження, що витримує мастило до зсуву. Межа міцності визначальною мірою залежить від температури й інтервалу часу між подальшими навантаженнями.

Якщо, наприклад, скляну трубочку наповнити „пластичної пробки” пластичним мастилом, то „пластична пробка” в трубці буде у стані рівноваги, якщо сила тиску рідини, діюча з одного боку пробки, дорівнюватиме силі зчеплення мастила зі стінками трубки.

Схему „пластичної пробки” подано на рис. 4.1, де r – радіус трубки, P – тиск рідини на „пластичну пробку”, l – довжина „пластичної пробки”.

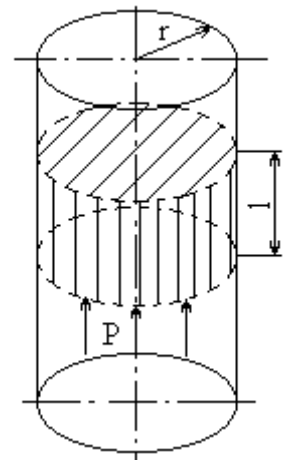


Рисунок 4.1 – Схема „пластичної пробки”

Умову рівноваги “пластичної пробки” можна записати у наступному вигляді:

$$2\pi r l \tau = P \pi r^2, \quad (4.1)$$

звідки

$$\tau = Pr/2l, \quad (4.2)$$

де τ – межа міцності пластичного мастила на зсув, Па; P – максимальний тиск, який може витримувати пробка до зсуву, Па.

4.2 Прилади й обладнання

Прилад К-2 для визначення межі міцності на зсув пластичних мастил в умовах лабораторії, термостат або водяна баня, ЛАТР-2, термометр ТЛ-2 до 100⁰С із ціною поділки 0,5⁰С, шпатель, бензин, зразки пластичних мастил.

Будова та принцип роботи приладу К-2. Принцип дії приладу оснований на визначенні межі міцності мастила методом вимірювання сил зчеплення мастильного матеріалу зі стінками капілярів заданих діаметрів. Зусилля зсуву контролюється за допомогою манометра. Прилад К-2 (рис. 4.2) складається з основи зі стійкою 1, по якій переміщується електропіч 2, яка нагріває резервуар 3 з мастилом для підвищення тиску в приладі; манометра 4, воронки 5 для додавання мастила, крана 6 для приєднування і від'єднування воронки від внутрішньої порожнини приладу, трубки 7 для приєднання корпусу до крана; захисного скла 8, гайки 9 для кріплення капіляра в корпусі 10, капіляра з оправою 11 (довгий – 100 мм) і капіляра 12 (короткий – 50 мм); змішувача 14 з циліндричним вкладишем 13 для перемішування мастила перед випробуванням. Короткий капіляр застосовується у тому випадку, коли при випробуванні на довгому капілярі тиск перевищує допустимий для манометра. Усі внутрішні порожнини приладу К-2 (включаючи манометр) заповнені рідиною з метою повного витіснення повітря.

Прилад К-2 працює в лабораторних умовах. Резервуар для рідини може нагріватися за допомогою електropечі до 100⁰С. Корпус із капіляром і захисним склом терmostатується в діапазоні температур від 60⁰С до 130⁰С.

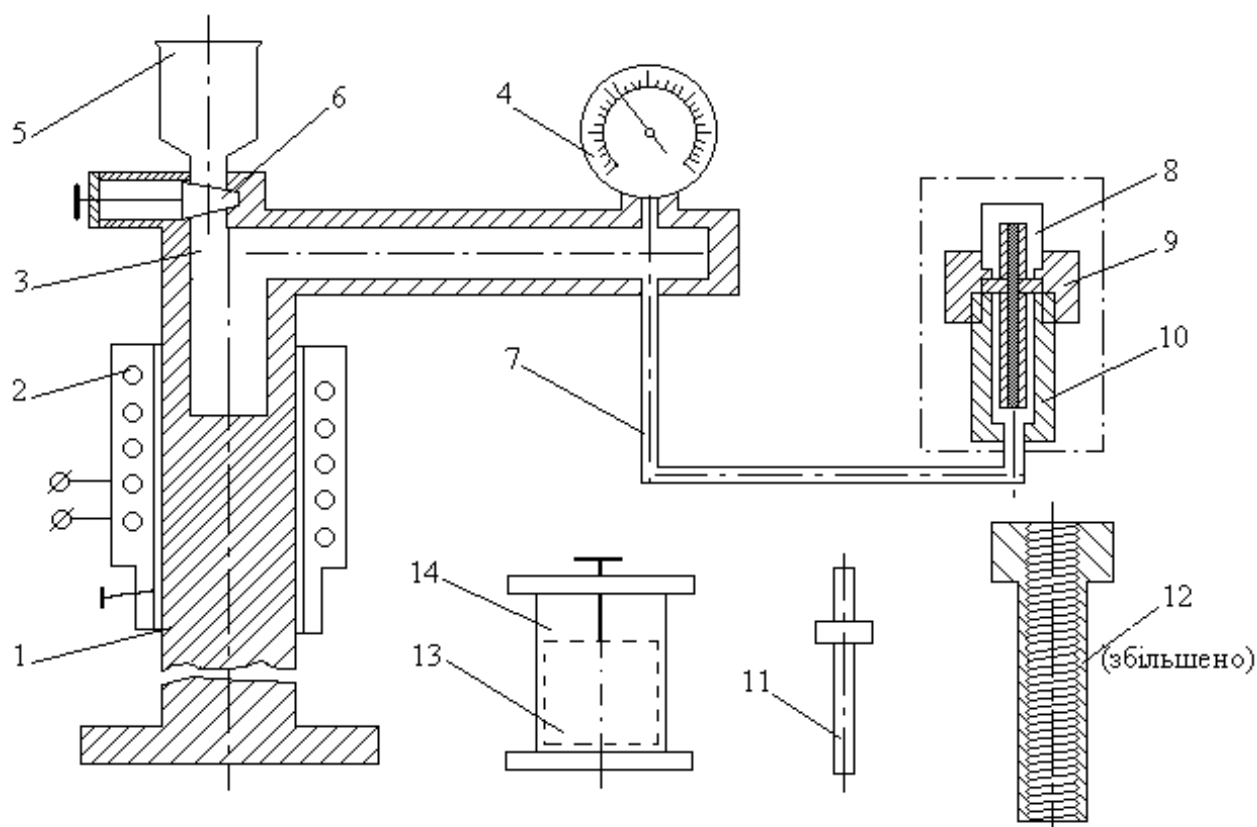


Рисунок 4.2 – Схема приладу К-2 для визначення межі міцності пластичного мастила

Заходи безпеки при роботі. Промивку деталей бензином проводити під витяжкою. Дотримуватися заходів безпеки при поводженні з легкозаймистими матеріалами. Дрантя зберігати у металевому ящику. Заземлити електropіч. При роботі приладу К-2, щоб уникнути опіків, не торкатися до резервуара з мастилом.

4.3 Порядок виконання роботи

Підготовка досліду. Циліндр змішувача врівень з основою заповнюють шпателем випробуваним мастилом, не допускаючи утворення пухирців і пустот.

Закривають циліндр змішувача верхньою та нижньою кришкою. Змішувач зі змазкою витримують в термостаті при температурі 20⁰С протягом 30 хв, після чого перемішують мастило, надавши поршню 100 подвійних ходів. Знімають верхню кришку і шпателем заповнюють випробуваним мастилом обидві половини жолоба капіляра та внутрішню поверхню оправки. Вставляють капіляр до оправки, повільно обертаючи та просуваючи вздовж осі. Надівають на нижній обріз буртика гумову прокладку і встановлюють оправку на виступ у корпусі приладу К-2.

Заповнюють пластомір мастилом, для чого відкривають кран воронки і тримають його відкритим доти, доки рівень мастила в корпусі не досягне верхнього обрізу буртика оправки капіляра. Закріплюють оправку в корпусі гайкою та одночасно стежать за показниками манометра. При підвищенні тиску в системі (внаслідок стиснення прокладки) відкривають кран воронки для витіснення до неї надлишку мастила, після чого остаточно затягують гайку.

Уміщують корпус приладу К-2 до термостата. Рівень рідини у термостаті повинен бути на 30 мм вищим за верхній кінець капіляра. Задана температура випробування підтримується з точністю 1⁰С протягом 20 хв. Під час термостатування кран воронки для заливання мастила тримають відкритим. Час з моменту закінчення перемішування мастила у змішувачі до початку випробування становить 30 – 40 хв.

Проведення досліду. Закривають кран воронки для мастила, вмикають електропід, що обігріває резервуар з мастилом, і спостерігають за манометром. Швидкість підвищення тиску в системі повинна бути не більшою за 0,005 МПа за хвилину при використанні довгого капіляра та 0,005 МПа за дві хвилини при використанні короткого капіляра. Швидкість підвищення тиску регулюють підняттям або опусканням уздовж резервуара з маслом електропечі й відповідно збільшенням або зменшенням площі нагрівання резервуарк з мастилом, або ЛАТРоm.

Після того, як тиск у системі, досягши деякого максимуму, починає знижуватися, вимикають електропіч, відкривають кран воронки для заливання мастила та повільно виймають оправку з капіляром з корпусу пластоміра, після чого кран закривають. Максимальний тиск фіксується з точністю до 0,001 МПа.

4.4 Обробка результатів дослідів

Межу міцності (Па) випробуваного мастила обчислюють за формулою (4.2). За результат випробувань беруть середнє арифметичне двох дослідів. Допускаються розходження результатів двох дослідів у межах 10 %. У висновку зробити порівняння отриманих результатів з даними Держстандарту (дод. А, табл А. б), дати висновок про придатність мастила.

4.5 Контрольні запитання

1. Що являють собою пластичні мастила? Їх склад.
2. Призначення пластичних мастил.
3. Яким чином класифікуються пластичні мастила?
4. Яким чином у позначенні пластичного мастила вказується температурний діапазон його застосування?
5. Що називається межею міцності пластичного мастила, з якою метою використовується цей параметр?
6. Як записується умова рівноваги “пластичної пробки”?
7. Що являє собою прилад К-2?
8. Порядок визначення межі міцності пластичних мастил.

Література: [1, с. 110 – 192, 2, с. 96 – 186, 4, с.5-60, 248 – 280].

Лабораторна робота № 5

Тема. Дослідження працездатності пластичного мастила при високих температурах за температурою краплепадіння

Мета роботи: ознайомлення з методикою визначення температури краплепадіння пластичного мастила. Набуття навичок вимірювання даної величини, вивчення її впливу на працездатність мастила.

5.1 Короткі теоретичні відомості

Температура краплепадіння – це температура, при якій мастило з пластичного (напівтвердого) стану переходить до рідкого. При визначенні температури краплепадіння пластичне мастило, нагріте в спеціальному приладі, розм'якшується до такого стану, при якому відбувається утворення рідкої краплі та її падіння.

За температурою краплепадіння мастила можна приблизно судити про його працездатність при підвищеній температурі. Для надійного змащування вузлів тертя необхідно, щоб їх робоча температура була на $10...20^{\circ}$ нижчою за температуру краплепадіння пластичного мастила.

У табл. 5.1. та дод. А, табл. А.6 указані температури краплепадіння та температурний діапазон застосування деяких пластичних мастил. Температура краплепадіння залежить в основному від виду загущувача та меншою мірою від його концентрації. Умовно пластичні мастила поділяють на низькоплавкі Н, середньоплавкі С та тугоплавкі Т.

Ураховуючи, що температура у вузлах тертя не перевищує $110...120^{\circ}\text{C}$, а температура краплепадіння, наприклад, літєвих мастил, може досягати 190°C , з появою нових типів мастил, приготованих на тугоплавких загущувачах, цей показник, крім вуглеводневих мастил, утратив своє вирішальне значення. У поєднанні з іншими показниками за температурою краплепадіння визначають тип невідомого мастила, що аналізується.

Таблиця 5.1 – Температура краплепадіння пластичних мастил

Мастило	Температура краплепадіння, °С	Температурний діапазон використання, °С
Солідол С	85...105	від -20 до 65
Прес-солідол С	85...95	від -30 до 50
Графітна УссА	77...90	від -20 до 65
Літол-24	185...205	від -40 до 130
Фіол-1	185...200	від -40 до 120
Уніол-1	230...260	від -30 до 150
ЦИАТИМ-221	200...220	від -60 до 150
ЦИАТИМ-201	175...190	від -60 до 90
Мастило №158	140...160	від -40 до 120
КСБ	150...190	від-30 до 110

5.2 Прилади й обладнання

Стандартний термометр з гільзою, капсуль (чашечка) для пластичного мастила, пробірка, штатив, склянка-баня, вода або гліцерин, електрична плитка, шпатель.

5.3 Проведення випробувань

Схему приладу для визначення температури краплепадіння пластичних мастил показано на рис. 5.1. Визначення температури краплепадіння проводять стандартним термометром типу Уббелоде. У нижній частині термометра 2 змонтовано металеву гільзу з отвором. До отвору вставляють капсуль (чашечку) 5 стандартних розмірів. Термометр закріплюється на пробці у стандартній

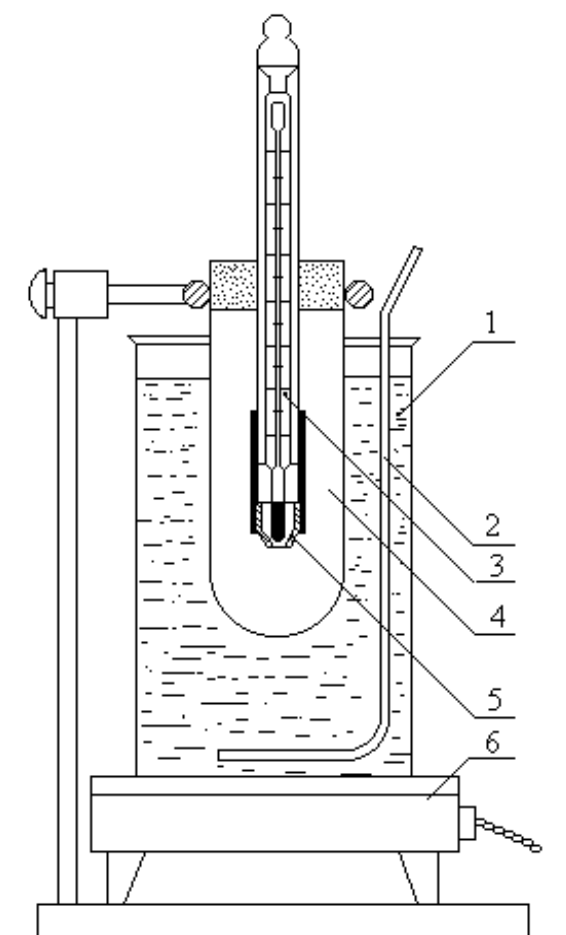


Рисунок 5.1 – Прилад для визначення температури краплепадіння пластичних мастил

пробірці 3. Пробірку розміщують на штативі й вставляють у склянку-баню 1, у яку заливають воду або гліцерин.

Пластичне мастило, що випробовується, щільно вмазують шпателем у чашечку приладу, слідкуючи за тим, щоб на поверхні не було пухирців повітря. Зайву кількість мастила знімають ножом. Потім чашечку термометра вставляють у гільзу так, щоб верхній край її впирався у буртик гільзи. При цьому нижнім кінцем термометра видавлюється через отвір надлишок мастила, який також знімають. На дно сухої чистої пробірки кладуть шматок білого паперу і вміщують у пробірку таким чином, щоб верхній край чашечки знаходився на відстані 25 мм від низу. Потім пробірку з термометром уміщують у водяну або гліцеринову баню. Гліцерин використовують для мастил з температурою краплепадіння вищою за 80°C . Воду або гліцерин підігрівають таким чином, щоб після досягнення температури на 20°C нижче очікуваної температури краплепадіння швидкість нагрівання становила 1° за хвилину.

5.4 Обробка результатів дослідів

За температуру краплепадіння випробуваного пластичного мастила беруть температуру, при якій падає перша крапля або дно пробірки торкається стовпчик мастила, що виступив з отвору чашечки. Результати порівнюють з нормативними (дод. А, табл. А.6), за отриманими дослідними даними оцінюють працездатність пластичного мастила при підвищених температурах.

5.5 Контрольні запитання

1. Що розуміють під температурою краплепадіння пластичного мастила?
2. Про які властивості мастила судять за температурою його краплепадіння?
3. Як класифікуються пластичні мастила за температурою краплепадіння?

4. Що являє собою прилад для визначення температури краплепадіння?

5. Методика визначення температури краплепадіння пластичного мастила.

6. Якою повинна бути робоча температура вузлів тертя порівняно з температурою краплепадіння мастила?

Література: [1, с. 110 – 192, 2, с. 96 – 186, 4, с. 248 – 280].

Лабораторна робота № 6

Тема. Оцінка диспергуючої здатності та забрудненості оливи

Мета роботи: ознайомлення з методом „плями”, що дозволяє орієнтовно оцінити миючі властивості оливи та вміст нерозчинних компонентів забруднень (механічних домішок) у відпрацьованих оливах.

6.1 Короткі теоретичні відомості

У процесі роботи двигуна тією або іншою мірою змінюються всі якісні показники оливи, одним з яких є вміст в оливі механічних домішок. У свіжих оливах без домішок, відповідно до діючих стандартів (дод. А, табл. А.4, А.5), механічні домішки повинні бути відсутніми; в оливах з домішками вміст механічних домішок зазвичай не перевищує 0,01...0,03 %. У процесі використання оливи в двигуні вміст механічних домішок різко зростає. Це відбувається в основному за рахунок утворення твердих нерозчинних в оливі продуктів окислення вуглеводнів мастила та палива, попадання пилу й абразивних продуктів, що є в повітрі, внаслідок недостатньої герметичності мастильних і паливних систем, утворення продуктів зносу і корозії металів. Наявність у працюючій оливі значної кількості механічних домішок є одним з основних критеріїв для оцінювання його придатності до подальшого використання, оскільки домішки посилюють знос, забруднюють систему змащування та викликають інші негативні наслідки.

Важливою експлуатаційною характеристикою моторних оливи є їхні *миючі властивості*, що характеризують здатність оливи протистояти лакоутворенню на гарячих поверхнях унаслідок гальмування процесів окислення та коагуляції. Процес коагуляції, тобто процес збільшення й осідання різних частинок на гарячих поверхнях, значною мірою визначається *диспергуючими властивостями оливи*, або їх здатністю утримувати нерозчинні в оливі продукти у вигляді дрібнодисперсної фази.

Основним засобом поліпшення миючих властивостей оливо є додавання до них миючих домішок у кількості 3...5 %, а іноді навіть до 15...20 %. Миюча домішка надає оливі здатність втримувати у зваженому стані нерозчинні частинки, утруднюючи їх осідання, оскільки найдрібніші частинки механічних домішок обволікаються молекулами домішки. Миюча домішка утворює захисний шар зі своїх молекул не тільки на найдрібніших частинках, що є в оливі, але й на поверхнях деталей, що також перешкоджає осіданню нерозчинних компонентів на гарячих поверхнях.

Найбільш простим і доступним у лабораторних і експлуатаційних умовах способом оцінювання диспергуючої здатності й забрудненості моторних оливо є метод „*плями*”. Суть методу полягає у нанесенні краплі відпрацьованої оливи на фільтрувальний папір, та оцінці оливної плями шляхом порівняння з фотознімками еталонних оливних плям. Випробування доцільно проводити при температурі оливи 50⁰С, що приблизно відповідає температурним умовам його роботи у картері двигуна. Оцінювання отриманих хроматограм проводять через 2 – 4 години після нанесення краплі.

6.2 Прилади й обладнання

Зразки оливо з різним вмістом механічних домішок, фільтрувальний папір, піпетка, посудина з гарячою водою, еталонні фотознімки, лінійка.

6.3 Порядок виконання роботи

Пробовідбірник заповнюють випробуваною оливою не більш ніж на 3/4 об'єму. Пробу оливи в посудині з гарячою водою підігрівають приблизно до температури 50⁰С і ретельно перемішують протягом 5 хв. З пробовідбірника беруть чистою сухою піпеткою оливу й одну краплю наносять на фільтрувальний папір.

Висушена на повітрі крапля утворює оливну пляму, яку порівнюють з еталонними фотознімками, визначаючи таким чином забрудненість оливи. Від

краплі свіжої оливи, що не працювала в двигуні, на папері залишається кругла світла пляма, що має приблизно однаковий колір по всій своїй площі. Залежно від сорту оливи колір плями може бути від білого до світло-жовтого.

Від краплі оливи, що працювала в двигуні, утворюється пляма з темним ядром у центрі, навколо якого розташовується більш світлий оливний пояс. У ядрі плями збираються вуглецеві й інші нерозчинні в оливі частки, а потім уже розпливається олива, очищена від них. При оцінюванні диспергуючої

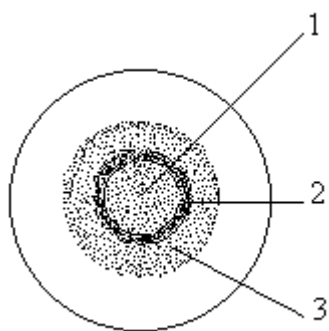


Рисунок 6.1 –
Масляна „пляма”

здатності оливи та вмісту механічних домішок у плямі розрізняють три характерні зони (рис. 6.1): центральне ядро 1; ореол центрального ядра 2; зону дифузії диспергованих забруднень 3. Колір центрального ядра і його окантування (ореол) характеризує ступінь забрудненості оливи механічними домішками. Чим темніше ядро плями і його окантування, тим сильніше забруднена олива і тим більше в ній механічних домішок. Еталони оливних плям, утворених краплями

оливи різної забрудненості, показано у табл. 6.1.

Співвідношення площ зон центрального ядра та дифузії визначає диспергуючу здатність оливи. При низьких миючих властивостях мастила ядро, в якому збираються всі забруднення, має різко окреслені межі. При високих миючих властивостях оливи ядро має розпливчасті контури, а за ним спостерігається зона дифузії, що має мереживні краї. Чим більша площа зони дифузії, тим кращими диспергуючими властивостями володіє випробовувана олива.

Таблиця 6.1 – Еталони оливних „плям”

Зовнішній вигляд плям		Номер еталону	Вміст механічних домішок, %
	Світла жовтувата пляма	1	0,00...0.01
	Жовтувато-сірувата пляма з більш темною окантовкою	2	0,01...0,10
	Сіра пляма, обмежена ще більш темною окантовкою	3	0,1...0,2
	Темно-сіра пляма, обмежена чорною окантовкою	4	0,2...1,0
	Суцільна чорна пляма	5	Більше за 1,0

Кількісне оцінювання диспергуючої здатності випробовуваної оливи може бути зроблене за формулою, запропонованою ЦНІДІ:

$$DC=1-d/D, \quad (6.1)$$

де d – середній діаметр центрального ядра; D – середній діаметр зони дифузії.

Чим вище значення DC , підраховане за формулою (6.1), тим більш високими диспергуючими властивостями володіє випробовуване мастило.

По закінченні зробити висновок про наявність механічних домішок в оливі, оцінити її диспергуючу здатність. Визначити можливість подальшої роботи оливи в двигуні.

6.4 Контрольні запитання

1. За рахунок чого підвищується кількість механічних домішок в оливі, яка використовується в двигуні?
2. Що таке диспергуючі властивості оливи?
3. Яким чином поліпшують миючі властивості мастила? Поясніть принцип дії миючих домішок.
4. У чому полягає суть методу „плями”?
5. Що характеризує колір центрального ядра оливної плями та її окантування?
6. Як оцінити за оливною плямою диспергуючу здатність оливи?

Література: [1, с. 110 – 132, 2, с. 96 – 115, 4, с.5 – 60].

Лабораторна робота № 7

Тема. Дослідження якості гальмівних рідин

Мета роботи: вивчення марок, властивостей, сфери застосування гальмівних рідин, що використовуються в автомобілях. Набуття навичок дослідження якості гальмівних рідин.

7.1 Короткі теоретичні відомості

На всіх легкових і деяких вантажних автомобілях гальмівна система обладнана гідравлічним приводом. Надійність його роботи залежить від експлуатаційних властивостей гальмівної рідини. Гальмівні рідини повинні бути легкокорухомими, з невеликою в'язкістю; температура замерзання повинна бути нижчою за температуру навколишнього повітря, при якій експлуатуються автомобілі. Рідина не повинна розшаровуватися; не допускається випадання згустків та осаду. Гальмівні рідини повинні бути повністю сумісними з гумовими деталями і металом гальмівної системи, а також володіти хорошою змащувальною здатністю. Згідно з вимогами міжнародних стандартів, температура кипіння „сухої” та „зволоженої” гальмівної рідини повинна мати значення відповідно не менше за **205 і 140⁰С** для автомобілів при звичайних умовах експлуатації та не менше за **230 і 155⁰С** для автомобілів, що експлуатуються на режимах з підвищеними швидкостями або із частими та інтенсивними гальмуваннями, наприклад, на гірських дорогах. Під „зволоженою” рідиною розуміють рідину, що містить 3,5 % води.

Випускаються гальмівні рідини марок ГТЖ-22М, «Нева», «Роса», «Томь», БСК, ЕСК тощо (табл. 7.1).

Гальмівна рідина ГТЖ-22М являє собою суміш різних гликолів (двоатомних спиртів). Вона володіє задовільними густинно-температурними і хорошими низькотемпературними властивостями (замерзає при температурі 65⁰С), низькою випаровуваністю і високою температурою спалаху; не руйнує гумові деталі. До недоліків гальмівної рідини ГТЖ-22М потрібно віднести

сильну отруйність, погані змащувальні властивості й підвищену гігроскопічність.

Гальмівна рідина «Нева» на гликолевій основі найбільш поширена, вона рекомендується для більшості вітчизняних легкових автомобілів. Володіє хорошими в'язкісно-температурними властивостями (в'язкість при 50⁰С не менша за 5 мм²/с), добре розчиняє воду, однорідність водної суміші зберігається до -40⁰С і нижче. Гальмівна рідина «Нева» вогнебезпечна, потрапляння її на шкіру людини призводить до дерматитів.

Рідина «Томь» розроблена замість рідини «Нева». Основні компоненти – концентрований гликолевий ефір, поліефір, борати; містить антикорозійні добавки. Має кращі експлуатаційні властивості, ніж «Нева», більш високу температуру кипіння. Сумісна з «Невою» при змішуванні в будь-яких співвідношеннях.

Рідина «Роса» розроблена для передньопривідних моделей легкових автомобілів, таких як ВАЗ-2108, 2109 тощо. Основні компоненти – бромістий поліефір; містить антикорозійні домішки. Високі температури кипіння забезпечують надійну роботу гальмівної системи при важких експлуатаційних режимах і дозволяє збільшити термін роботи рідини. «Роса» сумісна з рідинами «Томь» і «Нева».

Гальмівна рідина БСК являє собою суміш 50 % касторової олії та 50 % бутилового спирту. Касторова олія надає рідині хорошу змащувальну здатність. Рідина не спричиняє великого набухання або розм'якшення гумових ущільнюючих деталей гальмівної системи. Гальмівна рідина БСК має незадовільні густинно-температурні властивості, тому її рекомендують застосовувати тільки в середній кліматичній смузі.

Таблиця 7.1 – Гальмівні рідини

Показник	Норма для марки				
	ГТЖ-22М	БСК	Нева	Томь	Роса
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	Прозора зелена рідина	Прозора рідина червоного кольору	Прозора рідина від жовтого до світло-коричневого кольору		
Температура кипіння, °С, не нижче	-	115	195	220	260
Температура кипіння “зволоженої” рідини, °С, не нижче	-	-	138	160	165
Низькотемпературні властивості	Температура замерзання не вище -65°С	При -15-17°С утворюються кристали касторового мастила	Після витримки 6 діб при -40°С та 6 год. при -50°С не повинно бути розшарування та осадку		
Кінематична густина при температурі 50°С, мм ² /с (сСт)	7,9...8,3	9	5,0	5,0	5,0

До недоліків спиртокасторової суміші належить висока температура кристалізації касторової олії (починається при -5°С й інтенсивно протікає при -20°С). Унаслідок цього утворюються згустки, які спричиняють закупорення трубопроводів гідравлічного привода та відмову гальм автомобіля. Застосовувати рідину БСК при температурі навколишнього повітря нижче за -20°С не рекомендується. Потрібно обережати рідину БСК від потрапляння води, що може призвести до розшарування рідини.

Гальмівна рідина ЕСК являє собою суміш 60 % касторової олії та 40 % етилового спирту, забарвлена у червоний колір.

Не можна змішувати гальмівні рідини, виготовлені на касторовій і гликолевій основах, оскільки це призводить до погіршення експлуатаційних якостей.

7.2 Прилади й обладнання

Зразки гальмівних рідин різних марок, вода бензин, пробірки.

7.3 Проведення випробувань

Унаслідок проведення випробувань необхідно визначити марку кожного зразка рідини, представленої для дослідів. Виконується три визначення:

Визначення марки рідини за кольором

Колір гальмівних рідин зазначений у табл. 7.1.

Перевірка гальмівних рідин на змішування

Якщо марка гідравлічної рідини, залитої в гальмівну систему, невідома, то роблять пробу на змішування. У пробірку наливають рівну кількість рідини, узяті з гальмівної системи, і тієї, яку передбачається доливати в систему. Потім рідини збовтують. Якщо сталося розшарування суміші, то рідини виготовлені на різних основах, і доливати рідину в гальмівну систему не можна.

Перевірка зразків гальмівних рідин на розчинність у воді та бензині. При додаванні до рідин БСК і ЕСК води вони розшаровуються, а гликолеві рідини повністю змішуються з водою. При додаванні бензину до касторової рідини вони повністю перемішуються та утворюють однорідну суміш. Гликолеві рідини не змішуються з бензином, виходять два різні шари.

Результати випробувань занести до протоколу (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Протокол випробувань

Зразок гальмівної рідини	Зовнішній вигляд	Змішування з водою	Змішування з бензином	Марка
№1				
№2				
№3				
...				

7.4 Контрольні запитання

1. Які вимоги висуваються до гальмівних рідин, що використовуються на сучасних автомобілях?
2. Які ви знаєте марки гальмівних рідин, на якій основі їх виготовляють?
3. Що станеться, якщо змішати гальмівні рідини «Нева» і ГТЖ-22М, «Нева» і БСК, «Нева» і «Томь»?
4. Що станеться, якщо до рідини «Нева» додати бензин?
5. Якою повинна бути температура кипіння “сухої” та “зволоженої” рідини згідно зі стандартами?

Література: [2, с. 186 – 207].

3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУТКІВ СТУДЕНТА ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Відповідно до положення про проведення поточного та семестрового контролю викладач здійснює перевірку та оцінювання:

- систематичності та активності роботи студента на аудиторних заняттях;
- відвідування студентом аудиторних занять, консультацій;
- розуміння та засвоєння матеріалу, набутих навичок і вмінь самостійно опрацьовувати матеріал, працювати з літературою, а також умінь усно чи письмово подавати матеріал у вигляді презентацій, відповідей на запитання тощо. Розрахунок здобутків студента за 100-бальною шкалою проводять за нижченаведеними математичними залежностями.

Відвідування і робота студента на лабораторних заняттях оцінюється за формулою

$$B_{\text{лр}} = \left[\frac{0,3K_{\text{факт}}^{\text{лр}} + 0,3K_{\text{акт}}^{\text{лр}}}{0,5\Gamma_{\text{нт}}^{\text{лр}}} + \frac{0,4O_{\text{оф}}^{\text{лр}}}{5} \right] \cdot B_{\Sigma 2};$$

де $K_{\text{факт}}^{\text{лр}}$ – кількість відвіданих лабораторних занять; $K_{\text{акт}}^{\text{лр}}$ – кількість занять, на яких студент проявляв доцільну активність; $O_{\text{оф}}^{\text{лр}}$ – оцінка за 4-бальною (національною) шкалою, яку студент отримує за оформлення звіту з практичної роботи); $B_{\Sigma 2}$ – максимальна кількість балів, яку студент може отримати за накопичувальною системою, за цією формою оцінки роботи ($B_{\Sigma 2}=30$, якщо результатом атестації є залік, в тому числі і диференційований).

Контроль знань студента проводиться його оцінюванням на лабораторних роботах, практичних заняттях і під час модульного контролю. Загальний бал за 100-бальною шкалою розраховується за формулою

$$B_{\text{контр}} = \left[0,3 \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{лр}}} O_i^{\text{лр}}}{5N_{\text{лр}}} + 0,2 \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{кр}}} O_i^{\text{кр}}}{5N_{\text{кр}}} + 0,5 \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{мк}}} O_i^{\text{мк}}}{5N_{\text{мк}}} \right] B_{\Sigma 3},$$

де O_i^{lp} – оцінка захисту i -ої лабораторної роботи; N_{lp} – кількість лабораторних робіт за робочою навчальною програмою; O_i^{np} – оцінка захисту i -ої практичної роботи; N_{np} – кількість практичних робіт за робочою навчальною програмою; O_i^{mk} – оцінка за змістовий модуль (оцінка за i -й етап поточного (модульного) контролю); N_{mk} – кількість змістових модулів за робочою навчальною програмою (кількість етапів поточного (модульного) контролю); $B_{\Sigma 3}$ – максимальна кількість балів, яку студент може отримати за накопичувальною системою за цією формою оцінки роботи ($B_{\Sigma 3} = 60$, якщо результатом атестації є залік, у тому числі й диференційований).

Оцінки O_i^{lp} , O_i^{np} , O_i^{mk} виставляються за 4-бальною (національною) шкалою, яка враховує рівень знань студента за відповідними видами контролю.

Оцінка 5 (відмінно) виставляється студенту, який виявляє особливі творчі здібності, уміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, уміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили.

Оцінку 4 (добре) отримує студент, який уміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок.

Оцінка 3 (задовільно) виставляється студенту, який відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.

Оцінку 2 (незадовільно) отримує студент, якщо він володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Колосюк Д.С., Зеркалов Д.В. Експлуатаційні матеріали: Підручник, 2-ге видання, доповнене. Київ: Арістей. 2005. 241 с.
2. Кузнецов А.В. Топливо и смазочные материалы. М.: КолосС, 2007. 199 с.
3. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення / Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво. 2008. 353 с.
4. Колосюк Д. С. Кузнецов А. В. Автотракторные топлива и смазочные материалы. Київ : Вища шк. Главное из-во. 1987. 191 с.
5. Караулов А. К., Худолий Н.Н. Автомобильные масла. Моторные и трансмиссионные : справочник. Киев : журнал „Радуга”, 2000. 436 с.
6. Караулов А. К., Худолий Н.Н. Автомобильные топлива. Бензины и дизельное. Ассортимент и применение : справочник. Киев : журнал „Радуга”, 1999. 214 с.
7. Государственные стандарты Союза ССР: Нефтепродукты. Методы испытаний. Ч. I. М.: Изд-во стандартов, 1977. 385с.

Показники якості вітчизняного палива та мастильних матеріалів

Таблиця А.1 – Показники автомобільних бензинів (ГОСТ 2048-77)

Показники	Марки бензинів			
	А-72	А-76	АИ-93	АИ-95
Детонаційна стійкість: ОЧМ/ОЧД, не менше	72/-	76/-	85/93	85/95
Концентрація свинцю, г/дм ³ , не більше	0,013	0,013	0,013	0,013
Фракційний склад:				
Температура початку перегонки, не нижче, °С	35	35	35	35
Температура перегонки, не вище, °С:				
10 % для літнього виду	70	70	70	70
для зимового виду	55	55	55	-
50 % для літнього виду	115	115	115	115
для зимового виду	100	100	100	-
90 % для літнього виду	180	180	180	180
для зимового виду	160	160	160	-
Кінець кипіння:				
літнього виду	195	195	195	195
зимового виду	185	185	185	-
Залишок у колбі, %, не більше	1,5	1,5	1,5	1,5
Залишок та втрати, % не більше	4,0	4,0	4,0	4,0
Тиск насичених пар, мм рт. ст.	500	500	500	500
Кислотність, мг КОН на 100 мл бензину, не більше	3,0	1,0	0,8	2,0
Вміст фактичних смол, мг на 100 мл бензину	10	10	7	7
Індукційний період на місці виробництва бензину до етилування, хв, не менше	600	900	1200	900

Продовження таблиці А.1

	Марки бензинів			
	А-72	А-76	АИ-93	АИ-98
Масова частка сірки, %, не більше	0,1	0,1	0,1	0,1
Випробування на мідній пластинці	Витримують			
Вміст водорозчинних кислот та лугів	відсутні			
Колір етилованих бензинів	Безкольор.	Жовтий	Померанч.	Синій
Густина	Не нормується. Вимірювання обов'язкове			

Таблиця А.2 – Вітчизняне дизельне паливо (ГОСТ 305-82)

Назва показника	Норма для марки		
	Л	З	А
Цетанове число, не менше	45	45	45
Фракційний склад:			
50 %, °С, не вище	280	280	255
96 %, °С, не вище	360	340	330
Кінематична в'язкість при 20°С, мм ² /с	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
Густина при 20°С, кг/м ³ , не більше	860	840	830
Температура застигання, °С, не вище для кліматичної зони:			
помірної	-10	-35	-
холодної	-	-45	-55
Температура помутніння, °С, не вище для кліматичної зони:			
помірної	-5	-25	-
холодної	-	-35	-
Температура спалаху, що визначається в закритому тиглі, °С, не нижче	40	35	30
Масова частка сірки, %, не більше:			
у паливі виду І	0,2	0,2	0,2
у паливі виду ІІ	0,5	0,5	0,4
Вміст водорозчинних кислот та лугів	відсутні		

Продовження таблиці А.2

Назва показника	Норма для марки		
	Л	З	А
Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ палива, не більше	40	30	30
Йодне число, г йоду на 100 мл палива	6	6	6
Зольність, %, не більше	0,01	0,01	0,01
Коефіцієнт фільтруйності, не більше	3	3	3
Вміст механічних домішок та води	відсутні		

Таблиця А.3 – Температурні поправки до густини нафтопродуктів

Густина палива, г/см ³	Поправка	Густина палива, г/см ³	Поправка
0,71 – 0,72	0,00084	0,82 – 0,83	0,000738
0,72 – 0,73	0,000870	0,83 – 0,84	0,000725
0,73 – 0,74	0,000857	0,84 – 0,85	0,000712
0,74 – 0,75	0,000844	0,85 – 0,86	0,000699
0,75 – 0,76	0,000831	0,86 – 0,87	0,000686
0,76 – 0,77	0,000818	0,87 – 0,88	0,000673
0,77 – 0,78	0,000805	0,88 – 0,89	0,000660
0,78 – 0,79	0,000792	0,89 – 0,90	0,000647
0,79 – 0,80	0,000778	0,90 – 0,91	0,000633
0,80 – 0,81	0,000765	0,91 – 0,92	0,000620
0,81 – 0,82	0,000752	0,92 – 0,93	0,000607

Таблиця А.4 – Основні показники якості мастил для автотракторних дизелів за ГОСТ 8581-78

Показники якості	М-8В ₂	М-10В ₂	М-8Г ₂	М-10Г ₂	М-8Г _{2к}	М-10Г _{2к}
Кінематична в'язкість, мм ² /с (сСт) при 100 ⁰ С	8±0,5	11±0,5	8±0,5	11±0,5	8±0,5	11±0,5
Індекс в'язкості, не менше	90	90	90	90	90	90
Температура спалаху у відкритому тиглі, ⁰ С, не нижче	200	205	200	205	200	205
застигання, не вище	- 25	- 15	- 25	- 15	- 30	- 15
Зольність сульфатна, %, не більше	1,3	1,3	1,65	1,65	1,15	1,15
Лужне число, мг/г, не менше	3,5	3,5	6,0	6,0	6,0	6,0
Масова частка механічних домішок, %, не більше	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
Корозійність на пластинках свинця, г/м ² , не більше	10	10	10	10	10	10
Густина при 20 ⁰ С, г/см ³ , не більше	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Термоокислювальна стабільність при 250 ⁰ С, хв, не менше	50	80	60	90	60	60

Таблиця А.5 – Основні показники якості олив для карбюраторних двигунів за ГОСТ 10541-78

Показники якості	М-8А	М-8Б ₁ У	М-8В ₁	М-8Г ₁	М-6з/10Г ₁	М-12Г ₁
Кінематична в'язкість, мм ² /с (сСт) при 100 ⁰ С	8±0,5	8±0,5	8±0,5	8±0,5	10±0,5	12±0,5
при -18 ⁰ С, не більше	1200	1200	1200	-	1000	-
Індекс в'язкості, не менше	90	90	90	100	125	95
Масова частка механічних домішок, %, не більше	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
Температура спалаху у відкритому тиглі, ⁰ С, не нижче	200	200	200	210	210	220
Температура застигання, ⁰ С, не нижче	-25	-25	-25	-30	-32	-20
Корозійність на пластинках свинцю, г/м ² , не більше	8	10	10		відсутня	
Термоокислювальна стабільність при 250 ⁰ С, хв, не менше	-	-	-	50	40	70
Лужне число, мг КОН на 1г мастила, не менше	1,2	3,4	4,0	8,5	10,5	8,5
Зольність, %, не більше	0,45	-	-	-	-	-
Зольність сульфатна, %, не більше	-	1,0	0,95	1,3	1,65	1,3
Густина при 20 ⁰ С, г/см ³ , не більше	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Таблиця А.6 – Характеристика автомобільних олів загального призначення

Показник	Солідол С (ГОСТ 4366-64)	Прес солідол С (ГОСТ 4366-64)	1-13 (ГОСТ 1631-61)	ЯНЗ-2 (ГОСТ 9432-60)	Літол-24 (ГОСТ 21150-75)	Циатим-203 (ГОСТ 8773-73)	Уніол-3М (ТУ-38-4017-72)
В'язкість, Па·с при 20 ⁰ С	80-150	30-90	100-200	80-150	80-120	70-100	55
Температура краплепадіння, ⁰ С	85-105	80-95	120	150	180	150	200
Колоїдна стабільність, %	1-5	2-10	10-20	2-5	7-12	6-12	10
Хімічна стабільність (окислюваність) за 10 год. при 120 ⁰ С, мг КОН/г	-	-	0,5-2,5	1,1	1,2-1,4	-	0,02
Змиваємість водою за 40 хв. при 35 ⁰ С, %	0-2	1-5	100	1,5	3	3	3
Протизносні властивості на чотирикульковій машині тертя, діаметр плями зносу D _п , мм (4ч, 200 Н)	0,90	-	0,95	0,97	0,97	0,93	1,72
Межа міцності на зсув, Па, при температурі 20 ⁰ С	300...700	70...200	-	-	600...1200	350...550	200..500
при температурі 50 ⁰ С	200...350	100...180	150	170	400...600	250...350	250...400

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Експлуатаційні матеріали» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт» (у тому числі скорочений термін навчання) освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач к.т.н., доц. С. М. Черненко

Відповідальний за випуск зав. кафедри «Автомобілі та трактори» Е. С. Клімов

Підп. до др._____. Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.
Ум. друк. арк._____. Наклад_____ прим. Зам. №_____. Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600