

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра технічної експлуатації і сервісу автомобілів  
ім. Говоруценка М.Я.

Наглюк І.С., Наглюк М.І., Горбик Ю.В., Безрідний В.В., Зибцев Ю.В.

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни  
«Експлуатаційні матеріали» для бакалаврів усіх форм навчання за  
освітньою програмою «Автомобільний транспорт»

Харків – 2024

УДК 629.33(07)

Наглюк І.С., Наглюк М.І., Горбiк Ю.В., Безрiдний В.В., Зибцев Ю.В. Методичнi вказiвки до лабораторних робiт з дисциплiни «Експлуатацiйнi матерiали» для бакалаврiв усiх форм навчання за освітньою програмою «Автомобiльний транспорт». Харкiв: ХНАДУ, 2024. 49 с.

Методичнi вказiвки призначено задля методичного забезпечення лабораторних занять здобувачiв при вивченнi дисциплiни «Експлуатацiйнi матерiали» для бакалаврiв спецiальностi 274 «Автомобiльний транспорт» усiх форм навчання.

© Наглюк І.С., Наглюк М.І., Горбiк Ю.В., Безрiдний В.В., Зибцев Ю.В., 2024

© Харкiвський нацiональний автомобiльно-дорожнiй унiверситет, 2024

## ЗМІСТ:

Лабораторна робота №1. Визначення фракційного складу бензину.....	3
Лабораторна робота №2. Діагностування якості палив і визначення октанових чисел бензину.....	11
Лабораторна робота №3. Вимірювання рівня концентрації фактичних смол у паливі.....	18
Лабораторна робота №4. Визначення температури застигання дизельного палива .....	24
Лабораторна робота №5. Вимірювання температури спалаху моторних олив у відкритому тиглі.....	27
Лабораторна робота №6. Визначення температури краплепадіння пластичного мастила.....	30
Лабораторна робота №7. Діагностування якості олив на спектральній установці МФС-7.....	33
Лабораторна робота №8. Вимірювання кінематичної в'язкості нафтопродуктів.....	41
Список літератури.....	48

# Лабораторна робота №1

## ВИЗНАЧЕННЯ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ БЕНЗИНУ

### Мета роботи

Ознайомитися з методом визначення фракційного складу палива згідно ДСТУ EN ISO 3405:2022, надавши оцінку впливу окремих фракцій бензину на роботу двигуна.

### Устаткування, реактиви та матеріали

1. Прилад для розгону нафтопродуктів.
2. Колбонагрівач з реостатом.
3. Мірний циліндр ємністю 100 мл.
4. Мірний циліндр ємністю 10 мл.
5. Термометр типу ТІН4-2 зі шкалою виміру від 0 до 360 °С.
6. Азбестова прокладка.
7. Колодій.
8. Зразок палива (100 мл).

### Загальні відомості

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши особливу увагу на властивості палива, що впливають на безвідмовну роботу двигуна.

Завдання роботи: провести розгін бензину; визначити характерні крапки фракційного складу, вид і марку палива, зпівставивши отримані результати з вимогами ДСТУ 4839:2007; дати експлуатаційну оцінку по фракціях палива; дати висновок щодо його використання у двигуні й про вплив фракційного складу на витрату палива й зношування двигуна.

Бензини являють собою суміш вуглеводнів, яким притаманна різна випаровуваність. Випаровуваність характеризує швидкість і повноту переходу бензину з рідкого в пароподібний стан і визначається його хімічним складом. Бензини як складна суміш різних вуглеводнів википають не при одній постійній температурі, а в широ-

кому діапазоні температур (30...215 °С). Випаровуваність бензину оцінюється згідно температурних меж його википань і за температурами википань його окремих частин – фракцій.

Фракційний склад є головним показником випаровуваності автомобільного бензину, найважливішою характеристикою його якості. Від фракційного складу бензину залежать легкість пуску двигуна, час його прогріву, прийомистість і інші експлуатаційні показники.

На рис. 1.1 наведена крива розгону бензину й зазначені його основні фракції – пускова, робоча й кінцева. Пускову фракцію бензину становлять найбільш низько киплячі вуглеводні (перші 10 % обсягу дистиляту). У робочу фракцію входять дистиляти від 10 до 90 % обсягу й у кінцеву - від 90 % обсягу до кінця кипіння бензину. За ДСТУ 4063-2001 фракційний склад бензину нормують п'ятьма характерними температурами: початку перегонки, перегонки 10 %, 50 і 90 % обсягу й кінця кипіння.

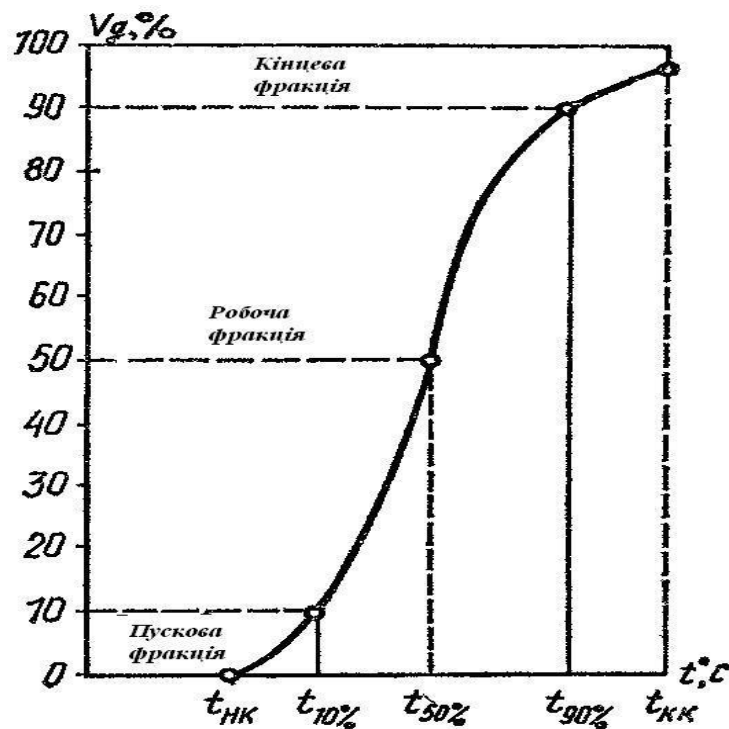


Рисунок 1.1 – Крива розгону бензину

Фракційний склад бензину повинен бути таким, щоб забезпечилися гарний пуск двигуна й швидкий розгін автомобіля, низька питома витрата палива, рівномірний якісний і кількісний розподіл

горючої суміші по циліндрах двигуна, мінімальне зношування поршнів і циліндрів.

Температури *початку перегонки* й *перегонки 10 %* бензину характеризують пускові властивості палива. Якщо в бензині не вистачає низькокиплячих фракцій, то при запуску холодного двигуна частина бензину не встигає випаруватися й потрапляє в циліндри в рідкому стані. Горюча суміш виявляється Perezбідною, вона не запалюється від електричної іскри й пуск двигуна стає неможливий. Рідкий бензин у циліндрах змиває змащення, а в картері двигуна розріджує моторну оливу. Тому в мить запуску й при наступному прогріванні спостерігається тертя деталей циліндропоршневої групи без достатньої кількості мастильного матеріалу. Оливи виявляється недостатньо для утворення на поверхнях деталей міцної плівки. У цьому випадку відбувається зношення тертьових деталей двигуна, так звані пускові, ступінь яких залежить від кількості бензину, що не випарувався, тривалості запуску, прогріву двигуна та швидкості відновлення масляної плівки на циліндрах. Чим менший час випаровування бензину у впускній системі двигуна, чим триваліше є пуск і гірша подача оливи до тертьових деталей, тим значніше пускові зношення.

Вміст низькокиплячих вуглеводнів у сучасних автомобільних бензинах контролюється трьома показниками: температурою початку перегонки, температурою перегонки 10 % бензину та тиском насичених парів.

Відповідно до діючого стандарту ДСТУ 4839:2007 температура початку перегонки автомобільних бензинів не нормується (але вона не повинна бути нижче 30 °С), а при температурі 70 °С повинно переганятися бензину в межах 20-50 %. Завдяки цьому на бензинах забезпечується запуск холодного двигуна при температурі навколишнього повітря вище -10 °С. Поява парових корок за цих умов практично не можлива.

**Прогрів** двигуна триває від митті пуску до часу встановлення стійкого режиму роботи. Наприкінці прогріву в режимі холостого ходу досягається майже повне випаровування бензину у впускному трубопроводі. Чим легшим є фракційний склад і нижча температура перегонки 50 % бензину, тим скоріше прогрівається двигун. Бензин з низькою температурою перегонки 50 % швидше випаровується у

впускному трубопроводі, наповнення циліндра горючою сумішшю поліпшується, потужність двигуна зростає. При низькій температурі навколишнього повітря необхідно застосовувати бензини з низькою температурою перегонки 50 % палива.

**Прийомистість** – це властивість двигуна в прогрітому стані під навантаженням швидко переходити від малої частоти обертання до більшої при різкому відкритті дросельної заслінки. Для забезпечення гарної прийомистості двигуна потрібно, щоб циліндри двигуна в мить дроселювання наповнювалися збагаченою пальною сумішшю. При різкому відкритті дросельної заслінки до впускного трубопроводу надходить більша порція холодного повітря й рідкого бензину, що приводить до різкого погіршення умов пароутворення через недостачу теплоти для повного випару палива.

Якщо бензин має високу температуру перегонки 50 % палива, то деяка частина висококиплячих вуглеводнів, що становлять робочу фракцію палива, у системі живлення не встигає випаровуватися. У цьому випадку горюча суміш перезбіднена, і двигун не здатен досягти високої частоти обертання колінчатого вала й навіть може зупинитися.

Для відновлення теплового режиму системи живлення двигуна потрібен певний час. Теплова рівновага встановлюється тим швидше, чим краще йде процес випару й сумішоутворення, чим більше в бензині низькокиплячих вуглеводнів. Отже, прийомистість двигуна багато в чому залежить від температури перегонки 50 % бензину. Зі зниженням цієї температури прийомистість поліпшується й час розгону автомобіля скорочується. Оптимальний розгін автомобіля спостерігається за умови такої випаровуваності бензину, при якій створюється горюча суміш із повітря й пари палива в співвідношенні 12:1.

Якщо випаровуваність бензину гірша, а отже й вища температура перегонки 50 % палива, тоді утвориться бідна суміш і час розгону автомобіля збільшується.

Температура перегонки 50% бензину повинна бути не більше 120°C. При таких температурах забезпечуються швидкий прогрів і гарна прийомистість двигуна під час експлуатації автомобіля.

**Температури перегонки 90 % і кінця кипіння** бензину характеризують повноту його випару. Якщо в бензині утримується багато висококиплячих вуглеводнів, то умови роботи двигуна аналогічні умовам пуску холодного двигуна на бензині з низькою температурою початку перегонки. Висококиплячі вуглеводні не випаровуються у впускному трубопроводі двигуна й потрапляють у циліндри у вигляді рідини. Деяка частина її випаровується й згоряє, а частина, що залишилася, стікає по стінках циліндра й змиває з них мастило. Потрапляючи в картер двигуна, важкі фракції бензину розріджують масло й знижують його в'язкість. У тих місцях, де змите мастило, спостерігаються тертя без мастильного матеріалу й підвищене зношування деталей.

При використанні бензинів з високою температурою кінця кипіння підвищуються зношування двигуна, кількість відкладень на його деталях і збільшується витрата палива.

Температура перегонки 90 % палива для автомобільного бензину повинна бути не вище 190 °С. Кінець кипіння бензину повинен бути не вище 210 °С.

Згідно ДСТУ 4839:2007 в залежності від умов використання встановлені класи леткості:

- літні класи – А, В;
- зимові класи – С, D, Е, F;
- перехідні класи – С<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, Е<sub>1</sub> F<sub>1</sub>.

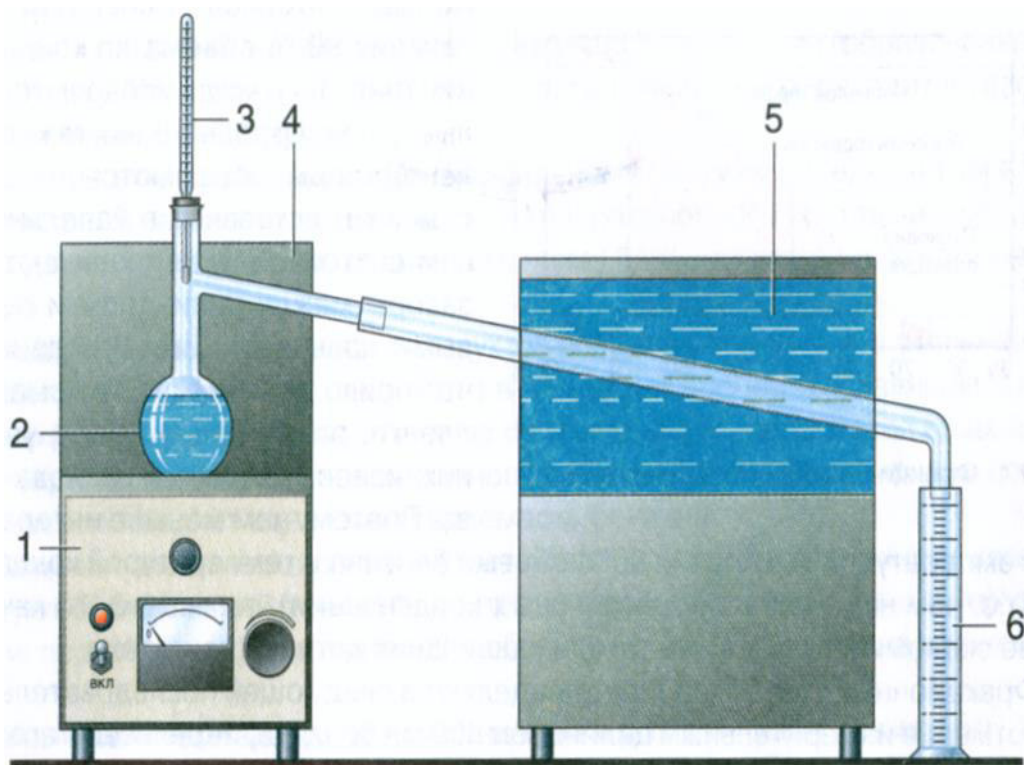
Діаграма визначання класу леткості бензину через тиск насиченої пари наведено у ДСТУ 4839:2007.

## **Порядок виконання роботи**

Перед виконанням досліджень холодильник слід заповнити водою з снігом або льодом. При відсутності снігу або льоду через холодильник пропустити водопровідну воду з такою швидкістю, щоб її температура на виході холодильника не перевищувала 30 °С. Температуру вимірювати термометром типу ТН2.

Визначивши вимірювальним циліндром 100 мл досліджуваного палива, перелити його в колбу, тримаючи останню в такому положенні, щоб відвідна трубка була спрямована нагору. Усередину колби кинути 2-3 шматочка пористої речовини (порцеляни, шамоту).

Після заповнення колби 1 бензином (100 мл) у шийку колби вставити термометр типу ТИН4-2, щоб вісь термометра збігалася з віссю колби, а верхівка ртутної кульки перебувала на рівні нижнього краю відвідної трубки в місці її припаю. Після цього колбу виставити на азбестову прокладку й закріпити відвідну трубку в холодильнику за допомогою коркової пробки (рис. 1.2).



1 - нагрівальний прилад; 2 - колба з паливом; 3 - термометр;  
4 - захисний кожух; 5 - холодильник; 6 - мірний циліндр.

Рисунок 1.2 – Прилад для визначення фракційного складу бензину

Колбу закрити захисним кожухом, а мірний циліндр розташувати під нижній кінець відвідної трубки холодильника таким чином, щоб трубка входила в циліндр не менш, ніж на 25 мм, але не нижче відмітки 100 мм. Після проведення зазначених підготовчих операцій приступити безпосередньо до проведення процесу перегонки.

Перегонку здійснювати в наступному порядку:

1. Ввімкнути нагрівальний прилад. Інтенсивність нагрівання повинна бути такою, щоб перша крапля дистиляту впала із трубки холодильника не раніше, ніж через 5...10 хв.

2. Температуру, зафіксовану термометром у момент падіння

першої краплі, умовно прийняти за температуру початку перегонки.

3. Подальшу перегонку вести зі швидкістю 4...5 мл/хв, що відповідає 20...25 краплям за 10 с. Запис показань кількості перегнаного дистиляту вести при заданих температурах (70, 100, 150 °С).

4. Після відгону 90 % дистиляту нагрівання колби відрегулювати таким чином, щоб до кінця перегонки залишилося 3-5 хв. Перегонку закінчити, коли ртутний стовпчик зупиниться. У цей момент записати температуру кінця перегонки, вимкнути підігрів, зняти захисний кожух і дати колбі прохолонути протягом 5 хв.

5. Після охолодження колби, вийняти термометр і зняти колбу з приладу. Залишок, що залишився в колбі, злити в мірний циліндр на 10 мл і замірити з точністю до 0,1 мл.

6. За результатами перегонки заповнити протокол (таблиця 1.1).

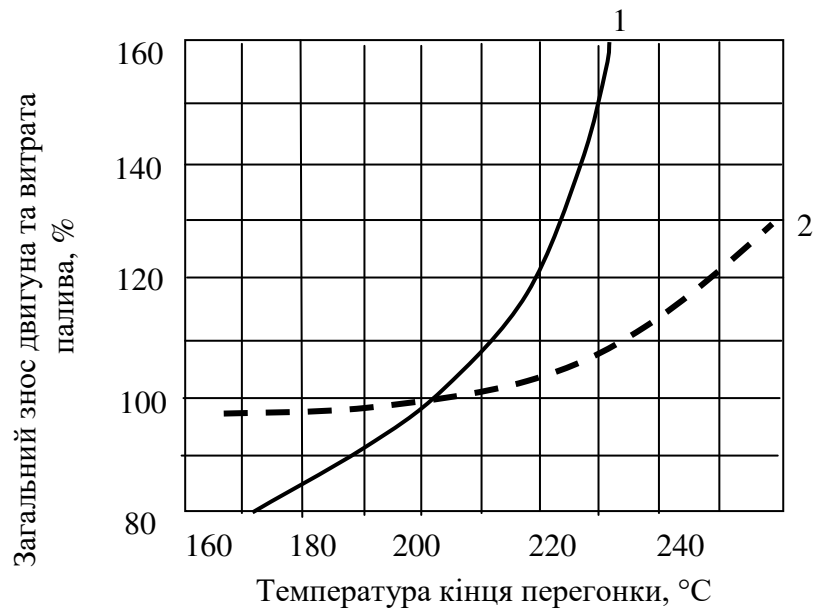
Таблиця 1.1 – Протокол випробувань

Показники	Значення показника для класів леткості						Проба
	A	B	C/C <sub>1</sub>	D/D <sub>1</sub>	E/E <sub>1</sub>	F/F <sub>1</sub>	
Обсяг бензину, що випарувався, %, при температурі:							
70 °С	20-48	20-48	22-50	22-50	22-50	22-50	
100 °С	46-71	46-71	46-71	46-71	46-71	46-71	
150 °С, не менш ніж	75	75	75	75	75	75	
Кінець кипіння бензину, °С, не вище	210						
Залишок у колбі, %, не більше	2,0						

7. Порівняти отримані результати з показниками ДСТУ 4839:2007 і зробити висновок про відповідність зразка палива по цьому показнику нормам стандарту.

8. Дати експлуатаційну оцінку випробуваному паливу, оцінивши залежність пускових якостей бензину, його здатності забезпечувати достатню прийомистість двигуна, утворювати парові корки й розріджувати масло в картері від значень характерних крапок фракційного складу.

За графіком (рис. 1.3), що визначає залежність зношування двигуна й витрати палива від температури кінця перегонки бензину, проаналізувати роботу двигуна на випробуваному паливі.



*1 - крива зношування двигуна; 2 - крива витрати палива*

Рисунок 1.3 – Графік залежності зношування двигуна й витрати палива від температури кінця перегонки

Дати оцінку якості бензину, зазначивши, до яких наслідків призведе використання даного палива на практиці.

### Контрольні питання

1. З якою метою визначають фракційний склад палива?
2. Які крапки фракційного складу бензину нормуються згідно ДСТУ 4839:2007?
3. Як впливає фракційний склад палива на режим роботи двигуна?
4. Чому бензини різних видів відрізняються за своїм фракційним складом?
5. Як змінюється фракційний склад палива при зберіганні і як це позначається на роботі двигуна?
6. Як впливає фракційний склад на економічність двигуна?

## Лабораторна робота № 2

# ДІАГНОСТУВАННЯ ЯКОСТІ ПАЛИВ І ВИЗНАЧЕННЯ ОКТАНОВИХ ЧИСЕЛ

### Мета роботи

Закріпити отримані теоретичні знання щодо детонаційної стійкості автомобільних бензинів; ознайомитися з методами визначення октанових чисел бензинів на установці УІТ-65 і дати кількісну оцінку по їхньому застосуванню для двигунів з відповідним ступенем стиску.

### Устаткування та матеріали

1. Установа УІТ-65 з набором інструментів.
2. Барометр.
3. Колби мірні місткість 250, 500 і 1000 мл.
4. Бензин Б-70.
5. Контрольне паливо.
6. Еталонні палива.
7. Випробуваний бензин.
8. Обтиральні матеріали.

### Зміст роботи

Перед виконанням роботи необхідно:

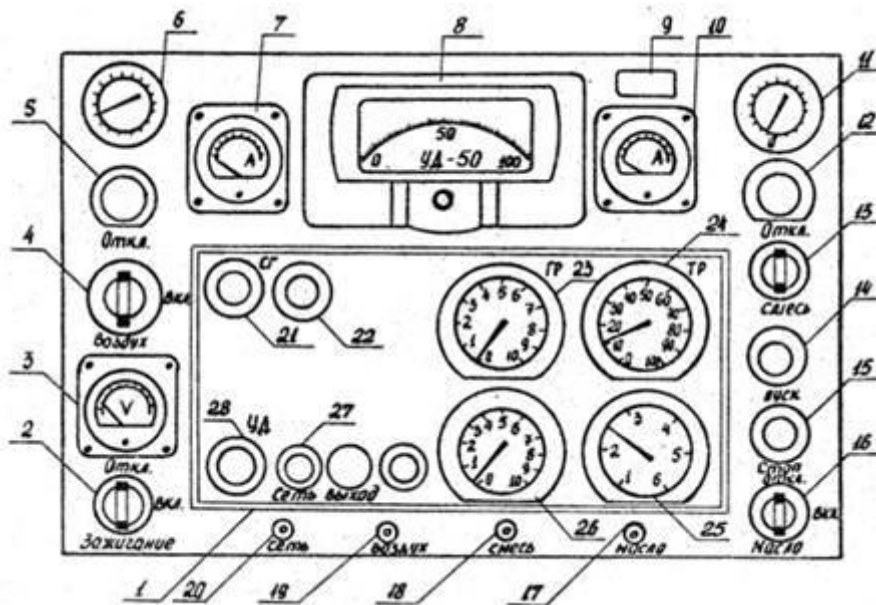
- вивчити рекомендовану літературу, звернувши увагу на властивості палива, які забезпечують безвідмовну роботу двигуна;
- ознайомитися із призначенням, пристроєм і принципом дії установки УІТ-65, що являє собою одноциліндровий двигун зі змінним ступенем стиску;
- вивчити режими й умови випробувань.

Завдання роботи:

- підготувати установку до роботи та визначити октанове число бензину за допомогою моторного й дослідницького методів, що

ґрунтуються на порівнянні детонаційної стійкості випробуваного й еталонного палив, звіставити отримані результати досліджень із нормативними даними ДСТУ 4839-2007;

– визначити марку випробуваного бензину, зазначивши, для двигунів яких автомобілів можна застосовувати даний вид палива.



1-детонометр ДП-60; 2-вмикач «Запалювання»; 3-вольтметр; 4-перемикач підігріву повітря; 5-регулятор температури підігріву повітря; 6-манометр тиску оливи; 7,10-амперметри; 8-детонометр; 9-контрольна лампа; 11-показчик температури оливи; 12-регулятор підігріву суміші; 13-перемикач підігріву суміші; 14-кнопка «Пуск»; 15-кнопка «Стоп»; 16-вмикач підігріву оливи; 17, 18, 19, 20-лампи індикації включення; 21, 22-діагностичні роз'єми; 23-ручка грубого регулювання; 24-ручка точного регулювання; 25-перемикач «Постійна часу»; 26-перемикач «Діапазон», 27-тумблер «Мережа»; 28-тумблер «Уд».

Рисунок 2.1 – Панель приладів установки УІТ-65

Перед виконанням роботи підготувати у витяжній шафі контрольне паливо (табл. 2.1) з номінальним октановим числом, близьким до передбачуваного октановому числу палива, призначеного до випробування. Приготувати два еталонних палива прямим змішуванням н-гептана (ГОСТ 25828) і ізооктану (ГОСТ 12433), що відрізняються на дві октанові одиниці. Наприклад, якщо передбачуване октанове число досліджуваного палива моторним методом дорівнює 82, слід контрольне паливо обирати з ОЧ = 81,7, а дві еталонні суміші з ОЧ = 82 і ОЧ = 84.

## 1. Перевірка установки УІТ-65 по контрольному паливу

Установку перевірити по контрольному паливу, виготовленому згідно табл. 2.1. З паливного бачка злити бензин Б-70, що використовується для прогріву двигуна і залити контрольне паливо.

Перевести голку карбюратора відповідно в кожне з положень «1,2,3» і відрегулювати рівень палива в паливних бачках 1, 2, і 3 по мірному склу поплавкової камери.

Виставивши рівень контрольного палива на максимальну інтенсивність детонації, зміною ступеня стиску довести показання покажчика детонації до  $55 \pm 3$  розподілів, записавши показники індикатора ступеня стиску. Отримана при цьому ступінь стиску залишається незмінною в плинні всього наступного випробування контрольного палива.

За для перевірки правильності виставлення ступеня стиску на стандартну інтенсивність детонації потрібно вимкнути запалювання. Якщо двигун при цьому миттєво зупиниться, то установка підготовлена до проведення випробування палива.

Після прогріву й регулювання рівня палива приступити до визначення ступеня детонації під час роботи установки на контрольному й еталонному паливах. Виставивши поворотом маховичка кран карбюратора у відповідне положення: «1» - контрольне паливо; «2» - еталонне паливо №1; «3» - еталонне паливо №2 і вмикаючи тумблер «Датчик УД», зафіксувати максимальне відхилення стрілки.

За отриманим значенням рівнів детонації на відповідних паливах розрахувати октанове число контрольного палива за формулою 2.1.

Установка здатна до подальшого випробування, якщо отримане октанове число контрольного палива відповідає зазначеному в таблиці 2.2.

Якщо відхилення октанового числа контрольного палива перевищує  $\pm 0,5$  октанової одиниці, необхідно перевірити стан і режим регулювання двигуна, апаратури та перевірити склад еталонних сумішей.

## 2. Визначення октанового числа випробуваного бензину

Випробуваний бензин залити в бачок №1, попередньо позбавившись контрольного палива.

Провести регулювання складу паливноповітряної суміші на максимальну інтенсивність детонації. Виставивши рівень випробуваного бензину та змінюючи ступінь стиску, довести значення показника детонації до 55 розподілів. Отримана при цьому ступінь стиску залишається незмінною на протязі всього циклу подальшого випробування бензину.

Провести порівняння досліджуваного бензину з сумішами еталонних палив. Перемикаючи кран карбюратора послідовно на другий і третій бачки аналогічно методиці, викладеній вище, визначати рівень детонації на відповідних паливах.

Якщо значення показника детонації на зразку не перебуває між показаннями еталонних сумішей або не дорівнює рівню однієї з них, першу еталонну суміш злити з карбюратора, а замість неї залити третю еталонну суміш, що відрізняється від другої не більше ніж на дві октанові одиниці.

Таблиця 2.1 – Методи визначення октанових чисел

Режим випробувань	Моторний метод	Дослідницький метод
1	2	3
Частота обертання колінчатого вала, хв <sup>-1</sup>	900±9	600±6
Кут випередження запалювання, град	змінний 26° при ст. стиску 5 19° при ст. стиску 7	постійний 13°
Проміжок поміж електродами свічки, мм	0,5±0,1	0,5±0,1

Продовження табл. 2.1

1	2	3
Проміжок поміж контактами переривника, мм	0,30±0,05	0,30±0,05
Тиск оливи, МПа	0,196±0,03	0,196±0,03
Проміжок поміж штоками й коромислами клапанів, мм	0,20±0,05	0,20±0,05
Температура оливи в картері, °С	333±10	333±10
Температура охолодної рідини, °С	100±2	100±2
Температура повітря, що надходить у карбюратор, °С	50±5	50±5
Температура паливоповітряної суміші, °С	149±1	не підігрівається

Таблиця 2.2 – Контрольні палива

Номер контрольного палива	Об'ємна частка компонентів, %			Номінальне октанове число (відхилення ±0,5)
	Толуол	Н-гептан	Ізооктан	
1	58	42	0	67,1
2	62	38	0	71,1
3	68	32	0	76,9
4	74	26	0	81,7
5	74	21	5	85,4
6	74	14	12	90,5
7	74	8	18	95,6
8	74	4	22	99,1
9	74	0	26	100,9

Якщо значення показчика детонації на зразку перебувають між значеннями еталонних палив, розрахувати величину октанового числа зразка за отриманими показниками детонації по формулі 2.1.

При перемиканні двигуна з одного палива на інше витримати час не менш 1 хв, щоб забезпечити сталий режим роботи двигуна.

### 3. Обробка результатів досліджень

За отриманим значенням рівнів детонації на відповідних паливах визначити середнє арифметичне значення детонації кожного палива. За середнім значенням розрахувати октанові числа контрольного й випробуваного палив за формулою

$$\text{ОЧ}_{\text{вип}} = \text{ОЧ}_1 + (\text{ОЧ}_2 - \text{ОЧ}_1) \cdot \frac{a_1 - a}{a_1 - a_2},$$

де  $\text{ОЧ}_{\text{вип}}$  – октанове число випробуваного палива;

$\text{ОЧ}_1$  – октанове число еталонного палива №1, що детонує сильніше випробуваного палива;

$\text{ОЧ}_2$  – октанове число еталонного палива №2, що детонує слабкіше випробуваного палива;

$a$  - середнє арифметичне значення рівня детонації випробуваного палива;

$a_1$  – середнє арифметичне значення рівня детонації еталонного палива №1;

$a_2$  – середнє арифметичне значення рівня детонації еталонного палива №2.

Приклад розрахунку октанового числа палива.

Припустимо, що було взято контрольне паливо КП №3 з табл.1.2 з  $\text{ОЧ} = 81,7$ . Суміші еталонних палив були складені СЕП №1 з  $\text{ОЧ} = 81$  і СЕП №2 з  $\text{ОЧ} = 83$ . Отримано наступні рівні детонації:

КП №3	СЕП №1	СЕП №2
55	61	41
56	61	41
54	61	41
56	61	41
54	61	41
середнє 55	середнє 61	середнє 41

Тоді октанове число контрольного палива № 3 за результатами випробувань становить:

$$ОЧ_{КП\ №3} = 81 + (83 - 81) \cdot \frac{61 - 55}{61 - 41} = 81 + 0,6 = 81,6.$$

Порівнюючи отримане значення октанового числа контрольного палива №3 з номінальним октановим числом по табл.1.2, приходимо до висновку, що відхилення від номінального становить 0,1 одиниці ( $81,7 - 81,6 = 0,1$ ), а це вказує на те, що установка працює в нормальному режимі.

Аналогічно за формулою 2.1 визначають октанове число випробуваного бензину, що відібраний безпосередньо із цистерни або паливного бака автомобіля.

### **Контрольні питання**

1. Що таке октанове число бензину й від чого воно залежить?
2. Які існують шляхи підвищення детонаційної стійкості бензину?
3. У чому сутність моторного й дослідницького методів визначення октанових чисел бензину?
4. У яких випадках доцільно використовувати моторний чи дослідницький методи визначення октанового числа бензину?
5. Які групи вуглеводнів мають високу детонаційну стійкість?
6. Як визначається чутливість бензину до режиму роботи двигуна?
7. Що характеризує жорсткість бензину?
8. Чим відрізняється фактичне октанове число від дорожнього?
9. Чи змінюється октанове число при тривалому зберіганні бензину?
10. Чи впливає величина октанового числа на надійність, довговічність і економічність двигуна?

## Лабораторна робота №3

# ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФАКТИЧНИХ СМОЛ У ПАЛИВІ

### Мета роботи

Ознайомитися з методом контролю наявності смолистих з'єднань у паливі за ДСТУ ГОСТ 1567:2006 (ISO 6246-95) і дати оцінку впливу засмолення палива на стан і працездатність двигуна.

### Апаратури, реактиви та матеріали

1. Прилад для визначення фактичних смол ПОС-77.
2. Ваги аналітичні.
3. Мірний циліндр місткістю 25мл.
4. Ексикатор.
5. Термометр зі шкалою виміру від 0 °С до 250 °С.
6. Щипці тигельні.
7. Вирва скляна.
8. Папір фільтрувальний.
9. Вода дистильована.
10. Ацетон або спиртобензольна суміш (1:4).
11. Натрій сірчаноокислий свіжопрокалений.
12. Проба палива (100мл).

### Зміст і порядок виконання роботи

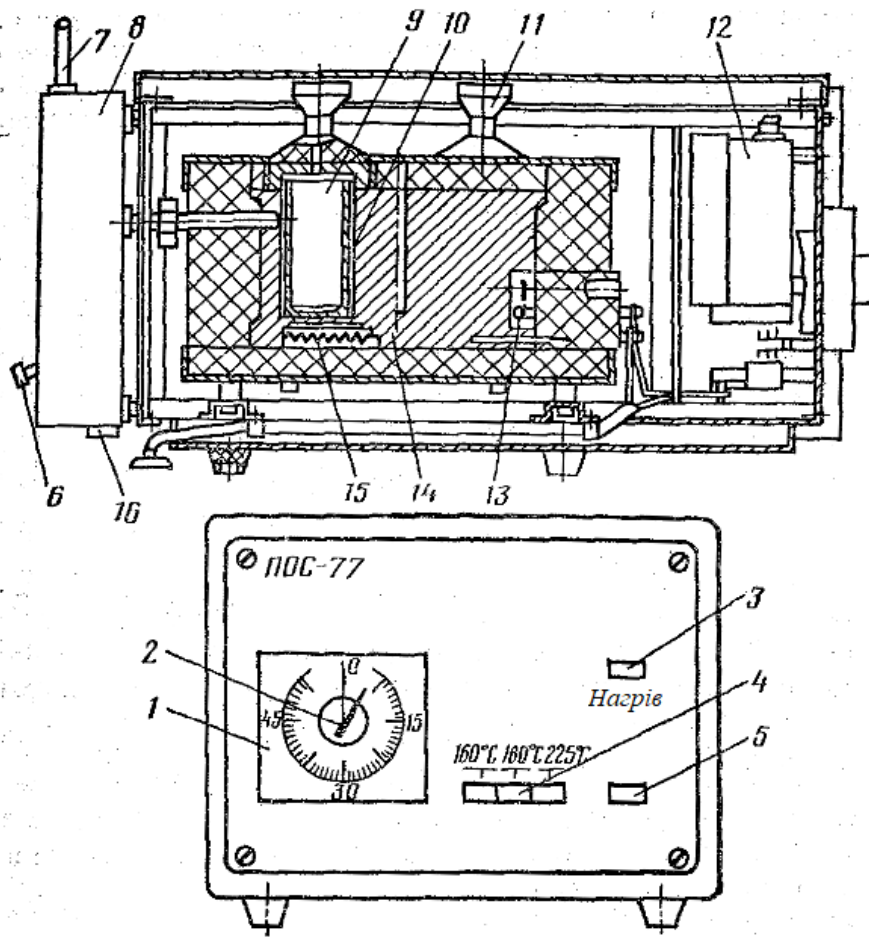
1. Перед виконанням роботи ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши особливу увагу на властивості, що впливають на збереження первісних якостей палива. Ознайомитися з принципом дії приладу ПОС-77.

Завдання роботи:

- визначити вміст фактичних смол у паливі;
- порівняти отримані результати досліджень із нормативними даними ДСТУ 7688:2015;

- визначити вид і марку палива, зробивши висновок про якість палива, термін зберігання та доцільність його використання у двигуні.

2. Прилад ПОС-77 (рис. 3.1) виставити на спеціально обладнане місце, приєднати до холодильника 8 гумову трубку для зливу конденсату, перевірити заземлення приладу. Прилад ввімкнути до мережі напругою 220 В вимикачем 5. Залежно від виду випробуваного палива за допомогою кнопкового перемикача 4 датчики температури виставити наступний температурний режим: для бензину 160 °С, для гасу 180 °С, для дизельного палива 225 °С. Розташувати термометр у гніздо при нагрітому не більше ніж на 60 °С термостаті. Часом початку випробування слід вважати вихід приладу на заданий температурний режим (у цю мить лампочка гасне).



1 - сигнальні годинники; 2 - ручка пуску сигнальних годин; 3 - індикатор; 4 - перемикач датчика температур; 5 - вимикач мережі живлення; 6 - трубка; 7 - трубка холодильника; 8 - холодильник; 9 - склянка для палива; 10 - кишеня; 11 - кришка кишені; 12 - електронний терморегулятор; 13 - датчик температури; 14 - термостат; 15 - нагрівач; 16 - корок.

Рисунок 3.1 – Прилад для визначення фактичних смол ПОС-77

Перед випробуванням склянки 9, призначені для визначення фактичних смол, а також нижні кінці трубок, що подають пару в склянки, розташовані на кришках, ретельно промити як зовні, так і усередині ацетоном або спиртобензольною сумішшю. Промиті склянки 9 виставити в кишені приладу, нагрітого до температури випробування, закрити кришками 11 і витримати протягом 20 хв. Потім зняти кришки й через 2 хв вийняти щипцями з кишень склянки, остудити їх у плині 30...40 хв в ексикаторі, а потім зважити на аналітичних вагах (з хибкою не більше 0,0002 г).

Призначене для випробування паливо ретельно перемішати та профільтрувати. Для чого в мірному циліндрі встановити вирву з паперовим фільтром і налити випробуване паливо. У випадку наявності в паливі явних слідів води його варто змішати зі свіжоприготовленим сірчаноокислим натрієм, збовтати протягом 10-15 хв і профільтрувати.

Після фільтрації паливо за допомогою мірного циліндра відміряти в склянки приладу по 25 мл. За допомогою мірного циліндра відміряти по 25 мл дистильованої води й залити в склянки приладу, призначені для води.

Склянки 9 з паливом і водою одночасно встановити у відповідні кишені приладу, що попередньо нагрітий до температури 160 °С, щільно закрити кришками 11 так, щоб ніпелі ввійшли в канали кришок, а прошліфовані порожнини кришок і кишень герметично стикалися один з одним, не пропускаючи пар палива й води.

Потім перевірити вихід приладу на заданий температурний режим  $t = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$  (лампочка індикатора згасає) запустити сигнальні годинники 1 поворотом ручки запуску годин праворуч на час тривалості випробування, який повинен відповідати встановленому тепловому режиму.

Контроль підтримки теплового режиму здійснювати візуально (у період сталого температурного режиму лампочка індикатора горить тускло).

Після закінчення часу випробування (за дзвінком сигнального годинника) відімкнути прилад. Обережно зняти кришки кишень і через 2 хв щипцями вийняти з кишень приладу склянки, у яке було налите паливо. Остудити їх в ексикаторі протягом 30...40 хв, а потім зважити на аналітичних вагах з точністю до 0,0002 г.

Після зважування визначити кількість фактичних смол, що перебувають у паливі як у розчиненому, так і у зваженому стані (мг на 100 мл палива кожної склянки) згідно формулі

$$X_1 = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 100,$$

де  $X_1$  – кількість фактичних смол на 100 мл палива в першій склянці, мг;  
 $m_1$  – маса чистої, сухої першої склянки, мг;  
 $m_2$  – маса першої склянки зі смолами після дослідження, мг;  
 $V$  – об'єм палива, налитого в склянку при випробуванні, мл.

Подібний розрахунок провести і для другої склянки зі смолами. Вміст фактичних смол у досліджуваному паливі обчислити як середнє арифметичне паралельних випробувань.

Розбіжність між результатами паралельних випробувань вмісту фактичних смол не повинна перевищувати значень, наведених у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Допустима розбіжність вмісту фактичних смол

Вміст фактичних смол в 100 мл палива, мг	Припустима розбіжність
до 15	2 мг
понад 15 до 40	3 мг
понад 40 до 100	8 % від меншого результату
понад 100	15 % від меншого результату

Якщо в результаті випробування отримано не більше 2 мг фактичних смол в 100 мл палива, то варто вважати, що вони в паливі відсутні. Порівняти отримані результати з вимогами стандарту, визначити відповідність палива за цими показниками вимогам технічних норм і оцінити придатність щодо до застосування у двигуні, а також для подальшого зберігання.

Оцінити кількість відкладень у впускній системі автомобільного двигуна залежно від вмісту фактичних смол у паливі (рис. 3.2).

Орієнтовну оцінку стану двигуна кількістю відкладень і тривалістю його нормальної роботи, залежно від вмісту фактичних смол у паливі, можна дати на підставі табл. 3.2.

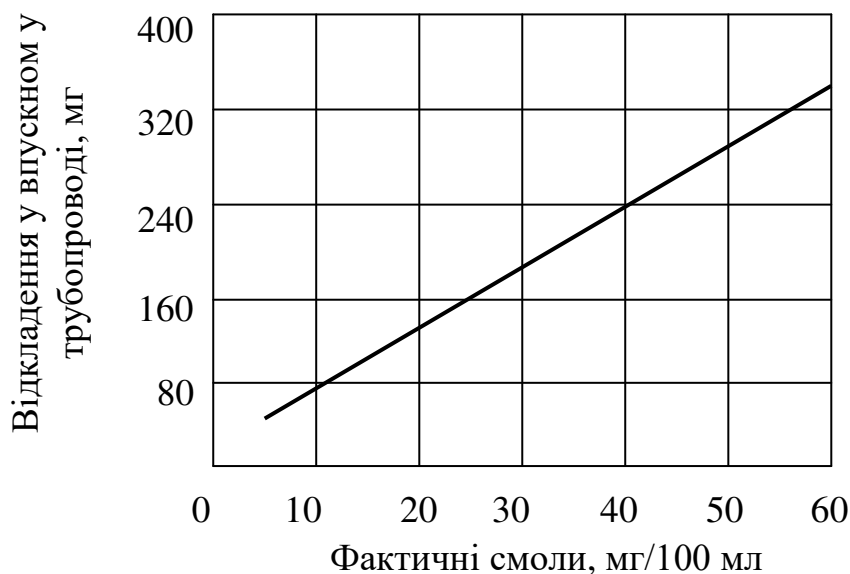


Рисунок 3.2 – Залежність кількості відкладень у впускній системі двигуна від вмісту фактичних смол у паливі

Таблиця 3.2 – Стан і працездатність двигуна залежно від вмісту смолистих речовин у паливі

Вміст фактичних смол, мг на 100мл	Стан двигуна після 50 годин роботи	Можливий пробіг автомобіля до появи несправностей у двигуні через смоли, км
до 10	У впускній системі відкладень не спостерігається	Необмежений
11 - 15	Слабкі сліди відкладень на клапанах і стінках впускного трубопроводу.	не більше 25000
15 - 20	Невеликі відкладення на стінках трубопроводу й на клапанах.	не більше 16000
20 - 25	Помітні відкладення в системі живлення.	не більше 8000
25 - 30	Значні відкладення на стінках впускного трубопроводу, а також на клапанах. Зменшення впускного трубопроводу на 20-25%.	не більше 5000
50 - 120	Суттєві відкладення на стінках системи живлення й на клапанах. Жиклери, дифузор і дросельна заслінка покриті липкою смолою.	не більше 2000

Дати оцінку якості палива, оцінивши можливість його використання та вірогідні наслідки.

## Контрольні питання

1. Які хімічні процеси відбуваються в паливі при його зберіганні?
2. Що є чинниками утворення смолистих з'єднань у двигуні?
3. Як впливає груповий склад палива на утворення фактичних смол?
4. Що собою характеризує індукційний період палива і як він визначається?
5. Які фактори впливають на хімічну стабільність палива?
6. Як поліпшити хімічну стабільність палива?
7. Який вплив на роботу двигуна мають смолисті відкладення?
8. Яка припустима величина розбіжностей паралельних випробувань палива при визначенні вмісту фактичних смол?
9. Який максимальний вміст фактичних смол припустимий в бензинах різних сортів?

## **Лабораторна робота № 4**

# **ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАСТИГАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА**

### **Мета роботи**

Мета роботи – ознайомитися з методом визначення низькотемпературних властивостей дизельних палив згідно ДСТУ ГОСТ 20287-91 і дати оцінку їхнього впливу на подачу та прокачуваність палива в дизелі.

### **Устаткування, реактиви та матеріали**

1. Прилад для визначення температури застигання.
2. Термометр.
3. Охолоджувальна суміш (спирт і тверда вуглекислота).
4. Зразок дизельного палива (50 мл).

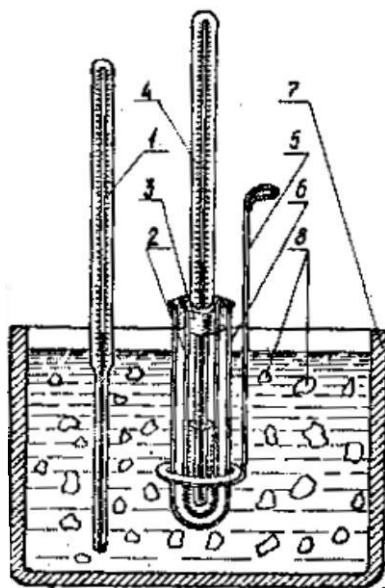
### **Зміст і порядок виконання роботи**

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши особливу увагу на властивості дизельних палив, що впливають на безвідмовність роботи дизелів. Завдання роботи: визначити температуру помутніння й застигання палива; порівняти отримані дані з вимогами ДСТУ, визначити вид і марку палива, зробити висновок щодо можливостей його використання в дизелі та щодо впливу низькотемпературних властивостей палива на режим роботи двигуна.

У пробірку 2 із внутрішнім діаметром  $20 \pm 1$  мм злити випробуване паливо, попередньо перевірене на відсутність води (рис. 4.1). Рівень палива після занурення в нього термометра 4 повинен співпадати з міткою, що нанесена на зовнішній поверхні пробірки й перебуває на відстані 30 мм від дна останньої. Термометр відцентрувати й закріпити за допомогою корки 3, причому його ртутний або спиртовий резервуари повинні займати центральне положення в об-

язі залитого палива, щоб у прошарках, що примикають до стінок пробірки, вилучити переохолодження випробуваного палива. Надягти на пробірку (по можливості співвісне з нею) скляну муфту. Зібраний прилад вертикально занурити у ванну з охолоджуючою сумішшю, температуру якої відповідно до стандарту підтримують нижче очікуваної температури застигання на 5 °С.

У міру зниження температури необхідно періодично виймати прилад з ванни та відхиливши його на 45° від вертикалі, спостерігати за положенням рівня палива в приладі. Якщо в нахиленому приладі спостерігається зсув рівня за час менший 1 хв, то варто продовжувати охолодження.



*1 - термометр; 2 - пробірка; 3 - пробка; 4 - термометр; 5 - мішалка; 6 - скляна муфта;  
7 - термостат; 8 - охолоджуюча суміш.*

Рисунок 4.1 – Прилад для визначення температури застигання палива

Надалі, повторюючи контроль зазначеним способом, зупинитися на тій температурі, при якій на протязі 1 хв не буде виявлятися зсув рівня палива в пробірці, нахиленої на 45°. Саме температуру, що відповідає втраті плинності палива, варто вважати температурою застигання .

Отримані дані порівняти з показниками ДСТУ 7688:2015.

Результати дослідів занести в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати вимірів температури застигання дизельного палива

Найменування проби	Показники		ДСТУ 7688 і марка палива
	дослідую	згідно ДСТУ	

Отримані значення температури застигання випробуваного палива порівняти з нормативними даними з таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Нормативні показники температури застигання дизельного палива

Показник	ДСТУ 7688:2015	
	З	Л
Температура застигання, °С, не вище	-25	-10

Дати оцінку якості палива, визначити його вид і марку, зробити висновок про вплив низькотемпературних властивостей дизельного палива на роботу двигуна.

### Контрольні питання

1. Що називають температурами застигання дизельних палив?
2. Які впливає на роботу двигуна температура застигання палива?
3. Чим відрізняються зимовий і літній види дизельних палив?
4. Від яких технічних-експлуатаційно-технічних властивостей палива залежить надійність подачі його в циліндри двигуна?
5. Які присадки до дизельних палив використовують для поліпшення технічних-експлуатаційно-технічних властивостей?
6. Як впливає молекулярна маса вуглеводнів палива на температуру його застигання?
7. Що характеризує показник «гранична температура фільтрації»?
8. Які якісні показники дизельного палива впливають на його здатність до прокачуваності та фільтрації?

## Лабораторна робота № 5

# ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ МОТОРНИХ ОЛИВ У ВІДКРИТОМУ ТИГЛІ

### Мета роботи

Ознайомитися з методом вимірювання температури спалаху оливи згідно ДСТУ ГОСТ 4333:2018, надавши оцінку впливу температури спалаху на експлуатаційні властивості моторних олив.

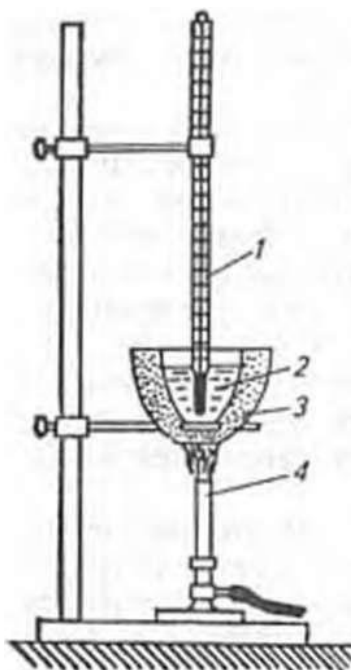
### Устаткування, реактиви та матеріали

1. Тигель металевий.
2. Піщана лазня.
3. Термометр.
4. Шаблон.
5. Олива моторна.

### Зміст і порядок виконання роботи

Перед виконанням лабораторної роботи на підставі рекомендованої літератури, проаналізувати, вплив температури спалаху оливи на її витрату. Завдання роботи: провести контроль температури спалаху оливи, визначити вид і марку оливи, порівняти отримані дані з вимогами стандартів, дати висновок щодо можливості використання обраної оливи в автомобільному двигуні.

Виставити прилад (рис. 5.1), що складається зі штатива 1, піщаної лазні 2 і тигля 3 у витяжній шафі. На тигель розмістити шаблон і налити випробуване паливо до відповідного рівня. Тигель помістити в піщану лазню таким чином, щоб пісок був на одному рівні з оливою у тиглі. В оливу помістити термометр 4. Нагрівання піщаної лазні вести зі швидкістю підйому температури оливи до 10°C у хвилину.



1 - термометр; 2 - тигель; 3 - лазня піщана;  
4 - штатив.

Рисунок 5.1 – Тигель металевий

За 40 °С до очікуваної температури спалаху швидкість нагрівання зменшити до 4 °С у хвилину; за 10 °С через кожні 2°С проводити вздовж країв тигля (паралельно поверхні оливи) полум'ям запального пристосування. Миттю спалаху слід вважати появу синього полум'я над поверхнею випробуваного продукту. Похибка експерименту не повинна перевищувати 2 °С (табл. 5.1).

Експериментальні результати порівняти з показниками стандарту.

Таблиця 5.1 – Показники температури спалаху деяких моторних олив

Показники	Марки моторних олив згідно SAE J300							
	А3МОЛ 20W40	А3МОЛ Супер 15W40	А3МОЛ Турбо 2 10W40	А3МОЛ Лідер М-5/40	А3МОЛ М-2042 (М-8Г2К)	А3МОЛ М-3042 (М-10Г2К)	ESSO ULTRA 5W30	ESSO ULTRA 10W40
Температура спалаху у відкритому тиглі, °С, не нижче	210	210	205	205	210	220	225	215

Показники температури спалаху, заміряні експериментально та показники згідно відповідному ДСТУ записати в табл. 5.2, визначивши марку оливи.

Таблиця 5.2 – Результати вимірів температури спалаху випробуваного зразка оливи

Найменування проби	Показники		Марка оливи
	дослідю	згідно SAE J300	

Зробити висновок щодо можливостей використання випробуваної оливи.

### **Контрольні питання**

1. Що характеризує температуру спалаху оливи і як вона визначається?
2. Який вплив на роботу двигуна робить відхилення температури спалаху від вимог стандарту?
3. Які зміни зазнають властивості оливи в процесі її роботи у двигуні?
4. Чи впливає температура спалаху оливи на її витрату?
5. Чи можна за показниками температури спалаху прогнозувати фракційний склад оливи?
6. На що вказує зниження температури спалаху відпрацьованої оливи?
7. Чи впливає температура спалаху на ресурс оливи?
8. Чи розрізняються оливи для бензинових та дизельних автомобілів за температурою спалаху?

## Лабораторна робота № 6

# ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КРАПЛЕПАДІННЯ ПЛАСТИЧНОГО МАСТИЛА

### Мета роботи

Ознайомитися з методом визначення температури краплепадіння мастила згідно ДСТУ ГОСТ6793-74 і дати оцінку впливу цього параметра на роботу вузла тертя.

### Устаткування, реактиви та матеріали

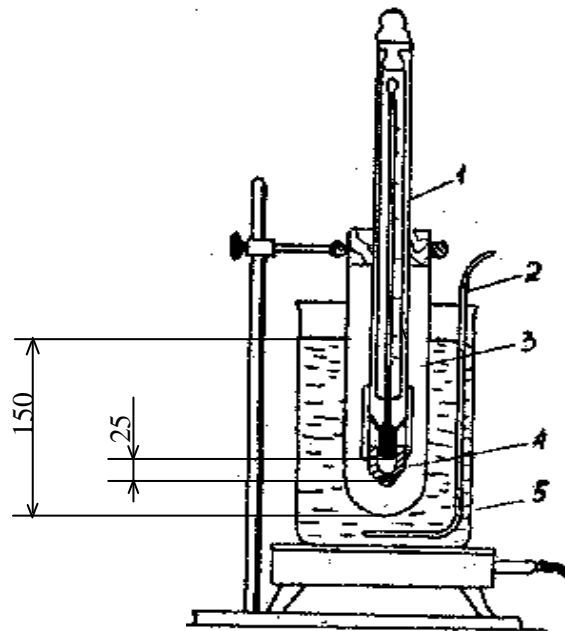
1. Спеціальний термометр у комплекті з капсулем.
2. Пробірка скляна діаметром 40-45 мм, довжиною 180-200 мм.
3. Склянка скляний (хімічний) ємністю 300-500 мл.
4. Шпатель.
5. Секундомір.
6. Штатив.
7. Нагрівальний прилад.
8. Проба мастила.

### Зміст та порядок виконання роботи

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно на підставі рекомендованою літератури, розглянути теплотривкість пластичного мастила, що характеризує його працездатність у вузлах тертя. Завдання роботи: визначити температуру краплепадіння мастила та його марку, дати висновок про якість мастила й особливості його використання у вузлах тертя, що забезпечують надійне змащення третьових деталей.

Вийняти капсуль 4 з гільзи термометра 1 і за допомогою шпателя наповнити його випробуваним мастилом, стежачи за тим, щоб разом з ним не попадали бульбашки повітря. Надлишок мастила зрізати з верхньої частини капсуля шпателем, вставити капсуль у гільзу термометра до упору в внутрішній бортик. Надлишок мастила, видавлений кулькою термометра, зрізати шпателем. На дно пробірки 3 розмістити кружок паперу, який необхідно замінювати після

кожного виміру (рис. 6.1). Термометр із капсулем вставити в пробірку так, щоб нижній край капсуля перебував на відстані 25 мм від дна пробірки. Вертикально розмістити пробірку в склянці 5, заповненій водою або гліцерином, закріпити в штативі на глибині занурення, близько 150 мм.



1 - гільза термометра; 2 - мішалка;  
3 - пробірка; 4 - капсуль; 5 - склянка.

Рисунок 6.1 – Прилад для визначення температури краплепадіння

Нагрівання рідини в склянці слід здійснювати у два етапи. На першому етапі, де швидкість нагрівання ще не нормована, інтервал температур становить від кімнатної до 20 °С для низькоплавких, до 60 °С для середньоплавких, до 130 °С для натрієвих і до 150 °С для літєвих мастил; на другому етапі темп підвищення температури в приладі повинен скласти 1 °С у хвилину. На обох етапах рідина в склянці варто періодично помішувати спеціальною мішалкою 2.

Температура, при якій у процесі нагрівання з нижнього отвору капсуля падає перша крапля випробуваного мастила, вважають температурою краплепадіння. Якщо мастило не утворює краплю, а витягається з капсуля у вигляді циліндра, то за температуру краплепадіння приймають ту, при якій вихідний стовпчик мастила торкнеться дна пробірки. Отримані дані занести в табл.6.1 і порівняти з вимогами ДСТУ (табл. 6.2). Дати експлуатаційну оцінку випробуваного мастила.

Таблиця 6.1 – Протокол випробувань

Найменування мастила	Температура краплепадіння, °С	Температура вузла тертя для застосування мастила, °С	Відповідність по ISO 6743

Таблиця 6.2 – Стандартні показники марок

Показники	Мастило графітне Ж	Літол-24	АЗМОЛ № 158	ЦИАТИМ 201	ШРБ-4	ШРУС-4	Фіол-2У	АЗМОЛ ЛИКА (П)
Температура краплепадіння °С, не нижче	76	185	150	175	200	190	185	230
Межі робочих температур, °С	-20... +60	-40... +130	-40... +120	-60... +90	-40... +130	-40... +120	-40... +130	-40... +150

### Контрольні питання

1. Що характеризує температуру краплепадіння пластичного мастила?
2. За якими критеріями проводять класифікацію змащень.
3. Що таке синерезис пластичних змащень? Які властивості змащень впливають на нього і як ці властивості оцінюються?
4. Які властивості пластичних змащень називаються тиксотропними? Що вони характеризують?

## **Лабораторна робота №7**

### **ДІАГНОСТУВАННЯ ЯКОСТІ ОЛИВ НА СПЕКТРАЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ МФС-7**

#### **Мета роботи**

Набути практичні навички по визначенню кількості присадок у оливах за допомогою фотоелектричної установки МФС-7 з можливістю прийняття рішення щодо доцільності застосування обраної оливи для конкретного агрегату.

#### **Устаткування, прилади та матеріали**

1. Проби оливи.
2. Фотоелектрична установка МФС-7.
3. Електромеханічна мішалка.
4. Пристосування для відбору проб оливи.
5. Ємність 250 мл.
6. Бензин Б-70.
7. Вугільні електроди марки С-2.
8. Пристосування для калібрування електродів.

#### **Зміст і порядок виконання роботи**

Існуючі оливи залежно від ступеня форсування двигуна розрізняються за характером дії та вмістом присадок або їхніх композицій, що досягають 0,5...20 % і більше.

При роботі двигуна присадки оливи спрацьовуються і їх концентрація зменшується. Швидкість зниження початкової концентрації присадок у оливі при роботі двигуна залежить від їхньої кількості, ефективності та ступеня форсування двигуна, його технічного стану, якості палива та умов експлуатації двигуна.

Про зниження вмісту присадки в оливі свідчить зміна лужного числа оливи. Однак цей метод придатний лише для оливи із присадками, до складу яких входять з'єднання, що зумовлюють лужне се-

редовище розчину.

Більш точно про концентрації присадок у оливі можна судити за вмістом їхніх основних компонентів (барію, кальцію, цинку, фосфору, магнію, молібдену й ін.). У таблиці 7.1 наведені присадки, що найбільш часто зустрічаються в оливах.

Таблиця 7.1 – Присадки до олив

Марка	Концентрація в оливі, %	Інші властивості й особливості застосування
1	2	3
<i>Антиокисні</i>		
ДФ-11	1,0–2,5	Протизношувальні, протикорозійні
ДФБ	1,0–2,2	Протизношувальні, протикорозійні, має також антифрикційну дію
ДФ-1	2,0	–
ВНИИНП-354	2,0–2,2	Протизношувальні, протикорозійні
ИХП-21	2,4–2,6	Протизношувальні, протикорозійні, має також високу термоокислювальну стабільність
МНИИП-22к	4,0–4,6	Протикорозійні, миючі
КАСП-13	–	Протикорозійні, протизношувальні
Борін	–	–
ДБК (ионол)	–	–
Агидол-2 (НГ-2246)	–	Для стабілізації олив, змащень, каучуків і інших продуктів
<i>Миючі-диспергуючі</i>		
ПМС	2,2–18,0	Нейтралізуючі
С-150	1,5–5,0	Те саме
С-300	20,0–25,0	Те саме
ПМС'я (барієва)	3,2	–

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
ПМС'я (кальцієва)	1,5–5,0	–
СБ-3 СБ-3у	2,0–3,0	–
НСК	8,0–13,0	–
ЦИАТИМ-339	3,0–6,0	Протикорозійні
ВНИИНП-360	3,5–6,0	Протикорозійні, протизношувальні
ВНИИНП-370	5,0–15,0	Протикорозійні
ВНИИНП-371	2,0	
БфКу	6,0–10,0	Те саме
АСК	$\geq 0,5$	Антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
МАСК	3,8–14	Нейтралізуючі, антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
АСБ	–	Стійкі до впливу прісної й морської води
Детерсол-50	$\geq 0,5$	Антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
Детерсол-140	3,8–14	Нейтралізуючі, антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
<i>Диспергуючі</i>		
С-5А	–	–
Днепрол	2–3	–
<i>Що змазують (противозадирні, протизношувальні, антифрикційні)</i>		
ЕФО	5–6	Протизношувальні
АДФ	–	Має антифрикційні й протизношувальні властивості
ЛЗ-309/2	–	Поліпшує противозносні властивості
ВИР-1	4,0–6,5* 2,0–3,5**	Має високі антиокисні й антифрикційні властивості
ОТП	–	Протизадирні
АБЕС	– 6-9	Для поліпшення протизадирних властивостей трансмісійних і індустриальних олів

Закінчення таблиці 7.1

1	2	3
ЛЗ-23К	0,5 (для моторних оливо), 5-6 (для трансмісійних оливо)	Протизадирні
КИНХ-2	–	Те саме
ИХП-14А	–	Те саме
БМА-5	–	–
<i>Депресорні</i>		
АзНИИ	До 0,5	–
АзНИИ-ЦИАТИМ-1	1	–
АФК	1	–
ПМА «Д»	1	Володіє загущуючими властивостями – підвищує в'язкість і індекс в'язкості
<i>В'язкістні</i>		
КП-5, КП-10, КП-20	2–3, 20	Для одержання загущених, моторних, індустриальних, редукторних і гідравлічних оливо
ПМА «В-1»	18	У моторних, трансмісійних, і гідравлічних оливах
ПМА «В-2»	6	У моторних оливах і робочих рідинах для гідравлічних систем
ВИНИПОЛ	–	Загущуюча присадка для гідравлічних, компресійних і інших оливо
<i>Антипінні</i>		
ПМС-200А	0,001–0,005	

\* Трансмісійні оливи.

\*\* Індустриальні оливи.

Фотоелектрична установка МФС-7 призначена для збудження емісійних спектрів і реєстрації аналітичних сигналів спектральних ліній різних елементів продуктів зношування та присадок у оливі.

У комплект установки входять поліхроматор зі спеціальним штативом для аналізу рідких проб, персональна електронно-обчислювальна машина; друкувальний пристрій, джерело збуджен-

ня спектра ДПС-28, електромагнітний стабілізатор напруги С-0,75, стабілізатор СТС-2М.

Проба, що аналізується, встановлюється в штатив (рис. 7.1) і подається на обертовий вугільний стрижневий електрод обертювм кварцовим диском, зануреним у ванночку з оливою.

Випромінювання розряду спрямовується на вхідну щілину поліхроматора з увігнутою дифракційною решіткою, що розкладає випромінювання в спектр. Вихідні щілини поліхроматора виділяють зі спектра необхідні аналітичні лінії.

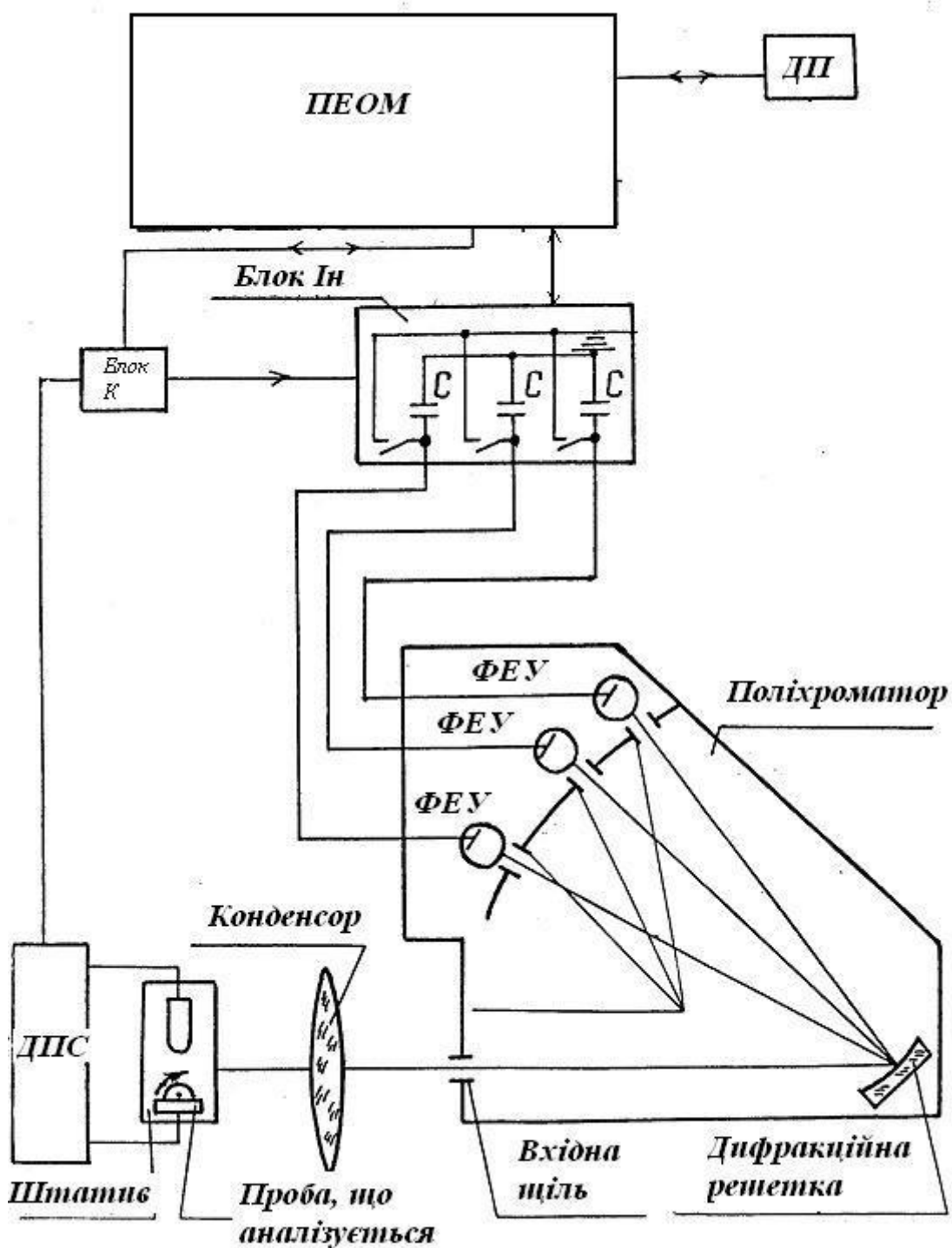
Виділений потік випромінювання спрямовується до фотокато-ду відповідного ФЕУ (фотоелектричний умножитель). В анодному ланцюзі ФЕУ протікає струм. Для одержання стабільних результатів спостережень необхідне усереднення спектроаналітичних сигналів протягом деякого обраного проміжку часу. В установці це усереднення досягається нагромадженням (інтегруванням) зарядів на конденсаторах з ємністю  $C$ , ввімкнених в анодному ланцюзі ФЕУ (в блоці інтеграторів). Заряд всіх конденсаторів виробляється одночасно.

По закінченні часу інтегрування  $T$  програмою керування здійснюється послідовне опитування конденсаторів. Сигнал у двоїчно-десятковому цифровому коді подається до комп'ютера і за заданою програмою відбувається обробка сигналів та їх передача на екран монітора.

Кінцеві результати являють собою перетворені значення сигналів, пропорційні абсолютному або відносному значенням інтенсивності спектральних ліній або значенням концентрації елементів проби, що аналізуються.

Під час роботи установки команди надходять до дешифратора блоку контролера  $K$ . Дешифратор перетворює цифрові сигнали, які підсилюються за потужністю і подаються на виконавчі пристрої автоматики ДПС і блоку  $I_H$ .

Тривалість часу інтегрування в установці досягається програмним засобом за рахунок використання тактового генератора. При цьому забезпечується можливість отримання сигналів, пропорційних абсолютним значенням інтенсивностей спектральних ліній.



ДП – друкувальний пристрій; ФЕУ – фотоелектричний множник; С – конденсатор;  
 ДПС – джерело порушення спектра; І<sub>Н</sub> – інтегратори; К – контролер;  
 ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина.

Рисунок 7.1 – Функціональна схема фотоелектричної установки МФС-7

Загальний час аналізу однієї проби оливи на 16 елементів становить 3...4 хв, охоплюючи:

- промивання дозуючого диска;
- виставлення електродів;
- заправлення ванночки аналізованою пробєю оливи та розміщення в штатив;
- попереднього нагрівання електродів, випалу та експозиції;
- друкування результатів.

Перед початком проведення аналізу необхідно:

1. За допомогою електромеханічної мішалки ретельно перемішати пробу протягом 5 хв, налити у ванночку та виставити в штатив.

2. Ввімкнути живлення установки МФС-7 за допомогою рубильника.

3. Включити комп'ютер.

4. Ввімкнути монітор.

5. Увійти в програму «QUANT1».

6. Увійти в режим «Задання аналітичної програми».

7. Увійти в «PRO».

8. Увійти в «M10M2».

9. Увійти в розділ «Аналіз» і відповісти на питання в діалоговому режимі.

10. Ввімкнути тумблер "мережа" на блоці живлення КСМ.

11. Ввімкнути тумблер "мережа" на блоці ДЗС-28.

Отримані результати з вольтів перевести у концентрацію г/т (за допомогою тарувальних графіків). Вздовж осі ординат відкласти отриманий результат, знайти точку перетинання на графіку, й опустивши перпендикуляр на вісь абсцис, отримати результат у г/т (рис. 7.2).

Отримані результати порівняти із можливо-припустимими концентраціями (табл. 7.1) і надати висновок щодо наявності присадок у досліджуваній оливі.

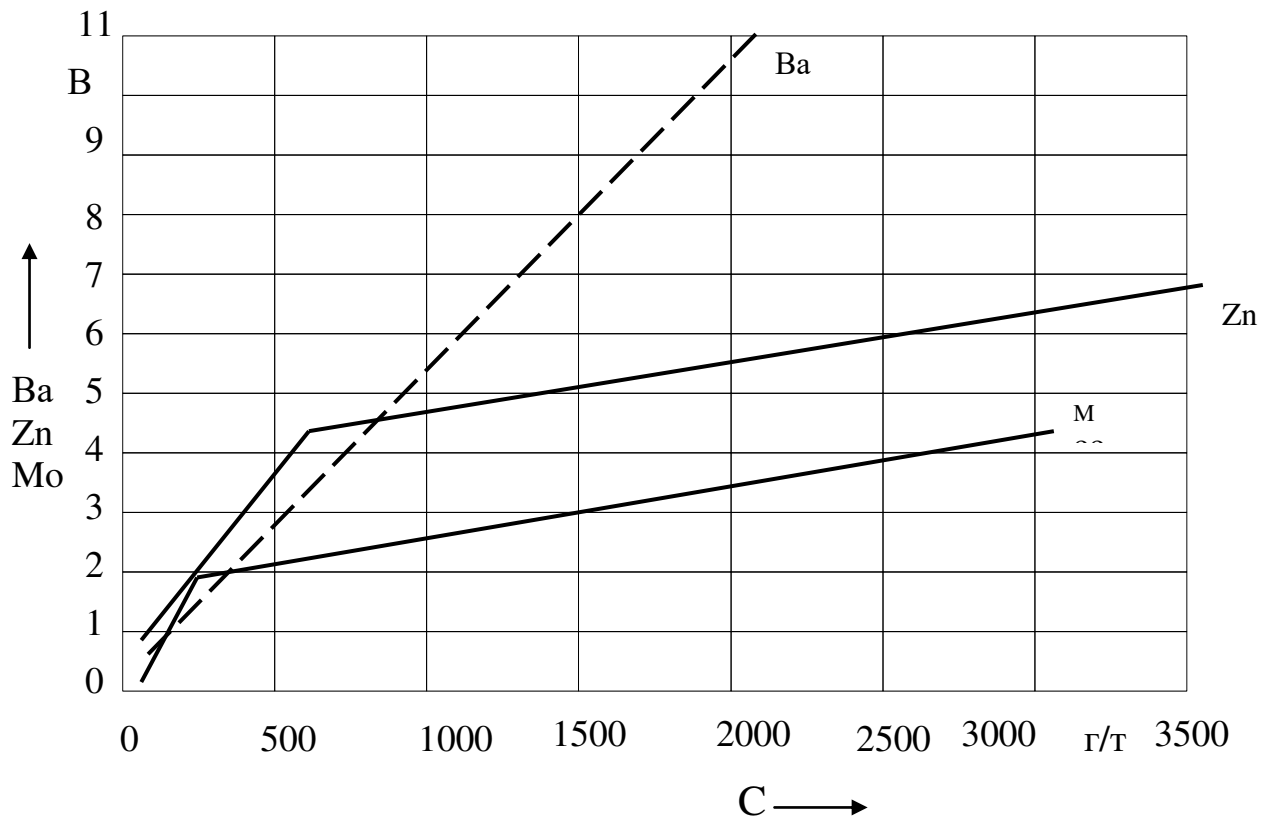


Рисунок 7.2 – Тарувальний графік

### Контрольні питання

1. Яку роль виконують присадки в сучасних оливах?
2. Чим відрізняється моторна олива від трансмісійної?
3. Яку роль виконує присадка, що містить молібден?
4. Які присадки здатні поліпшити декілька властивостей оливи?
5. З якою метою вводиться в оливу антиокисна присадка?

## Лабораторна робота №8

# ВИМІРЮВАННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

### Мета роботи

Ознайомитися з методами визначення в'язкості рідких нафтопродуктів і дати оцінку впливу в'язкісно-температурних властивостей на роботу двигуна.

### Устаткування, реактиви та матеріали

1. Віскозиметри капілярні зі скла з малим коефіцієнтом температурного розширення (наприклад, боросилікатного), що забезпечують необхідну точність.
2. Віскозиметри типів ВПЖТ-1, ВПЖТ-2, ВПЖТ-4, ВНЖТ згідно ГОСТ 10028-81. Можливе використання віскозиметрів типів ВПЖ-1, ВПЖ-2, ВПЖ-4, ВНЖ.
3. Паперовий фільтр.
4. Термометр.
5. Термостат.
6. Секундомір.
7. Воронка.
8. Гумова трубка.
9. Гумова груша.
10. Гліцерин (3 л).
11. Зразок нафтопродукту (50 мл).

### Зміст і порядок виконання роботи

#### 1. Загальні положення

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно проаналізувати вплив в'язкості нафтопродуктів на роботу й термін служби двигуна на підставі рекомендованих навчальних посібників.

Властивість рідини чинити опір плину (переміщенню одного прошарку рідини відносно іншого) під дією зовнішньої сили назива-

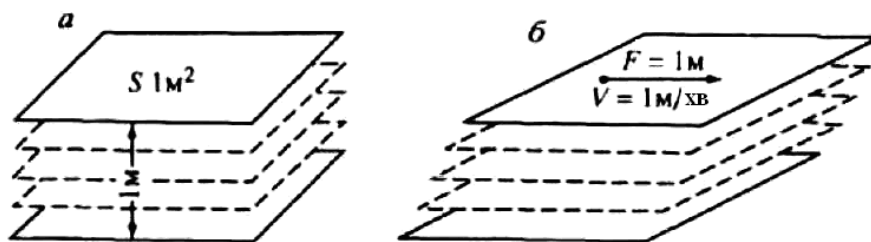
ється в'язкістю (внутрішнім тертям). Перешкоджають переміщенню прошарків рідини сили молекулярного зчеплення.

В'язкість визначають для рідких нафтопродуктів, напруга зрушення яких пропорційна швидкості деформації, так званих ньютонівських рідин. В'язкість їх не залежить від дотичного напруження та градієнта швидкості. Розрізняють динамічну й кінематичну в'язкості.

Динамічна в'язкість служить мірою опору рідини плину. Коефіцієнт динамічної в'язкості – це відношення діючого дотичного напруження до градієнта швидкості.

За одиницю динамічної в'язкості у системі СІ прийнята в'язкість такої рідини, що чинить опір в 1 Н взаємному переміщенню двох шарів рідини площею  $1 \text{ м}^2$ , що перебувають один від іншого на відстані 1 м і переміщуються з відносною швидкістю 1 м/с.

Схема взаємного переміщення прошарків рідини показана на рис. 8.1. Одиницею динамічної в'язкості в системі СІ є паскаль-секунда (Па·с). На практиці застосовують мПа·с =  $10^{-3}$  Па·с, а також сантипуаз (сП = мПа·с).



*а - стан спокою; б - початок руху.*

Рисунок 8.1 – Схема взаємного переміщення прошарків рідини

Динамічну в'язкість  $\eta$  знаходять як добуток кінематичної в'язкості рідини  $\nu$  на її густину  $\rho$  при тій же температурі:

$$\eta = \nu \cdot \rho.$$

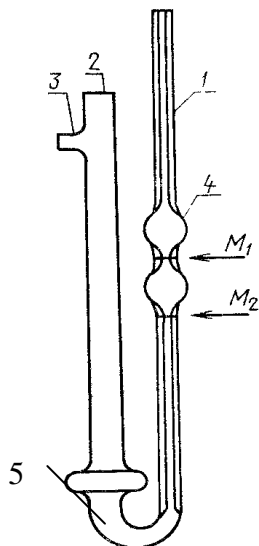
Тобто кінематична в'язкість  $\nu$  – це відношення динамічної в'язкості  $\eta$  рідини до густини  $\rho$  при тій же температурі

Кінематична в'язкість служить мірою опору рідини плину під впливом гравітаційних сил.

Метод визначення кінематичної в'язкості полягає у вимірі часу витікання певного обсягу випробуваної рідини під впливом сили ваги. Кінематичну в'язкість знаходять як добуток вимірюваного часу витікання та постійної приладу для визначення в'язкості. У системі СІ

одиницею кінематичної в'язкості є  $\text{м}^2/\text{с}$ . На практиці застосовується інша одиниця –  $\text{мм}^2/\text{с} = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , а також сантистокс ( $\text{сСт} = \text{мм}^2/\text{с}$ ).

Віскозиметр Линкевича, показаний на рис. 8.2, являє собою V-образну трубку 1, в одному коліні якої є дві калібровані кульки 4, що переходять у капілярну трубку, а в іншому коліні – розширена ємність 5, широка трубка 2 і відвідний відросток 3.



*1 – V образна трубка; 2 – широка трубка; 3 – відвідної відросток;  
4 – калібровані кульки; 5 – розширена ємність;  
M<sub>1</sub> і M<sub>2</sub> – мітки вимірювального обсягу.*

Рисунок 8.2 – Віскозиметр Линкевича (ВПЖТ-2, ВПЖТ-4)

Віскозиметри випускають із різним діаметром капілярів. Чим вища в'язкість нафтопродуктів, тим більший діаметр капіляра використовується.

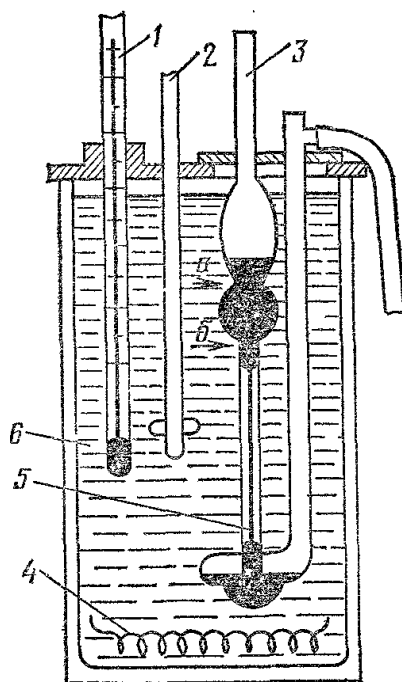
До кожного віскозиметра додається паспорт, у якому зазначається номер віскозиметра, його діаметр постійна величина  $C$ , виражена в  $\text{мм}^2/\text{с}^2$  (СТ). Діаметр віскозиметра вибирають таким, щоб час руху рідини було не менш 200 і не більше 600 с. Якщо постійну віскозиметра  $C$  помножити на час  $\tau$  у секундах витікання рідини в обсязі кульки, то маємо значення кінематичної в'язкості  $\nu$  при температурі визначення.

В якості термостату віскозиметра використовують прозору посудину (рис. 8.3). Нафтопродукт, що перебуває у віскозиметрі, занурюють не менш чим на 20 мм нижче рівня рідини в лазні й на 20 мм над дном.

## 2. Проведення досліджень

2.1 В першу чергу слід обрати віскозиметр із межами виміру, що відповідають очікуваній в'язкості випробуваного нафтопродукту. Віскозиметр повинен бути сухим і чистим, тому між вимірюваннями слід промивати розчинниками (бензин-розчинник для гумової промисловості, нейтральний ефір, ацетон, толуол і т.п.). Періодично віскозиметр промивають хромовою сумішшю, а потім дистильованою водою, ацетоном і просушують повітрям.

2.2 Пробу нафтопродукту фільтрують крізь сито, скляний або паперовий фільтр. Інколи нафтопродукт просушують безводним сульфатом натрію або прожареною повареною сіллю, а вже потім фільтрують через паперовий фільтр. Віскозиметр заповнюють досліджуваним нафтопродуктом і розміщують у термостат 6 (рис. 8.3), встановлюючи необхідну температуру.



1 – термометр; 2 – мішалка; 3 – віскозиметр; 4 – електронідегрівач;  
5 – капіляр віскозиметра; 6 – термостат (лазня).

Рисунок 8.3 – Прилад для вимірювання кінематичної в'язкості нафтопродукту

2.3 Заповнення термостату рідиною. Для заповнення термостата використовують наступні рідини: технічний етиловий спирт для температури від  $-60$  до  $+15$  °С; дистильовану воду – для температури від  $15$  до  $60$  °С; гліцерин або розчин гліцерину з водою 1:1 або світле нафтове масло – для температури понад  $60$  °С.

### 3. Вимірювання в'язкості нафтопродуктів

**ПРИМІТКА.** У даній роботі вимірювання в'язкості за вказівкою викладача слід провести для дизельного палива або моторної оливи.

3.1 Випробуваний нафтопродукт (без домішок води або механічних домішок) залити в стаканчик у кількості 30-40 мл. Сухий і чистий віскозиметр заповнити обраним нафтопродуктом, для чого на відвідну трубку 3 (рис. 8.3) надягти гумову трубку. Далі, затиснувши пальцем коліно 2 і перевернувши віскозиметр, занурити коліно 1 у посудину з нафтопродуктом і засмоктати його (за допомогою гумової груші, водоструминного насоса або іншим способом) до мітки  $M_2$ , стежачи за тим, щоб у рідині не утворилися бульбашки повітря. Вийняти віскозиметр із посудини, швидко повернувши його в нормальне положення. Зняти із зовнішньої сторони кінця коліна 1 надлишок рідини, надягнувши на його кінець гумову трубку.

3.2 Віскозиметр розмістити в термостат таким чином, щоб розширення 4 (рис. 8.3) було нижче рівня рідини.

**УВАГА!** При роботі з віскозиметром варто бути обережним, щоб не зламати його. Для цього слід дотримуватися наступних правил:

- при заповненні та розташуванні віскозиметра треба тримати його за одне коліно, на яке надівається або знімається гумова трубка;
- не допускати потрапляння повітря у віскозиметр;
- при закріпленні віскозиметра в штативі не затягувати затискач надмірно сильно.

3.3 У термостаті виставити і весь час підтримувати необхідну для випробування температуру  $t$ .

3.4 Віскозиметр і досліджуваний нафтопродукт утримувати в термостаті при заданій температурі протягом 15 хв.

3.5 Через гумову трубку, надягнуту на вузьку частину віскозиметра, нагнітати за допомогою груші нафтопродукт у кульку 4 трохи вище мітки  $a$ , стежачи за тим, щоб не було розривів нафтопродукту й бульбашок повітря.

3.6 Спостерігаючи за протіканням нафтопродукту через капіляр 1 у розширення 3 (рис. 8.3), ввімкнути секундомір, коли рівень рідини досягне мітки  $a$ . Секундомір зупинити, коли рівень рідини досягне мітки  $b$ , яка розташована нижче двох кульок.

3.7 Записавши час витікання (визначений секундоміром, з точністю до 0,2 секунди, повторити дослід не менш двох разів, тобто оде-

ржати три виміри, що повинні відрізнятись між собою не більше ніж на 0,5 %.

3.8 На підставі трьох отриманих відліків знайти середнє арифметичне й розрахувати кінематичну в'язкість досліджуваного нафтопродукту ( $\nu$ ) у  $\text{мм}^2/\text{с}$  по формулі:

$$\nu = C \cdot \tau,$$

де  $C$  – постійна віскозиметра,  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ ;

$\tau$  – середній арифметичний час витікання нафтопродукту у віскозиметрі, с.

3.9 Обчислити значення  $\nu$  (з точністю до тисячних) і результати занести в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Результати вимірів в'язкості випробуваного зразка

Найменування проби	Час витікання, с			Середній час витікання, с	В'язкість, $\text{мм}^2/\text{с}$	Марка нафтопродукту за ДСТУ
	1	2	3			

3.10 Отримані результати вимірів порівняти із ДСТУ (табл. 8.2, 8.3 залежно від виду нафтопродукту), зробивши висновки щодо його придатності.

Таблиця 8.2 – Показники кінематичної в'язкості дизельного палива

Показник	Марка палива (ДСТУ 4840:2007)
В'язкість кінематична при 40°C, $\text{мм}^2/\text{с}$	2,0-4,5

Таблиця 8.3 – Показники в'язкості моторних оливо

Показ- ники	Марки моторних оливо згідно SAE J300							
	АЗМОЛ 20W40	АЗМОЛ Супер 15W40	АЗМОЛ Турбо 2 10W40	АЗМОЛ Лідер M-5/40	АЗМОЛ M-2042 (M-8Г2К)	АЗМОЛ M-3042 (M-10Г2К)	ESSO ULTRA 5W30	ESSO ULTRA 10W40
В'язкість кінемати- чна, мм <sup>2</sup> /с при 100°С	12,5- 16,3	13,5- 14,5	14,0- 16,3	13,0- 16,3	7,5-8,5	10,5- 11,5	10,1	14,5

### Контрольні питання

1. Від яких факторів залежить коефіцієнт рідинного тертя?
2. Чим відрізняються динамічна, кінематична й умовна в'язкості? У яких одиницях вони вимірюються?
3. Яким експлуатаційно-технічним вимогам повинні відповідати моторні оливи та дизельні палива?
4. Чому дизельне паливо повинне мати певну в'язкість?
5. Як впливає в'язкісно-температурна характеристика на експлуатаційні властивості нафтопродуктів?
6. Як впливає на в'язкість нафтопродуктів їх температура?
7. Від яких експлуатаційно-технічних властивостей дизельного палива залежить надійність його подачі в циліндри двигуна?
8. За якими ознаками класифікуються автомобільні оливи?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Колосюк Д.С. Експлуатаційні матеріали: підручник. 2-е видання, доповнене./ Д.С. Колосюк, Д.В. Зеркалов. – К.: Арістей, 2005. – 241 с.
2. Експлуатаційні матеріали: лабораторний практикум/ Волков В.П., Мармут І.А., Наглюк І.С. та інші (всього 7 осіб) за ред. Волкова В.П. – Х.: ХНАДУ, 2016.– 64 с.
3. Автомобільні палива: бензини та дизельні. Асортимент та застосування. Довідник/ А.К. Караулов, Н.Н. Худолій. – К.: «Журнал Радуга», 1999. – 214 с.
4. Автомобільні оливи. Моторні та трансмісійні. Асортимент та застосування. Довідник / А.К. Караулов, Н.Н. Худолій. – К.: «Журнал Радуга», 2001. – 437 с.
5. Автомобільні експлуатаційні матеріали. Паливно-мастильні матеріали та спеціальні рідини / М. К. Сукач та інші. – К.: Університет Україна, 2006. – 256 с.
6. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали: Підручник. К.: Либідь, 2003. - 448с.
7. Полянський С.К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин (укр.) Підручник./ С.К. Полянський, В.М. Коваленко. – К.: Либідь, 2005. – 504 с. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/1533456/>
8. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. К / Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 353с.  
Режим доступу: [http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi\\_Pal\\_mast\\_Mater\\_kn1.pdf](http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Pal_mast_Mater_kn1.pdf)
9. Клендій В.М. "Експлуатаційні матеріали": конспект лекцій /укл.: В.М. Клендій, О.Л. Ляшук, А.Б. Гупка. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 31 с.
10. Сасов О.О. Конспект лекцій з дисципліни «Експлуатаційні матеріали для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / укл.: О.О. Сасов. - Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 81с.
11. ДСТУ ГОСТ 17479.1:2019 Оливи моторні. Класифікація та позначення (ГОСТ 17479.1-2015, IDT).
12. ДСТУ 9032:2020 Нафтопродукти. Оливи моторні. Загальні технічні вимоги.
13. ДСТУ 8704:2017 Бензини автомобільні довготривалого зберігання. Технічні умови.
14. ДСТУ 7687:2015 Бензини автомобільні Євро. Технічні умови.
15. ДСТУ 7688:2015 Паливо дизельне Євро. Технічні умови.