

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-енергетичний факультет**

**Кафедра тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і  
технічного сервісу**

**ПАЛИВО-МАСТИЛЬНІ ТА ІНШІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ  
МАТЕРІАЛИ**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів  
ступеня вищої освіти «бакалавр» напрям 6.100102 «Процеси, машини та  
обладнання агропромислового виробництва» денної форми навчання

**МИКОЛАЇВ  
2016**

УДК 662.75

ББК 31.35

П 14

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 24.03.2016 р., протокол № 7.

Укладач:

В. О. Артюх – асистент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Г. О. Іванов – канд. тех. наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет;

В. С. Наливайко – канд. тех. наук, професор кафедри двигунів внутрішнього згоряння, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова.

© Миколаївський національний аграрний  
університет, 2016

**ЗМІСТ**

<b>Вступ.</b>	4
<b>Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт</b>	5
<b>Лабораторна робота № 1.</b> Визначення зольності твердого палива	7
<b>Лабораторна робота №2.</b> Визначення щільності нафтопродукту	11
<b>Лабораторна робота №3.</b> Визначення температури спалаху	14
<b>Лабораторна робота №4.</b> Визначення корозійних властивостей бензину	18
<b>Лабораторна робота №5.</b> Визначення фракційного складу	22
<b>Лабораторна робота №6.</b> Визначення концентрації фактичних смол	30
<b>Лабораторна робота №7.</b> Визначення октанового числа бензину	35
<b>Лабораторна робота №8.</b> Визначення цетанового числа дизельного палива	41
<b>Лабораторна робота №9.</b> Визначення в'язкості нафтопродукту	49
<b>Лабораторна робота №10.</b> Визначення вмісту механічних домішок	51
<b>Лабораторна робота №11.</b> Визначення моторних властивостей та термоокислювальної стабільності змащувальних масел	57
<b>Лабораторна робота №12.</b> Визначення в'язкості низькозамерзаючих охолоджувальних рідин	62
<b>Лабораторна робота №13</b> Визначення колоїдної стабільності пластичних мастил	67
<b>Додатки</b>	71
<b>Література</b>	85

Ефективне, довгострокове та надійне використання сільськогосподарської техніки у значній мірі залежить від якості паливно-мастильних матеріалів та технічних рідин, а також від грамотного із використання. Тому інженерно-технічним працівникам, організуючим експлуатацію цієї техніки,

необхідно знати основні властивості та особливості застосування нафтопродуктів, засади раціонального та економічного їх використання.

У навчальній програмі по спеціальності 6.091900 “Механізація сільського господарства” передбачено виконання лабораторних робіт, де студенти знайомляться з товарними нафтопродуктами отримують практичні звички по оцінці основних якостей рідких палив, мастильних та технічних рідин, їх придатність застосування в автотракторній сільськогосподарській техніці; знайомляться з лабораторними пристроями.

Мета лабораторних робіт – закріплення теоретичних знань, отриманих при вивченні паливно-мастильних матеріалів. Дисципліна вивчається згідно болонської кредитно-модульної системи оцінювання знань.

## **ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.**

До виконання лабораторних робіт допускаються студенти, які отримали інструктаж з охорони праці і розписались в журналі реєстрації інструктажів з техніки безпеки.

Забороняється створювати джерела відкритого вогню, кидати палаючі речі у урни. Під час праці у лабораторії по дослідженню палив, мастильних матеріалів та технічних рідин, необхідно пам'ятати, що усі нафтопродукти вогне- та вибухонебезпечні, пари їх отруйні, вони можуть уражати органи дихання, також і шкіру.

При нещасному випадку необхідно надати постраждалому першу домедичну допомогу:

- При отруєнні парами бензина, бензола потерпілого вивести або винести на свіже повітря;
- При ослабленому диханні або втраті свідомості дати понюхати нашатирний спирт, а якщо дихання зупинилось, негайно почати робити штучне дихання;
- При попаданні етелірованого бензина на шкіру необхідно негайно уражене місце промити гасом, а потім теплою водою з милом;
- Якщо етелірований бензин потрапив у шлунок, необхідно негайно його промити, для чого дати випити постраждалому якомога більше теплового молока або ж 10...15%-ний розчин магнезії;
- При подразненні оболонок нафтопродуктами їх необхідно промити 2% ним розчином пит'євої соди;
- У випадку опіку першого ступеня уражене місце промивають чистою водою, а потім змащують спиртом.

При опіках другого та третього ступеня на уражену частину шкіри необхідно накласти пов'язку;

- При опіках шкіри лучами уражене місце промити слабким розчином уксусної кислоти;
- При опіках шкіри кислотами її промивають великою кількістю води, а потім слабким розчином соди або нашатирного спирту;

- У випадку порізів, особливо скляними речами, необхідно обережно видалити скалки, залити йодом та перев'язати бинтом.

При порушенні вимог техніки безпеки студент усувається від виконання лабораторних робіт і проходить повторний інструктаж по техніці безпеки.

Студент забор'язан сурово виконувати методику виконання лабораторних робіт.

Вмикати прибори тільки після огляду їх викладачем та перевірки знань студентами виконання досліду.

Наливати досліджувані нафтопродукти та рідини у спеціальні посудини, виміри проводити обережно, не розхлюпувати їх та не розливати.

Робоче місце повинно бути чистим і не мати непотрібних засобів, посуду, реактивів. На робочому місці повинні бути тільки зошити та ручки.

При нагріванні досліджуваних рідин не дивитися згори у отвори колб та пробірок, не покидати робоче місце до закінчення роботи .

При нагріванні легкозагоряючих рідин користуватися водяною або пісчаною банею, закритим електронагрівальним приладом.

Залишки нафтопродуктів зливати у спеціальні місткості.

У випадку згорання нафтопродуктів необхідно швидко виключити нагрівальні пристрої, а також вентиляцію. Усі пожежонебезпечні речі винести з переміщення. Для гасіння пожежі необхідно застосувати вуглекислотні, порошкові вогнегасники та кошму.

### ***Лабораторна робота №1***

#### **Визначення зольності твердого палива**

**Мета:** Вивчити методи визначення зольності твердого палива

**Прилади та обладнання:** муфельна електропіч з максимальною температурою 900°C; перфорована трубка з жаростійкої сталі (довжина 350 мм, зовнішній діаметр 10... 12 мм, товщина стінки 1,5...2 мм, діаметр отворів перфорації 1,5 мм); фарфорові прямокутні лодочки; керамічна пластинка товщиною не більше 5 мм з розмірами дещо меншими розмірів робочого простору муфельної печі; ареометр-індикатор для виміру кількості кисню, що подається; кисневий редуктор; хлористий кальцій або інша осушуюча речовина; газоподібний технічний кисень в балоні.

**Загальні відомості.** Золюю називається залишок, отриманий при спалюванні в тиглі певної вибірки палива. Різні види твердого палива на відміну від рідкого містять значну кількість золи.

Зола в твердому паливі може бути первинного (внутрішнього) і вторинного (зовнішнього) походження.

*Первинна зола* утворюється при тому, що згоряє палива з різних мінеральних домішок, що містяться у ньому.

*Вторинна зола* виходить із сторонніх мінеральних домішок, що потрапили в паливо при його добуванні, транспортуванні і зберіганні.

Кількість внутрішньої золи в паливі залежить від його складу: чим більше мінеральна частина палива, тим більше золи. Зола відноситься до баласту, і великий вміст її в паливі небажаний, оскільки при цьому істотно знижується теплова цінність палива. Крім того, при спалюванні твердого палива в топках різних теплових установок швидко нагромаджується шлак, і тому необхідно їх регулярно очищати.

Вміст золи в кам'яному вугіллі і торфі коливається в широких межах (5...25 % і більш).

Для визначення зольності бурого і кам'яного вугілля, антрациту, горючого сланцю, а також брикетів з них. існують три методи озолення: повільне, прискорене з природною вентиляцією і прискорене з подачею в муфельну піч кисню. В практикумі описані два з них.

Суть методу визначення зольності полягає в повному спалюванні навішування твердого палива і подальшому прожаренні зольного залишку.

**Проведення випробувань.** Повільне озолення з приготованої аналітичної проби зразка палива (кам'яне, буре вугілля або сланець), подрібненого в порошок і просіяного через сито (900 отворів на 1 см<sup>2</sup>) в заздалегідь прожарені і зважені лодочки беруть навішування масою по (1+0,1) г і поміщають їх в холодну муфельну піч. Для озолення кам'яного вугілля і антрациту температуру муфельної печі підвищують спочатку протягом 30 хвилин до 500 °С і протягом наступних 30...60 хвилин до 800...830°С.

Для озолення бурого вугілля і сланцю початкову температуру муфельної печі підвищують протягом 30 хвилин до 250 °С, наступні 30 хвилин — до 500 °С, а потім протягом 2 год - до 800...830°С.

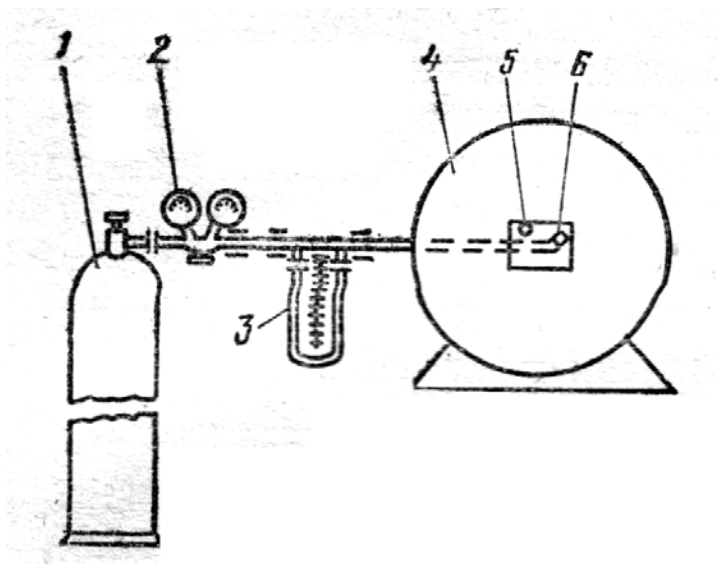
При кінцевій температурі прожарюють в закритій муфельній печі зольний залишок проби кам'яного вугілля протягом 1,5 год, бурого вугілля і сланцю — протягом 1 год.

Після завершення прожарення лодочки із зольним осадом виймають з печі, охолоджують на повітрі до температури навколишнього середовища, потім зважують з погрішністю не більше 0,0002 гр.

Прискорене озолення з подачею в муфельну піч кисню. Схема установки показана на рис. 1.

Муфельну піч розігрівають до температури 850... 875°С. По досягненні цієї температури встановлюють в піч пластину з лодочками і навішуваннями палива на яку-небудь підставку на рівні її паза. В такому положенні лодочки з навішуваннями витримують при озоленні кам'яного і бурого вугілля протягом 3 хв і при озоленні сланцю протягом 5 хв. Після цього пластину з лодочками поволі просувають в муфельну піч із швидкістю 2 см/хв, закривають дверці і з балона через редуктор подають кисень із швидкістю 3 л/хв.





**Рис.1. Схема установки для прискореного озолення з подачею в муфельну піч кисню: 1 — балон з киснем; 2 — манометр; 3 — ареометр; 4 — муфельна піч; 5 і 6 — отвори для термопари і для трубки.**

Тривалість озолення і температуру в муфельній печі в залежності від вигляду палива вибирають по таблиці 1.

Таблиця 1

Умови озолення різних видів палива

Вид палива	Температура в муфельній печі, °С	Тривалість оголення в лодочці, хв	
		№2	№3
Вугілля кам'яне	800...830	25	20
Вугілля буре	800...830	15	10
Горючий сланець	850...875	20	15

Після закінчення вибраного з таблиці часу озолення навішувань подачу кисню припиняють, пластинку з лодочками виймають з муфельної печі, охолоджують на повітрі до температури навколишнього середовища і зважують лодочки із зольним залишком.

**Обробка результатів.** Аналітичну зольність (%) випробовуваного палива підраховують по формулі:

$$A^{\text{л}} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} 100, \quad (1)$$

де:  $m_1$ ,  $m_2$  і  $m_3$  — маси відповідно прожареної лодочки, лодочки з навіскою випробовуємого палива і лодочки із залишком після озолення навіски палива, г.

За результат випробувань приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Для перерахунку результатів аналітичної проби на зольність  $A^l$  аналітичної проби на зольність другого стану палива, наприклад сухого одночасно із тієюж проби беруть навіски для визначення стану вологи  $W^l$  в аналітичній пробі.

Визначивши зміст вологи  $W^l$  в аналітичній пробі, підраховують зольність  $A^c$  (%) в сухому стані палива.

$$A^c = 100A^l / (100 - W^l), \quad (2)$$

Зольність аналітичної проби перераховують зольність  $A^p$  робочої маси палива по формулі:

$$A^p = A^l (100 - W^p) / (100 - W^l) \quad (3)$$

де  $W^p$  — робоча волога палива %.

Цей показник визначають по формулі

$$W^p = W^{6H} + \frac{W^l (100 - W^{6H})}{100} \quad (4)$$

де  $W^{6H}$  — Зовнішня волога палива

### **Зміст звіту.**

Звіт повинен мати:

- мета роботи
- порядок виконання
- схема приладу
- наслідки та висновки по проведеним дослідям.

### **Контрольні питання**

1. Якого походження буває зола у паливі?
2. Методика прискореного озолення?
3. Методика уповільненого озолення?
4. Як вираховується наявність золи в паливі?

### **Лабораторна робота №2**

## Визначення густини нафтопродукту

**Мета:** вивчити методи визначення густини нафтопродуктів і приведення її до стандартних умов.

**Прилади та обладнання:** набір нафтоденсиметрів, скляні циліндри, термометр з межею вимірювання від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , середня проба досліджуємого нафтопродукту об'ємом  $1000\text{ см}^3$ .

### Теоретичні основи.

**Густина** – це маса речовини, яка міститься в одиниці об'єму. В системі СІ густина вимірюється в  $\text{кг/м}^3$ , а на практиці найчастіше мають справу з безмірною величиною – відносною густиною. Це відношення маси речовини, при температурі визначення, до маси води при  $4^{\circ}\text{C}$  прийнята за  $1000\text{ кг/м}^3$ .

У стандартах передбачається визначити відносну щільність при  $+20^{\circ}\text{C}$  ( $\rho_4^{20}$ ). У тих випадках, коли температура визначення щільності відрізняється від  $+20^{\circ}\text{C}$  одержане значення густини при  $t^{\circ}\text{C}$ , приводять до стандартної за формулою

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \nu(t - 20) \quad (1.1)$$

де:  $\nu$  - температурна поправка на  $4^{\circ}\text{C}$  (знаходять за розрахунковими таблицями; дивись додаток №1, змінюється в межах  $0,000515\dots 0,000910$ ).

$\rho_4^t$  - густина нафтопродукту при температурі заміру.

$t$  - температура у момент визначення густини.

Густина нафтопродукту – важливий його показник. Її необхідно знати для обліку витрати і нормування нафтобазису в одиницях маси ( $\text{кг/м}^3$ ), а при заправці видають в об'ємних одиницях (л.). Густина необхідно знати при визначенні годинної витрати і при налагоджуванні паливної апаратури. Крім того за густиною можна судити про вид нафтопродукту та їх змішування між собою.

Визначають щільність в виробничих умовах з допомогою нафтоденсиметрів, ареометрів, денсиметрів, але існують й інші методи, які застосовують при лабораторних випробуваннях (за допомогою пікнометрів, гідростатичних терезів).

Нафтоденсиметр являє собою скляну циліндричну посудину усередині якого вмонтовано баластна вага, шкала для підрахунку густини та термометр для

заміру температури нафтопродукту (дивись малюнок 1). Кожен нафтоденсиметр, ареометр, денсиметр розраховано на вимірювання густини у вузькому діапазоні. Для вимірювання густини різних нафтопродуктів необхідно мати декілька нафтоденсиметрів з межами вимірювання 0,69...1,00.

Нафтоденсиметрами радять виміряти щільність нафтопродуктів з в'язкістю не більше 200 мм.<sup>2</sup> при +50<sup>0</sup>С. Більш в'язкі нафтопродукти необхідно розбавляти рівним об'ємом гасу з відомою густиною. Готують суміш рідини, густину якої досліджують, а розчинником у відповідному співвідношенні (наприклад 1:2). Визначають густину суміші, а потім перераховують щільність рідини за формулою:

$$\rho_x = (2\rho_{\text{сум}} - \rho_{\text{розч}}) + \nu(t - 20) \quad (1.2)$$

де:  $\rho_x$  – густина в'язкості рідини; кг/м<sup>3</sup>

$\rho_{\text{сум}}$  – густина суміші; кг/м<sup>3</sup>

$\rho_{\text{розч}}$  – густина розчинника; кг/м<sup>3</sup>

#### Порядок виконання роботи:

Перед початком випробування витримують нафтопродукт, вимірювальні прилади та вимірювальний циліндр при температурі навколишнього середовища не менше 15...20 хвилин. Температура досліджуємого нафтопродукту не повинна відрізнятись від температури навколишнього середовища більше ніж на  $\pm 5^0\text{C}$ .

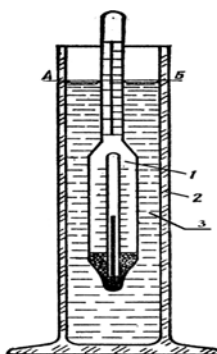


Рис. 1. Прилад для визначення густини

1.– нафтоденсиметр

2.– скляний циліндр

3.–нафтопродукт

Вимірювальний циліндр повинен мати діаметр у два рази більше діаметра нафтоденсиметра. Обережно по стінці, або по скляній паличці наливають нафтопродукт, у такій кількості, що при занурюванні у нього нафтоденсиметра рівень рідини не піднявся вище краю циліндра. Обережно занурюють в нафтопродукт чистий та сухий нафтоденсиметр, тримаючи його за верхню частину. Після занурювання чекають, поки він не займе положення рівноваги.

Нафтоденсиметри необхідно підбирати так, щоб рівень їх занурювання знаходився всередині шкали.

При визначенні щільності око повинно знаходитись на рівні меніска, значення її визначають по верхньому меніску. Одночасно заміряють температуру нафтопродукту. Знаючи щільність при температурі заміру ( $\rho_4^t$ ) визначають значення щільності.

### **Зміст звіту.**

Звіт повинен мати:

- мета роботи
- порядок виконання
- схема приладу
- наслідки та висновки по проведеним дослідом.

### **Контрольні запитання.**

1. З якою метою необхідно знати густину нафтопродукту ?
2. Які існують методи визначення густини нафтопродуктів і в чому їх сутність ?
3. Як привести густину до стандартних умов; що позначають при цьому індекси 20 та 4 ?
4. В чому особливості визначення густини в'язких нафтопродуктів ?

### ***Лабораторна робота № 3***

### **Визначення температури спалаху**

**Мета** – по аналізу температури спалаху провести оцінку якості масел, палива і встановити придатність для застосування у двигуні внутрішнього згорання з вказанням впливу існуючих відхилень показників на його роботу.

**Прилади та обладнання:**

- прилад для визначення температури спалаху у відкритому тиглі по ГОСТ 1369-42
- термометр по ГОСТ 215-83
- бензин-розчинник по ГОСТ 443-86
- шкаф сушильний

**Теоретичні основи.**

Температура спалаху, це найнижча температура, при якій пари нафтопродукту, нагріваемого в певних умовах, утворюють з навколишнім повітрям суміш, яка спалахує при піднесенні до неї відкритого вогню.

Температура спалаху характеризує вогнебезпечку усіх нафтопродуктів. У сучасний час температура спалаху є нормативним показником змащувальних масел, дизельних палив, а також Т-1, ТС-1, освітлювальних і тракторних гасів, і бензинів –розчинників. По температурі спалаху можна скласти уяву про характер вуглеводів, що входять в його склад, а також про наявність легкокиплячих компонентів. Висококиплячі вуглеводні підвищують температуру спалаху і навпаки низько киплячі знижують її. Під час роботи двигуна при поданні бензину, або дизельного палива в змащувальне масло, його температура спалаху значно знижується, масло розріджується і збільшуються його витрати. Наприклад, при введенні в автомобільне масло 1% бензину, температура спалаху знижується з 200<sup>0</sup>С до 170<sup>0</sup>С, присутність в маслі 6% бензину зменшує температуру спалаху майже у два рази.

На температуру спалаху впливає атмосферний тиск і вологість повітря. Чим вище атмосферний тиск, тим вища температура спалаху.

Зміна температури спалаху при зміні тиску на 1 кПа складає

$$\frac{0,0345 \cdot 1000}{133,32} = 0,258^{\circ}C \quad (4.1)$$

Температура спалаху з урахуванням поправки на барометричний тиск можна вирахувати по наступній формулі

$$T = t + 0,258(101,3 - \rho) \quad (4.2)$$

де  $\rho$  - барометричний тиск при визначенні температури спалаху, кПа;

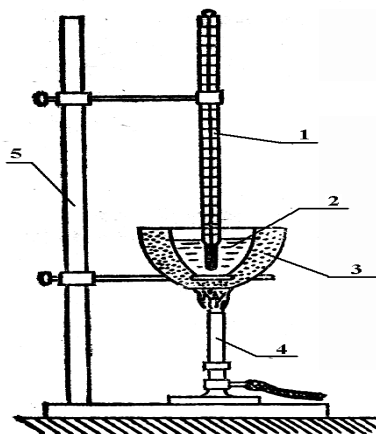
$t$  - спостерігаємо температура спалаху при тиску  $\rho$ ,  $^{\circ}C$ .

Підвищена вологість повітря знижує температуру спалаху, так як при цьому у пароповітряній суміші парціальний тиск повітря зменшується за рахунок присутності водяних парів.

В залежності від умов експлуатації нафтопродукту для визначення його температури спалаху застосовують прилади відкритого або закритого типу, які розрізняються між собою умовами випаровування в них досліджує мого нафтопродукту. У відкритому приладі температура спалаху буде вищою у порівнянні з температурою спалаху визначеною у закритому приладі.

### Апаратура.

Температура спалаху визначається приладом відкритого типу ГОСТ 1369-42. Прилад складається з тигля 1, встановленого у пісчану баню 2, термометра 3, нагрівальний прилад 4, і запальний пристрій (Рис.1).



**Рис. 1. Прилад для визначення температури спалаху у відкритому тиглі.**

**1-термометр, 2-нафтопродукт, 3- тигель, 4-нагрівальний пристрій, 5- штатив.**

### Проведення експерименту.

Дослідження можна проводити тільки тоді, коли в маслі утримується не більше 0,1% води.

Напередодні дослідження тигель промивають бензином і висушують, потім його встановлюють в баню на дно якої насипан шар піску (8-5 мм.) Простір між тиглем і банею заповнюють піском так, щоб рівень його був на 12 мм. нижче краю тигля.

В тигель наливають досліджуємо масло до рівня на 12 мм. нижче краю тигля, якщо температура спалаху масла до  $210^{\circ}\text{C}$  і на 18 мм., якщо температура більше.

Прилад закривають кожухом для захисту від різкого руху повітря. Нагрівають до  $100^{\circ}\text{C}$  з швидкістю  $10^{\circ}\text{C}$  за 1 хвилину.

Дослідження починають за  $10^{\circ}\text{C}$  до очікуємої температури спалаху. На відстані 10-14 мм. від поверхні досліджуемого масла через кожні  $2^{\circ}\text{C}$  проводять полум'ям запального пристосу. Довжина полум'я повинна бути 3...4 мм., тривалість дослідження 2...3 сек. За температуру спалаху приймають температуру, при якій спостерігається перебіг і швидко зникаючого полум'я.

При повторному визначенні температури спалаху беремо нову порцію досліджуемого масла.

### Звіт про виконану роботу.

У звіті повинні бути наведені схеми приладів, необхідний розрахунковий і графічний матеріал, короткий опис методів визначення показників якості нафтопродукту, результати спостережень і розрахунків. Потім результати дослідження заносять в таблицю.

Таблиця 4

#### Результати експерименту

Показник	Дані ГОСТа	Визначенні дані
1	2	3
Температура спалаху, $^{\circ}\text{C}$		

Продовження таблиці 4

1	2	3
Дизельне паливо		



Масло: - моторне - трансмісійне		
---------------------------------------	--	--

### **Контрольні запитання**

1. Що характеризує температура спалаху?
2. Що таке “ температура спалаху “
3. Що покладено в основу класифікації марок моторних масел?
4. У якій залежності змінюється температура спалаху?
5. На скільки груп розділені трансмісійні марки масел?
6. Як залежить температура спалаху від атмосферного тиску?
7. Як впливає температура спалаху дизельного палива на роботу двигуна?

### ***Лабораторна робота №4***

### **Визначення корозійних властивостей бензину**

### **Теоретичні основи**

При застосуванні бензини стикаються з різними металами і сплавами і викликають їх корозійне руйнування. Корозії піддаються резервуари, трубопроводи, паливні баки, деталі карбюратора і т.п. Корозійні властивості бензинів обумовлені що містяться в них органічними кислотами, водорозчинними кислотами і лугами, сірчистими з'єднаннями.

Органічні кислоти в невеликій кількості містяться в автомобільних бензинах. Вони створюються в процесі окислення киснем повітря нестабільних вуглеводнів бензину при транспортуванні і зберіганні. Найбільшою корозійною активністю володіють нафтові кислоти, які особливо сильно руйнують кольорові метали — свинець і цинк. Органічні кислоти, взаємодіючи з металами, утворюють в бензині мила, які випадають у вигляді пластівців і засмічують систему живлення двигуна.

Сірчисті з'єднання бензинів можуть бути умовно розділені на *активні* і *неактивні*. До активних відносяться елементарна сірка, сірководень і меркаптани, до неактивних - сульфіді, дисульфіді і т.д. Активні сірчисті з'єднання кородують метал навіть при низьких температурах; їх присутність в бензинах неприпустима. Неактивні сірчисті з'єднання не корродують метал, але при тому, що згоряє утворюють корозійно-агресивні оксиди сірки  $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$ . При пуску непрогрітого двигуна і відносно низькій температурі продуктів горіння можлива конденсація водяної пари, що утворюється в результаті згоряння водороду в паливі. Оксиди сірки розчиняються в воді і утворюють сірчану і сірчисту кислоти. Під дією цих кислот відбувається низькотемпературна електрохімічна корозія циліндропоршневої групи. Якщо температура згоряння достатньо висока і водяна пара не конденсується відбувається високотемпературна суха газохімічна корозія.

Масова частка сірки в автомобільних бензинах для різних марок бензинів коливається від 0,05 до 0,12%. Знос двигуна зростає з підвищенням вмісту сірки в бензині. В результаті сірчистої корозії деталей погіршуються його потужнісні і економічні показники.

Водорозчинні кислоти і луги можуть потрапити в бензин при використуванні забрудненої тари або залишитися в ньому після очищення

сірчаною кислотою або лугом на нафтопереробному заводі. Водорозчинні кислоти кородують всі метали, а луги — алюміній, тому їх присутність в бензинах не допускається.

**Проведення випробувань.** Для з'ясування корозійних властивостей бензину визначають кислотність і присутність водорозчинних кислот і лугів, проводять випробування на мідній пластині.

*Визначення кислотності.* Кислотність бензину виражається в міліграмах гідроксиду калія, необхідного для нейтралізації органічних кислот, що знаходяться в 100 мл палива. По діючих ГОСТах на автомобільні бензини цей показник знаходиться в межах від 0,8 до 3 мг на 100 мл палива.

Метод полягає у витяганні з бензину кислих з'єднань 85%-вим розчином етилового спирту при нагріванні і подальшому титруванні їх 0,05% спиртним розчином гідроксиду калія у присутності індикатора. При випробуванні в конічну колбу місткістю 250 мл наливають 50 мл бензину. В іншу конічну колбу такої ж місткості наливають 50 мл 85%-кового етилового спирту, закривають пробкою із зворотнім водяним або повітряним холодильником і кип'ятять протягом 5 хвилин. В колбу з прокип'яченим спиртом додають 8... 10 крапель індикатора нитрозинового жовтого. Потім гарячий спирт нейтралізують при безперервному помішуванні 0,05% спиртним розчином гідроксиду калія до першого переходу жовтого забарвлення в зелене. Далі в колбу з гарячим спиртом підливають випробовуваний бензин і кип'ятять вміст колби із зворотним холодильником протягом 5 хвилин при періодичному перемішуванні (2...3 рази).

Гарячу суміш титрують 0,05% спиртним розчином гідроксиду калія при безперервному інтенсивному перемішуванні до переходу жовтого (жовтої з відтінками) забарвлення суміші в зелену (зелену з відтінками). Забарвлення повинне бути стійким протягом 30 с. Якщо гаряча суміш буде відразу зеленого або зеленого з відтінками забарвлення, то її не титрують, оскільки в цьому випадку органічні кислоти у випробовуваному бензині відсутні.

Кислотність  $K$  випробовуваного бензину знаходять по формулі:

$$K = \frac{V_2 T 100}{50}, \quad (1)$$

де  $V_2$  — об'єм 0,05% розчину гідроксида калія, що витрачається на титрування, мл;  $T$  — об'єм розчину гідроксида калія, мг/мл; 50 — об'єм випробовуємого бензину, мл.

За результат випробування беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень.

*Випробування на мідній пластинці.* Випробування дії бензину на мідну пластинку при підвищеній температурі служить якісною пробою на присутність активних сірчистих з'єднань. Навіть при незначній концентрації елементарної сірки в бензині мідна пластинка, поміщена в нього на 3 год. при 100°C, покривається блідосіrimи плямами, а при великому вмісті сірки за той же час при нагріві до 50°C — чорним нальотом. У присутності сірководню мідна пластинка набуває сірого кольору з червоними розводами. Менш чутлива мідна пластинка до дії меркаптанів.

Для випробування застосовують пластинки з електролітичної міді розміром 40x10x2 мм. Пластинки ретельно шліфують, промивають спиртом і ефіром і висушують на фільтрованому папері. Випробовуваний бензин наливають в пробірку заввишки 150 мм і діаметром 15...20 мм приблизно до половини її висоти і опускають в нього щипцями мідну пластинку. Пробірку закривають кірковою пробкою і занурюють у водяну баню. Температура води в бані повинна бути 50°C, а рівень води — вище за рівень бензину в пробірках. Пробірки витримують в бані протягом 3 год., потім мідні пластинки виймають і промивають у фарфоровій чаші ацетоном або спиртобензольною сумішшю. Для кожного зразка бензину проводять два паралельні випробування.

Якщо мідна пластинка покрита чорним, темно-коричневим, сіруватосталевим нальотом або плямами, то вважається, що бензин не витримав випробування на мідній пластинці.

*Визначення присутності водорозчинних кислот і лугів.* Метод полягає у витяганні водорозчинних кислот і лугів з бензину водою або водними розчинами спирту і визначення їх присутності за допомогою індикаторів.

В ділильну воронку наливають 50 мл випробовуваного бензину і 50 мл дистильованої води, нагрітої до 50...60°C. Протягом 5 хв перемішують вміст воронки. Мінеральні кислоти і луги, присутні в бензині, розчиняються у воді. Потім дають відстоятися нижньому водному шару, і в дві пробірки наливають по 1...2 мл витяжки, що відстоялася.

В одну з пробірок з витяжкою додають дві краплі розчину метилового оранжевого і порівнюють її колір з кольором такого ж об'єму дистильованої води, в яку додають дві краплі того ж індикатора. Якщо витяжка забарвлюється в рожевий колір, то у випробовуваному бензині присутні водорозчинні кислоти.

В другу пробірку з витяжкою додають три краплі розчину фенолфталеїну. За наявності водорозчинних лугів витяжка забарвлюється в рожевий або червоний колір.

Якщо витяжки від метилового оранжевого або фенолфталеїну не забарвлюються в рожевий або червоний колір, то бензин не містить водорозчинних кислот і лугів.

### ***Контрольні питання***

1. На які групи можуть бути розділені сірчисті з'єднання бензину?
2. Як впливають активні сірчисті сполуки бензину на метал?
3. Що утворюють при згорянні неактивні сполуки бензину?
4. В яких межах коливається масова доля сірки в бензинах?
5. Розкажіть методику визначення кислотності бензину?

### ***Лабораторна робота №5***

#### **Визначення фракційного складу**

##### **Прилади та обладнання :**

- Прилад для перегонки висококип'ящих рідин ПВЖ за ТУ 25-11-886-77
- Годинник або секундомір
- Електронагрівач

- Середня проба нафтопродукту об'ємом 200мл

### **Теоретичні основи.**

Паливо перед згорянням у двигуні повинно перейти у пароподібний стан і перемішатися з повітрям. Випарування палива характеризується складом і тиском насичених парів. Пальна суміш утворюється в спеціальному приладі – карбюраторі. Процес сумішоутворення полягає в розпилюванні, випаруванні, перемішуванні бензину з такою кількістю повітря, яка необхідна для його згоряння.

**Бензин** – це складна суміш легких ароматичних, нафтових, парафінових вуглеводнів та їх похідних.

**Випаровуємість** 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 широкому діапазоні температур (30...205°C). Випаровуємість бензину оцінюється по температурних межах його википання і по температурах википання 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 прогрівання, прийомистість та інші експлуатаційні показники.

На малюнку приведена крива розгону бензину і вказані його основні фракції — пускова, робоча і кінцева. Пускову фракцію бензину складають самі низькокиплячі вуглеводні (перші 10% об'єму дистиляту). У робочу фракцію входять дистиляти від 10 до 90 % об'єму і в кінцеву — від 90% об'єму до кінця кипіння бензину. По Госту фракційний склад бензину нормують п'ятьма характерними температурами: почток перегонки, перегонки 10%, 50 і 90% об'єму і кінця кипіння.

Фракційний склад бензину повинен бути таким, щоб забезпечилися хороший пуск двигуна і швидкий розгін автомобіля, низька питома витрата палива, рівномірний якісний і кількісний розподіл горючої суміші по циліндрах двигуна, мінімальний знос поршнів і циліндрів.

Температура початку перегонки і перегонки 10% бензину характеризують пускові властивості палива. Якщо в бензині недостатньо низькокипячих фракцій, то при пуску холодного двигуна частина бензину не встигає випаруватися і потрапляє в циліндри в рідкому стані. Горюча суміш виявляється збідненою, вона не спалахує від електричної іскри і пуск двигуна стає неможливий. Рідкий бензин в циліндрах змиває мастило, а в картері двигуна розріджує моторне масло. Тому у момент пуску і при подальшому прогріванні спостерігається тертя деталей циліндропоршневої групи без достатньої кількості змащувального матеріалу. Змащувального масла виявляється недостатньо для осідання на поверхнях деталей міцної плівки. В цьому випадку створюється знос деталей двигуна, так званий пусковий знос, ступінь якого залежить від кількості бензину, що не випарувався, тривалості пуску і прогрівання двигуна і швидкості відновлення масляної плівки на циліндрах. Чим менше випаровується бензину у впускній системі двигуна, тривалий пуск і гірше подача змащувального масла до деталей, що труться, тим значніше пусковий знос. Вміст низькокипячих вуглеводнів в сучасних автомобільних бензинах контролюється трьома показниками: температурою початку перегонки, температурою перегонки 10 % бензину і тиском насиченої пари.

Відповідно до стандартів, що діють, температура початку перегонки літніх автомобільних бензинів повинна бути не нижче 35 °С, а 10 % бензину повинні перегонитися при температурі не вище 70 °С. Температура початку перегонки зимових бензинів не нормується, а 10 % бензину повинно перегонятися при температурі не вище 55 °С. Завдяки цьому на літніх бензинах забезпечується пуск холодного двигуна при температурі навколишнього повітря вище - 10 °С, у літній період не утворюється парових пробок. Застосовуючи зимові бензини, можна пустити холодний двигун при температурі повітря - 26...- 28 °С. Поява парових пробок за цих умов практично виключено.

Температура перегонки 50% бензину, яка характеризує швидкість прогрівання і прийомистість двигуна, нормується для робочої фракції (об'єм дистилятів від 10 до 90%).

**Прогрівання** двигуна триває від моменту пуску до створення стійкого режиму роботи. В кінці прогрівання на режимі холостого ходу досягається майже повне випаровування бензину у впускному трубопроводі. Чим легше фракційний склад і нижче температура перегонки 50 % бензину, тим швидше 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 з малої частоти обертання до більшої при різкому відкритті дросельної заслінки. Для забезпечення хорошою прийомистістю двигуна потрібно, щоб циліндри двигуна у момент дроселювання наповнювалися багатою горючою сумішшю. При різкому відкритті дросельної заслінки у впускний трубопровід поступає велика порція холодного повітря і рідкого бензину, що приводить до різкого погіршення умов паротворення через нестачу теплоти для повного випаровування палива.

Якщо бензин має високу температуру перегонки 50 % палива, то деяка частина висококиплячих вуглеводнів, що складають робочу фракцію палива, в системі живлення не випаровується. В цьому випадку горюча суміш збіднена, і двигун не розвиває високої частоти обертання колінчастого валу і навіть може зупинитися.

Для відновлення теплового режиму системи живлення двигуна потрібний якийсь час. Теплова рівновага встановлюється тим швидше, чим краще йде процес випаровування і сумішоутворення, чим більше в бензині низькокиплячих вуглеводнів. Отже, прийомистість двигуна багато в чому залежить від температури перегонки 50 % бензину. З пониженням цієї температури прийомистість поліпшується і час розгону автомобіля скорочується. Оптимальний розгін автомобіля спостерігається при такій випаровуваності бензину, при якій створюється горюча суміш з повітрям і пари палива в співвідношенні 12:1.



Якщо випаровуємість бензину гірша, а значить, вище температура перегонки 50 % палива, то утворюється бідна суміш і час розгону автомобіля збільшується.

Температура перегонки 50 % літнього бензину повинна бути не більше 115 °С, зимового — не більше 100 °С. При таких температурах забезпечується швидке прогрівання і хороша прийомистість двигуна під час експлуатації автомобіля.

Температури перегонки 90% і кінця кипіння бензину характеризує повноту його випаровування. Якщо в бензині міститься 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 і потрапляють в циліндри у вигляді рідини. Деяка частина її випаровується і згорає, а частина, що залишилася, стікає по стінках циліндра і змиває з них змащувальне масло. Потрапляючи в картер двигуна, важкі фракції бензину розріджують масло і знижують його в'язкість. У тих місцях, де змито змащувальне масло, спостерігаються тертя без змащувального матеріалу і підвищений знос деталей.

При використанні бензинів з високою температурою кінця кипіння підвищується знос двигуна, збільшується кількість відкладень на деталях двигуна і збільшується витрата палива.

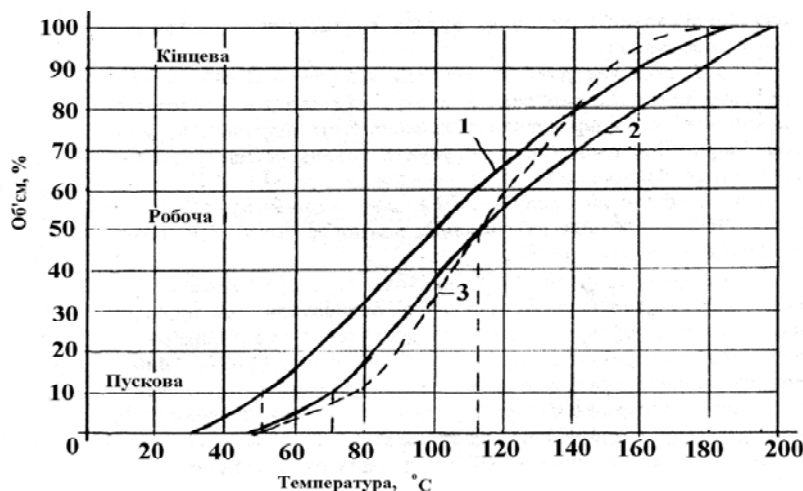
Температура перегонки 90 % палива для літнього автомобільного бензину повинна бути не вище 180° С, зимового — не вище 160° С. Кінець кипіння літнього бензину повинен бути не вище 195° С, зимового — не вище 185° С.

Випарування характеризує швидкість та повноту переходу бензину з рідкого до пароподібного стану і визначаються його хімічним складом. Випарування бензину оцінюється по температурним межах його викіпання і по температурам викіпання його окремих частин – фракцій.

Фракційний склад встановлює залежність між кількісним вмістом фракцій палива ( в процентах за об'ємом ) і температурою, при якій воно переганяється. Від фракційного складу бензину залежить пуск двигуна, час

його прогрівання і прийомистість, спрацювання деталей циліндропоршневої групи; витрата палива, масла, токсичність відпрацьованих газів тощо.

На малюнку 1 приведені криві розгонки бензину і вказані його основні фракції.



**Рис. 1. Криві розгонки бензину**

**1 – зимовий**

**2 – літній**

**3 – авіаційний**

Температура початку перегонки та перегонки 10 % бензину характеризує пускові якості бензину. Якщо в бензині недостатньо низькокип'ящих фракцій, то при запуску двигуна частина бензину не встигає випаруватись і потрапляє у циліндри в рідкому стану. Чим менше випаровується бензину у впускній системі двигуна, тим довший пуск двигуна; гірша подача змашувального масла до вузлів тертя, тим значніші пускові зношування.

Якщо бензин має дуже низьку температуру  $t_{10\%}$  то на прогрітому двигуні, особливо в спеку, під капотом в системі живлення можуть випаровуватись легко киплячі вуглеводні, утворюючи пари. При цьому вони порушують подачу палива з паливного баку до бензонасоса.

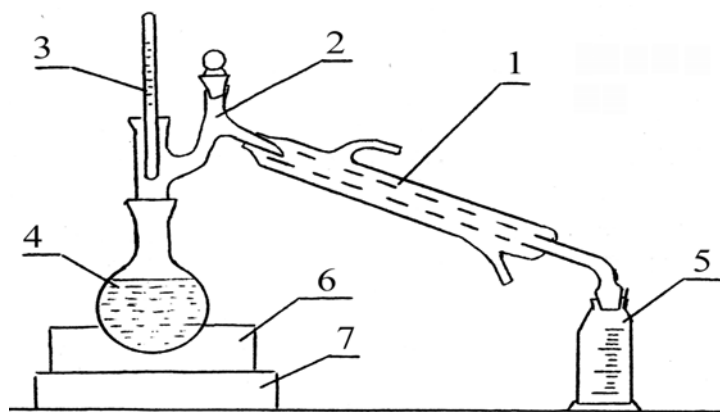
Тому початок випаровування бензину повинен бути  $t_{\text{м}} = +35^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{10\%}$  для зимових бензинів  $+55^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{10\%}$  для літніх бензинів  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Після пуску двигуна інтенсивність його прогрівання і прийомистість (інтенсивність розгону автомобіля до певної швидкості після різкого відкриття дросельної заслінки) залежить від температури перегонки 50 % бензину ( $t_{50\%}$ ).

Чим нижча ця температура тим легше випаровуються середні фракції бензину, забезпечуючи стійку роботу двигуна на режимі холостого ходу і добру його прийомистість.

Температура перегонки 50% палива для автомобільних бензинів становить 100...115 °С.

За температурою перегонки 90% ( $t_{90\%}$ )- і температурою кінця кипіння ( $t_{\text{кк}}$ ) роблять висновок про інтенсивність і повноту згоряння робочої суміші, про наявність у бензині важких /хвостових/ фракцій. При наявності важких фракцій паливо випаровується неповністю, що приводить до нерівномірного розподілу пальної суміші між циліндрами розрідження масла паливом, підвищення спрацювання двигуна і витрати палива.



**Рис. 2. Прилад для перегонки висококипящих рідин ПВЖ.**

**1 – холодильник; 2 – насадка Н-2КШ; 3 –термометр; 4 – колба; 5 – мірний циліндр; 6 – пісчана баня; 7 – нагрівальний прилад.**

#### **Порядок виконання роботи.**

Фракційний склад визначають за ГОСТ 2177-82 за допомогою спеціального пристрою, рис. 2

Сухим, чистим вимірювальним циліндром виміряти 100 мл бензину і обережно налити його у колбу 4. У насадку 2 вставити термометр 3 так, щоб вісь термометра співпала з віссю насадки, а верх ртутної кулі знаходився на рівні нижнього краю відвідної трубки.

Рівномірно нагрівати колбу 4 так, щоб до падіння першої краплі дистилату з кінця трубки холодильника у циліндр пройшло 5-10 хвилин.

Температуру у момент падіння першої краплі, записати як температуру початку перегонки (початок кипіння). Далі перегонку ведуть з рівномірною швидкістю 4-5 мл за 1 хвилину.

Через кожні 10 мл продукту, отриманого в вимірювальному циліндрі, записують температуру.

Кінець кипіння вважається температура, при якій термометр покаже найбільшу температуру, а потім почне знижуватися. Колбу припинити нагрівати, дати час щоб частина дистилату стекла на протязі 5 хвилин і записати об'єм рідини у циліндрі.

Таблиця 5

Фракційний склад.

Найменування показників	Температура, °С	
	Дані досліду	дані ГОСТ
1	2	3
Початок розгонки		
Переганяється: 10%		
20%		
30%		
40%		
50%		
60%		
70%		
80%		
90%		
Кінець кипіння		
Залишок у колбі		

Побудувати графік фракційної розгонки по даним досліду і граничним значенням ГОСТ.

Мінімальна температура повітря, при якій можливий легкий запуск двигуна на досліджуємому зразку бензину

$$t_n^0 = 0,5 t_{10\%} - 50,5 \quad (5.1)$$

Висновки про вплив фракційного складу досліджуємого бензину на роботу двигуна.

**Контрольні запитання.**

1. Якими показниками характеризується випаровування палив?

2. Які властивості палива характеризують температури  $t_{\text{м}}$
3. Дайте визначення температури початку розгонки і кінця кипіння.
4. Як визначають температуру кінця кипіння?
5. Як впливає бензин на роботу двигуна, якщо температура перегонки 50% вище допустимих значень по ГОСТ?
6. Що таке „прийомистість „?
7. Який вплив здійснює бензин на роботу двигуна, якщо температура кінця його кипіння вище допустимих значень по ГОСТ?

### ***Лабораторна робота 6.***

#### **Визначення концентрації фактичних смол**

**Мета** – по аналізу концентрації фактичних смол провести оцінку якості пального, встановити придатність його використання в двигунах внутрішнього згоряння, а також вказати вплив існуючих відхилень показників на його технічний стан.

#### **Теоретичні основи.**

Фактичні смоли це високомолекулярні з'єднання, продукти реакції окислення, полімеризації і конденсації ненасичених вуглеводнів.

Смоли в бензині утворюють липкі, в'язкі осадки темного, коричневого кольору. Відкладаючись на деталях системи живлення, вони зменшують подачу палива, при потраплянні в циліндр двигуна утворюють нагар, що призводить до закоксування кілець і зависання клапанів. Крім того, із збільшенням вмісту смол знижується детонаційна стійкість бензину.

Концентрація фактичних смол обмежена і встановлена в міліграмах на 100мл бензину / ГОСТ 8489-85/.

### **Прилади та обладнання:**

- пристрій для визначення концентрації фактичних смол ПОС-77;
- міри місткістю 50,100 мл скляні, технічні, циліндри мірні місткістю 500, 250 мл;
- щипці тигельні;
- оксикатор по ГОСТ 6371-73;
- вода дистильована по ГОСТ 6709-72;
- папір фільтрувальний по ГОСТ 12026-76.

### **Порядок виконання.**

Визначення концентрації фактичних смол проводиться по ГОСТ 8489-58 у пристрої марки ПОС-77.

Прилад ПОС-77 (рис. 1) призначений для визначення концентрації фактичних смол у моторному паливі.

У корпусі розміщений термостат 14, що являє собою циліндр із алюмінієвого сплаву. У нижній частині термостата вмонтований нагрівач 15 і датчик температури 13. У термостаті виконані чотири кармана 10 для установки стаканів: двох з випробуваним паливом і двох з дистильованою водою. Кишені термостата закриваються кришками 11. Для одержання водяної пари служать порожнини (пароперегрівники) Усередині термостата перебуває система каналів для входження водяного пару у стакани з паливом і виходу парів палива й водяної пари в холодильник.

На передній панелі приладу розміщений індикатор 3, вимикач мережі живлення 5, перемикачі задатчика температури 4, сигнальний годинники 1 з рукояткою пуску 2. Холодильник 8 являє собою металеву посудину, що з'єднується з паропроводом термостата. Холодильник постачений трубою 6 для зливу конденсату, отвором із пробкою 16 для видалення осадових продуктів і трубою 7 повітряного холодильника.

Водяна пара, що утвориться в кишенях термостата, де містяться стакани з водою, надходить по каналах пароперегрівника, а потім через ніпелі по каналах - у стакани з паливом. Звідти разом з парами палива він виходить у паропровід і далі в холодильник.

Постійна температура в термостаті підтримується автоматичним пристроєм, основна частина якого — електронний терморегулятор 12.

Перед випробуванням стакани, призначені для визначення фактичних смол, а також нижні кінці трубок, розташовані на кришках, промивають розчинником - толуолом, ацетоном або спиртотолуольної сумішшю (1:4).

Прилад включають у мережу напругою 220В вимикачем 5. Залежно від виду випробуваного палива за допомогою кнопкового перемикача 4 задатчики температури встановлюють наступний температурний режим: для бензину 160°C, для гасу 180°C, для дизельного палива 225 °C.

Призначене для випробування паливо фільтрують через паперовий фільтр. Якщо в паливі присутня вода, то його збовтують зі свіжо прожареним сірчаноокислим натрієм протягом 10...15 хв і фільтрують через паперовий фільтр.

Промиті склянки встановлюють у кишені приладу, нагрітого до температури випробування, закривають кришками й витримують 20 хв. Потім знімають кришки, через 2 хв виймають щипцями з кишень склянки, прохолоджують їх 40 хв в ексикаторі й зважують (з погрешністю не більше 0,0002 г).

Відмірюють вимірjuвальним циліндром і наливають у стакани для води дистильовану воду в наступних кількостях: 25 см<sup>3</sup> при випробуванні бензину, 35 — гасу, 60 см<sup>3</sup> — дизельного палива. Потім також вимірjuвальним

циліндром або піпеткою відміряють у дві склянки для палива по 25 см<sup>3</sup> бензину, 20 см<sup>3</sup> гасу або по 10 см<sup>3</sup> дизельного палива. Склянки з паливом ставлять у кишені, нагріті до заданої температури, у цей момент лампочка індикатора гасне. Кишені зі склянками, наповненими паливом, обережно й щільно закривають кришкою так, щоб ніпелі увійшли в канали в кришці, а притерті площини кришок і кишень герметично стикалися одна з іншою. негайно після цього ставлять у кишені склянки з водою й теж щільно закривають кришками //1. Пускають сигнальний годинник 1 поворотом рукоятки 2 пуски вправо на час випробувань (60 хв). Як тільки прозвонить дзвінок, відкривають кришки кишень. Через 2 хв щипцями виймають склянки, ставлять їх на підставку, потім поміщають в ексікатор, прохолоджують 40 хв і зважують на аналітичних вагах з погрешністю не більше 0,0002 г.

Таблиця 1

Температура та об'єм випробованного палива.

Назва палива	Температура випробування, °C	Об'єм випробованого палива см <sup>3</sup>
1	2	3
Бензин	160	25
Гас	180	20
Дизельне	225	10



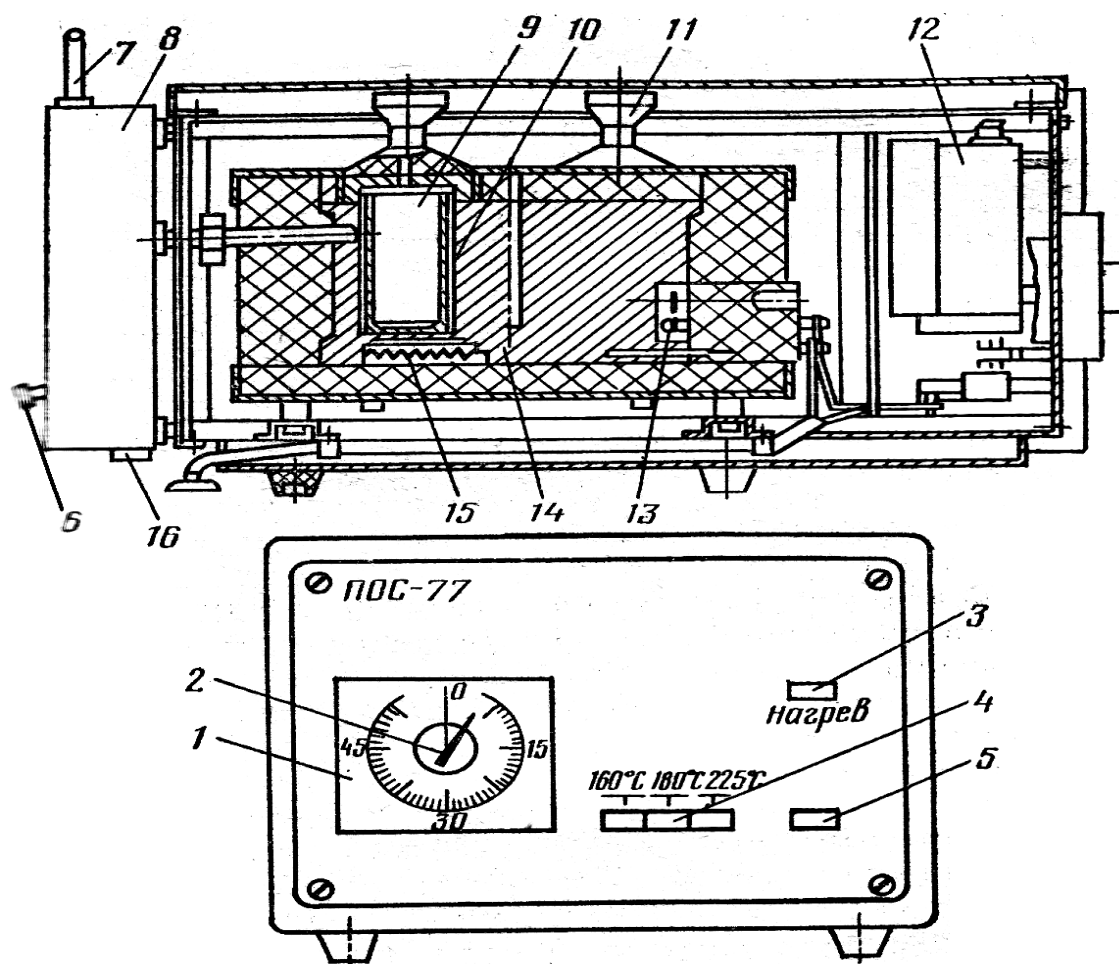


Рис. 1. Пристрій ПОС-77

1-сигнальний годинник; 2-ручка пуску сигнального годинника; 3-індикатор; 4-перемикач показника температури; 5-вимикач мережі електроструму; 6-трубка; 7-трубка холодильника; 8-холодильник; 9-стакан для палива; 10-кишеня; 11-кришка кишені; 12-електронний термометр; 13-показник температури; 14-термостат; 15-нагрівач; 16-пробка,

Стакан з паливом ставимо у кишені, нагріті до потрібної температури, закриваємо кришками, так щоб ніпелі увійшли в канали у кришці. Пускаємо сигнальний годинник на час випробування 60 хвилин. Як тільки продзвонить дзвоник виймаємо стакани, ставимо їх у ексікатор, охолоджуємо 40 хвилин і знову визначаємо вагу на аналітичних терезах.

**Звіт про виконану роботу**

Таблиця 2

## Вплив концентрації фактичних смол на роботу двигуна

Марка досліджує-мого палива	Вага стакану		Об'єм палива см <sup>3</sup>	Формула розрахунку концентрації	Визначений показ-ник	Норматив-не значення
	Чистого сухого мг $M_1$	з смола-ми мг $M_2$				
Авіаційний бензин			25	КФС		5
Автомобільн ий						10
Бензин А-72			25	$КФС = \frac{(M_2 - M_1) \cdot 100}{V}$		7
АИ-93						40
Дизельне паливо			10			30

### Контрольні запитання.

1. Які смоли називаються фактичними?
2. Чому стандартами нормується кількість фактичних смол у паливі?
3. Які причини збільшення кількості фактичних смол?
4. Як вираховується концентрація фактичних смол?
5. Які методи застосовуються для визначення концентрації фактичних смол?

### Лабораторна робота №7

#### Визначення октанового числа автомобільного бензину

## Теоретичні основи.

Швидкість розповсюдження полум'я при нормальному згорянні палива складає приблизно 25...35 м/с. Іноді за певних умов згорання може перейти у вибухове, детонаційне, при якому полум'я розповсюджується із швидкістю 1500...2500 м/с. При цьому утворюються детонаційні хвилі, які багато разів відображаються із стінок циліндра.

При детонації з'являються різкі дзвінкі металеві стукоти в двигуні, трясіння двигуна, періодично спостерігаються чорний дим або іскри у випускних газах. В результаті перегріву підвищений знос деталей, з'являються тріщини, вигоряють поршні і клапани.

Відкладення на днищі поршня збільшують ступінь стиснення двигуна і схильність палива до детонації. Утворення нагару в зоні поршневих кілець підвищує температуру поршня і детонацію.

Алюмінієві головки циліндрів краще відводять теплоту, ніж чавунні, тому температура робочої суміші і детонація знижуються.

*Октанове число* служить показником детонаційної стійкості бензинів.

**Проведення випробувань.** Октанові числа визначають двома методами: моторним і дослідницьким. Обидва методи полягають в порівнянні детонаційної стійкості випробовуваного і еталонного палива. Так визначають детонаційну стійкість автомобільних бензинів і їх компонентів з октановими числами до 110 одиниць.

Інтенсивність детонації випробовуваного бензину регулюють зміною ступеня стиснення одноциліндрової установки.

Значення октанового числа позначають умовними індексами: *M* — для моторного методу і *I* — для дослідницького, наприклад А-76 або АИ-95.

Еталонним паливом служать **ізооктан**, нормальний гептан і ізооктан з різним вмістом тетраетилсвинцю. Детонаційну стійкість ізооктана приймають рівну 100 одиниць, нормального гептана — 0. При додаванні в ізооктан тетраетил свинцю отримують еталонні суміші з октановим числом до 110 одиниць.

Октанове число, рівне 100 і нижче, позначає об'ємну частку ізооктана в суміші з нормальним гептаном, яка по інтенсивності детонації рівноцінна випробовуваному паливу при порівнянні їх в умовах випробування.

Моторний метод визначення октанового числа. В цьому випадку застосовують одноциліндрову установку типу УИТ-65 або аналогічну із змінним ступенем стиснення. Інтенсивність детонації заміряють і реєструють детонометром ДП-60 або ДП-77 з магнітострикційним датчиком.

Контрольним паливом служать суміші толуолу, ізооктана і нормального гептана. З ізооктана і нормального гептана готують еталонні проміжні суміші, з яких при додаванні еталонного ізооктана одержують суміші з октановим числом від 40 до 100. Еталонні і контрольні суміші складають за об'ємом і бережуть в герметичній тарі в прохолодному місці.

Перед випробуванням, згідно інструкції, регулюють і настраюють електронний детанометр на стандартну інтенсивність детонації, перевіряють установку по контрольному паливу.

При визначенні октанових чисел по моторному методу дотримують певні умови (див. табл.1).

Пускають двигун, регулюють склад паливоповітряної суміші на максимальну інтенсивність детонації і ступінь стиснення для отримання стандартної інтенсивності детонації на випробовуваному паливі, порівнюють випробовуване паливо з еталонними сумішами.

Перед пуском двигуна перевіряють наявність охолоджуючої рідини в системі охолодження, зазори в клапанах, переривнику і іскровій свічці запалення. Підігрівають картерное масло до 50...60 °С і включають детонометр. Подають воду в змійовик конденсатора і вихлопний ресівер. Заправляють бачок карбюратора паливом і встановлюють ступінь стиснення, що забезпечує відсутність детонації. Включають електродвигун, запалення, підігрівачі повітря, паливо повітряну суміш і подачу палива з бачка карбюратора. Пускають двигун, прогрівають його протягом 20...25 хв. і потім встановлюють стандартний режим випробування.

Таблиця1.

Режим роботи двигуна при визначенні октанових чисел по моторному  
методу

Найменування показника	Норма
Частота обертання колінчастого вала двигуна, $\text{с}^{-1}$ (об/хв.)	$15 \pm 0,15$ (900)
Тиск масла, Па ( $\text{кгс/см}^2$ )	$1,96 \pm 0,310$ (1,96)
Температура, $^{\circ}\text{C}$ :	
масла	$60 \pm 10$
охолоджувальної рідини	$100 \pm 2$
Повітря, що потрапляє в карбюратор	$50 \pm 5$

При сталому робочому режимі на випробовуваному бензині регулюють склад паливоповітряної суміші на максимальну інтенсивність детонації. Встановлюють ступінь стиснення такою, щоб інтенсивність детонації була нижчою за стандартну (приблизно 40...45 поділок по показнику детонації). Записують рівень палива по мірному склу. Потім збагачують суміш, підвищуючи рівень палива через інтервали в один розподіл, і для кожного положення рівня реєструють інтенсивність детонації. Так продовжують до тих пір, поки свідчення показника детонації не впадуть на три-чотири поділки в порівнянні з найбільшим значенням.

Далі встановлюють рівень палива по мірному склу карбюратора в положення, яке відповідає максимальному свідченню показника детонації. Потім знижують рівень палива через інтервал в одну поділку до тих пір, поки свідчення показника детонації не зменшаться на три-чотири поділки від максимального значення. Рівень палива встановлюють на поділці, при якому була найбільша детонація, або між поділками, при яких спостерігалася детонація однакового ступеня. Знайдене таким чином положення рівня палива відповідає регулюванню складу суміші на максимальну інтенсивність детонації.

При роботі на випробовуваному бензині після регулювання складу паливоповітряної суміші на максимальну інтенсивність детонації зміною ступеня стиснення доводять свідчення показника детонації до 55 поділок. Отриманий ступінь стиснення не змінюють протягом всього подальшого випробування.

Порівняння випробовуваного бензину з еталонними сумішами полягає в підборі двох сумішей, що розрізняються не більше ніж на дві октанові одиниці, причому одна з них повинна детонувати сильніше, а інша слабніше, ніж зразок

випробовуваного бензину. Орієнтовно оцінюють детонаційну стійкість випробовуваного бензину за свідченнями індикатора ступеня стиснення.

Другий бачок карбюратора заповнюють еталонною сумішшю з октановим числом, близьким до передбачуваного октанового числа випробовуваного бензину, і переводять двигун на роботу на цій суміші. Далі регулюють склад паливоповітряної суміші на максимальну інтенсивність детонації і з'ясовують, чи детонує ця суміш сильніше або слабше, ніж випробовуваний бензин. З урахуванням отриманих результатів в третій бачок карбюратора заливають еталонну суміш з великим або малим октановим числом. Потім перемикають кран карбюратора на цей бачок, регулюють склад паливоповітряної суміші на максимальну інтенсивність детонації і фіксують свідчення показчика детонації.

Якщо свідчення показчика детонації при роботі на випробовуваному бензині знаходяться між свідченнями еталонних сумішей, обчислюють приблизне значення октанового числа випробовуваного бензину за отриманими свідченнями показчика детонації. Послідовно застосовуючи три бачки карбюратора, відрегульовані на максимальний ступінь детонації, повторно реєструють аналогічну серію свідчень.

Число показників показчика детонації повинне бути наступним: два на випробовуваному бензині і два на кожному еталонному паливі, якщо різниця оцінок, знайдених з першої і другої серій свідчень, не перевищує 0,3 октанової одиниці і середнє свідчення показчика детонації випробовуваного бензину складає  $(55 \pm 3)$  поділки; три на випробовуваному бензині і три на кожному еталонному паливі, якщо різниця оцінок відповідно не перевищує 0,5 октанової одиниці, а оцінка, отримана з третьої серії свідчень, знаходиться між оцінками першої і другої серій і середнє арифметичне значення свідчень випробовуваного бензину знаходиться в межах  $(55 \pm 3)$  розподілу.

*Визначення октанових чисел дослідницьким методом.* При визначенні октанових чисел по дослідницькому методу застосовують ту ж одноциліндрову установку, що і при моторному методі. Проте режим дослідницького методу більш «м'який» в порівнянні з моторним методом (див. табл. 2), у зв'язку з цим

октанове число одних і тих же бензинів виходить на чотири — дев'ять одиниць вище.

Визначення октанових чисел по дослідницькому методу проводять в тій же послідовності і по аналогії, що і при визначенні октанових чисел по моторному методу.

Таблиця 2

Режим роботи двигуна при визначенні октанових чисел по дослідницькому методу

Найменування показника	Норма
Частота обертання колінчастого вала двигуна, $\text{с}^{-1}$ (об/хв.)	$10 \pm 0,1$ ( $600 \pm 6$ )
Тиск масла, Па ( $\text{кгс/см}^2$ )	$1,96 \pm 0,3$ ( $1,96 \pm 0,3$ )
Температура, $^{\circ}\text{C}$ :	
масла	$60 \pm 10$
охолоджувальної рідини	$100 \pm 2$
Повітря, що потрапляє в карбюратор	$52 \pm 1$

**Обробка результатів.** Визначають середнє арифметичне значення свідчень показника детонації на випробовуваному бензині і двох еталонних сумішах.

Октанове число  $A$  випробовуваного бензину знаходять методом інтерполяції по формулі:

$$A = A_1 + (A_2 - A_1) \frac{a_1 - a}{a_1 - a_2} \quad (1)$$

де  $A_1$  і  $A_2$  — процентний (за об'ємом) вміст ізооктана в еталонній суміші, що детонує сильніше і слабніше випробовуваного бензину % за об'ємом;  $a$  — середнє арифметичне відліком по показнику детонації для випробовуваного палива;  $a_1$ ,  $a_2$  - середнє арифметичне результатів з відліком по укажчику детонації для сумішей  $A_1$  і  $A_2$ .

Октанове число, визначене з погрішністю до другого десяткового знака, округляють до першого десяткового знака.

**Контрольні питання**

1. Що таке детонація?
2. Які фактори впливають на детонацію?

3. Що таке октанове число?
4. Які є методи визначення октанового числа бензину і у чому полягає їх сутність?
5. розтлумачте будь ласка марку бензинів?

### ***Лабораторна робота №8***

#### **Визначення цетанового числа дизельного палива по збігу спалахів**

**Загальні відомості.** Процеси сумішоутворення і згоряння палива в дизелях, особливо високооборотистих, відбуваються за дуже короткий час, який відповідає  $15...20^\circ$  повороту колінчастого валу. Цей час приблизно в 10 разів менше ніж в карбюраторних двигунах.

Горюча суміш високооборотних дизелів утворюється безпосередньо в циліндрі.



Якість сумішотворення і згоряння палива залежить від тиску і температури стислого повітря, концентрації пари палива в повітрі, тонкості розпилювання, випаровуваності і хімічного складу палива. Хімічний склад палива є вирішальним чинником, що визначає температуру самозаймання, період затримки запалювання і швидкість розповсюдження полум'я в горючій суміші.

*Період затримки запалювання* в дизелі передує процесу самозаймання. Цей період тривається від початку подачі палива в камеру згоряння до моменту його запалювання.

В період затримки запалювання відбувається цілий ряд фізикохімічних процесів: розпилювання палива, перемішування його з повітрям, нагрівання до температури стислого повітря і випаровування. Одночасно з цим протікають складні хімічні реакції багатостадійного окислення вуглеводнів. В горючій суміші утворюються нестійкі кисневмісні з'єднання — перекиси, гідроперекиси, альдегіди і т. п., які потім розпадаються. Цей розпад супроводиться виділенням частини (10... 15 %) енергії, що міститься в паливі, і слабим холодним голубим свіченням. В результаті передполумєневих реакцій виділяється теплота, підвищується температура горючої суміші, збільшується швидкість хімічних реакцій, холоднополумєневий процес переходить в гарячий, відбувається самозаймання і горіння палива.

Дизельне паливо складається в основному з парафінових, нафтових і ароматичних вуглеводнів. Найбільш схильні до окислення і самозаймання парафінові вуглеводні, більш стійкі нафтени і найстійкіші — ароматичні вуглеводні.

Якщо період затримки запалювання дуже великий, то суміш спалахує із запізненням, при цьому в циліндрі дизеля нагромаджується і спалахує велика порція палива. Це викликає різке наростання тиску, виникають стукоти, спостерігається так звана жорстка робота. В цьому випадку збільшуються знос деталей, прорив газів в картер двигуна, витрата палива.

Якщо при повороті колінчастого валу на  $1^\circ$  тиск в циліндрі зростає на 0,25...0,5 МПа, то робота м'яка, на 0,6...0,9 МПа — жорсткий, а більш ніж на 1

МПа — дуже жорстка, що викликає швидкий знос двигуна. Оцінкою samozаймистості служить *цетанове число*, залежне від хімічного складу палива.

*Цетанове число* дизельного палива дорівнює вмісту (% за об'ємом) цетана в суміші з альфаметилнафталіном, еквівалентної по займистості випробовуваному паливу.

**Проведення випробувань.** Цетанове число дизельного палива визначають по методу збігу спалахів на одноциліндрових моторних установках типу ИТ9-3, ИТ9-3М і ИТД-69. Моторна установка ИТ9-3 показана на рис.1.

В таблиці 1 приведені умови, які слід дотримувати при визначенні цетанових чисел на моторній установці.

При визначенні цетанового числа застосовують первинне і вторинне еталонне паливо.

*Первинне еталонне паливо* - це суміш цетана і альфаметилнафталіна. Займистість цетана прийнята за 100 одиниць, а альфаметилнафталіна — за 0. Цетан при тому, що згоряє в дизелі дає невеликий період затримки запалювання і забезпечує м'яку роботу двигуна. Альфаметилнафталін дуже важко окислюється і спалахує, дає великий період затримки запалювання і дуже жорстку роботу двигуна.

Вторинне еталонне паливо — це суміш газойля прямої перегонки з парафіністих малосірчистих нафт. Випробування полягає в порівнянні samozаймистості випробовуваного дизельного палива і еталонного. Samozаймистість випробовуваного дизельного палива визначають таким чином. Двигун запускають після попереднього підігріву картерного масла до 55...60°C. Прогрівають і встановлюють робочий режим двигуна на товарному дизельному паливі, потім в паливний бак 2 (рис.1.) заливають випробовуване дизельне паливо і перемикають на нього моторну установку. Під час роботи двигуна на випробовуваному паливі зміною положення рейки паливного насоса високого тиску встановлюють витрату палива  $13 \pm 0,5$  мл/хв.

Регулюючи зазор між контактами індикатора впорскування і мікрометричного гвинта паливного насоса, добиваються, щоб кут випередження впорскування палива складав  $13^\circ$  до в. м. т.

Встановлюють критичну ступінь стиснення. Критичний ступінь стиснення — це якнайменший ступінь стиснення, при якому двигун працює без пропусків самозаймання.

Потім остаточно настроюють індикатори впорскування і запалювання, забезпечені неоновими лампочками. Спочатку добиваються, щоб лампочки індикатора на ободі маховика давали суцільні смуги світла. Потім регулюють індикатори до появи зрізаючого кінця смуги неонові лампочки, що світиться. Встановлюють ступінь стиснення збігу спалахів неонових ламп, при цьому зрізаючі кінці смуг індикаторів впорскування і запалювання, що світяться, повинні знаходитися на одному рівні. Таке положення двох смуг, що світяться, із зрізаючими кінцями на ободі маховика свідчить про збіг спалахів індикаторів впорскування і запалювання. В цьому випадку різниця між моментом впорскування і запалювання складатиме  $13^\circ$  повороту колінчастого валу.

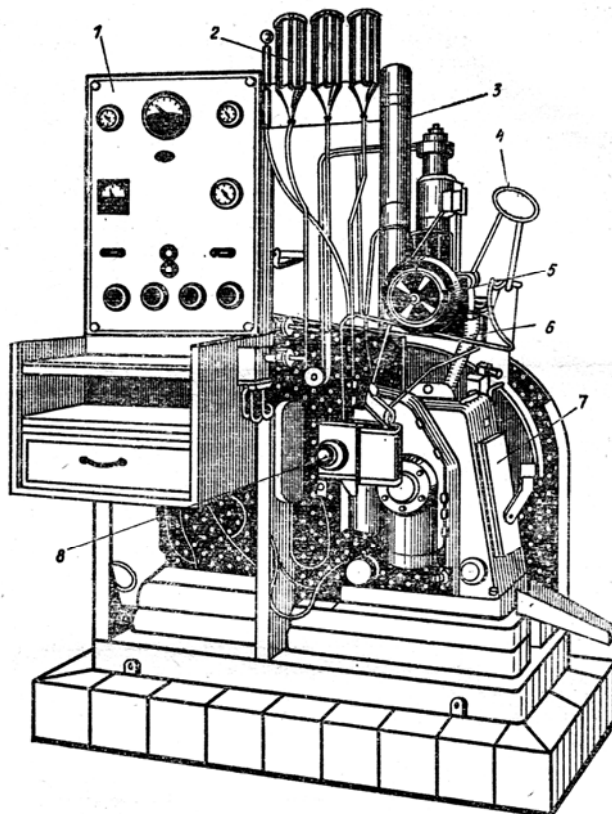
Порівняння випробовуваного дизельного палива з еталонними полягає в підборі двох сумішей з цетана і альфаметилнафталіна. Одна суміш повинна давати збіг спалахів неонових ламп при більшому ступені стиснення, інша — при меншій, ніж ступінь стиснення збігу спалахів, знайдений для випробовуваного дизельного палива. Ці суміші повинні розрізнятися не більше ніж на чотири цетанові одиниці. Визначають ступені стискання збігу спалахів для випробовуваного палива і еталонних сумішей поперемінно не менше 3 разів.

Таблиця 1

Режим роботи двигуна при визначенні цетанового числа

Найменування показника	Норма
Частота обертання колінчастого валу, $\text{хв.}^{-1}$ (об/хв.)	$900 \pm 10$
Ступінь стискання	Змінна від 7 до 23
Температура, $^\circ\text{C}$ :	
охладжувальної рідини в зарубашечному просторі циліндра	$100 \pm 2$
води, що охолоджує форсунку	$38 \pm 3$
повітря при впускі в двигун	$65 \pm 1$
масла в картері	50...60

Тиск впорскування палива, МПа	104±0,4
Кут випередження впорскування палива, град до ВМТ	13
Кількість впорскує мого палива, мл/хв	13±0,5



**Рис.1. Моторна установка ИТ9-3 для визначення цетанового числа дизельного палива: 1 — пульт керування; 2 — паливний бак; 3 — електропідігрівач повітря; 4 — дзеркало для спостереження за спалахами; 5 — механізм зміни ступеня стиснення; 6— форсунка; 7 — одноциліндровий дизель 8 — насос високого тиску.**

Вміст цетана  $x$  (%) за об'ємом) в первинній еталонній суміші цетана і альфаметилнафталіна, еквівалентній по самозаймистості випробовуваному дизельному паливу, знаходять по формулі

$$x = A_1 + (A_2 - A_1) \frac{a_1 - a}{a_1 - a_2} \quad (1)$$

де  $A_1$  — вміст цетану (%) по об'єму) в первинній еталонній суміші, що дає співпадання спалахів при більшому ступеню стискання, ніж випробуєме дизельне паливо (суміш з меншим метановим числом);  $A_2$  — те ж для суміші, що дає спів падання спалахів при меншому ступеню стискання, ніж дизельне пальне, що випробовується(суміш з великим метановим числом);  $a$  — середнє арифметичне показників ступеня стискання при спів паданні спалахів для

дизельного палива, що випробовується;  $a_1$  – те ж для суміші цетану і альфаметилнафталіну, що відповідає  $A_1$ ;  $a_2$  – те ж для суміші цетану і альфаметилнафталіну, що відповідає  $A_2$

Випробовуване дизельне паливо порівнюють з вторинними еталонними сумішами по тій же методиці і в тій же послідовності, що і з сумішами з цетана і альфаметилнафталіну. Результати визначення цетанових чисел по збігу спалахів указують в цілих одиницях.

### ***Контрольні питання***

1. Що характеризує цетанове число?
2. Який елемент впливає на підвищення цетанового числа в паливі?
3. Коли робота дизеля вважається м'яка, а коли жорстка?
4. Розкажіть методику визначення цетанового числа?
5. Що таке первинне еталонне паливо?

### ***Лабораторна робота №9***

#### **Визначення в'язкості нафтопродукту**

**Мета:** по аналізі фізико-хімічних показників мастила провести оцінку його експлуатаційних якостей і встановити придатність для застосування у двигуні внутрішнього згорання з вказанням впливу існуючих відхилень показників на його роботу.

#### **Прилади та обладнання:**

- віскозиметр ВПЖ-2 ГОСТ10028-87
- Термометр ГОСТ 215-83
- Секундомір ГОСТ 5072-82
- Папір фільтрувальний ГОСТ 12026-86
- Вода дистильована ГОСТ 6709-82
- Віскозиметр типу ВУ ГОСТ 1532-89

### **Теоретичні основи:**

**В'язкість** –це властивість рідини чинити опір взаємному переміщенню її шарів під дією зовнішньої сили. Зовнішньою ознакою в'язкості є ступінь рухомості рідини, чим менше в'язкість, тим рідина рухоміша, і навпаки. Розрізняють динамічну, кінематичну і умовну в'язкість.

**Динамічна в'язкість** – коефіцієнт внутрішнього тертя – це відношення діючого торкаючої напруги до градієнта швидкості.

За одиницю динамічної в'язкості у системі СІ прийнята в'язкість рідини, яка створює опір в 1Н взаємному пересуванню двох шарів рідини площиною  $1\text{м}^2$  ; переміщаються з відносною швидкістю 1м/с.

Одиниці динамічної в'язкості являється Паскаль · секунду (Па с), а також

$$cП = mПа = 10^{-3} Па \cdot c \quad (2.1)$$

**Кінематична в'язкість** – питомий коефіцієнт внутрішнього тертя ( $\nu$ ) – служить мірою опору рідини течії під впливом гравітаційних сил.

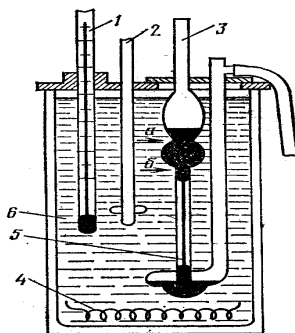
**Умовна в'язкість** – величина, яка показує у скільки разів в'язкість нафтопродукту при температурі вимірювання більша або менша в'язкості дистильованої води при температурі +20°C. Умовна в'язкість вимірюється в градусах умовної в'язкості (°ВУ)

Для переходу від умовної в'язкості до кінематичної використовують спеціальні таблиці або формулу :

$$\gamma_t = 10^2 \left( 0,0731^\circ \text{ВУ}_t - \frac{0.0631}{^\circ \text{ВУ}_t} \right), cSt \quad (2.2)$$

від в'язкості палива залежать його прокачуваність, сумішоутворення і економічність роботи двигуна, а від в'язкості масла –втрати потужності на тертя та спрацювання (знос) деталей, що труться.

Кінематичну в'язкість визначають по ГОСТ 33-86 з застосуванням капілярних скляних віскозиметрів по ГОСТ 10028-87, являючи собою у-подібну трубку, в одному коліні який маю калібровані шарові порожнини, переходячи у капілярну трубу а в другому розширювальну порожнину ( див. рис.1).



**Рис. 1 Прилад для вимірювання кінематичної в'язкості**

**1 – термометр 2 – мішалка; 3 – віскозиметр; 4 – електродіодігрівач; 5 – капіляр віскозиметра; 6 – термометр (бані).**

Встановити віскозиметрів в прилад для вимірювання кінематичної в'язкості. Нафтопродукт який знаходиться у віскозиметрі, занурюють не менше чим на 20 мм. нижче рівня рідини у бані і на 20 мм. над дном посудини.

### **Порядок виконання роботи.**

Сухий та чистий віскозиметр заповнюють попередню підігрітим моторним маслом та встановлюють у прилад, де встановили потрібну температуру. Віскозиметр витримують при заданій температурі не менше 15хвилин, сполучають коліно і1 з атмосферою і виміряють час пересування меніска нафтопродукту від мітки  $M_1$  до  $M_2$ .

### **Оробка результатів.**

Кінематичну в'язкість  $\gamma$  ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ) досліджуваного нафтопродукту визначають по формулі:

$$\gamma = c \cdot \tau \quad (2.3)$$

де  $c$  — постійна віскозиметра,  $\text{мм}^2/\text{с}$  (дана у свідоцтві про перевірку);  $\tau$  — середнє арифметична нафтопродукту у віскозиметрі,  $c$ .

### Визначення умовної в'язкості.

Загальний вигляд приладу для визначення умовної в'язкості зображено на рис. 2, який складається з двох посудин 2 і 3 які встановленні одна у другу і з'єднанні у нижній частині каліброваною трубкою діаметром 2,8 мм. Внутрішня посудина заповнюється досліджуваним нафтопродуктом, а зовнішній — 2 служить банею (водяною, масляною або гліцериновою) для нагрівання досліджуваного нафтопродукту до потрібної температури. Температура нафтопродукту і термостатуючої рідини вимірюється термометрами 4 і 6.

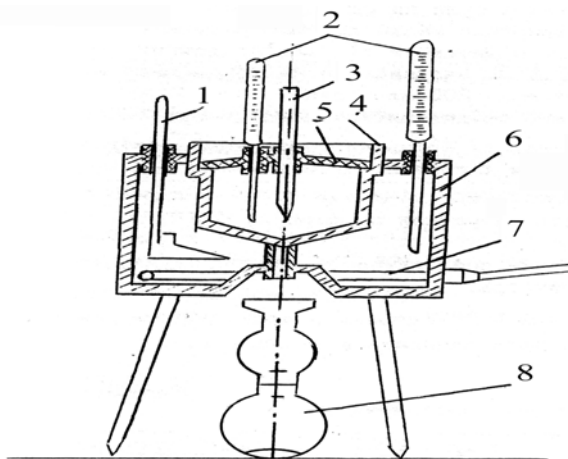


Рис. 2. Віскозиметр ВУ

1 — мішалка; 2 — термометри; 3 — штифт; 4 — внутрішній резервуар; 5 — кришка; 6 — зовнішній резервуар — термостат; 7 — нагрівальний елемент; 8 — скляна колба.

У чисту і суху внутрішню посудину 3 віскозиметра заливають досліджуваний нафтопродукт так, щоб при гачка були видні на поверхні і були на одному рівні. Підігріти досліджуване масло до температури  $+100^{\circ}\text{C}$  і витримати 5 хвилин, підставити під калібрований отвір колбу 8, підняти штифт 3, закриваючий калібрований отвір, і визначити час витікання 200 мл масла.

Час витікання 200 мл дистильованої води при  $+20^{\circ}\text{C}$  (водне число віскозиметра) крізь калібрований отвір трубки встановлюють зарання і повинно бути у межах від 50 до 52 секунд.

Умовна в'язкість розраховується по формулі:



$$\nu = \tau / c \quad (2.4)$$

де:  $\tau$  – час витікання досліджуваного нафтопродукту, с;

$c$  – постійна віскозиметра.

### Звіт про виконану роботу.

Результати досліду заносять у таблицю.

Таблиця 1.

#### Параметри в'язкості нафтопродукту.

Показник	Дані ГОСТу	Фактичні смоли
1	2	3
В'язкість кінематична(мм <sup>2</sup> /с)		
при 100 <sup>0</sup> С		
при 0 <sup>0</sup> С		
при... <sup>0</sup> С		
Умовна в'язкість		

### Контрольні запитання

1. Які вимоги ставляться до моторних і трансмісійних масел?
2. Як класифікуються моторні і трансмісійні масла?
3. Які масла випускають для карбюраторних і дизельних двигунів і трансмісій?
4. Які загущенні масла випускають для автотракторних двигунів?
5. З якою метою додають присадки до моторних і трансмісійних масел?
6. Як змінюється в'язкість при зміні температури і чим вона характеризується?
7. Що називається кінематичною в'язкістю і як її визначають?
8. Як визначається умовна в'язкість?
9. Що називається індексом в'язкості і як його визначають?

### ***Лабораторна робота №10***

#### **Визначення вмісту механічних домішок у моторному маслі**

**Прилади та обладнання:** водоструминний або вакуумний насос; сушильна шафа або термостат, що забезпечує температуру нагрівання 105... 110°C; водяна баня; аналітичні терези; набір скляного лабораторного посуду; промивна склянка з гумовою грушею; беззольні паперові фільтри «Червона стрічка»; бензин-розчинник для гумової промисловості; толуол; суміші етилового спирту і толуолу 1:4 (за об'ємом) і суміш етилового спирту етилового ефіру 4:1 (за об'ємом); випробовуваний зразок моторного масла.

**Загальні відомості.** Сторонні домішки, що містяться в маслах, в основному мінеральні, називаються механічними домішками.

За стандартом вміст механічних домішок в моторних маслах повинен не бути вищим 0,015 %.

Самі небезпечні механічні домішки в маслах – пісок і інші тверді частинки, що викликають абразивний знос деталей двигунів внутрішнього згоряння.

Механічні домішки заносяться при переробці нафти (глина, пісок, мінеральні солі), при очищенні масляних дистилятів (найдрібніші частинки вибілюючої глини, мінеральні солі) і при зберіганні, транспортуванні і заправці машин (головним чином пісок і глина).

Механічні домішки можуть бути знайдені найпростішими способами (якісно): оглядом зразка на прозорість, пробою на скло, па фільтрувальний папір, при відстоюванні.

Всі стандартні методи визначення механічних домішок в нафтопродуктах, у тому числі і в моторних маслах, — кількісні, засновані на ваговому аналізі. Методи кількісного визначення механічних домішок засновані на властивості вуглеводневої частини нафтопродуктів повністю розчинятися в органічних розчинниках. Що не розчинився в розчинниках залишок, затримуваний фільтром, підтверджує наявність в цьому розчині механічних домішок.

Вміст механічних домішок в моторних маслах для автотракторних дизелів і карбюраторних двигунів визначають лабораторним методом.

Сутність методу полягає у фільтруванні бензинового або толуольного розчину навішування випробовуваного масла, промиванні осаду на фільтрі розчинником, подальшому висушуванні і визначенні масової частки механічних домішок.

**Проведення випробувань.** *Перший спосіб.* Пробу випробовуваного масла 5 хв ретельно перемішують в місткості, заповненій не більше ніж на 3/4 її об'єму. Потім беруть навіску і поміщають в скляний стакан місткістю 600 або 1000 см<sup>3</sup>. Маса навіски масла залежить від в'язкості нафтопродукту і вмісту в ньому механічних домішок. Для масел з в'язкістю при 100°C не більше 20 мм<sup>2</sup>/с маса навіски (100±0,05) г, при в'язкості більше 20 мм<sup>2</sup>/с -- (50±0,01) г.

Потім в стакан з навіскою масла додають заздалегідь профільтрований і підігрітий розчинник. В якості розчинника використовують бензин або толуол

(для масла з присадками і підвищеним лужним числом). Кількість розчинника або кратність розчинення навіски масла також залежить від в'язкості масла: при  $v \leq 20$  мм<sup>2</sup>/с відношення об'єму розчинника до маси навіски від 2 до 4 і при  $v \geq 20$  мм<sup>2</sup>/с - від 4 до 6.

Розчин масла ретельно перемішують в стакані скляною паличкою і фільтрують через заздалегідь підготовлений фільтр «Червона стрічка».

Підготовка фільтру полягає в промиванні його тим же розчинником, яким розчиняють навішування, висушуванні його при температурі 105... 110°C і доведенні до постійної маси. Стаканчик з фільтром після кожної витримки в сушильній шафі (перша протягом 45 хв, подальші не більше 30 хв) закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі і зважують з погрішністю не більше 0,0002 г. Сушать фільтр до тих пір, поки між двома послідовними зважуваннями розбіжність буде не більше 0,0004 г. Після цього фільтр поміщають у воронку, укріплену в штативі над колбою і обережно наливають розчин масла по скляній палиці на 3/4 висоти фільтру. Залишки розчину і механічні домішки із стінок стакана змивають гарячим чистим розчинником також у воронку.

Якщо в маслі присутня вода, то розчин випробовуваного масла спочатку відстоюють протягом 10...20 хв, після чого зливають, залишаючи відстій. Після фільтрації розчину відстій розбавляють 5:1...15:1 (за об'ємом) кількістю спиртоэфірній суміші і фільтрують через той же фільтр. У воронку кожену нову порцію розчину наливають після того, як попередня стікла достатньо повно.

Після фільтрації розчину осад на фільтрі промивають за допомогою промивної склянки з гумовою грушею підігрітим розчинником до тих пір, поки стікаючий розчинник не стане безбарвним, а на фільтрі не залишиться слідів масла.

Після промивання фільтр з осадом поміщають в той же стаканчик для зважування, в якому сушився чистий фільтр, ставлять в сушильну шафу і сушать не менше 1 год при температурі  $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Потім стаканчик виймають з сушильної шафи, закривають кришкою і переносять на 30 хв для

охолодження в ексікаторі, після чого його зважують з погрешністю не більше 0,0002 г.

Якщо вміст механічних домішок не перевищує норми, допустимої ГОСТом на масло, фільтр до постійної маси не доводять.

Масову частку  $X$  (%) механічних домішок обчислюють по формулі

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} 100, \quad (1)$$

де  $m_1$  — маса стаканчика для зважування з фільтром і механічними домішками, г;  $m_2$  — маса стаканчика для зважування з чистим фільтром, г;  $m$  — маса навіски випробовуваного масла, г.

За результат випробування приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень. Якщо масова частка механічних домішок менше 0,005%, то вважають, що вони відсутні.

При визначенні вмісту механічних домішок в маслах (наприклад, відпрацьованих), що повільно фільтруються, фільтрувати розчин навіски випробовуваного масла і промивати залишок на фільтрі можна під вакуумом. Для цього воронку гарячого фільтрування через гумову пробку приєднують до спеціальної колби, яка сполучена з вакуумним насосом. При такому фільтруванні не можна допускати, щоб розчин скипав.

Описаний спосіб визначення вмісту механічних домішок має ряд недоліків. По-перше, він не дозволяє визначити всі механічні домішки в нафтопродукті, оскільки частина їх розміром менше 5...6 мк проходить через пори паперових фільтрів. По-друге, на доведення фільтрів до постійної ваги, фільтрацію розчину і промивання осаду витрачається значний час і витрачається велика кількість розчинника. Ці недоліки особливо помітні при аналізі проб відпрацьованих масел. В цих маслах міститься велика кількість з розмірами 1...3 мк, які вільно проходять через пори паперових фільтрів.

*Другий спосіб.* Сутність полягає у фільтрації розчину випробовуваного масла під вакуумом, але через спеціальні мембранні (нітроцелюлозні) фільтри, щільність яких оцінюється водопроникненням. Найбільш придатні для

нафтопродуктів фільтри з водопроникністю від 3 до 6 хв. Ці фільтри затримують механічні домішки з розмірами частинок більше 1 мк.

Розчин проби випробовуваного масла готують по методиці, описаній вище.

Мембранний фільтр поміщають в стаканчик для зважування і сушать його протягом 30 хв при температурі 100...102°C, після чого стаканчик охолоджують із закритою кришкою в ексікаторі і зважують на аналітичних терезах з погрішністю не більше 0,0002 г.

Фільтр поміщають між двома кільцевими картонними прокладками поверх латунної сітки в розбірну воронку, яку за допомогою гумової пробки закріплюють в горловині колби для вакуумного фільтрування. Колбу шлангом сполучають з вакуумним насосом.

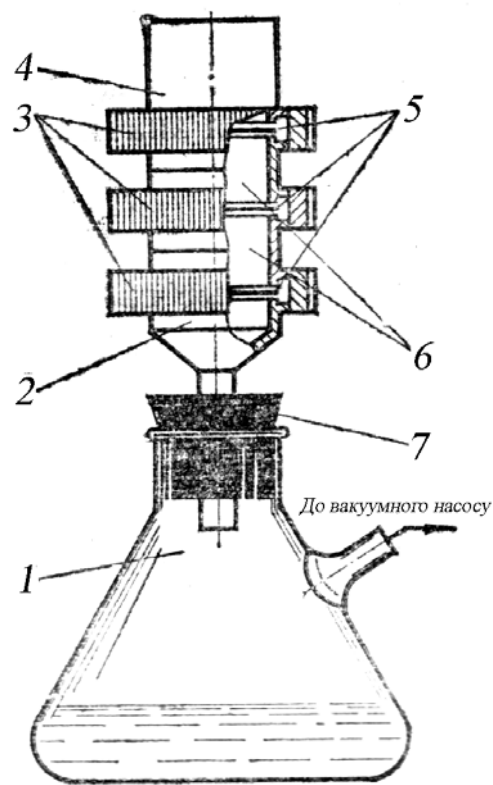
Створивши заздалегідь невелике розрідження в колбі, вливають у воронку розчин масла і повільно фільтрують. Потім вакуум поступово збільшують і доводять до 0,0266...0,0333 МПа.

Після закінчення фільтрування розчину осад на фільтрі ретельно промивають розчинником і після цього розбирають воронку. Фільтр з осадом поміщають в стаканчику в сушильну шафу, сушать при температурі 100...103°C протягом 20...25 хв, потім охолоджують в ексікаторі до кімнатної температури і зважують.

Масову частку  $X$  механічних домішок обчислюють по формулі

$$X = m_0 / m_3 \cdot 100, \quad (2)$$

де  $m_0/m_3$  — маси осаду і навішування випробовуваного масла, г.



**Рис.1. Схема фільтрувальної колонки**

**1 — колба; 2 і 4 — нижня і верхня частини фільтрувальної колонки; 3 - гайки 5 — мембранні фільтри; 6 — проміжні втулки колонки; 7 — пробки.**

За результат випробування приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Обидва способи дозволяють визначити масову частку механічних домішок, що містяться в моторному маслі, але не дають можливість розділити їх за розмірами на окремі фракції.

*Третій спосіб.* Для визначення масової частки механічних домішок у випробовуваному маслі з одночасним розділенням їх на фракції використовують фільтрувальну колонку (Рис.1.).

В колонку встановлюють заздалегідь доведені до постійної маси мембранні фільтри, що розрізняються розмірами пор, і крізь них фільтрують розчин випробовуваного масла.

Після закінчення фільтрування осідання на фільтрах промивають розчинником до повного видалення масла. Фільтри виймають з колонки,

поміщають в сушильну шафу, висушують при температурі  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$  протягом 20... 25 хв, після чого охолоджують в ексікаторі і зважують.

Масову частку окремих фракцій (за розмірами) механічних домішок, що містяться в маслах, обчислюють по різниці мас зважувань кожного фільтру до і після фільтрування.

Загальна кількість механічних домішок, що містяться в пробі досліджуваного масла, рівно сумі мас окремих фракцій механічних домішок.

### **Контрольні запитання.**

1. Що таке механічні домішки?
2. Яким чином потрапляють механічні домішки в масло?
3. У чому полягає сутність визначення механічних домішок за першим способом?
4. Які недоліки визначення механічних домішок за першим способом?
5. У чому полягає сутність визначення механічних домішок за другим способом?
6. У чому полягає сутність визначення механічних домішок за третім способом?

### ***Лабораторна робота №11***

#### **Визначення моторних властивостей та термоокислювальної стабільності змащувальних масел**

**Мета** — вивчити методи визначення моторних властивостей та термоокислювальної стабільності змащувальних масел. По аналізу встановити придатність для застосування у двигуні, вплив існуючих відхилень показників на якість роботи ДВЗ.

#### **Прилади та обладнання:**



- апарат Папок
- ексикатор ГОСТ 6371-83
- терези ТУ 30-3142-62
- годинник
- сушильний шкаф

### **Теоретичні основи.**

При роботі в двигуні фізичні і хімічні властивості змащувального масла змінюються. Внаслідок цього у маслі накопичуються нейтральні сполуки у вигляді смол, асфальтенов, карбонів і інших сполук глибокого окислення масел, а також кислі речовини – органічні кислоти. Продукти окислення масел сприяють утворенню лака і нагару на деталях поршневої групи, що може привести до закоксовування поршневих кілець.

Термоокислювальна стабільність характеризує властивість масла під дією високої температури утворювати на поверхні деталей двигуна лакові відкладення.

Термоокислювальна стабільність моторного масла вимірюється часом (хвилини), на протязі якого досліджуємо масло при температурі + 250°C перетвориться в залишок, складаючийся з 50% робочої фракції і 50% лаку.

**Моторні властивості** масла оцінюються випарованістю, кількістю робочої фракції і лаку, які утворюються за визначений час, а також критичною температурою лакоутворення, тобто максимальною температурою, при якій за 30 хвилин утворюється не більше 3% лаку.

Ці показники служать для умовної оцінки схильності масел до утворення лакових відкладень на деталях двигуна і ефективності присадок, зменшуючих лакоутворення.

**Проведення дослідів.** Для оцінки моторних властивостей і визначення термоокислювальної стабільності використовують апарат Папок (рис.6.1). В апарат входять набір сталевих випаровувачів діаметром 21,2мм для масла 0,035...0,04г, а також алюмінієві підставки для випаровувачів.

Перед випробуванням апарат встановлюють у витяжному шкафу, перевіряють по рівнеміру горизонтальність його розташування. Диск

встановлюють на нагрівальну пластину, у гніздо диска кладуть металевий сплав з температурою плавлення не вище 200°С (наприклад, сплав Вуда).

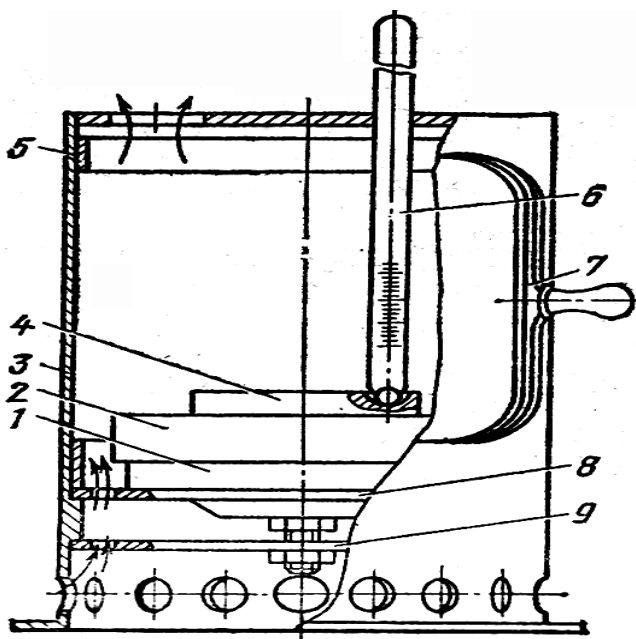
### Оцінка моторних властивостей масел.

Вмикають електронагрівальний елемент апарата і коли розплавиться метал занурюють в нього ртутний термометр. У чотири випаровача беруть досліджує мого масла по 0,05...0,02г. Коли температура досягне значення +250°С, диск витримують 10 хвилин, відкривають кришку і розміщують на диску випаровувачі, з досліджує мим маслом, пускають у хід секундомір і закривають кришку. Диск з випаровувачами нагрівають на протязі 30 хвилин, потім щипцями усі випаровувачі переносять на керамічну плитку. Охолоджують випаровувачі на протязі 10 хвилин на повітрі і 20 хвилин в ексикаторі і зважують. По отриманим даним вираховують випарованність масла.

Випарованність  $I_T^\tau\%$  досліджує мого масла при температурі  $T$  на протязі часу  $\tau$  визначають за формулою

$$I_T^\tau = \frac{m_1 - (m_3 - m_2)}{m_1} \cdot 100\% \quad (6.1)$$

де:  $m_1 m_2 m_3$  – маси масла, чистого випаровувача до досліді і випаровувача з залишками масла після випаровування в апараті Папок, г.



### Рис. 1. Апарат Папок.

1 - електронагрівальний елемент; 2 - нагрівальна пластина; 3 – металевий корпус; 4 – диск 5 і 9 – верхня та нижня кришки; 6 – термометр 7 – рухома скляна кришка; 8 – накладка.

Випаровувачі з залишками нафтопродуктів встановлюють на підставку, яку потім розташовують в насадку екстракційного апарату. Колбу з петролейним ефіром нагрівають так, щоб конденсат стікав з швидкістю 3-5 крапель у секунду. Екстрагують до тих пор, поки у насадці не з'явиться безколірний розчин. Потім витягують підставку з випаровувачами і розташовують їх в сушильній шафі, де витримують при температурі 100°С на протязі 30 хвилин. Після охолоджують, зважують випаровувачі з похибкою не більше 0,0002г. За результатами зважування знаходять кількість робочої фракції досліджуємого масла, витягнутим петролейним ефіром в екстракторі і залишок (лак) на випаровувачі.

Масову долю робочої фракції  $R\Phi_T^{\tau}\%$  досліджуємого масла при температурі  $T$  на протязі часу  $\tau$  знаходять по формулі:

$$R\Phi_T^{\tau} = \frac{m_3 - m_4}{m_1} \cdot 100\% \quad (6.2)$$

де:  $m_4$  - маса випаровувача з залишками лаку після екстрагування, г.

Критичну температуру лакоутворення знаходять нагріванням досліджуємого масла при температурі +250°С на протязі 30 хвилин. Якщо кількість лака буде більше 3%, то випробування повторюють при нижчій температурі на 5...10°С. Якщо кількість лака менше або дорівнює 3%, то температуру досліду збільшують.

#### Визначення термоокислювальної стабільності.

У чотири випаровувача беруть навіску досліджуємого масла з похибкою не більше 0,0002г: 0,035...0,040 для масел з кінематичною в'язкістю вище 8,5 (сСт.) при +100°С; (0,2±0,0005)г. – для масел до 8,5(сСт.) при +100°С.

Випробування проводять так, як для оцінки моторних властивостей. Після потемнення масляної плівки знімають з диска один випаровувач і відмічають час. Ті, що залишилися знімають по одному через кожні 5...10 хвилин для масел без присадок і через 20 хвилин – для масел з присадками. Випаровувачі охолоджують на повітрі 10 хвилин, в ексикаторі 15...20 хвилин і зважують. По результатам зважування визначають випарованність масла.

Випаровувачі з залишком встановлюють на підставку залишком донизу, або залишком догори, екстрагують, заносять у сушильну шафу охолоджують і визначають масову долю робочої фракції та масову долю лакової фракції.

Масова доля лака  $L_T^{\tau}\%$  при температурі  $T$  на протязі часу  $\tau$  вираховують по формулі:

$$L_T^{\tau} = \frac{m_4 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (6.3)$$

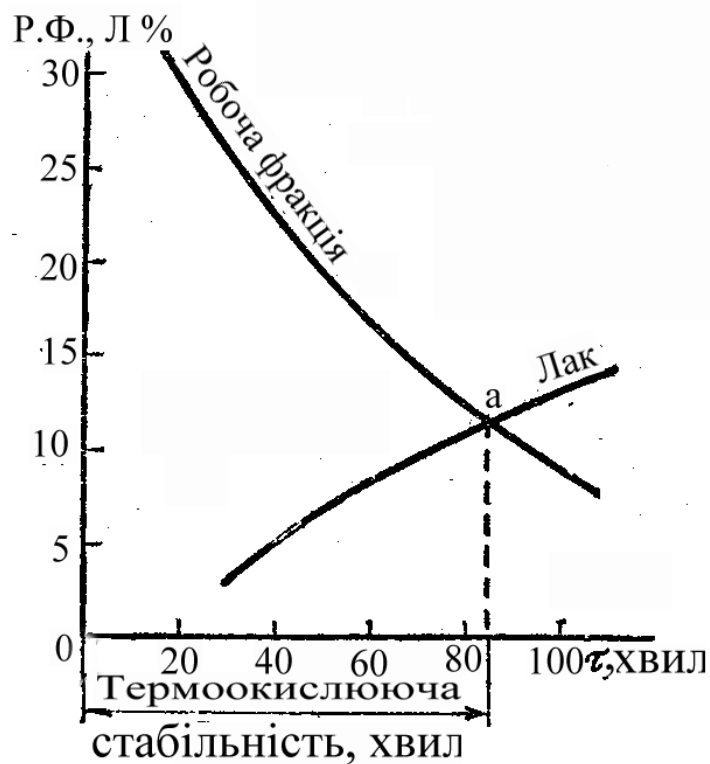
Дані випробування заносять у табл. 6.

Таблиця 6.1.

#### Результати випробування

Час випробування, хвилин.	Масова доля робочої фракції $PF_T^{\tau}, \%$	Масова доля лаку $L_T^{\tau}, \%$

По отриманим даним будують графік залежності кількості робочої фракції  $PF_T^{\tau}$  і лаку  $L_T^{\tau}$  від часу. З точки перетину кривих опускають перпендикуляр на весь абсцис і отримують значення термоокислювальної стабільності. Порівнюють отриманні результати термоокислювальної стабільності з вимогами ГОСТ для досліджуемого масла і роблять висновки про його термоокислювальну стабільність.



**Рис. 2 Графік залежності кількості  $РФ$**

### **Контрольні запитання.**

1. Які вимоги ставляться до моторних і трансмісійним маслам?
2. Як класифікуються моторні та трансмісійні масла?
3. Як змінюється в'язкість масла при зміні температури?
4. Що називається індексом в'язкості що він характеризує?
5. Що таке термоокислювальна стабільність масла?
6. Що характеризує термоокислювальна стабільність масла?
7. Що характеризує показник „температура спалаху”?
8. Що таке температура спалаху нафтопродукту

### **Лабораторна робота №12**

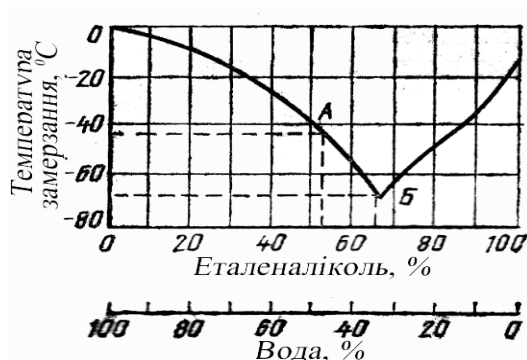
#### **Визначення в'язкості низькозамерзаючих охолоджувальних рідин**

**Мета роботи:** Вивчити методи визначення температури замерзання охолоджуючих рідин, та вплив цих показників на експлуатаційні властивості

#### **Теоретичні основи**

Низькозамерзаючі охолоджуючі рідини (антифризи) широко використовуються в системах охолодження двигунів. Для автотракторних

двигунів, наприклад, застосовують етиленгліколіві антифризи. Етиленгліколь  $C_2H_4(OH)_2$  — двоатомний спирт, є отруйною рідиною без кольору і запаху, добре змішується з водою в будь-яких співвідношеннях, густина при  $20^\circ C$  складає  $1113 \text{ кг/м}^3$ , замерзає при мінус  $11,5^\circ C$ . Проте при змішуванні етиленгліколю з водою температура застигання суміші нижче, ніж кожного з компонентів (рис. 1). При змішуванні етиленгліколя з водою в різних співвідношеннях можна отримати суміші, що замерзають від 0 до мінус  $70...75^\circ C$ .



**Рис. 1. Крива кристалізації водоетиленгліколевих сумішей**

У зв'язку з тим що етиленгліколь і вода володіють різною густиною, при змішуванні їх в різних співвідношеннях міняється густина антифризу. По густині антифризу можна судити про його температуру замерзання.

Промисловість випускає антифризи марок 40, 65

і концентрат марки 40к (табл. 8.1.)

Антифриз марки 40 призначений для експлуатації двигунів в зимовий час в середній смузі.

Антифриз марки 65 випускається для експлуатації двигунів в холодну пору року в районах Півночі і Сибіру.

Таблиця 8.1.

Низькозамерзаючі охолоджувальні рідини

Показник	Норма для марки		
	40	65	45к
Колір	Світло-жовтий	Оранжевий	Жовтий
Густина при $20^\circ C \text{ кг/м}^3$	1067...1072	1085...1090	1110..1115
Склад % мас.			
етиленгліколь не менше	52	64	94
води не більше	47	35	5

Температура замерзання °С, не вище	-40	-65	-
Температура застосування °С	-40...+95	-60...+95	-

При змішуванні 1 л концентрату 40к з 0,73 л води одержують охолоджуючу рідину марки 40.

Етіленгліколі володіють корозійними властивостями, тому в низькозамерзаючі охолоджуючі рідини вводять протикорозійні присадки (декстрин, динатрійфосфат, молібденовокислий натрій).

Декстрин — це вуглевод типу крохмалю, його вводять в антифриз в кількості 1 г/л. Він захищає від корозії алюміній, мідь і свинцевоолов'яний припій. Деяка частина декстрина (5...10%) не розчиняється в антифризі і знаходиться в ньому у вигляді колоїду. Тому антифриз стає дещо каламутним. Декстрин при зберіганні може випасти в осад, і антифриз стає прозорим. Антифриз каламутний або з випавшим осадом декстрина придатний до використання.

Дінатрійфосфат вводять в кількості 2,5...3,5 г/л. Він запобігає корозії сталевих, чавунних і частково мідних деталей.

Молібденовокислий натрій вводять в антифриз в кількості 7...8 г/л для попередження корозії цинкових і хромових покриттів.

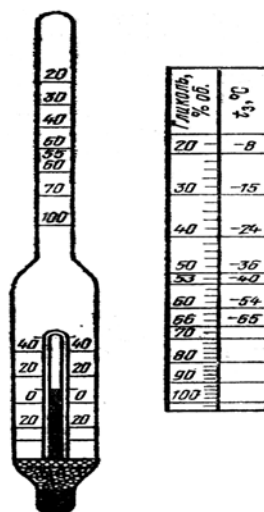
Застосовується також низькозамерзаюча охолоджуюча рідина Тосол. Випускають три марки цієї рідини: Тосол А-40, Тосол А-65 і Тосол А. Все вони забарвлені в голубий колір. Тосол застосовують всесезонно. В нього додають антикорозійні і антипінні присадки.

Тосол А є концентратом, при розбавленні якого на 50 % дистильованою водою одержують антифриз з температурою кристалізації —35°C. При відповідному розбавленні концентрату дистильованою водою одержують Тосол А-40 з температурою замерзання —40°C і Тосол А-65 з температурою замерзання —65 °З.

Марку Тосола можна визначити по його густині при 20°C, яка для Тосола А складає 1120... 1140 кг/м<sup>3</sup>, для Тосола А-40—1075...1085, для Тосола А-65 1085...1095 кг/м<sup>3</sup>.

Етиленглікольні охолоджуючі рідини сильні отрути, тому з ними слід працювати обережно.

**Проведення досліду.** Склад антифриза визначають гідрометром. Існують спеціальні ареометри-гідрометри, за допомогою яких вимірюють вміст етиленгліколя в антифризі. І температуру його замерзання. Гідрометр (Рис. 2.) представляє собою ареометр, споряджений замість шкали щільності подвійною шкалою - вміст етиленгліколя і температури замерзання. При проведенні досліду температура антифризу повинна бути  $20^{\circ}\text{C}$ , для чого антифриз, налитий в циліндр, витримують в термостатуючому пристрої протягом 15 хв. В цьому випадку не вимагається вводити в отриманий результат температурних поправок.



**Рис. 2. Гідрометр та його шкала**

Обережно опускають гідрометр в циліндр з антифризов. Після того як гідрометр встановився по верхній межі меніска відраховують на шкалі значення складу антифризу і температури застигання. Якщо визначення складу антифриза виконувалось не при  $20^{\circ}\text{C}$ , то в показник гідрометра вносять поправку (табл. 8.2.).

Таблиця 8.2.

Поправка до показників гідрометра

Температура антифриза, що досліджується, $^{\circ}\text{C}$	Наявність етиленгліколю, %(об'єм)									
30	17	22	27	32	36	41	46	5	55	
20	20	25	30	35	40	45	40	55	60	
15	21	26	32	37	42	47	52	57	63	
10	22	27	33	38	44	49	54	59	65	



0	24	29	29	35	40	47	52	63	69
-10	26	31	37	43	50	56	62	67	73

В першому стовбчику таблиці знаходять температуру, при якій проводиться дослід, а по горизонтальній — показник гідрометра при температурі дослід. Потім у тому ж стовпці, але в рядку, відповідному 20 °С, знаходять істинний вміст етиленгліколю в антифризі.

Наприклад, при температурі 10° наявність етиленгліколя по гідрометру 38 %. Істинний зміст етиленгліколя (при 20 °С) буде 35%. Якщо в таблиці відсутні значення температури і свідчень гідрометра, вдаються до інтерполяції. Після того, як знайдений істинний склад антифризу, по шкалі гідрометра визначають температуру його замерзання.

У тому випадку, коли склад антифризу не відповідає нормам, готують суміш необхідної якості. Необхідну добавку води або етиленгліколя при виправленні антифризу розраховують по формулах: при додаванні етиленгліколя

$$M = \frac{a - b}{b} H; \quad (8.1)$$

при додаванні води

$$M = \frac{c - d}{d} H, \quad (8.2)$$

де М - кількість компоненту, л, що додається;

Н- об'єм початкового зразка, л;

а і b - вміст води в початковому зразку і в заданій суміші % за об'ємом;

с і d - вміст етиленгліколю в початковому зразку і в заданій суміші %

### ***Лабораторна робота № 13***

#### **Визначення колоїдної стабільності пластичних мастил**

**Мета** – Вивчити методи визначення колоїдної стабільності пластичних мастил та вплив колоїдної стабільності на експлуатаційні властивості пластичних мастил.

#### **Прилади та обладнання:**

- прилад КСА
- терези ТУ 30-3142-82
- секундомір
- зразки пластичних мастил

#### **Теоретичні основи.**

Пластичні мастила являють собою складні колоїдні системи, які містять дисперсійне середовище – рідке змащувальне масло, дисперсну фазу – твердий загусник, модифікатори структури й домішки – присадки та наповнювачі.

У пластичних мастилах 70-95% маси припадає на долю дисперсійного середовища. Загусник, який вводиться в масло, утворює в його об'ємі структурний каркас, всередині якого рідина утримується силами взаємодії між молекулами дисперсної фази та дисперсійного середовища.

Під час експлуатації та зберігання під впливом температури, тиску або інерційних сил можливе виділення дисперсійного середовища з мастила. Колоїдна стабільність характеризує здатність мастил утримувати рідку фазу – масло і не розшаровуватися.

Колоїдною стабільністю розуміють стійкість пластичних мастил проти не перетвореного руйнування. Колоїдна стабільність зростає з збільшенням кількості загусника в мастилі і знижується з зниженням в'язкості мінерального масла. Вона залежить від стану та властивостей загусника й дисперсійного середовища, їх співвідношення й наявності поверхнево активних речовин тощо. Мастила з низькою колоїдною стабільністю (наприклад ЦИАТИМ-201) розфасовуються у мілку тару.

### **Проведення дослідів.**

Колоїдна стабільність визначається на приладі КСА при заданих навантаженнях, часі і температурі за ГОСТ 7142-84.

Чашечку з поршнем зважують на аналітичних терезах, потім в неї намазують мастило, так щоб не було кульок повітря, зважують знову і вираховують кількість мастила. Одне кружальце фільтрованого паперу змочують маслом, отже мають між двома листами фільтрованого паперу і зважують. Скло з фільтрувальним папером (7-9 кружальців) розташовують на столику штативу. На мастило в чашечку кладуть змочений маслом кружальце фільтрованого папіру так, щоб між папером та мастилом не було порожнечі, і встановлюють чашечку на фільтрований папір, накладений на скло.

В лунку хвостовика поршня кладуть кульку. Нажимають пускову кнопку, звільняючи шток і опускають його до стикання з кулькою. На шток одягають

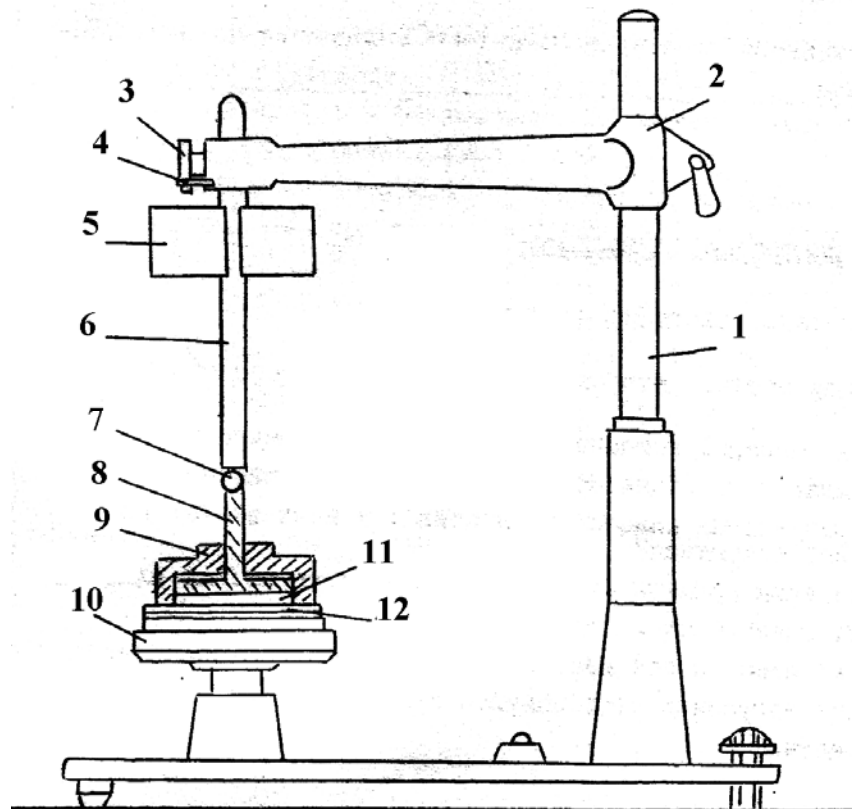
вантаж, нажимають пускову кнопку, закріплюють скобою і позначають час початку досліду. По закінченню 30 хвилин, зважують чашечку з мастилом і кружком фільтрованого паперу.

Кількість масла  $x$  (%) відділившогося після відпресування пластичного мастила, підраховують по формулі:

$$x = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100\%}{m} \quad 6.4.$$

де:  $m_1, m_2$  - маси чашечки з мастилом і змоченим кружальцем фільтрованого паперу до і після досліду, г.

$m$  – маса мастила, узятого для випробування, г.



**Рис.7.1. Прилад КСА.**

**1-штатив; 2- кронштейн; 3- пускова кнопка; 4- скоба; 5- вантаж;  
6- шток; 7- кулька; 8- поршень; 9- чашечка; 10- стіл; 11- мастило;  
12- фільтрувальний папір.**

### **Звіт про виконану роботу.**

Результати дослідів заносять у таблицю.

Таблиця 7.1.

Найменування пластичного мастила	Дані ГОСТ	Показник по результатам дослідю

### **Контрольні запитання**

1. Що таке пластичні мастила?
2. Коли мастило втрачає властивості твердого тіла?
3. Які основні компоненти входять в пластичне мастило?
4. Склад і колоїдна структура пластичних мастил.
5. Призначення пластичних мастил і в яких вузлах вони застосовуються?
6. По яким показникам оцінюються експлуатаційні властивості пластичних мастил?
7. Які властивості мастил характеризує колоїдна стабільність?
8. Які загусники застосовують для приготування пластичних мастил?

## ДОДАТКИ

Додаток 1

### Температурний коефіцієнт

Відносна щільність	Температурна поправка на 1°C	Відносна щільність	Температурна поправка на 1°C
1	2	3	4
0,6900...0,6999	0,000910	0,8500...0,8599	0,000699
0,7000...0,7099	0,000897	0,8600...0,8699	0,000686
0,7100...0,7199	0,000884	0,8700...0,8799	0,000673
0,7200...0,7299	0,000870	0,8800...0,8899	0,000660
0,7300...0,7399	0,000857	0,8900...0,8999	0,000645
0,7400...0,7499	0,000844	0,9000...0,9099	0,000633
0,7500...0,7599	0,000831	0,9100...0,9199	0,000620
0,7600...0,7699	0,000818	0,9200...0,9299	0,000607
0,7700...0,7799	0,000805	0,9300...0,9399	0,000594
0,7800...0,7899	0,000792	0,9400...0,9499	0,000581
0,7900...0,7999	0,000778	0,9500...0,9599	0,000567
0,8000...0,8099	0,000765	0,9600...0,9699	0,000554
0,8100...0,8199	0,000752	0,9700...0,9799	0,000541
0,8200...0,8299	0,000738	0,9800...0,9899	0,000528
0,8300...0,8399	0,000725	0,9900...0,9999	0,000515
0,8400...0,8499	0,000712		

Додаток 2

**Основні характеристики масел для карбюраторних двигунів (ГОСТ10541-78).**

Показник	М4 <sub>3</sub> /6 В <sub>1</sub>	М-8В	М- 6 <sub>3</sub> /10В	М5 <sub>3</sub> /12 Г	М6 <sub>3</sub> /12Г
1	2	3	4	5	6
В'язкість кінематична, мм/с при температурі +100	6 ± 0,5	8 ± 0, 5	10 ± 0,5	10-11	12
-18	1100... 2600	2000	9000	6000	10400
Індекс в'язкості	125	85	120	120	115
Лужне число мг КОН/г, не менше	5,5	4,0	5,5	5,0	7,5
Миючі властивості ПВЗ, бали, не більше	1,0	0,5	0,5	-	0,5
Температура спалаху °С не нижче	165	200	190	200	210
Температура застигання °С не вище	-42	-25	-30	-38	-30

Тетмоокислювальна стабільність, хв. при +250°C					
--	--	--	--	--	--

*Додаток 3*

**Відповідність експлуатаційних груп моторних масел за ГОСТ 17479.1-85 та API**

Група за експлуатаційними властивостями		Група за експлуатаційними властивостями	
1	2	3	4
За ГОСТ	За API	За ГОСТ	За API
A	SC	Г	Se/cc
Б	SC/CA	Г <sub>1</sub>	Se, SF
Б <sub>1</sub>	SC	Г <sub>2</sub>	CC
Б <sub>2</sub>	CA	Д	CD
В	CD/CB	-	CG
В <sub>1</sub>	CD	-	CE
В <sub>2</sub>	CB	-	-

*Додаток 4*

**Основні характеристики масел для дизельних двигунів ГОСТ 8581-78Е**

Показник	М-8В <sub>2</sub>	М-10В <sub>2</sub>	М-8Г <sub>2</sub>	М-10Г <sub>2</sub>	М-8Г <sub>2</sub> /К	М-10Г <sub>2</sub> /К	М-8Д <sub>м</sub>	М-10Д <sub>м</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9



В'язкість, кінематична при 100°C мм <sup>2</sup> /с	8±0,5	11±0,5	8±0,5	11±0,5	8±0,5	11±0,5	8-8,5	11
Індекс в'язкості, не менше	85	85	85	85	80	85	102	90
Лужне число, мг КОН/г не менше	3,5	3,5	6,0	6,0	6,0	6,0	8,5	8,2
Термоокислювальна стабільність при +250°C хв., не менше	50	80	60	90	60	60	-	-

Продовження додаток 4.

1	2	3	4	6	6	7	8	9
Температура; Спалаху °C не нижче	2300	205	200	205	200	205	195	200
Застигання, не вище	-25	-15	-25	-15	-30	-15	-30	-18
Густина при +20 °C, кг/м <sup>3</sup>	905	905	905	905	905	905	897	905

Додаток 5

**Відповідність класів в'язкості моторних масел за ГОСТ 17479.1-85 та SAE.**

Клас в'язкості		Динамічна в'язкість при -18 °C МПа·с	Гранична температура прокачування °C	Кінематична в'язкість при +100°C, мм <sup>2</sup> /с
ГОСТ	SAE			
1	2	3	4	5
3 <sub>з</sub>	5	1250	-30	3,8
4 <sub>з</sub>	10	1250...2500	-25	4,1
5 <sub>з</sub>	15	2500...5000	-20	5,6
6 <sub>з</sub>	20	5000...10000	-15	5,6...7,0
8	20		-15	5,6...9,3

10	30			9,3...12,5
12	30			9,3...12,5
14	40			12,5...16,3
16	40			12,5...16,3
20	50			12,5...21,9
24	60			21,9

#### Додаток 6

### Відповідність в'язкості класів трансмісійних мастил по API і SAE ГОСТ 17479.2-85.

Класифікація		Кінематична в'язкість при +100 °C мм <sup>2</sup> /с	Клас в'язкості		Температура при якій динамічна в'язкість не перевищує +50 Па·с, °C	Умови роботи
ГОСТ 17479,2-85	API		ГОСТ 17479,2-85	SAE j306B		
1	2	3	4	5	6	7
TM-1	GI-1	4,1	9	75	-35...-40	Легкі
TM-2	GI-2	7,0	12	80	-26	Середні
TM-3	GI-3	13,5...24,0	18	90	-18	Середні
TM-4	GI-4	24...41	34	140	-12	Від легких до жорстоких
TM-5	GI-5					Жорстокі
	GI-6					Дуже жорстокі

#### Додаток 7

### Відповідність в'язкості класів гідравлічних мастил по ГОСТ 17479.3-85 та по ISO 6074/4-1982E.

Класифікація по		Клас в'язкості		Кінематична в'язкість при +100 °C мм <sup>2</sup> /с	Умови роботи
ГОСТ 17479,3-85	ISO607 4-1982E	ГОСТ 17479,3-85	ISO6074  1982E		
1	2	3	4	5	6
A	NN	5		4,14...5,06	До t=80°C без присадок
		7		6,12...7,48	При t >80 °C з присадками

Продовження додаток 7.

1	2	3	4	5	6
		10		9,0...11,0	При t >+90 °C з присадками
		15		13,5...16,5	
B	HL	22		19,8...24,2	
		32		28,8...35,2	
		46		41,4...50,6	
B	NM	68		61,2...74,8	
		100		90...110	
B із загу- щеною при- садкою	NV	150		135...165	

Додаток 8

**Основні характеристики гідравлічних мастил.**

Показник	МГЕІОА	ВМГЗ	АУ	ЭШ	МГ-30	МГЕ-46В
Кінем. в'язкість мм. <sup>2</sup> /с При+50°C	10	10	12...13	20	27...33	6

При-40 °С	1500	1600	13000	-	4000	1000
Індекс в'язкості	-	130	-	135	85	90
Температура: Застигання	-70	-60	-45	-50	-30	-30
Спалаху	+96	+135	+165	+160	190	190
Щільність при +20°С кг/м <sup>3</sup>	860	865	890	850...880	890	890

Додаток 9

**Фізико – хімічні та експлуатаційні властивості трансмісійних масел(ГОСТ 23652-79)**

Показник	Тэп-15	ТСп-15к	ТАП-15В	ТСп-14гип	ТАД-17п
В'язкість кінематична при+100°С мм <sup>2</sup> /с	15 ± 1	16	15 ± 1	14	17,5
Індекс в'язкості, не менше	-	90	-	85	100
Температура застигання °С, не вище	-18	-25	-20	-25	-25
Масова доля активних елементів, %, не менше Фосфору	0,06	-	-	-	0,1
Сірки	3,0	-	1,2	-	2,7-3,0
Щільність при +20	950	910	930	910	907

°C, кг/м <sup>3</sup> не більше					
------------------------------------	--	--	--	--	--

Додаток 10

**Показники якості автомобільного бензину (ГОСТ 2084-82).**

Показник	А-72	А-76	АН-93	АН-98
1	2	3	4	5
Детонаційна стійкість: 0 м	725	76	85	89
0 д	-	-	93	98
Концентрація свинцю; г на 1 дм <sup>3</sup> бензину стальованого	-	0,77	0,37	0,37
Фракційний склад °C не нижче: літнього	35	35	35	35
Зимового	-	-	-	-
10%, °C не вище: літнього	70	70	70	70
Зимового	55	55	55	55
Літнього	115	115	115	115
50%, °C не вище	100	100	100	100

зимового				
Літнього	180	180	180	180
90%, °C не вище зимового	160	160	160	160
Літнього	195	195	195	195

Продовження додаток 10.

1	2	3	4	5
к.к, °C не вище зимового	185	185	185	185
Залишок у колбі, % не більше	1,5	1,5	1,5	1,5
Залишок і втрати, % не більше	4,0	4,0	4,0	4,0
Концентрація факт. смол, мг на 100 мл не більше на місці виробництва	5	5	5	5
На місці споживання	10	10	10	10
Індукційний період, хв., не менше	600	900	900	900
Колір		Жовт.	Рожево-червон.	Синій
Щільність кг/м <sup>3</sup>		690	750	750

## Специфікація ASTM на автомобільний бензин.

Показник	ТИП БЕНЗИНУ				
	С	М		Н	Е
1	2	3	4	5	6
Фракційний склад: Температура перегонки, °С не вище 10%	52	55	60	66	69
50%	121	121	121	121	121
90%	191	191	191	191	191
к.к.	225	225	225	225	225
Залишок, % не більше	2	2	2	2	2
Октанове число ОЧД “Преміум”	96	96	96	96	96
“Регуляр”	92	92	92	92	92
ОЧМ “Преміум”	88	88	88	88	88
“Регуляр”	84	84	84	84	84

Концентрація фактичних смол мг/100мл, не більше	5	5	5	5	5
---	---	---	---	---	---

**ПРИМІТКА:**

С - для холодних кліматичних умов М - для помірних умов Н - для жаркого клімату Е - для особливо важких умов.

*Додаток 12*

**Характеристика палив для швидкохідних дизельних двигунів ГОСТ 305-82.**

Показник	Дизельне паливо		
	Л	З	А
1	2	3	4
Цетанове число, не менше	45	45	45
Фракційний склад, °С <i>t</i> 50%, не вище	280	280	255
<i>t</i> 96%, не вище	360	340	330
Кінематична в'язкість при +20 °С	3,6...6,0	1,8...5,0	1,5...4,0
Температура застигання, °С, не вище для зони : помірної	-10	-35	-
холодної	-	-45	-55
Температура помутніння, °С, не вище Для зони :	-5	-25	-



помірної			
холодної	-	-35	-
Температура спалаху в закритому тиглі, °С, не нижче	40	35	30

Продовження додаток 12

1	2	3	4
Йодне число, г йоду на 100г палива, не більше	6	6	6
Щільність при +20°C, кг/м <sup>3</sup>	860	840	830

Додаток 13

**Специфікація ASTM на дизельні палива США.**

Показник	1-Д	2-Д	4-Д
1	2	3	4
Цетанове число, не нижче	40	40	40
Фракційний склад: <i>t</i> 50% не нижче	-	282	-
<i>t</i> 50% не вище	287	338	-
В'язкість при +37,8 °С мм <sup>2</sup> /с Не нижче	1,4	2,0	5,8
Не вище	2,5	4,3	26,4
Температура спалаху, в закритому тиглі, °С Не нижче	37,8	51,7	54,4

Вміст, % не більше Сірки	0,5	0,5	2,0
Води і механічних домішок	Сліди	0,1	0,5

**ПРИМІТКА:** 1-Д – для швидкохідних двигунів у зимових умовах 2-Д – для швидкохідних двигунів у зимових умовах 4-Д – для тихохідних двигунів, стаціонарних та полустаціонарних.

*Додаток 14*

**Специфікація SAE на дизельні палива.**

Показник	Сорт			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Метанове число, не нижче	50	45	40	30
Фракційний склад: $t$ 90% не нижче	-	282	282	-
$t$ 90% не вище	288	316	334	-
В'язкість при $+37,8^{\circ}\text{C}$ $\text{мм}^2/\text{с}$	1,2...2,5	1,8...3,5	2,0...4,3	5,8...26,4
Температура , в $^{\circ}\text{C}$ Спалаху, не нижче	49	49	49	49
1	2	3	4	5
Помутніння, не вище	-29	-26	-18	-
Застигання, не вище	-	-	-32	-

Вміст сірки, % не більше	0,2	0,5	0,7	2,0
-----------------------------	-----	-----	-----	-----

Продовження додаток 14

1	2	3	4	5
Щільність при +20°C, кг/м <sup>3</sup>	802...	825...	844...	-
	825	844	876	

Додаток 15

**Характеристика пластичних мастил.**

Показник	Прес- солидол С.ГОСТ4 336-76	Солидол- СГОСТ4 366- 76Ска3/7 -2	Графітна я Она-Ка 2_11- 3/4ГОСТ3 333-80	ЦИАТИ М-201 ГОСТ6 267-74 Нли6/9	№158 Ули-Пг 4/12- 1ТУ-38 101320- 72	Литол-24 Мли4/12- 3 ГОСТ211 50-75
1.Температура краплення не менше	85...95	85...105	77...90	175...19 0	140...16 0	185...205
2.Межа міцності при 50°C, не менше	100...180	200...350	200...300	120...30 0	150...30 0	400...600
3.Колоїдна стабільність,%, не більше	2...10	1...5	4,0	15...30	8...15	8...12

## ЛІТЕРАТУРА

1. Окоча А. І. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали / А. І. Окоча, А. М. Антипенко. – К. : Урожай, 1996. – 336с.
2. Ільченко В. Ю. Використання паливно-мастильних матеріалів в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко. – Дніпропетровськ, 1994. – 90с.
3. Руденко А. И. Нефтехозяйство колхозов и совхозов / А. И. Руденко. – М. : Колос, 1975. – 224с.
4. Лышко Г. П. Топливо и смазочные материалы / Г. П. Лышко. – М. : Агропромизат, 1985. – 336с.

Навчальне видання

# **ПАЛИВО-МАСТИЛЬНІ ТА ІНШІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

Методичні рекомендації

Укладач: **Артюх** Віталій Олександрович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 4,25.

Тираж 100 прим. Зам. № \_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Паризької Комуни, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №4490 від 20.02.2013 р.