

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТРАНСПОРТУ**

## **ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

### **Методичні вказівки**

до практичних робіт для здобувачів вищої освіти першого  
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою  
«Автомобільний транспорт»  
спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт»

Затверджено на засіданні кафедри  
«Автомобільного  
транспорту та галузевого  
машинобудування»  
Протокол № 1 від  
24.01.2024 р.

**Чернігів 2024**

Експлуатаційні матеріали. Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» / Укл. Венжега В.І., Пасов Г.В. – Чернігів: НУЧП, 2024. – 49 с.

Укладачі:

Венжега Володимир Іванович,  
кандидат технічних наук, доцент  
кафедри  
«Автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування»

Пасов Геннадій Володимирович,  
кандидат технічних наук, доцент  
кафедри  
«Автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування»

Відповідальний за випуск:

Кальченко Віталій Іванович, завідувач кафедри  
«Автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування»,  
доктор технічних наук, професор

Рецензент:

Кужельний Ярослав Володимирович,  
кандидат технічних наук, доцент кафедри  
«Автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування»  
Національного університету  
«Чернігівська політехніка»

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота №1. Ознайомлення з асортиментом палив та визначення їх якісних показників .....	5
Практична робота №2. Визначення щільності палив .....	11
Практична робота №3. Визначення якості низькозамерзаючих охолоджувальних рідин .....	16
Практична робота №4. Визначення фракційного складу бензинів.....	22
Практична робота №5. Визначення експлуатаційної якості дизельних палив.....	29
Практична робота №6. Визначення показників якості і в'язкісно-температурної характеристики моторної оливи .....	33
Практична робота №7. Визначення показників якості пластичних консистентних мастил.....	41
Рекомендована література .....	49

## Вступ

Автомобільний транспорт країни використовує значну частину продуктів переробки нафти і газу в вигляді палива і олив а також металу, втіленого в конструкціях автомобілів і запасних частинах, що використовуються при ремонті.

Організація раціонального використання матеріальних ресурсів на автомобільному транспорті має важливе народно-господарське значення. Від її досконалості значною мірою залежить ефективність роботи галузі в цілому.

В структурі собівартості автомобільних перевезень витрати тільки на паливно-мастильні матеріали складають близько 25%. При цьому діапазон коливань вказаних витрат широкий і залежить від рівня організації використання матеріалів.

Від якості застосовуваних експлуатаційних матеріалів , їх відповідності умовам експлуатації залежить надійність, довговічність, продуктивність роботи автомобіля, а також витрати на його технічне обслуговування і ремонт.

Раціональна організація використання матеріалів означає в першу чергу застосування тільки таких матеріалів, які за своїми якісними характеристиками задовольняють даним умовам.

Метою викладання дисципліни "Експлуатаційні матеріали " є формування у здобувачів знань і навичок, що дозволяють вільно володіти складним комплексом експлуатаційно-технічних вимог, що пред'являються до якості сучасних експлуатаційних матеріалів (палив, мастильних матеріалів, спеціальних рідин, неметалічних матеріалів), з урахуванням їх впливу на надійність технічних систем, а також організацію їх раціонального застосування з урахуванням економічних та екологічних факторів.

# ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

## Ознайомлення з асортиментом палив та визначення їх якісних показників

### 1.1 Мета роботи.

1. Ознайомлення здобувачів з існуючим асортиментом палив для автомобілів, тракторів та дорожньо-будівельних машин.
2. Навчити здобувачів розрізняти сорти палив та їх якість найпростішими способами за зовнішніми ознаками.

### 1.2. Теоретичні відомості

#### 1.2.1. Забарвлення палива

Забарвлення палива в рожевий, синій, зелений або жовтий колір вказує на вміст у ньому етилової рідини. Якщо автомобільні бензини етиловані, то вони забарвлюються в наступні кольори:

- А -66 - в помаранчевий;
- А -76 - в зелений;
- АІ -93 - в синій або блакитний;
- АІ -98 - в жовтий.

Авіаційні бензини забарвлюються в наступні кольори:

- Б-91/115 - в зелений;
- Б-95/130 - в жовтий;
- Б-100/130 - в яскраво-оранжевий.

Неетиловані бензини безбарвні або злегка жовтуватого кольору, так як в них містяться смолисті сполуки або вони забруднені маслом. Найбільш часто жовтий колір спостерігається у бензинів А -66 і А -72, що знаходилися тривалий час на зберіганні. Безбарвні також реактивне паливо (ТС- 1 і ТС -2) і освітлювальний гас, який може мати синюватий відтінок у відбитому світлі. Зазвичай гас, призначений для технічних цілей, має жовтий колір.

Дизельні палива можуть бути безбарвні або жовтуватого кольору, а палива для тихохідних дизелів мати колір від темно-жовтого до бурого або світло-коричневого.

**Етилований бензин.** Для підвищення октанового числа до палива додають домішки, що містять свинець. Він дуже шкідливий та токсичний, сильно впливає на навколишнє середовище, накопичуючись у ґрунті, воді тощо. Ця свинцева домішка набула наукової назви - тетраетилсвинець. Якщо їм надихатись, то це може призвести до неприємних і важких наслідків таких як:

- головний біль;
- загальне погіршення стану;
- повний параліч дихальної системи;
- смерть.

У США ще у 1972 році було заборонено додавати тетраетилсвинець до палива. У ЄС такий бензин було заборонено у 2000 році, а в Україні -- з 2003 року. Якщо ж залити таке паливо в бак сучасного авто, наслідки не забаряться. По-перше, воно детонує при відносно низьких температурах, що поступово призведе до руйнування двигуна. По-друге, свинець накопичуватиметься на стінках каталізатора. По-третє, форсунки інжектора швидше забрудняться, а на

свічках виникатиме характерне червонувате нашарування сажі.

**Неетилований бензин.** Єдина відмінність неетилованого бензину від етилованого -- відсутність тетраетилсвинцю. Замість нього тут використовуються присадки, що містять спирт та ефіри. Вони теж шкідливі, але не настільки, як свинець. До того ж, завдяки ефективній випускній системі великий відсоток забруднень затримується на сажовому фільтрі, а шкідливі речовини поглинаються каталізатором. Цей різновид палива поступається за своїми експлуатаційними властивостями етилованому бензину. Але усі сучасні автомобілі розраховані саме на цей тип бензину. Його основними марками є:

- А-80 -- має найнижчу якість очищення, використовується як паливо в основному у якійсь застарілій спецтехніці, вантажівках радянського періоду, військовій техніці часів СРСР;
- А-92 – використовувати можна в наших, китайських або російських автівках, підходить і для європейських авто 80-90-х років;
- А-95 -- нині найбільш розповсюджений різновид;
- А-98 -- преміум-бензин для транспорту представницького класу.

Є й інші види: А-72, А-76, А-91 тощо. В авто для перегонів, наприклад Формула-1, заливають спеціальне паливо з максимально високими октановими числами: А-100, 110.

**Як відрізнити етилований бензин від неетилованого.** В Україні етилований бензин заборонений. Але може статися так, що на деяких заправках його спробують продати. Зокрема в Росії його дуже багато.

Етилований бензин позначають червоним фарбником. Крім того, запах від нього дуже сильний та неприємний. Це єдині два способи відрізнити ці типи палива, не вдаючись до хімічного аналізу.

Якщо ж його залити в бак, то навіть однієї заправки може бути достатньо, аби каталітичний нейтралізатор припинив працювати, бо на ньому виникне тонкий шар свинцю. До того ж, від постійних детонацій щезне тонка масляна плівка на стінках циліндрів, що призведе до ушкоджень поршнів й поршневих кілець. Тому потрібно уважно перевіряти паливо, яким заправляють автомобіль.

### **1.2.2. Прозорість.**

Всі палива повинні бути абсолютно прозорі і не повинні містити суспензій і осаду. Каламутний вид палива при кімнатних температурах зазвичай викликається присутністю в ньому води у вигляді емульсії. У бензині така емульсія швидко розпадається (10-12 хв) і вода осідає на дно посудини у вигляді крапельок або шару. Водна емульсія в дизельному паливі більш стійка, і для її осадження у склянці потрібно кілька годин.

Суспензії і осадження є механічними домішками. У дизельних паливах суспензії і осадження іноді маскуються темним кольором продукту. У таких випадках дизельне паливо фільтрують через паперовий фільтр, складений у вигляді лійки, і потім, розкривши фільтр, з вигляду його судять про наявність механічних домішок. Для отримання чітких результатів необхідно пропустити через фільтр не менше літра палива.

### **1.2.3. Запах.**

Запахи палив різного походження легко відрізняються. Бензини, що містять продукти термічного крекінгу, гідролізу і коксування, мають різкий неприємний запах, властивий ненасиченим вуглеводням, і чим вищий вміст

останніх у бензинах, тим сильніше цей різкий запах ( А -66 , А-72 і іноді А- 76).

Бензини прямої перегонки , каталітичного крекінгу (А -76 , АІ -93 і АІ -98, авіаційні ) пахнуть порівняно м'яко.

Освітлювальні гас і реактивні палива мають відносно слабкий гасовий запах.

Дизельні палива зазвичай володіють несильним, але стійким різким запахом через вміст у них сірчастих сполук.

#### **1.2.4. Випаровуваність.**

Для її визначення на білий папір слід нанести скляною паличкою по одній краплі кожного виду палива і дати йому випаруватися ; оглянути залишок після випаровування.

Сучасні автомобільні бензини, особливо зимового виду , а також авіаційні бензини випаровуються без залишку протягом 1-2 хв .

Після випаровування автомобільних бензинів А -66 , А-72 , А -76 на папері залишаються незначні сліди (плями), які довипаровуються при легкому прогріванні.

Гас і дизельне паливо тривалий час залишаються на папері у вигляді жирної плями.

#### **1.2.5. Якісне визначення наявності ненасичених вуглеводнів**

Бензини, що мають у своєму складі продукти термічного або одноступінчастого каталітичного крекінгу , можуть містити значну кількість нестійких, ненасичених вуглеводнів, що легко окислюються , здатних під час транспортування і зберігання полімеризуватись і перетворюватися на смоли. Це шкідливо відбивається на роботі двигуна у вигляді утворення на деталях твердих відкладень.

У бензинах прямої перегонки , в тому числі у всіх авіаційних бензинах , а також в дизельному паливі , освітлювальних гасі і реактивних паливах , ненасичених вуглеводнів немає або дуже мало. Для визначення наявності ненасичених вуглеводнів в пробірці наливають рівні об'єми ( приблизно 4-5 мл) випробуваного палива і 0,02 мл водного розчину марганцевокислого калію ( перманганату )  $\text{KMnO}_4$ . Суміш добре збовтують протягом 10-15 с і дають відстоятися. У результаті реакції

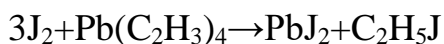


фіолетове забарвлення водного розчину  $\text{KMnO}_4$  переходить в буре з подальшим випаданням бурого осаду  $\text{MnO}_2$  на дно пробірки. Наявність такого осаду говорить про те, що в паливі є ненасичені вуглеводні. Якщо протягом 2 хв фіолетове забарвлення водного розчину марганцевокислого калію не зміниться, то в паливі ненасичені вуглеводні відсутні або їх мало.

При випробуванні дизельних палив в деяких випадках фіолетове забарвлення розчину  $\text{KMnO}_4$  також змінюється на буре. Це відбувається зазвичай з сірчаними дизельними паливами, так як сірчані з'єднання легко окислюються такими сильними окислювачами, як марганцевокислий калій. Ця реакція дозволяє розрізнити малосірчане і сірчане дизельні палива.

### 1.2.6. Якісне визначення етилової рідини

У тих випадках, коли колір палива викликає сумнів у наявності етилової рідини, можна провести випробування. У пробірку наливають 10 мл випробуваного бензину і додають 1,0 мл 10%-го спиртового розчину йоду. Суміш у пробірці обережно нагрівають протягом 2 хв на водяній бані і потім охолоджують водою. Верхній бензиновий шар зливають і додають в залишок 10 мл спирту. Пробірку злегка струшують і перевіряють у відбитому світлі наявність жовтих кристалів (блискіток) йодистого свинцю, що утворився при взаємодії йоду з тетраетилсвинцем:



Наявність йодистого свинцю вказує на присутність в бензині етилової рідини.

### 1.2.7. Визначення смолистості та забрудненості бензину по залишку після спалювання.

По залишку після спалювання випробуваного палива на сферичному (годинниковому) склі можна судити про його смолистість і забрудненість іншими речовинами.

Годинникове скло діаметром 60-70 мм встановлюють опуклістю вниз на азбестову сітку. У центр скла за допомогою скляної трубки або піпетки наливають 0,5 або 1,0 мл випробуваного палива і акуратно підпалюють. Спостерігають за результатами горіння:

- бензин запалюється миттєво;
- гас загоряється після тривалого підпалювання;
- дизельне паливо від палаючого сірника практично не запалюється.

Після закінчення горіння скла дають охолонути і оглядають вид залишку на сферичному склі (рис.1). Результати огляду після згоряння палив:

- безсмольний або малосмольний бензин залишає на склі слід у вигляді блідої, білуватої плями;
- смолистий бензин дає ряд концентричних кілець жовтого або коричневого кольору.

Заміряють зовнішні діаметри залишків палив після спалювання на сферичному склі. Заміривши зовнішній діаметр найбільшого кільця за допомогою графіка (рис. 2), приблизно роблять висновок про вміст смол в паливі.

Складають таблицю залежності смол від діаметра смоляної плями на сферичному склі (табл. 1).

Таблиця 1. Залежність вмісту смол від діаметра смоляної плями на склі

Діаметр смоляної плями, мм	6-7	8-9	10-11	11-12	11-13	14-15
Вміст смоли мг/100мл	5	10	15	20	25	30



Визначають результати випробувань досліджуваних палив:

- бензин , забруднений маслом або дизельним паливом , залишить на склі незгорілі краплі , які зазвичай розташовуються по колу , ближче до краю скла ;

- бензол і бензолні палива , наприклад авіаційні бензини , навіть без смоли дадуть слід невеликого коричневого кільця з чорним вуглистим залишком в центрі ;

- паливо , в якому містяться тверді кристалічні домішки в розчиненому вигляді , залишать слід на склі у вигляді дрібних точок ;

- етиловий бензин залишать по всьому склу білий наліт окису свинцю.

Рис. 1 дає уявлення про вигляд залишків після спалювання палив , які містять різні домішки.

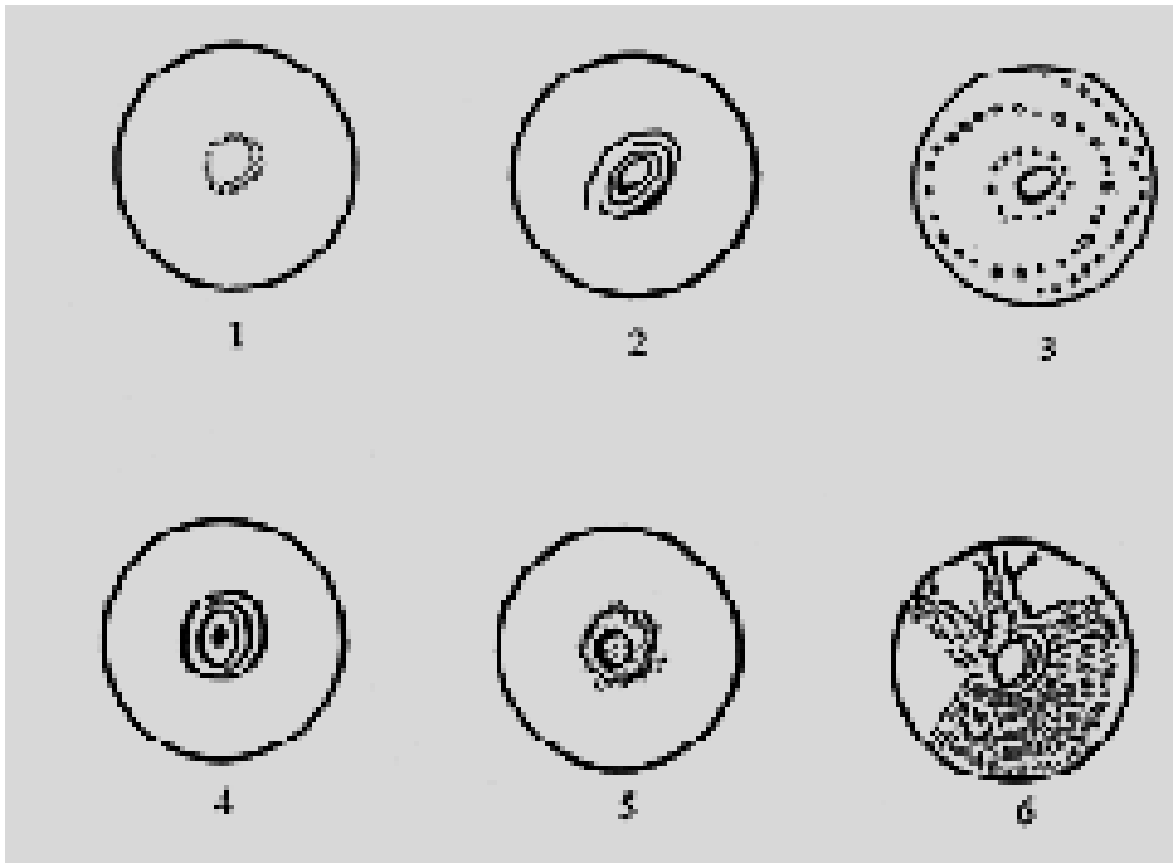


Рис. 1.1. Приблизний вид залишку палив після спалювання на сферичному склі:

1 - безсмольний бензин;

2 - смолистий бензин;

3 - бензин, забруднений маслом;

4 - бензино-бензолна суміш;

5 - бензин, забруднений кристалічними домішками;

6 - бензин, забруднений парафіном.

Замірявши зовнішній діаметр найбільшого кільця , можна за допомогою графіка ( рис. 2 ) приблизно судити про вміст смол в паливі. Забрудненість бензину механічними домішками або водою може викликати засмічення , а в зимовий час і замерзання паливної системи.

Смолистість, мг/100мл.

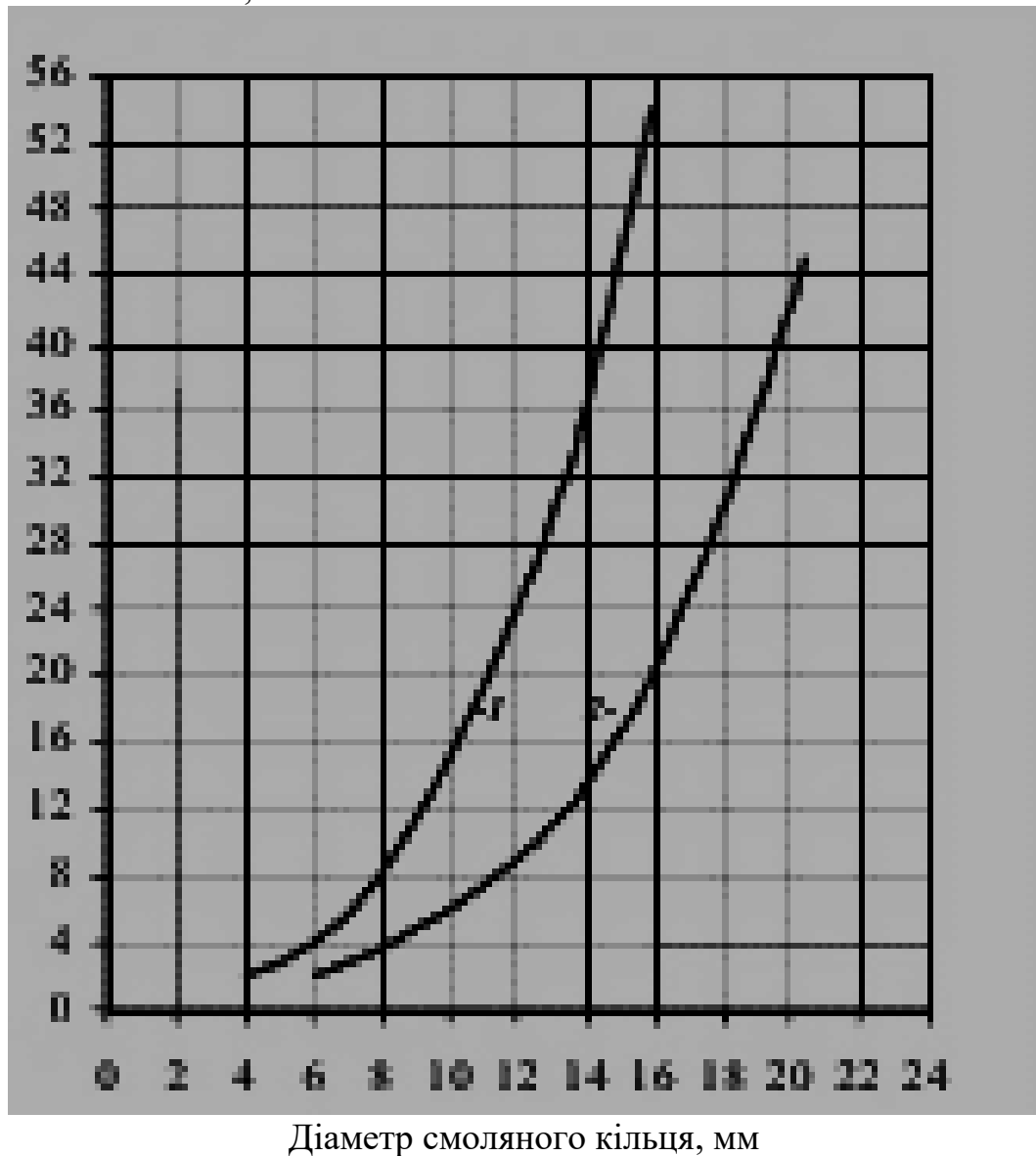


Рис. 1.2. Залежність вмісту смол в паливі, мг/100мл від діаметру смоляного кільця, мм.:

- 1 - для 0,5 мг спалюваного палива;
- 2 - для 1 мг спалюваного палива

**Фізична стабільність бензину** характеризується кристалізацією високоплавких вуглеводнів і випаровуванням легких фракцій при високих температурах. В результаті змінюється склад бензину, що ускладнює пуск двигуна.

**Хімічна стабільність бензину** характеризує його схильність до засмолення при тривалому зберіганні, а також до утворення смолистих відкладень у впускному тракті двигуна і нагару в камерах згорання.

Крім того, в бензинах відбуваються процеси окислення, ущільнення, розкладання. Стабільність оцінюється величиною індукційного періоду, тобто часом, протягом якого бензин, що знаходиться в контакт з повітрям, під тиском 0,7 МПа при  $t = 100^\circ \text{C}$ , практично не окислюється. Чим вище індукційний період бензину, тим вище його хімічна стабільність.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

### Визначення щільності палив

#### 2.1 Мета роботи

1. Ознайомити здобувачів з методикою визначення щільності нафтопродуктів;
2. Навчитись враховувати величину щільності при операціях обліку витрачання ПММ.

#### 2.2 Теоретичні відомості

Під щільністю палива  $\rho$  розуміють його масу в одиниці об'єму. Розмірність щільності в системі одиниць СІ виражена в  $\text{кг}/\text{м}^3$ . Щільність нафтопродуктів залежить від температури: з її підвищенням щільність зменшується, а з пониженням збільшується. Щільність може бути заміряна при будь-якій температурі, але результат вимірювання обов'язково приводять до температури  $+20^\circ\text{C}$ , прийнятій за стандартну при оцінці щільності палив і олив.

Приведення заміряної щільності до щільності при стандартній температурі  $+20^\circ\text{C}$  здійснюється за формулою

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \gamma |t - 20|,$$

де  $\rho_t$  - щільність пального при температурі випробування,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\gamma$  - середня температурна поправка,  $\text{кг}/\text{м}^3 \cdot \text{град}$  (табл. 2.1);

$t$  - температура, при якій проведений замір щільності палива,  $^\circ\text{C}$ .

Знак «+» використовується для температур, вищих за  $20^\circ\text{C}$ , а знак «-» для температур нижчих за  $20^\circ\text{C}$ .

Значення поправок на щільність наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 Середні температурні поправки щільності нафтопродуктів

Палива	Параметри	
	Щільність, $\text{кг}/\text{м}^3$	Температурна зміна щільності на $1^\circ\text{C}$ , $\text{кг}/\text{м}^3$
Бензин	690-760	0,865
Гас	780-820	0,738
Дизельне паливо	820-860	0,718

Облік нафтопродуктів на нафтобазах, складах ПММ автогосподарств, базах механізації і заправних станціях, а також оптова закупівля та перевезення ПММ здійснюється в масових одиницях, тобто прихід здійснюється у вагових одиницях - кілограмах і тонах (кг, т), а витрата враховується в об'ємних одиницях - літрах (л). Отже, система обліку та звітності, а також розрахунки при складанні заявок на постачання повинні передбачати переведення кількостей з масових одиниць в об'ємні і назад. Крім того, контроль наявності залишків палив в ємностях заправних станцій (АЗС), роздрібний продаж і відпуск їх при

заправці баків транспортних засобів , норми їх витрати встановлюються і виробляються також в об'ємних одиницях , тобто в літрах ( л).

У силу цього потрібно проводити перерахунок з масових одиниць в об'ємні і назад , для чого потрібно знати щільність одержуваних і витрачаємих нафтопродуктів.

Перерахунок здійснюють наступним чином : кількість бензину в масових одиницях  $G_t$  , кг визначають як

$$G_t = V_t \cdot \rho_t ,$$

де  $V_t$  - кількість бензину в об'ємних одиницях, л;

$\rho_t$  - щільність бензину при тій же температурі , кг/л.

При зворотному перерахуванні і тих же позначеннях

$$V_t = \frac{G_t}{\rho_t} .$$

Таким чином , *абсолютною щільністю речовини* називається кількість маси , що міститься в одиниці об'єму. Вона має розмірність  $\text{кг}/\text{м}^3$  в системі СІ.

На складах і заправних станціях щільність нафтопродуктів заміряють за допомогою нафтоденсиметра (ареометра) , який являє собою порожнистий скляний поплавок з баластом внизу і тонку скляну трубку зверху, в якій поміщена шкала густин. У вимірювальний комплект входять денсиметри з різними межами шкал щільності, що дозволяють практично визначати щільність всіх видів палива та мастил (рис. 2.1-2.2).

Денсиметри градууються в  $\text{г}/\text{см}^3$ , тому для вираження щільності продукту в системі СІ необхідно отриманий результат вимірювання перерахувати, помноживши на 1000.

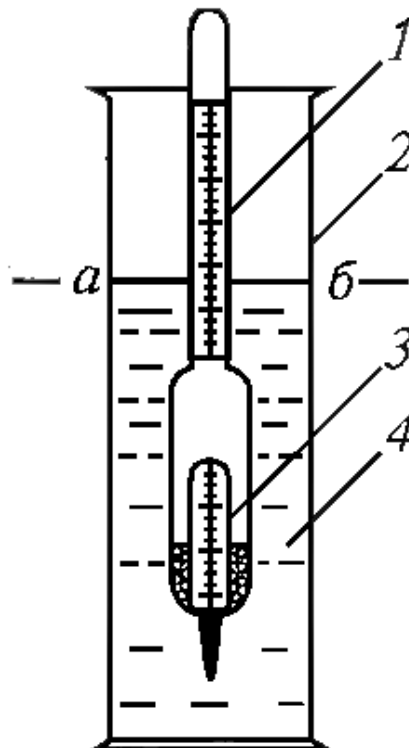
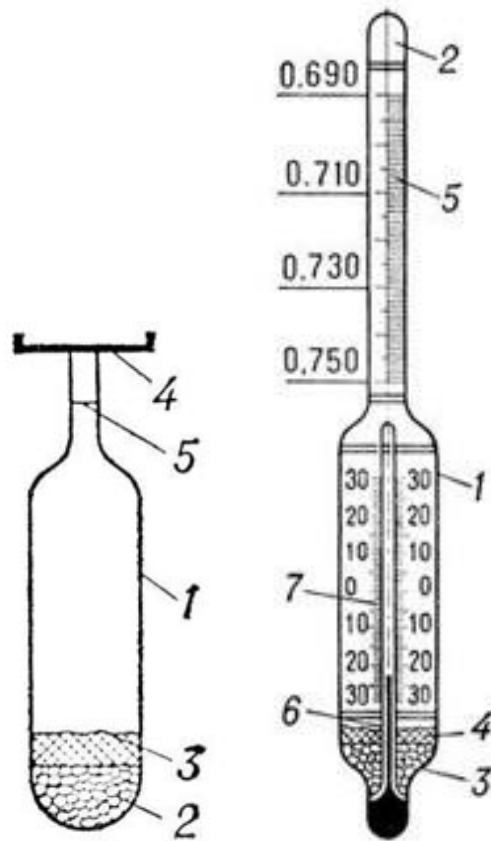


Рис. 2.1. Прилад для визначення щільності нафтопродуктів:  
1 - скляний циліндр; 2 -нафтоденсиметр; 3 – випробуваний нафтопродукт;  
4 – термометр



а)

б)

Рис. 2.2. Визначення щільності бензину:

а) ареометр постійного об'єму ( 1 — корпус; 2 — баласт; 3 — зв'язуюча речовина; 4 — тарілка для гирь; 5 — кільцева мітка);

б) нафтоденсиметр скляний (1 — пустотілий корпус; 2 — трубчатий стрижень; 3 — баласт; 4 — зв'язуюча речовина; 5 — шкала щільності; 6 — вбудований термометр; 7 — шкала температури).

Порядок визначення щільності палива:

1) У чистий скляний циліндр ємністю 250 мл і діаметром 50 мл наливають досліджуване паливо.

2) Дають паливу відстоятися до виділення бульбашок повітря, щоб воно прийняло температуру навколишнього повітря.

3) Вибирають нафтоденсиметр з відповідним поділом шкали,  $\text{кг/м}^3$ , і межею виміру:

для бензинів - 690-750 ;

для дизельних палив - 820-860 ;

для гасу - 780-820 ;

для масел - 830-910 .

4) Чистий і сухий нафтоденсиметр беруть за верхню частину і повільно занурюють у випробуваний продукт так, щоб він не торкався стінок циліндра .

5) За припинення коливань нафтоденсиметра проводять відлік показань за шкалою густин по верхньому краю меніска (при цьому очі спостерігача повинні бути на рівні меніска рідини).

6 ) Проводять відлік температури випробувань  $t$  по впаюному в нафтоденсиметр термометру. Відлік за шкалою денсиметра дає щільність пального  $\rho_t$  при температурі випробувань  $t, ^\circ\text{C}$ .

7 ) Приводять заміряну щільність до стандартного значенням  $\rho_{20}$  тобто до щільності при температурі  $+20 ^\circ\text{C}$ , враховуючи температурну поправку згідно з табл. 2.2 . Щільність бензинів стандартом не нормується, проте вона поряд з іншими фізико - хімічними показниками характеризує якість нафтопродуктів, його сортність.

Таблиця 2.2. Повні температурні поправки щільності нафтопродуктів

Густина, кг/м <sup>3</sup>	Поправка на 1 <sup>o</sup> C, кг/м <sup>3</sup>	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Поправка на 1 <sup>o</sup> C, кг/м <sup>3</sup>
700-710	0,893	831-840	0,725
711-720	0,884	841-850	0,712
721-730	0,870	851-860	0,699
731-740	0,857	861-870	0,686
741-750	0,844	871-880	0,673
751-760	0,831	881-890	0,660
761-770	0,818	891-900	0,647
771-780	0,805	901-910	0,633
781-790	0,792	911-920	0,620
791-800	0,778	921-930	0,607
801-810	0,765	931-940	0,594
811-820	0,752	941-950	0,581
821-830	0,738		

8) При визначенні денсиметром щільності нафтопродуктів, які мають в'язкість при  $50 ^\circ\text{C}$  більше 200 сСт, занурення денсиметра відбувається дуже повільно, тому такі нафтопродукти змішують з рівним об'ємом гасу, щільність якого виміряна задалегідь.

Перемішують нафтопродукти до повної однорідності і визначають щільність суміші таким же чином, як зазначено раніше.

Щільність в'язкого нафтопродукту обчислюють за формулою

$$\rho_t = 2\rho_t^1 - \rho_t^2,$$

де  $\rho_t^1$  - щільність суміші;  $\rho_t^2$  - щільність гасу.

Якщо щільність гасу і суміші визначалася при різних температурах, то здійснюють перерахунок густин, приводять їх до одних і тих же температурних значень і тільки після цього підставляють у формулу значення  $\rho_t^1$  і  $\rho_t^2$ .

## 2.3 Завдання до практичної роботи

**Задача 1.** На склад ПММ постуило  $V_1$  літрів палива при температурі  $t_1$ . Скільки автомобілів ємністю бака  $V_2$  можна буде заправити цим паливом при температурі  $t_2$  і  $t_1$ .

Таблиця 2.3. Завдання до практичної роботи

№ вар	Вид палива	$V_1, л$	$t_1, ^\circ C$	$\rho_{20}, кг/м^3$	$V_2, л$	$t_2, ^\circ C$
1	Бензин	20000	21	710	20	5
2	Бензин	21000	22	720	30	19
3	Бензин	22000	23	730	40	18
4	Бензин	23000	24	740	50	17
5	Бензин	24000	25	750	20	16
6	Бензин	25000	26	760	30	15
7	Бензин	26000	27	710	40	14
8	Бензин	27000	28	720	50	13
9	Бензин	28000	29	730	20	12
10	Бензин	29000	30	740	30	11
11	Бензин	30000	31	750	40	10
12	Бензин	31000	32	760	50	9
13	Бензин	32000	33	710	20	8
14	Бензин	33000	34	720	30	7
15	Бензин	34000	35	730	40	6
16	Диз. пал.	35000	19	800	50	21
17	Диз. пал.	36000	18	810	20	22
18	Диз. пал.	37000	17	820	30	23
19	Диз. пал.	38000	16	830	40	24
20	Диз. пал.	39000	15	840	50	25
21	Диз. пал.	40000	14	850	20	26
22	Диз. пал.	41000	13	860	30	27
23	Диз. пал.	42000	12	800	40	28
24	Диз. пал.	43000	11	810	50	29
25	Диз. пал.	44000	10	820	20	30
26	Диз. пал.	45000	9	830	30	31
27	Диз. пал.	46000	8	840	40	32
28	Диз. пал.	47000	7	850	50	33
29	Диз. пал.	48000	6	860	20	34
30	Диз. пал.	49000	5	810	30	35
31	Диз. пал.	50000	15	830	40	5
32	Диз. пал.	51000	18	810	50	6

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

### Визначення якості низько замерзаючих охолоджувальних рідин

#### 3.1 Мета роботи

1. Ознайомити студентів з методикою визначення показників якості низькотемпературних охолоджувальних рідин.
2. Навчити студентів виконувати розрахунки добавляння необхідної кількості води і етиленгліколя при випаровуванні антифризу.
3. Навчитись по заданій густині визначати склад антифризу і виконувати його корегування з метою одержання антифризу з заданою температурою замерзання.

#### 3.2 Теоретичні відомості

##### 3.2.1 Загальна характеристика

Охолоджувальні рідини потрібні для відведення тепла від циліндрів двигуна автомобіля в навколишнє середовище. Ці рідини мають активно поглинати теплоту і проводити її через свою масу, тобто забезпечувати хорошу теплопередачу. Крім того, охолоджувальна рідина має бути малов'язкою у широкому діапазоні температур і добре прокачуватись у системі охолодження, мати низьку температуру замерзання, високу температуру кипіння і малі втрати на випаровування, не утворювати накипу і не спричинювати корозію системи охолодження.

Для охолодження двигунів автомобілів використовують воду й охолоджувальні рідини на основі етиленгліколю. Вода, безперечно, краща з охолоджувальних рідин, але має занадто багато недоліків:

- замерзає при  $0^{\circ}\text{C}$  і при цьому ще збільшується в об'ємі, розриваючи радіатор;
- кипить при температурі  $100^{\circ}\text{C}$ , утворює накип на деталях охолоджувальної системи, утруднюючи її роботу;
- спокушає водія звертатися до СТО і магазинів, а залити те, що ближче, внаслідок чого двигун може розморозитись.

З огляду на перелічені недоліки води як охолоджувальну рідину для автомобільного двигуна використовують суміш етиленгліколю з водою.

Етиленгліколь  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$  - це двохатомний спирт у вигляді прозорої в'язкої рідини без кольору і запаху. Кипить етиленгліколь при температурі  $+197^{\circ}\text{C}$ , а замерзає при  $-11,5^{\circ}\text{C}$ .

Водні розчини етиленгліколю можуть мати дуже низькі температури замерзання (до  $-70^{\circ}\text{C}$ ) в залежності між співвідношенням води та етиленгліколю.

На відміну від води, етиленгліколеві рідини, замерзаючи, незначно розширюються в об'ємі, утворюють не лід, а кашоподібну масу, яка не спроможна розірвати порожнину системи охолодження.

Рекомендовано застосовувати ці рідини, бо вони абсолютно не утворюють шкідливих відкладів не тільки взимку, а й улітку.



Оскільки водно-етиленгліколеві суміші корозійноактивні, до складу охолоджувальних рідин (антифризів) додають протикорозійну присадку - фосфорнокислу сіль натрію - (динатрійфосфат) і декстрини (вуглець, отриманий розщепленням крохмалю).

Антифризи на базі етиленгліколю відомі за назвою тосолів: Тосол-А, Тосол А-40 і Тосол А-65.

Тосол-А це концентрований етиленгліколь з присадками, якщо розбавити його дистильованою водою, то температура застигання суміші буде  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Водний розчин Тосолу-А з температурою застигання не вищою ніж  $-60^{\circ}\text{C}$  це Тосол А-65.

Якщо в позначенні Тосолу є літера М, (наприклад, Тосол А-40М), це означає, що до його складу входить крім звичайних присадок молібдат натрію, що покращує антикорозійні властивості.

Найпоширеніший Тосол А-40, який складається з 44 % води і 56 % етиленгліколю і замерзає при температурі  $-40^{\circ}\text{C}$ , має блакитний колір.

Основа антифризу має вищу температуру кипіння, ніж вода. У зв'язку з цим у процесі нормальної експлуатації з системи охолодження, заправленої антифризом, відбувається природна втрата води внаслідок випаровування. Співвідношення в рідині основи і води визначає температуру її застигання, яка входить у позначення антифризу як цифровий матеріал.

Етиленгліколеві рідини отруйні, тому потрібно бути обережними, працюючи з ними. Якщо вони потрапляють на шкіру, місця ураження потрібно старанно промити теплою водою з милом.

Один раз заправлена охолоджувальна рідина, як правило, перебуває в системі охолодження без заміни протягом усього сезону експлуатації. У разі зниження її рівня внаслідок випаровування в етиленгліколеву рідину доливають дистильовану або дуже м'яку воду.

У процесі експлуатації автомобілів іноді може виникнути значна втрата антифризу. У таких випадках із системи охолодження треба злити 1...2 л рідини в чисту посудину і, профільтрувавши крізь паперовий або тканинний фільтр, залити цю рідину (або частину її) у скляну посудину і виміряти густину ареометром. Температуру рідини треба виміряти термометром з точністю поділки не менш як  $1^{\circ}\text{C}$ .

Коли густину антифризу визначають не при температурі  $+20^{\circ}\text{C}$ , її значення перераховують на  $+20^{\circ}\text{C}$  за формулою

$$\gamma^{20} = \gamma^t + k(t - 20)$$

де  $\gamma^t$  - дійсна густина випробовуваного антифризу при температурі випробування,  $\text{г/см}^3$  ;

$k$  - середня температурна поправка густини,  $\text{г/см}^3$  ;

$t$  - температура випробування,  $^{\circ}\text{C}$ .

Значення дійсної густини залежно від температурної поправки густини, г/см<sup>3</sup> :

$\gamma^t$	1,00...1,01	1,02...1,03	1,04...1,05	1,06...1,07	1,08...1,09
$k$	0,000502	0,000476	0,000450	0,000424	0,000398

Якщо густина висока, то суміш розбавляють водою. Якщо низька розчин зміцнюють Тосолом А-40 чи концентрованим Тосолом-А або заміняють свіжим.

Температурі замерзання -40 °С відповідає густина охолоджуваної рідини Тосол А-40, що дорівнює 1,075...1,085 г/см<sup>3</sup>.

### 3.2.2. Оцінювання якості антифризу

#### Визначення якості за зовнішніми ознаками

*Колір.* Стандартний антифриз марки 40 - світло-жовтий, а марки 65 - оранжевого або жовто-оранжевого кольору.

*Прозорість.* Свіжеприготований антифриз являє собою злегка каламутну рідину. У антифризі мають бути відсутні великі зважені частки, осадження, а також сліди плаваючого поверх антифризу шару іншої рідини. Такою рідиною можуть бути нафтопродукти, які не змішуються з антифризом, викликають бурхливе спінювання і викиди в системі охолодження двигунів.

*Забрудненість.* Антифриз після довгого використання в системі охолодження двигуна стає каламутним і брудним. Особливо велике забруднення спостерігається, якщо перед заливанням антифризу із системи охолодження не був видалений накип.

#### Визначення складу антифризу гідрометром.

Гідрометр являє собою денсиметр, у якого замість шкали щільності мається подвійна шкала: вмісту гліколю у відсотках, і температури замерзання. Принцип визначення цих показників ґрунтується на зміні щільності суміші залежно від різного в ній співвідношення етиленгліколю і води. Визначати склад антифризу гідрометром, а також ареометром найзручніше при температурі 19-21 °С, так як при цьому не потрібно вводити в результати вимірів температурні поправки. Склад антифризу і температуру його замерзання. відраховують за шкалою ( по верхній межі меніска )

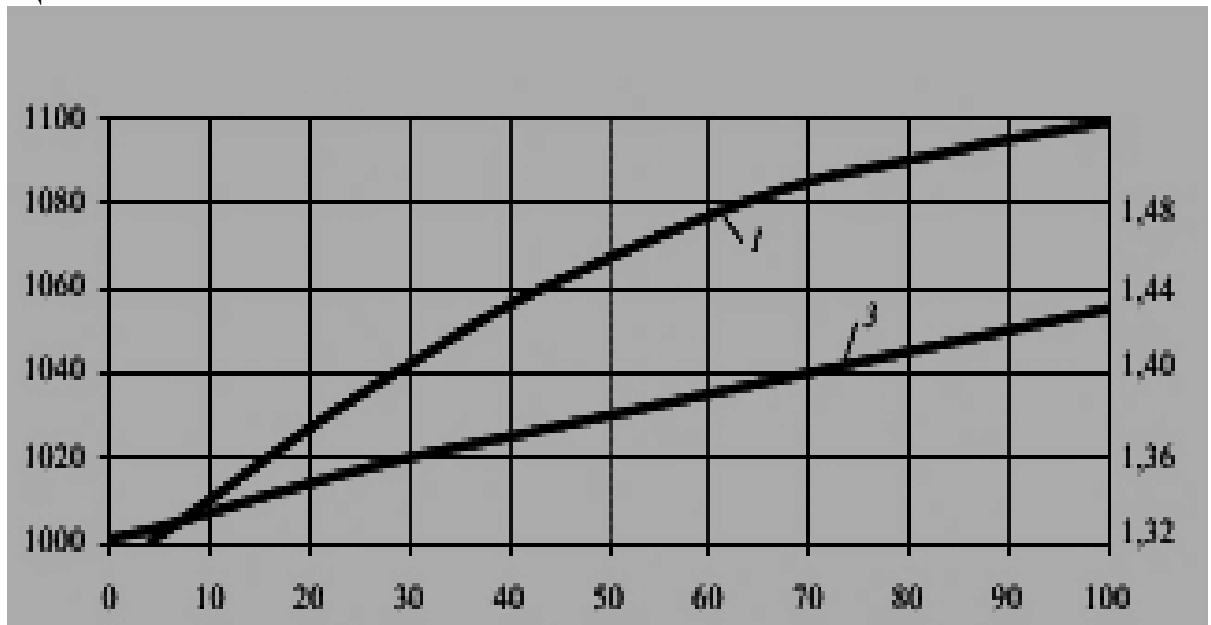
#### Визначення складу антифризу ареометром

Для визначення складу антифризу ареометром чинять так , як і при роботі з гідрометром . У цьому випадку за шкалою ареометра буде заміряна щільність продукту . При необхідності, значення щільності антифризу при температурі досліду призводять до стандартної температури 20°С. Поправочний коефіцієнт  $\gamma$  для етиленгліколевого антифризу в середньому дорівнює 0,525 кг / м<sup>3</sup>·град.

Склад і температуру замерзання антифризу по щільності знаходять за допомогою діаграми ( рис. 3.1, а). На цій діаграмі по лівій осі відкладена щільність антифризу , кг / м<sup>3</sup> , а на правій осі відкладено коефіцієнт заломлення. На рис. 3.1, б по осі відкладена температура замерзання антифризу в °С. Необхідно провести горизонтальну лінію від осі ординат , де нанесені значення

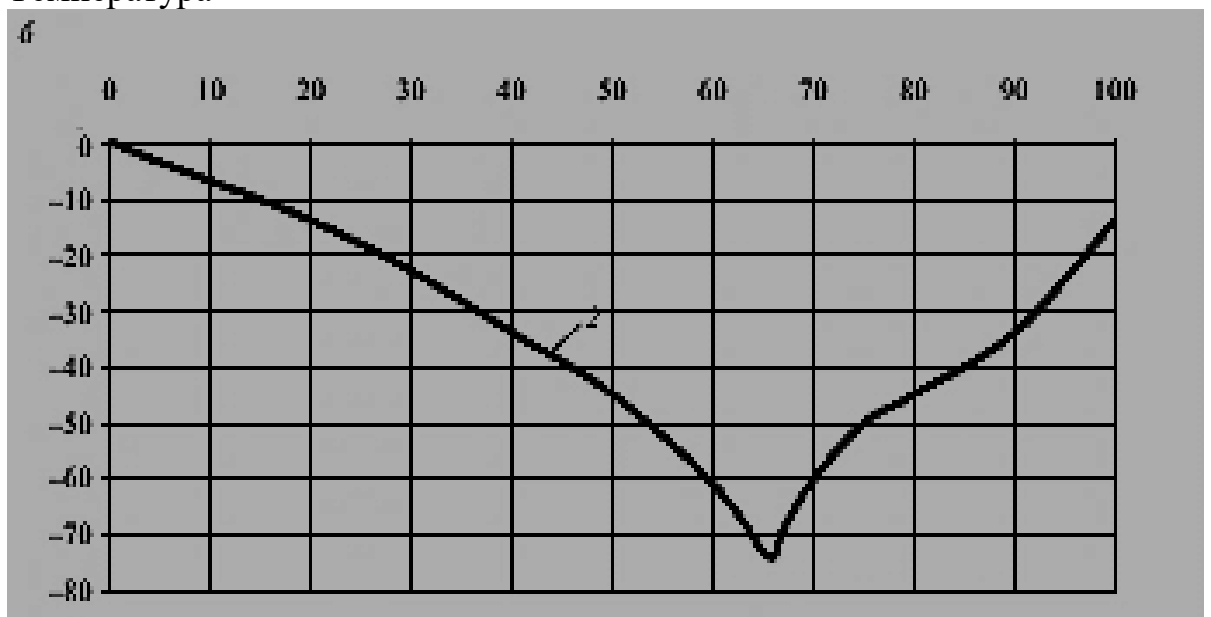
щільності при  $+20^{\circ}\text{C}$ , до перетину її з кривою 1. З точки перетину опускають перпендикуляр на вісь абсцис і отримують значення складу антифризу. Продовжуючи перпендикуляр вниз до перетину з кривою 2, проводять горизонтальну лінію вліво до осі ординат і отримують значення температури замерзання даної суміші.

Щільність



Вміст етиленгліколю, %

Температура



Вміст етиленгліколю, %

Рис. 3.1. Криві залежності щільності, коефіцієнта заломлення і температури замерзання етиленгліколевого антифризу від його складу:  
1 - щільність; 2 - температура замерзання; 3 - коефіцієнт заломлення

### Визначення складу антифризу за коефіцієнтом заломлення

Коефіцієнт заломлення залежить від щільності антифризу, яка в свою чергу залежить від співвідношення складових його компонентів. Звідси, знаючи коефіцієнти заломлення чистих компонентів антифризу, можна за коефіцієнтом

заломлення суміші цих компонентів визначити щільність і склад випробуваної низькотемпературної охолоджуючої рідини. Коефіцієнт заломлення визначають за допомогою лабораторного рефрактометра типу РЛ. Для цього відкривають верхню частину рознімної призми рефрактометра і ретельно протирають її площини м'яким фільтрувальним папером. На площину розкритої призми наносять за допомогою скляної палички 2-4 краплі випробуваного антифризу і закривають верхню частину призми. Направляють промінь світла від лампи у верхнє вікно призми. Промінь, проходячи через шар випробуваного антифризу, заломлюється і відхиляється вниз. Пересуваючи рухливий окуляр, знаходять межу світлотіні. Якщо межа розпливчата і забарвлена в кольори веселки, то пересуванням ахроматизатора роблять її чіткою. Через окуляр рефрактометра видно шкалу що показує коефіцієнт заломлення. Знаючи коефіцієнт заломлення, по діаграмі (див. рис. 3.1) знаходять склад і температуру замерзання випробуваного антифризу.

### **Оцінка результатів випробувань**

Підраховують середнє значення складу і температури замерзання випробуваного антифризу з трьох отриманих результатів визначення: гідрометром, ареометром і рефрактором. Зіставляючи дані візуального спостереження та середнє значення складу і температури замерзання антифризу з вимогами технічних норм, роблять висновок про відповідність його технічним умовам та придатності до використання. Якщо показники якості зразка антифризу відрізняються від норм стандарту, вирішують завдання з приведення складу антифризу до вимог технічних норм.

### **Розрахунок необхідної добавки води або етиленгліколю при випаровуванні антифризу**

Кількість додаваного компонента підраховують за формулами: при добавці етиленгліколю

$$X = 100 \cdot (a - b) / b$$

при добавці води

$$X_e = 100 \cdot (c - d) / d$$

де  $X$ ,  $X_e$  -- кількість доданого компонента, л/100 л вихідного зразка;

$a$ ,  $b$  - об'ємний відсоток води у випробуваному зразку і стандартному антифризі відповідно;

$c$ ,  $d$  - об'ємний відсоток етиленгліколю у випробуваному зразку і стандартному антифризі.

### **3.3.Завдання до практичної роботи**

1. Визначити склад і температуру замерзання антифризу за заданою щільністю.
2. Підібрати склад антифризу для використання за заданих температурних умов.
3. Розрахувати необхідну добавку етиленгліколю та води при випаровуванні антифризу

Таблиця 3.1. – Вихідні дані

№ Вар.	$\gamma^t, \text{кг} / \text{м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	Темпер. для підбору антифризу	$a, \%$	$b, \%$	$c, \%$	$d, \%$
1	1000	21	-15	12	10	70	65
2	1010	22	-17	14	11	68	60
3	1020	23	-20	15	13	66	63
4	1030	24	-23	16	15	64	58
5	1040	25	-25	17	14	62	59
6	1050	26	-30	18	16	60	55
7	1060	27	-33	19	16	58	57
8	1070	28	-35	20	18	56	51
9	1080	29	-38	22	20	54	53
10	1090	30	-40	24	21	52	50
11	1000	28	-43	26	23	50	47
12	1010	29	-46	28	27	48	41
13	1020	30	-50	30	25	46	44
14	1030	31	-52	32	30	44	40
15	1040	32	-54	34	30	42	38
16	1050	21	-56	36	31	40	36
17	1060	22	-58	38	35	38	37
18	1070	23	-60	40	37	36	30
19	1080	24	-62	42	38	34	30
20	1090	25	-64	44	39	32	29
21	1000	26	-66	46	45	30	28
22	1010	27	-68	48	43	28	27
23	1020	28	-70	50	43	26	22
24	1030	29	-72	52	48	24	23
25	1040	30	-74	54	50	22	20
26	1050	31	-32	56	51	20	17
27	1060	32	-34	58	50	18	16
28	1070	33	-36	60	54	16	14
29	1080	34	-41	62	57	14	11
30	1090	35	-45	64	58	12	10
31	1030	19	-40	28	25	43	39
32	1040	24	-44	33	30	56	50

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

### Визначення фракційного складу бензинів

#### 4.1 Мета роботи

1. Засвоїти метод визначення випаровуваності бензинів.
2. Навчитись давати оцінку експлуатаційним яkostям бензинів по їх фракційному складу .

#### 4.2 Теоретичні відомості

Фракція - це частина палива , яка википає в певних температурних межах. Фракційний склад - це найважливіший показник палива, що виражає залежність між температурою і кількістю палива , що переганяється при цій температурі.

Фракційний склад впливає на експлуатаційні властивості бензину. Від фракційного складу бензину залежить пуск двигуна, час його прогрівання і приємність, спрацювання деталей циліндро-поршневої групи; витрата палива, масла; токсичність відпрацьованих газів тощо. Для характеристики фракційного складу в стандарті вказані температури початку перегонки, температури, при якій переганяється 10, 50 і 90% бензину, а також температура кінця його кипіння. Крім того, визначають залишок після перегонки і втрати.

За температурою перегонки 10% бензину ( $t_{10\%}$ ) роблять висновок про наявність в ньому пускових (головних) фракцій, від яких залежить легкість пуску холодного двигуна. Чим нижча ця температура, тим легше і швидше можна запустити двигун, оскільки більша кількість бензину надходитиме у циліндри у вигляді пари. Важливо, щоб температура  $t_{10\%}$  була невисокою для бензинів, які використовують при низьких температурах повітря.

При високій температурі перегонки 10% бензину ускладнюється пуск холодного двигуна, тому що основна кількість бензину подається в циліндри у рідкому стані. Такий бензин розріджує масло, змиваючи його з стінок циліндрів і призводить до підвищеного зношування деталей двигуна.

Якщо бензин має дуже низьку температуру  $t_{10\%}$ , то на прогрітому двигуні, особливо в спеку, під капотом у системі живлення можуть випаровуватись легко киплячі вуглеводні, утворюючи пари, об'єм яких у 15...200 разів більше об'єму бензину. При цьому вони порушують подачу палива з паливного бака до бензонасоса, тому це явище одержало назву „парової пробки”. Щоб запобігти йому рекомендують застосовувати бензин при температурі навколишнього повітря ( $t'_n$ ) не вище:

$$t'_n = t_{10\%} + 10 .$$

Крім того, обмежуються кількість легко киплячих вуглеводнів у бензинах температурою  $t_{10\%}$ , яка для всіх марок літніх автомобільних бензинів повинна бути не нижче 35 °С. За такої умови зменшуються втрати легко киплячих вуглеводнів від випаровування при зберіганні, у випадку нагрівання резервуарів сонячним промінням.

Використання бензину з високим вмістом легко киплячих фракцій, крім утворення „парових пробок”, може призвести, при підвищенні вологості до обледеніння карбюраторів, в наслідок різкого зниження температури у випускній системі.

У системах вприскування бензину небезпека виникнення «парових пробок» практично виключена, оскільки паливо подається до форсунок спеціальним насосом, розміщеним не під капотом, а біля паливного бака.

Після пуску двигуна інтенсивність його прогрівання і прийомистість залежить головним чином від температури перегонки 50% бензину ( $t_{50\%}$ ). Чим нижча ця температура, тим краще випаровуються середні фракції бензину, забезпечуючи стійку роботу двигуна на режимі холостого ходу і хорошу його прийомистість.

Проте використання бензину з низькою температурою  $t_{50\%}$  може призвести до зниження коефіцієнта наповнення і потужності двигуна. Тому температура перегонки 50% палива для бензинів повинна бути у межах 100...115°C.

За температурою перегонки 90% ( $t_{90\%}$ ) і температурою кінця кипіння ( $t_{KK}$ ) роблять висновок про інтенсивність і повноту згорання робочої суміші та про наявність у бензині важких (хвостових) фракцій. При наявності важких фракцій паливо випаровується неповністю, що призводить до нерівномірного розподілу пальної суміші між циліндрами, розрідження масла паливом, підвищення спрацювання деталей двигуна і витрати палива. Чим менший інтервал від  $t_{90\%}$  до  $t_{KK}$ , тим якість палива вища.

Фракційний склад бензину визначають згідно ГОСТ 2177-82 за допомогою спеціального приладу показаного на рис. 4.1.

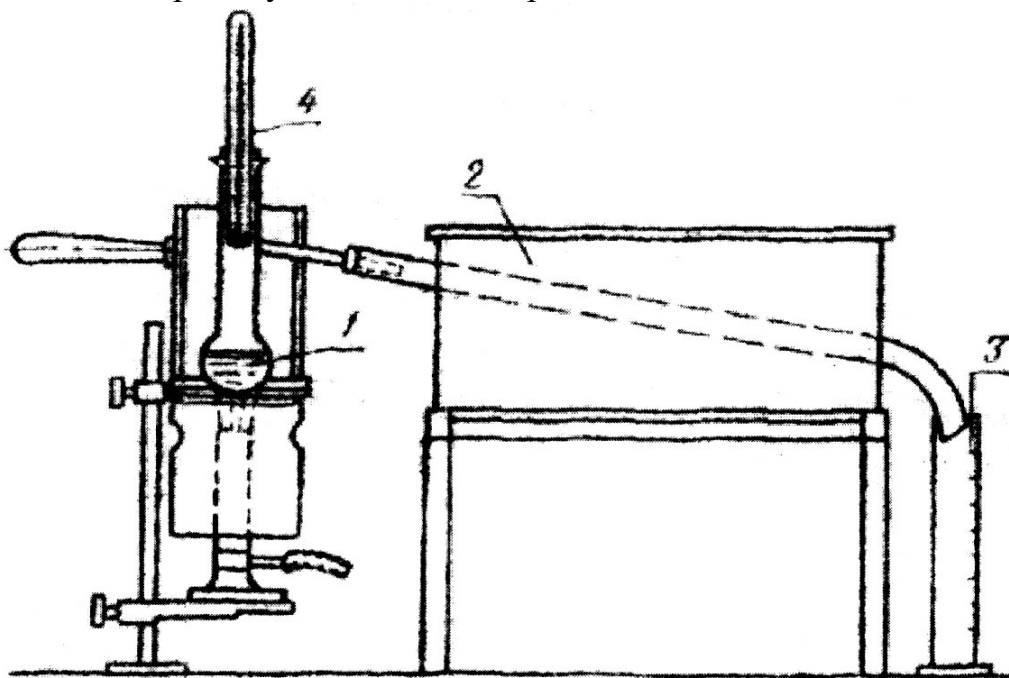


Рис 4.1. Прилад для визначення фракційного складу палива:  
1 – колба; 2 – холодильник; 3 – мірний циліндр; 4 – термометр

У колбу 1 заливають 100 мл досліджуваного палива і підігривають до кипіння. Пары палива поступають в холодильник 2 і конденсуються. У

момент падіння першої краплі конденсату у мірний циліндр 3 на термометрі 4 відмічають температуру, яку вважають початковою температурою кипіння палива. Потім послідовно фіксують температури, коли у мірному циліндрі нагромаджуються чергові 10% розгонки палива ( $t_{10\%}$ ,  $t_{20\%}$ ,  $t_{30\%}$  і т.д.). Результати перегонки бензину відображають у вигляді кривих (рис. 4.2).

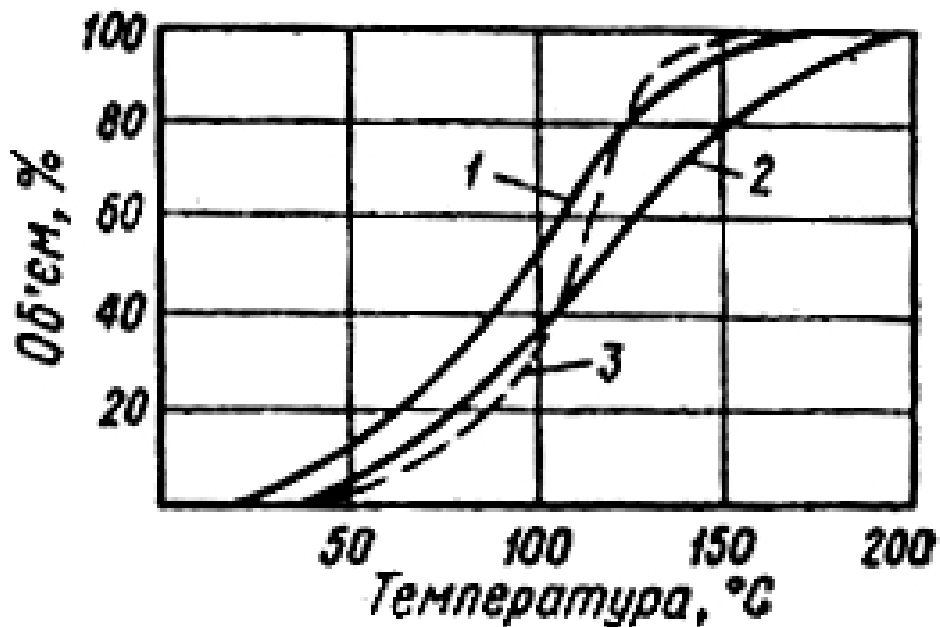


Рис. 4.2. Криві розгонки бензину: 1 – зимовий; 2 – літній; 3 – авіаційний

### 4.3. Виконання роботи

1. На папері згідно з масштабом намалювати графік перегонки випробуваного зразка палива в координатах: температура - кількість перегнаного палива (об'ємні відсотки) рис. 4.3.

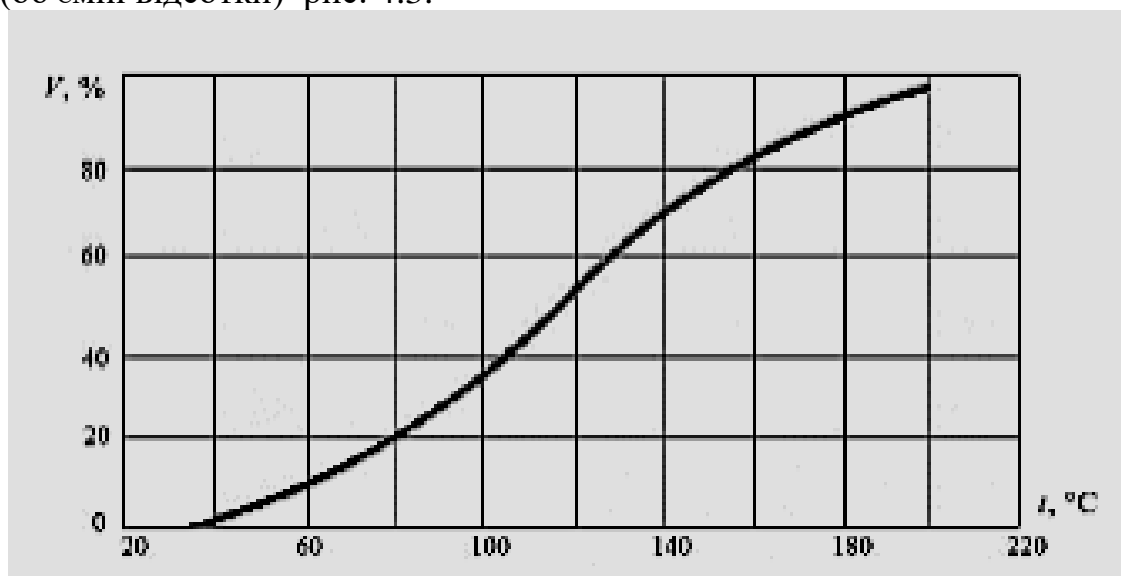


Рис. 4.3. Фракційний склад бензину

2. Отримані результати порівняти з нормами за ГОСТ 2084-77, тобто з кривими фракційного складу типових сортів палива. Необхідно враховувати, що криві цих палив (рис. 4.4) дають граничні значення фракційного складу.



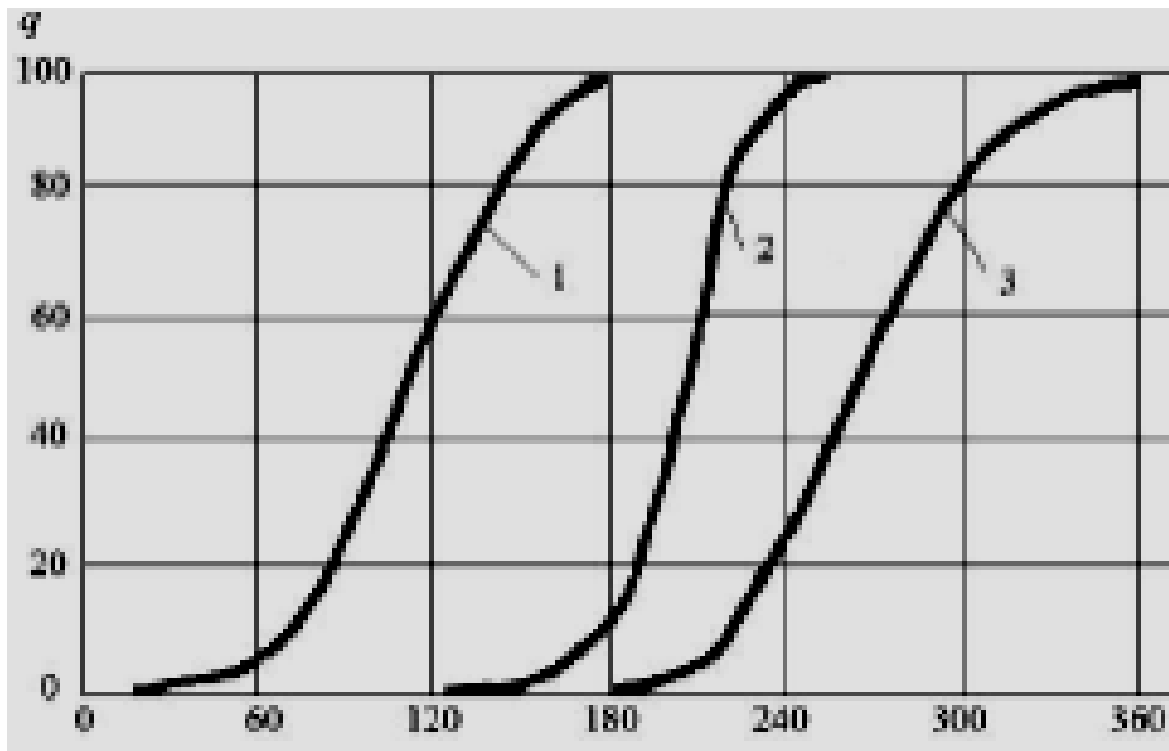


Рис. 4.4. Криві фракційного складу типових палив: 1 - бензину; 2 - гасу, 3 - дизельного палива; q - кількість перегнаного палива,%; t - температура перегонки фракцій, °C

Вимоги стандарту ГОСТ 2084-77 і ТУ 38001165-97 до палива наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Вимоги до палива.

Фракційний склад $t_{пп}$ , °C, не нижче:	
літнього виду	35
зимового виду	—
$t_{10\%}$ , °C, не вище літнього/зимового	70/55
$t_{50\%}$ , °C, не вище літнього/зимового	115/100
$t_{90\%}$ , °C, не вище літнього/зимового	180/160
$t_{кк}$ , °C, не вище літнього/зимового	195/185
залишок в колбі, %, не більше	1,5
залишок і втрати, %, не більше	4,0
Тиск насиченої пари, кПа:	
літнього виду, не більше	66,66
зимового виду	66,66...93,3
Кислотність, мг КОН/100см <sup>3</sup> бензину, не більше	3,0
Концентрація смоли, мг на 100см <sup>3</sup> бензину не більше:	
на місці виробництва	5
на місці споживання	10
Індукційний період, хв, не менше	900
Масова частка сірки, %, не більше	0,10

3 . Порівняти отримані характерні точки фракційного складу з вимогами стандартів та зробити висновок про відповідність палива за цим показником технічним нормам. За ГОСТ 2084-77 або ТУ 38001165-97 допускається відхилення даних фракційного складу автомобільних бензинів від норми в бік підвищення для температури : перегонки 10% на 1 ° С; перегонки 50 % на 2 ° С; перегонки 90 % на 2 ° С; кінця перегонки на 3 ° С. Допускається також збільшення залишку в колбі на 0,3 %.

4 . За номограмою (рис. 4.5) провести експлуатаційну оцінку бензину і зробити висновки за формою, наведеною в табл. 4.2. Представлені криві виражають залежність пускових якостей бензину , його здатності забезпечувати достатню приємність двигуна , утворювати парові пробки і розріджувати масло в картері від значень характерних точок фракційного складу і температури навколишнього повітря. При користуванні цією номограмою по осі абсцис наносять температури перегонки 10%-ного , 50%-ного і 90 %-ного бензину і , проводячи з них перпендикуляри до перетину з відповідними кривими , відзначають на осі ординат граничні температури повітря для застосування випробуваного палива.

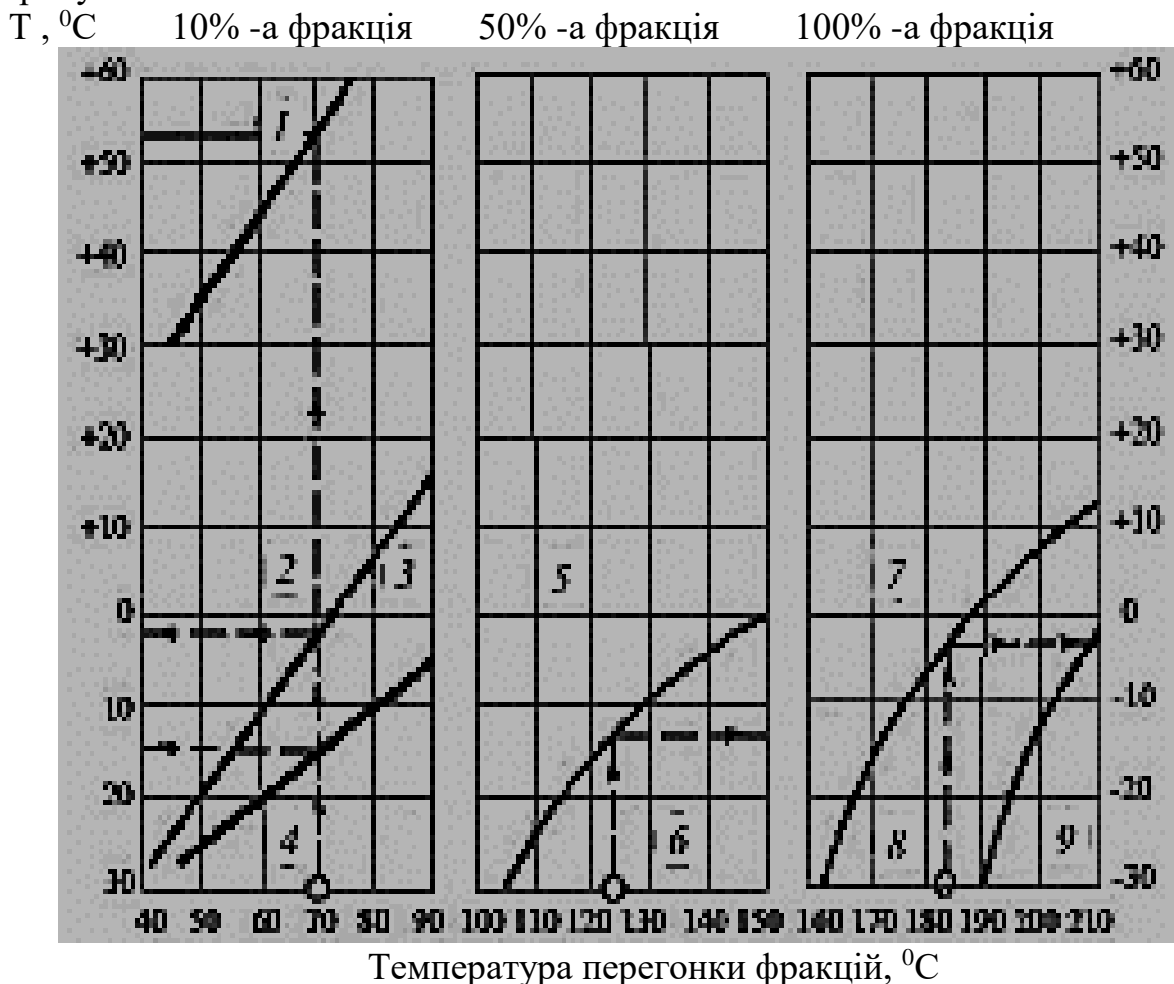


Рис. 4.5. Номограма для експлуатаційної оцінки карбюраторних палив: області: 1 - можливого утворення парових пробок; 2 - легкого пуску двигуна; 3 – затрудненого пуску двигуна; 4 - практично неможливого пуску двигуна; 5 - хорошої приємності і стійкої роботи двигуна; 6 - поганої приємності і нестійкої роботи двигуна; 7 - незначного розрідження масла в картері; 8 – помітного розрідження масла; 9 - інтенсивного розрідження масла в картері

Таблиця 4.2 - Висновки про експлуатаційні властивості пального

Температура повітря при якій можливе	T, °C	Висновки про вплив бензину на роботу двигуна
Утворення парових пробок		
Легкий пуск двигуна		
Затруднений пуск двигуна		
Швидкий прогрів і гарна приємність		
Незначне розрідження оливи в картері		
Значне розрідження оливи в картері		

5. За даними фракційного складу бензину можна зробити важливі висновки про роботу карбюраторного двигуна на даному паливі. Для цієї мети пропонується ряд емпіричних формул (1-7), розроблених на підставі досліджень і даних практики.

1. Температура повітря, °C, вище якої можна чекати перебоїв в роботі двигуна через утворення пароповітряних пробок,

$$t_{n.n.} = 1,5t_{10\%} - 59 \quad (1)$$

2. Температура, вище якої можливий легкий пуск холодного двигуна

$$t_{x.n.} = t_{10\%} / 1,25 - 59 \quad (2)$$

3. Температура повітря, нижче якої практично неможливий пуск холодного двигуна

$$t_{н.п.} = 0,657 \cdot t_{10\%} - 68,5 \quad (3)$$

4. Температура повітря, вище якої можливий задовільний пуск двигуна

$$t_{зад.н.} = 0,679 \cdot t_{10\%} - 68,5 \quad (4)$$

5. Температура горючої суміші у впускному трубопроводі, при якій закінчується прогрів двигуна

$$t_{np} = 0,5(t_{50\%} - 60) \quad (5)$$

6. Зміна динамічності автомобіля, % в порівнянні з умовно нормальною

$$\Delta D = 100 - 0,5(t_{50\%} - 90) \quad (6)$$

7. Зміна робочого зносу двигуна, %, в порівнянні з нормальним зносом

$$\Delta I_{зн} = 100 + 0,03(t_{90\%} - 160)^2. \quad (7)$$

6. За графіком рис. 4.6, що виражає залежність зносу двигуна від температури кінця перегонки застосовуваного палива, можна судити, як змінюється знос при переході двигуна з роботи на стандартному бензині А -92 на випробуване паливо. З цієї ж номограми можна судити про витрату даного палива в порівнянні з витратою стандартного бензину.

Температуру кінця перегонки взяти вищою на 20<sup>0</sup>С за t<sub>90%</sub> згідно варіанту.

Знос двигуна  
і витрати пального, %

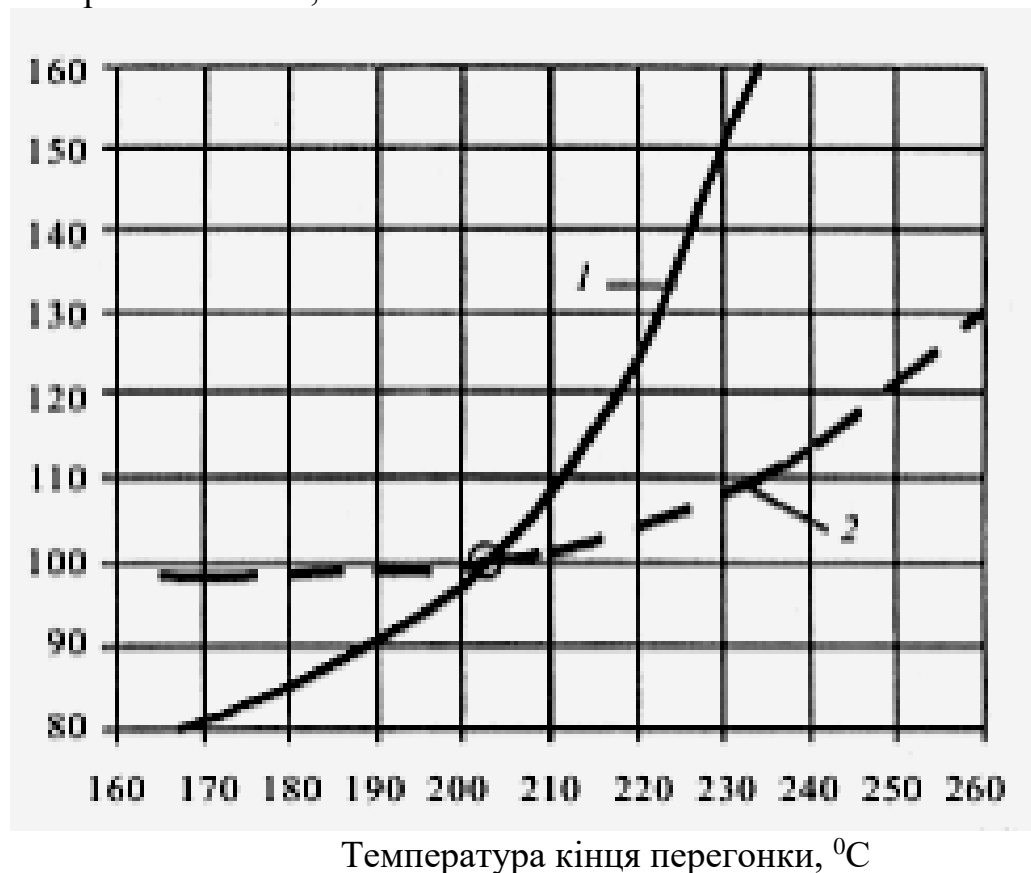


Рис.4.6. Графік залежності зносу двигуна і витрати палива від температури кінця перегонки

### Завдання до практичної роботи

Перша цифра	0			1			2			3		
	t <sub>10%</sub>	t <sub>50%</sub>	t <sub>90%</sub>	t <sub>10%</sub>	t <sub>50%</sub>	t <sub>90%</sub>	t <sub>10%</sub>	t <sub>50%</sub>	t <sub>90%</sub>	t <sub>10%</sub>	t <sub>50%</sub>	t <sub>90%</sub>
0	72	110	160	65	110	170	55	120	180	65	121	175
1	56	101	161	66	111	171	56	111	171	66	122	176
2	57	102	162	67	112	172	57	112	172	67	102	177
3	58	103	163	68	113	173	58	113	173	68	103	178
4	59	104	164	69	114	174	59	114	174	69	104	179
5	60	105	165	70	115	175	60	115	175	70	105	170
6	61	106	166	71	116	176	61	116	176	71	106	171
7	62	107	167	72	117	177	62	117	177	72	107	172
8	63	108	168	73	118	178	63	118	178	73	108	173
9	64	109	169	74	119	179	64	119	179	74	109	174

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

### Визначення експлуатаційної якості дизельних палив

#### 5.1 Мета роботи.

1. Ознайомитись з основними властивостями дизельних палив;
2. Навчитись давати оцінку експлуатаційним якостям дизельних палив по їх фракційного складу .

#### 5.2 Теоретичні відомості

Основна відмінність у роботі дизеля і бензинового двигуна полягає в сумішоутворенні і запалюванні робочої суміші. В дизелях немає примусового запалювання робочої суміші. В циліндрі двигуна стискується не робоча суміш, а повітря. Тиск повітря становить 30...70 МПа, залежно від ступеня стиснення. Внаслідок високого тиску температура повітря підвищується до 500...800 °С. В це стиснуте повітря через форсунку впорскується паливо, яке випаровується, нагрівається до температури самозапалювання і згоряє. Всі ці процеси відбуваються за тисячні долі секунди. Основна перевага дизелів - висока економічність, менші витрати палива порівняно з бензиновими двигунами (на 30...40%), більша надійність у роботі.

За технологією виробництва дизельне паливо одержувати простіше, паливо менш пожежонебезпечне порівняно з бензином. Але дизельне паливо має суттєвий недолік на відміну від бензину - набагато обмеженіша сировинна база, бо його одержують в основному атмосферною (прямою) перегонкою нафти та каталітичним крекінгом нафтопродуктів.

Щоб паливо повністю випаровувалось і згоряло, треба його розпилювати на найдрібніші краплинки і рівномірно розподіляти їх по всьому об'єму повітря, що знаходиться в камері згоряння. Для цього використовується об'ємне сумішоутворення, при якому паливо випаровується безпосередньо при виході з форсунки у дрібно розпиленому стані; плівкове сумішоутворення, при якому впорскування палива передбачається на стінку камери згоряння, і випаровування палива здійснюється з утвореної плівки палива. При плівковому сумішоутворенні невелика частина палива під час впорскування надходить в об'єм камери згоряння і спалахує, підпалюючи пари палива, які утворюються при випаровуванні із стінок камери згоряння.

У дизелях з турбонаддуванням може бути змішане сумішоутворення. Двигун з турбонаддуванням - ефективний для поліпшення техніко-економічних показників роботи дизеля. Турбонаддування - попередній стиск повітря перед подачею його в циліндри. Збільшуються потужність і крутний момент двигуна на 15-20%, тому що підвищується густина повітря, яке подається в циліндри.

Економічності досягають за рахунок роботи двигуна на збіднених сумішах. При надходженні у циліндри частини відпрацьованих газів (за рахунок рециркуляції) зменшується кількість горючої суміші, що призводить до зниження максимальної температури в камері згоряння і сприяє зменшенню кількості оксидів азоту у відпрацьованих газах. При рециркуляції догоряє деяка кількість оксидів вуглецю і вуглеводнів. Двигун працює на порівняно важких паливах.

Для надійності роботи дизеля паливо повинно добре прокачуватися для безперебійної роботи паливного насоса високого тиску; забезпечувати тонке розпилювання у камері згоряння, легкий пуск та повне згоряння, м'яку роботу двигуна; не повинно утворювати відкладень, нагарів і лаків; не повинно спричиняти корозію резервуарів, баків, паливної та випускної системи, деталей двигуна; повинно забезпечувати малі витрати оливи, запобігати утворенню токсичних сполук у відпрацьованих газах.

Тому в дизельних паливах особливо небажаними є сполуки сірки, азоту та ароматичні вуглеводні, для зимових палив - велика кількість н. парафінових вуглеводнів.

Щоб паливо забезпечувало "м'яку" роботу двигуна, воно повинно мати високе цетанове число (для сучасних двигунів - до 55-58). Для підвищення цетанового числа до дизельного палива додають спеціальні присадки. Також до складу палива можуть входити інші присадки: протизношувальні, депресатори (для покращення низькотемпературних властивостей) тощо.

Дизельне паливо - це горюча рідина. Вибухонебезпечна концентрація його парів у суміші з повітрям становить 2-13% (за об'ємом); температура самозаймання - +300-+330 °С; температурна межа запалювання +69- +119 °С (для літнього палива), +62-+105 °С (для зимового палива).

Гранично допустима концентрація парів палива в повітрі робочої зони становить 300 мг/м<sup>3</sup>.

Пожежонебезпечність оцінюється температурою спалаху в закритому тиглі і становить не нижче 35 °С для зимового палива, для літнього - не нижче 40 °С, для тепловозних і суднових дизелів - не нижче 62 °С. Дизельне паливо - це малотоксична речовина, що подразнює слизову оболонку і шкіру людини. Якщо паливо розлите, його слід зібрати в окрему тару, місце розливу протерти сухою ганчіркою. На відкритій площадці місце розливу треба засипати піском із подальшим його видаленням.

Ємкості, в яких зберігається і транспортується паливо, повинні бути захищені від статичної електрики. При одержанні споживачем партії дизельного палива треба перевіряти за документами показники якості: густину, випаровування (фракційний склад), метанове число, температуру застигання, граничну температуру фільтрованості, коефіцієнт фільтрованості, корозійні показники тощо і порівняти їх значення відповідності стандартам. Для точного обліку витрат треба знати значення густини кожної одержаної партії палива.

Прокачування палива, робота ПНВТ, зношування прецизійних пар насоса високого тиску, для яких паливо одночасно є мастильним матеріалом, тонкість розпилювання і повнота згоряння палива, його витрати, склад відпрацьованих газів значною мірою залежать від в'язкості палива.

В'язкість дизельних палив не є величиною постійною, вона змінюється із зміною температури. Для дизельних палив в'язкість визначають при температурі 20 °С. Паливо з дуже великою в'язкістю може спричинити перебої в його подачі внаслідок опору при протіканні по системі живлення. Критичні значення в'язкості, при яких мають місце ускладнення в подачі палива в циліндри, не однакові для різних елементів системи живлення.

В'язкість, густина, поверхневий натяг палива впливають на тонкість розпилювання, повноту згоряння та витрати палива. Чи менше значення цих

показників, тим краще розпилювання, тим меншого діаметру краплинки утворюються при розпилюванні палив, тим краще випаровування.

Фракційний склад дизельного палива при випаровуванні його в дизелях через специфічність сумішоутворення не грає настільки важливої ролі, як в карбюраторному двигуні, тому за фракційним складом дизельного палива не можна дати розгорнутої оцінки роботи двигуна.

За фракційним складом можна орієнтовно судити про пускові якості і можливе відхилення витрат дизельного палива від прийнятих норм, тому на відміну від карбюраторних палив про пускових якостях дизельного палива судять не по температурі 10%-ної точки, а по температурі перегонки 50 %-ної фракції.

З цієї ж температурою зв'язується і величина можливого відхилення витрати палива від норм. Визначити пускові якості і витрати дизельного палива по температурі перегонки 50 %-ної фракції можна за графіком (рис. 5.1).

Таблиця 5.1 Основні показники дизельних палив

Показник	Марка ДП		
	Л	З	А
Цетанове число, не менш	45		
Температура застигання, °С, не вища	-10	-35	-55
Температура помутніння, °С, не вища	-5	-25	-
Температура спалаху °С, не нижча	50	35	30
В'язкість при температурі 20°С. мм <sup>2</sup> /с	3-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
Фракційний склад, °С, не вище			
50% при t °С,	280	280	255
96% при t °С,	360	340	330
Вміст фактичних смол, мг/100 мл	40	30	30

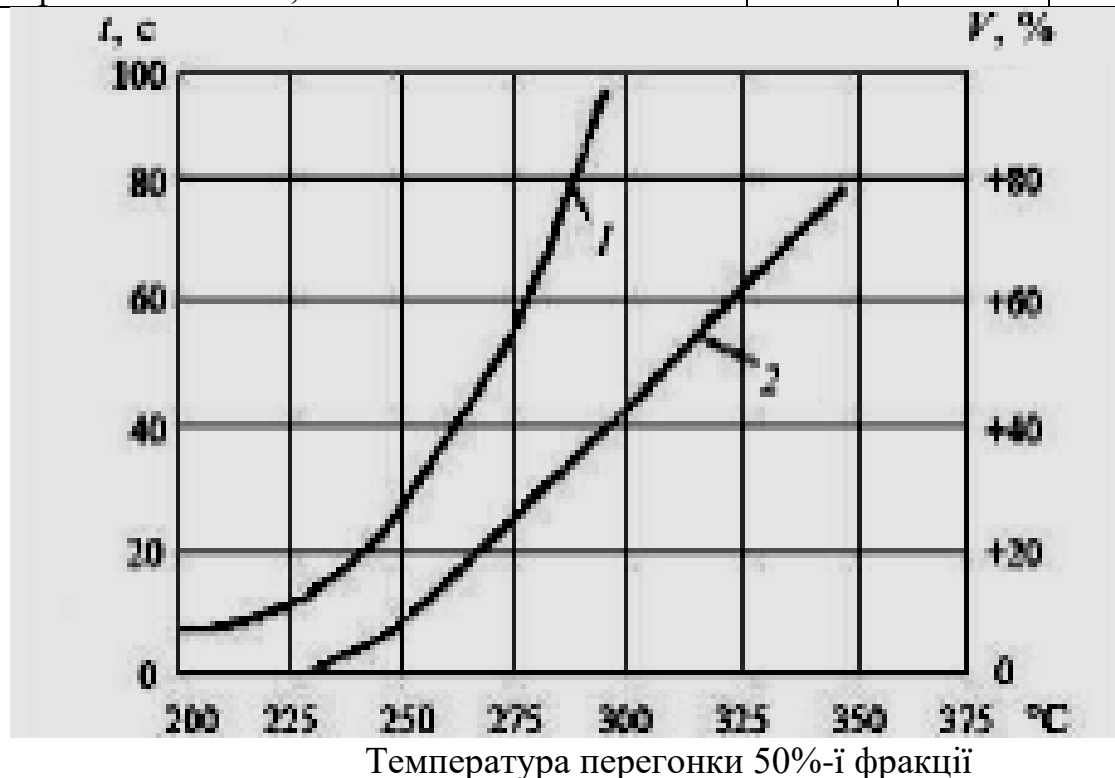


Рис. 5.1. Графік для визначення пускових якостей і витрат дизельного

палива: 1- час провертання двигуна; 2 - витрата палива

Дані, наведені на графіку (див. рис. 5.1 ), характерні для температур повітря вище нуля . При мінусових температурах час , потрібний для пуску дизеля , і витрата палива збільшаться порівняно з наведеними величинами. За даними фракційного складу і щільності можна орієнтовано судити про цетанове число дизельного палива.

$$ЦЧ = (t_{cp} - 58) / 0,005\rho_{15}; \quad (1)$$

$$ЦЧ = 20,82(0,5t_{10} + 0,53t_{50} + 0,17t_{90})^{1/3} + (2,605\rho_{20} \cdot 10^{-3}) / (0,5t_{10} + 0,53t_{50} + 0,17t_{90})^{1/3} \quad (2)$$

де  $\rho_{20}$  - густина палива при 20 °С, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{cp} = (t_{п} + t_{к}) / 2$ , °С – середня температура кипіння палива;

$t_{п}$  – температура початку кипіння палива;

$t_{к}$  - температура закінчення кипіння палива;

$\rho_{15}$  - густина палива при 15 °С, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{20}$  - густина палива при 20 °С, кг/м<sup>3</sup>

$t_{10}, t_{50}, t_{90}$  - гранична температура перегонки палива, °С.

### Завдання до практичної роботи

1. За заданною температурою перегонки 50%-ї фракції визначити час провертання двигуна та витрати дизельного палива по графіку на рис. 5.1.

2. За формулами 1 та 2 розрахувати цетанове число дизельного палива. Порівняти значення, отримані за різними формулами.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані

Перша цифра	0			1			2			3		
	$t_{10\%}$	$t_{50\%}$	$t_{90\%}$	$t_{10\%}$	$t_{50\%}$	$t_{90\%}$	$t_{10\%}$	$t_{50\%}$	$t_{90\%}$	$t_{10\%}$	$t_{50\%}$	$t_{90\%}$
0	237	265	350	234	264	339	240	274	349	242	268	359
1	238	255	330	234	265	340	240	275	350	242	269	360
2	238	256	331	234	266	341	240	276	351	242	270	361
3	238	257	332	234	267	342	240	277	352	242	271	362
4	238	258	333	234	268	343	240	278	353	242	272	363
5	238	259	334	234	269	344	240	279	354	242	273	364
6	238	260	335	234	270	345	240	280	355	242	274	365
7	238	261	336	234	271	346	240	281	356	242	275	366
8	238	262	337	234	272	347	240	282	357	242	276	367
9	238	263	338	234	273	348	240	283	358	242	277	368

Значення густини палива при 20 °С  $\rho_{20}$  прийняти 840кг/м<sup>3</sup>.

Значення густини палива при 15 °С  $\rho_{15}$  прийняти 845кг/м<sup>3</sup>.

Температуру початку та закінчення кипіння палива прийняти по варіантам як  $t_{10\%}$  та  $t_{90\%}$ .



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

### Визначення показників якості і в'язкісно-температурної характеристики моторної оливи

#### 6.1 Мета роботи

1. Навчитись визначати параметри, що характеризують якість моторної оливи.
- 2) Визначення в'язкісно- температурних характеристики моторної оливи.

#### 6.2. Теоретичні відомості

Мастильні моторні оливи - це фракції нафти, основу яких складають вуглеводні з температурою кипіння вище 350 °С.

*Моторні оливи класифікуються:*

- на групи залежно від експлуатаційних властивостей;
- на підгрупи залежно від типу двигуна;
- на класи залежно від кінематичної в'язкості.

*Якість моторних олив оцінюється:*

- в'язкісними та миючими властивостями;
- фізичною і хімічною стабільністю;
- корозійністю;
- наявністю домішок та води;
- температурою спалаху;
- протизносними властивостями.

Якість оливи характеризується індексом в'язкості. Чим він вищий, тим в'язкісно-температурні властивості оливи кращі.

Найпростіший спосіб оцінки якості оливи полягає в огляді його проби в скляному циліндрі діаметром 40 -50 мм. При цьому в ньому не повинно виявлятися ні зважених, ні осівших на дно частинок і води.

Так як моторні оливи містять велику кількість смол, то вони непрозорі в світлі, що проходить, отже, необхідно додатково фіксувати колір і відтінок у відбитому світлі.

Температура спалаху у відкритому тиглі:

- характеризує вогнебезпечність оливи;
- дає уявлення про характер вуглеводнів в оливі;
- дозволяє дізнатися про наявність домішок легкокипарювальних компонентів.

На температуру спалаху масел  $t$  впливає атмосферний тиск, що необхідно враховувати при її визначенні .

$$t = t_p + 0,0345(760 - p)$$

де  $t_p$  - температура спалаху ;

$p$  - атмосферний тиск при проведенні дослідів.

Показниками в'язкісних властивостей оливи є:

- в'язкість при різних температурах;
- індекс в'язкості ;
- температура застигання оливи.

В'язкість - це властивість оливи чинити опір зовнішній силі, що переміщує її шари один відносно одного. В'язкість визначають за допомогою спеціальних приладів - віскозиметрів і виражають в одиницях динамічної або кінетичної в'язкості.

За одиницю динамічної в'язкості прийнята в'язкість оливи, в об'ємі якої дві паралельні площини розміром по  $1 \text{ м}^2$ , віддалені одна від одної на  $1 \text{ м}$ , будуть рухатись з відносною швидкістю  $1 \text{ м/с}$  під дією сили в  $1 \text{ Н}$ . Розмірність динамічної в'язкості -  $\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$ .

За одиницю кінематичної в'язкості прийнята розмірність  $1 \text{ м}^2/\text{с}$ . Використовується також розмірність в стоксах (Ст),

$$1 \text{ Ст} = 1 \text{ см}^2/\text{с} = 1 / 100000 \text{ м}^2/\text{с}.$$

$$1 \text{ сота частина стокса} = 1 \text{ сСт} (\text{сантистокс}).$$

$$1 \text{ Ст} = 100 \text{ сСт} = 100 \text{ мм}^2/\text{с}.$$

Для характеристики в'язкості і в'язкісно-температурних якостей моторних олив нормується в'язкість при температурі  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , яка включена в їх маркування.

Моторні оливи повинні мати оптимальну в'язкість при робочій температурі. При змінах температури коливання в'язкості повинні бути мінімальними.

Кількісно цю вимогу виражають рядом показників, які називають в'язкісно-температурними характеристиками. Основна з них - графічне представлення залежності кінематичної в'язкості оливи від температури.

З підвищенням температури в'язкість зменшується. Це призводить до зносу поверхонь тертя і збільшення втрат на тертя.

З пониженням температури в'язкість масла збільшується, що призводить до погіршення надходження масла до пар тертя і його очищення, пуск двигуна ускладнюється.

Для визначення температури спалаху оливи використовують прилад (рис.6.1), який складається з штатива, на якому встановлена електрична плитка 2. На електричній плитці стоїть керамічна або скляна ємність 4 з піском, в яку поміщений тигель 3 з випробуваною оливою. У тигель з оливою вертикально встановлений термометр 5, закріплений зверху на штативі, а нижня частина його з ртутною кулькою знаходиться в оливі і не доторкується дна тигля. Тигель 3 повинен знаходитися на шарі піску товщиною  $5\text{-}10 \text{ мм}$ , а простір між тиглем і ємністю повинен бути засипаний піском на висоту  $8\text{-}10 \text{ мм}$  від краю тигля.

Очікувана температура спалаху повинна бути приблизно  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ . При температурі нижче очікуваної на  $15\text{-}10 \text{ }^\circ\text{C}$  повільно проводять над поверхнею масла на відстані  $10\text{-}15 \text{ мм}$  відкритим полум'ям. Довжина полум'я повинна бути  $3\text{-}5 \text{ мм}$ , а час пересування полум'я паралельно поверхні масла -  $2\text{-}3 \text{ с}$ . Такі випробування повторюють через інтервали температури масла  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  до тих пір, поки над поверхнею не з'явиться пробігаюче полум'я синього кольору. В момент спалаху фіксують температуру оливи по термометру.

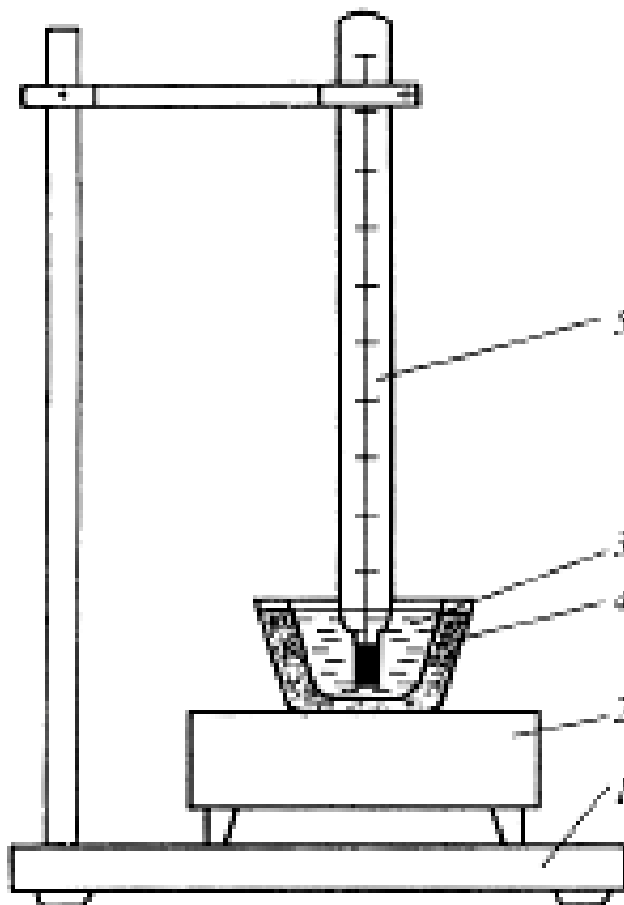


Рис.6.1 – Прилад для визначення температури спалаху

Для визначення в'язкісно-температурних характеристик оливи використовується віскозиметр. Він являє собою скляну V-подібну трубку з трьома розширеннями (рис. 6.2). У вузькому коліні А знаходиться капіляр 1 діаметром від 0,8 до 1,5 мм (табл. 6.1), на нижньому 2 і верхньому 3 розширеннях нанесені відповідно діаметри капіляра і номер віскозиметра, що відповідає паспортним даним. Вузьке коліно має дві мітки; верхню - а й нижню - б. У широкому коліні В розташовані відвідна трубка 4 і розширення 5. Порядок проведення вимірювання.

1. Віскозиметр потрібно заповнити оливою , для чого надіти на відвідну трубку 4 гумову трубку з грушею. Затиснувши пальцем зріз коліна В, перевернути віскозиметр і опустити коліно А в ємність з маслом. Засмоктати (за допомогою гумової груші ) масло в віскозиметр до мітки б , вийнявши його з ємності з маслом , і швидко перевернути в нормальне положення . Видалити масло із зовнішнього боку віскозиметра.

2. Занурити віскозиметр в скляний стакан з водою до рівня , щоб розширення 3 було наполовину занурене у воду , і закріпити його у вертикальному положенні за допомогою кришки 7.

3. Встановити термометр 8 в стакан так , щоб його резервуар знаходився на середині капіляра 1.

4. Нагріти воду за допомогою електроплитки 9 до температури  $25^{\circ}\text{C}$ , підтримувати цю температуру протягом 15 хв, щоб масло прогрілось до вказаної температури.

5. Надіти гумову трубку з грушею на коліно А і засмоктати масло вище мітки а (в маслі не має бути бульбашок повітря).

6. Зняти трубку з коліна А і спостерігати за витіканням оливи з верхнього розширення 3. Коли його верхній рівень досягне мітки а, включити секундомір і вимкнути його, коли рівень масла досягне мітки б. Вибирають віскозиметр з необхідним діаметром капіляра. Перевіряють за номером відповідність його паспорту.

Виконують вимірювання та розрахунки в'язкості для температур масла  $50$ ,  $75$  і  $100^{\circ}\text{C}$ .

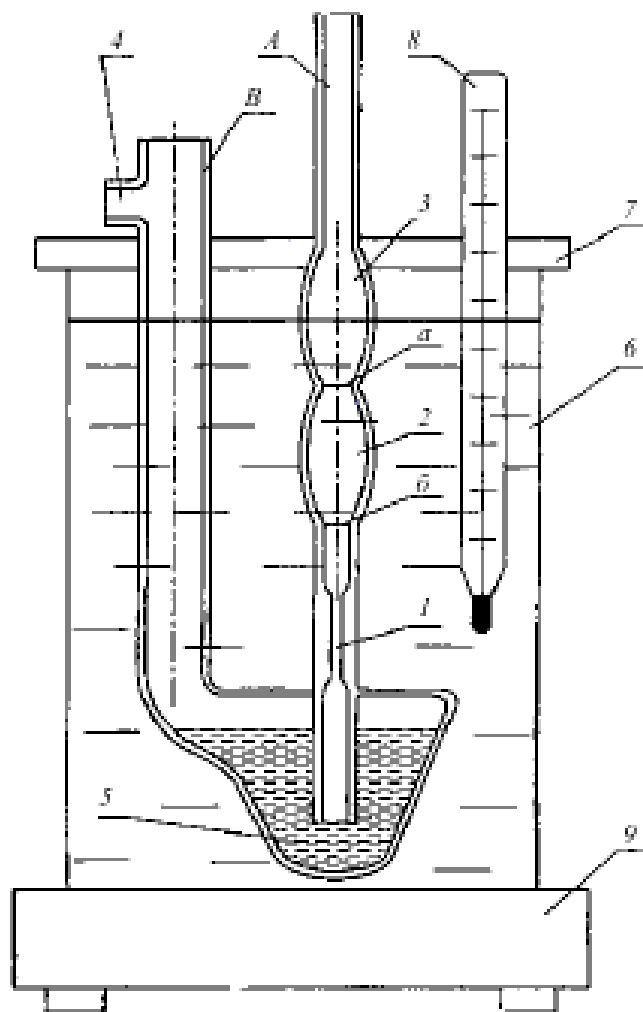


Рис. 6.2. Прилад для визначення кінематичної в'язкості оливи: А, В- відповідно вузьке і широке коліно; а, б - мітки; 1 - капіляр; 2,3 нижнє і верхнє розширення; 4 відвідна трубка; 5 - розширення; 6 - стакан; 7 - кришка, 8 - термометр; 9 – електроплитка

Рекомендовані діаметри капілярів віскозиметра вибирають за таблицею

6.1

Таблиця 6.1 – Діаметри капілярів віскозиметра

Марки оливи	Діаметр капіляра, мм. при температурі досліджень, °С		
	100	50	0
АУ, И-20, И-30	0,5-0,6	1,0-1,3	2,3-3,35
М-4з/6В, М-6Б, SAE20APIA	0,7-0,8	1,0-1,3	3,35
М-8Б, М-6Б2, И-50, SAE30APIAВ/SD	0,8-1	1,2-1,8	3,35
М-10Б, М-6з/10Б, М-12 Г, SAE 15W-30API	0,8-1	1,2-1,8	3,35-4,7
МТ-12Б2, МС-14, SAE30APID	1,0-1,3	1,5-2,3	4,7
МС-20, МК-22, SAE40APID	1,3-1,8	2,0-2,3	4,7

Визначають в'язкість оливи  $\eta$  при різних температурах, для чого необхідно середній час витікання оливи від мітки а до мітки б помножити на постійну віскозиметра, тобто

$$\eta = (C\tau_{cp}qk)/980,7$$

де С - постійна віскозиметра (береться з паспорт а), сСт/с або мм<sup>2</sup>/с;

$\tau_{cp}$  - середньоарифметичний час перетікання масла, с;

q - прискорення сили тяжіння в місці випробування, см/с<sup>2</sup>;

980,7 - нормальне прискорення сили тяжіння, см / с<sup>2</sup>;

к - коефіцієнт, що враховує зміну гідростатичного напору масла в віскозиметрі в результаті розширення його при нагріванні від температури при заповненні віскозиметра до температури дослідження.

**Індекс в'язкості оливи** - умовний показник, що отримується шляхом зіставлення в'язкості даної оливи з двома еталонними, в'язкісно-температурні властивості однієї з яких прийняті за 100, а іншої - за одиницю. Індекс в'язкості характеризує залежність в'язкості оливи від температури. Чим він вищий, тим в'язкісно-температурні властивості оливи кращі.

Графічно визначити індекс в'язкості можна за допомогою номограми (рис. 6.3). Для цього потрібно відкласти по осях ординат відповідні величини в'язкості, провести горизонтальну (для  $\eta_{50^0}$ ) і вертикальну (для  $\eta_{100^0}$ ) прямі лінії. На місці їх перетину знайти лінію індексу в'язкості і записати його значення.

Розрахунковим шляхом значення індексу в'язкості за ГОСТ 25371-97 - «Нефтепродукты. Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости» можна розрахувати за формулами:

$$VI = \frac{L-U}{L-H} \cdot 100;$$

$$VI = \frac{L-U}{D} \cdot 100,$$

де L – кінематична в'язкість при 40<sup>0</sup>С оливи з індексом в'язкості 0, що має при температурі 100<sup>0</sup>С таку ж в'язкість, що і досліджувана олива;

H - кінематична в'язкість при 40<sup>0</sup>С оливи з індексом в'язкості 100, що має при температурі 100<sup>0</sup>С таку ж в'язкість, що і досліджувана олива;

$U$  – кінематична в'язкість при  $40^{\circ}\text{C}$  оливи, індексом в'язкості якої потрібно визначити.

$$D=L-H.$$

Значення  $L$ ,  $D$ ,  $H$  вибирають з таблиці 3 ГОСТ 25371-97. ГОСТ 25371-97

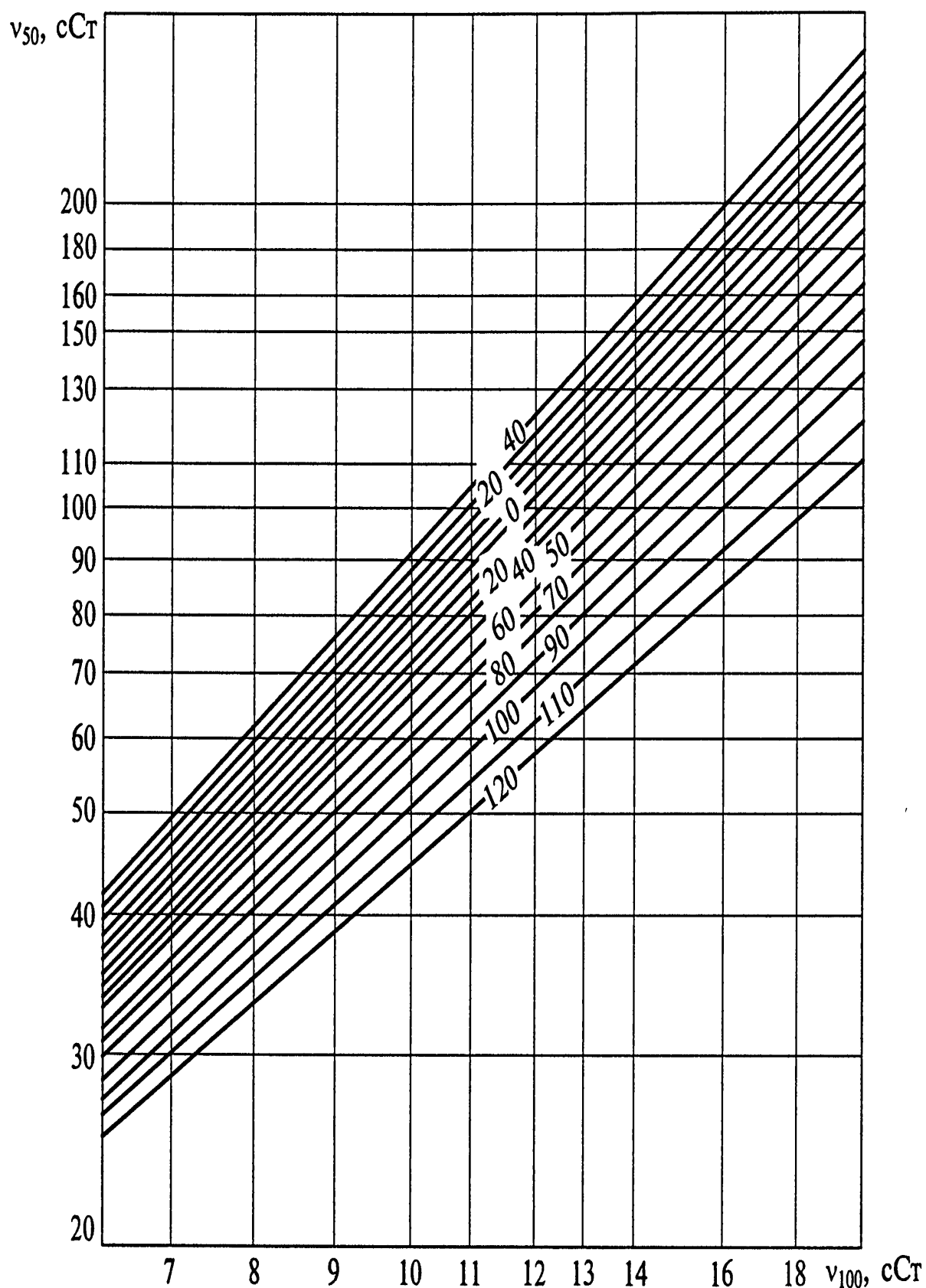


Рис.6.3 – Номограма для визначення індексу в'язкості оливи

### Приклад розрахунку .

Кінематична в'язкість нафтопродуктів при 40<sup>0</sup>С дорівнює 73,30 мм<sup>2</sup>/с, при 100<sup>0</sup>С 8,86 мм<sup>2</sup>/с.

По таблиці ЗГОСТ 25371-97 інтерполяцією знаходимо L=119,94; D=50,476.

Отримані значення підставляємо у формулу для визначення VI

$$VI = \frac{119,94 - 73,30}{50,476} \cdot 100 = 92,4$$

Округлюємо до цілого числа VI=92.

Для нафтопродуктів, кінематична в'язкість яких при 100<sup>0</sup>С менша 2 мм<sup>2</sup>/с (сСт) значення L,D,i Н розраховують за формулами

$$\begin{aligned}L &= Y(1,5215 + 0,7092Y) \\ D &= Y(0,17129 + 0,11441Y) \\ H &= Y(1,35017 + 0,59482Y)\end{aligned}$$

### Питання для контролю

1. Якими показниками оцінюється якість моторних олиव ?
2. Що називають в'язкістю моторної оливи?
3. Опишіть прилад та методику визначення температури спалаху.
4. Опишіть прилад та методику визначення кінематичної в'язкості.
5. В яких одиницях вимірюється кінематична в'язкість?
6. Що називають індексом в'язкості оливи?

### Завдання до практичної роботи

1. За заданими значеннями кінематичної в'язкості при 50<sup>0</sup>С і 100<sup>0</sup>С по номограмі (рис.6.3) знайти індекс в'язкості оливи.

№вар	v <sub>50</sub> , сСт	v <sub>100</sub> , сСт	№вар	v <sub>50</sub> , сСт	v <sub>100</sub> , сСт
1	30	7	16	105	12
2	35	8	17	110	13
3	40	9	18	115	14
4	45	10	19	120	15
5	50	10	20	125	16
6	55	11	21	130	14
7	60	11	22	135	16
8	65	10	23	140	15
9	70	12	24	150	17
10	75	11	25	155	16
11	80	10	26	160	18
12	85	13	27	165	16
13	90	12	28	170	17
14	95	13	29	180	18
15	100	13	30	200	17
31	83	11	32	112	14

2. Ознайомитись з методикою розрахунку індекса в'язкості оливи за ГОСТ 25371-97. «Нефтепродукты. Расчет индекса в'язкости по кинематической вязкости».

3. Розрахувати індекс в'язкості оливи за заданим значенням кінематичної в'язкості оливи при 40<sup>0</sup>С та кінематичної в'язкості при 100<sup>0</sup>С за формулами:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100$$

$$VI = \frac{L - U}{D} \cdot 100,$$

Значення L, D, H взяти з таблиці 3 ГОСТ 25371-97 ГОСТ 25371-97.

№вар	v <sub>40</sub> , сСт	v <sub>100</sub> , сСт	№вар	v <sub>40</sub> , сСт	v <sub>100</sub> , сСт
1	30	7	16	105	12
2	35	8	17	110	13
3	40	9	18	115	14
4	45	10	19	120	15
5	50	10	20	125	16
6	55	11	21	130	14
7	60	11	22	135	16
8	65	10	23	140	15
9	70	12	24	150	17
10	75	11	25	155	16
11	80	10	26	160	18
12	85	13	27	165	16
13	90	12	28	170	17
14	95	13	29	180	18
15	100	13	30	200	17
31	82	12	32	63	10



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

### Визначення показників якості пластичних консистентних мастил

#### Мета роботи

Навчитись визначати параметри пластичних консистентних мастил, що характеризують їх основні властивості.

#### Теоретичні відомості

##### 1. Визначення якості за зовнішніми ознаками

Пластичні консистентні мастила за своїм призначенням діляться на:

- антифрикційні;
- захисні;
- ущільнювальні;
- канатні.

Вони використовуються для зменшення зносу деталей, зниження коефіцієнта тертя і захисту металів від корозії. Пластичні мастила являють собою суміш оливи (80-90%), загусника, що утворює каркас, всередині якого знаходиться масло, і іноді наповнювача. Їх застосовують в місцях, з яких рідкі масла витікають і до яких доступ обмежений або затруднений.

В процесі роботи мастила піддаються нагріву, забрудненню, старінню і т.д., в результаті чого вони частково або повністю втрачають свою працездатність. Мастила повинні задовольняти наступним вимогам:

- володіти необхідною теплостійкістю, яка оцінюється температурою краплепадіння;
- не повинні руйнуватися під дією вологи;
- повинні володіти необхідними механічними властивостями, які оцінюються межею міцності та ефективною в'язкістю;
- не повинні розпадатися при зберіганні і в вузлах тертя.

Виходячи з цих вимог виникає необхідність в оцінюванні якості пластичних мастил, що надходять в автотранспортне підприємство, а також оцінюванні їх якості після певного напрацювання в вузлах тертя.

Колір більшості мастил коливається від світло-жовтого до темно-коричневого, тому за кольором важко встановити вид мастила. Тільки окремі мастила мають характерний колір. Наприклад, графітне мастило має чорний і чорно-зелений колір, а технічний вазелін - специфічний світло-жовтий або темно-жовтий колір і прозорий у темному шарі.

Структура мастил буває зернистою (наприклад, консталин) або волокнистою (наприклад, солідол). Для визначення структури зразок мастила наносять за допомогою шпателя на скляну пластину шаром товщиною 0,5 мм і розглядають в прохідному світлі, оцінюючи структуру мастила.

Однорідність мастила свідчить про рівномірне перемішування загусника з оливою. Щоб визначити однорідність, для цього скляну пластину з шаром мастила переглядають в прохідному світлі. Мастило повинна бути однорідним, без грудок і оливи, що виділилась.

Наявність механічних домішок пов'язане з можливим потраплянням в мастило сторонніх речовин, наприклад домішок абразивного характеру (піску,

окаліни, іржі і т. д.). Наявність цих речовин в мастилі неприпустимо. Для визначення наявності домішок скляну пластину з шаром мастила переглядають в прохідному світлі. Абразивні домішки також легко виявити при розтиранні мастила на склі та перегляді її на яскравому світлі.

Водостійкість характерна для солідолів і вазеліну (на відміну від консталину). Водостійкість мастил можна перевірити наступними способами:

- скляну пластину з нанесеними мастилами потрібно помістити в стакан з водою на 20-30 хв і після закінчення цього часу видно, що консталин змиється водою, а солідол і вазелін залишаться без змін;

- по черзі розтираючи окремо шматочки кожного мастила між пальцями в присутності води, можна помітити, що консталин, що має натрієву основу, наливається, а солідол і технічний вазелін ні, так як у них кальцієва основа.

Встановити склад мастила з великим ступенем достовірності дозволяє спосіб оцінки жирової плями. Основні сорти мастил дають характерні жирові плями. Щоб відрізнити солідол від консталину і виявити механічний вазелін, потрібні зразки типових мастил: технічного вазеліну, солідолу, консталину і графітного мастила у формі грудочок розміром 3-5 мм, які слід помістити на аркуші фільтрувального паперу, потім цей папір з грудочками мастил обережно підігріти на електроплиті і порівняти характер розплавлення типових мастил. При цьому частини мастил, що легко плавляться, всмотуються папером, а інша частина повинна залишитися у вигляді щільного залишку.

Зазвичай при проведенні такого досліду результати будуть наступні:

технічний вазелін розплавиться швидко, вбереться папером майже повністю, і залишить рівну світлу пляму;

солідол при розплавленні утворює жирову пляму з невеликим залишком посередині і виділенням бульбашок за рахунок випаровування води, що міститься в солідолі (до 30%);

консталин залишиться на папері у вигляді грудочки без бульбашок з невеликим масляним ореолом по краях і не розплавиться, навіть якщо при сильному нагріванні папір обвуглиться;

графітне мастило залишить темну жирову пляма з ясно помітними включеннями частинок графіту, і якщо в мастилі будуть механічні домішки, то вони будуть також помітні.

На підставі проведених спостережень за зовнішніми ознаками необхідно зробити попередній висновок про сорт та якість кожного випробуваного пластичного (консистентного) мастила.

## **2. Визначення температури краплепадіння мастил**

Температурою краплепадіння пластичних (консистентних) мастил вважається температура, при якій відбувається падіння першої краплі мастила, що вміщено в капсуль приладу і нагрівається в строго визначених умовах.

Температура краплепадіння умовно визначає середню температуру плавлення мастила і повинна перевищувати робочу температуру третьових поверхонь не менше ніж на 15-20 ° С.

Визначають температуру краплепадіння приладом уббелоїдом, зібраним, як показано на рис. 7.1 і 7.2. Основною частиною цього приладу (рис. 7.1) є спеціальний термометр 1 з металевою гільзою 5. В гільзу вставлена металева чашечка (капсуль) 6 з отвором діаметром 3 мм. Термометр 1 з металевою гільзою

5 вставлений в пробірку 3, яка поміщена в стакан з водою (гліцерином), встановлений на електроплитку.

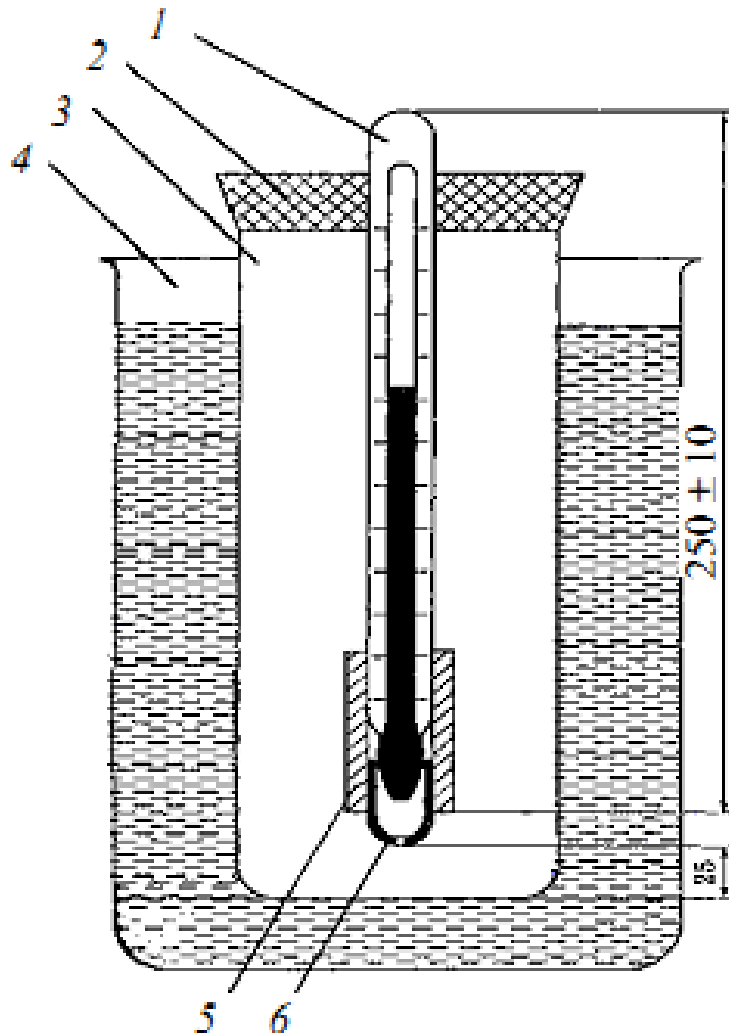


Рис. 7.1. Схема приладу визначення температури краплепадіння мастил:  
1 - термометр; 2 - пробка; 3 - пробірка;  
4 - склянка; 5 - гільза; 6 - чашечка

Порядок визначення температури краплепадіння:

- 1) вийняти чашечку (капсулю) 6 з гільзи 5 і за допомогою шпателя щільно наповнити його випробуваним мастилом так, щоб в ній не було бульбашок повітря;
- 2) видалити надлишки мастила шпателем;
- 3) чашечку (капсулю) 6 вставити в гільзу 5 з термометром до упору по внутрішньому буртику гільзи 5;
- 4) мастило, видавлене кулькою термометра через отвір чашечки (капсуля) 6, зрізати шпателем;
- 5) зібраний таким чином термометр 1 з гільзою 5 і чашечкою (капсулем) 6 з випробуваним мастилом вставити в пробірку 2;
- 6) на дно пробірки покласти фільтрувальний папір;
- 7) пробірку помістити в стакан з водою (гліцерином) і за допомогою штатива закріпити вертикально в склянці 4;

8) стакан 4 з водою (гліцерин) встановити на електроплитку і почати підігрівати так, щоб швидкість нагріву була рівною  $1-2^{\circ}\text{C}$  в хвилину;

9) починати нагрів потрібно з температури на  $20^{\circ}\text{C}$  нижче очікуваної температури краплепадіння;

10) температуру, при якій впаде з нижнього отвору чашечки (капсуля) б перша крапля, потрібно приймати за температуру краплепадіння;

11) при випробуванні мастила потрібно фіксувати дві температури:

а) краплеутворення (розм'якшення мастила), при якій з чашечки (капсуля) з'являється перша крапля мастила;

б) краплепадіння (плавлення), коли крапля відривається від чашечки (капсуля).

Дослід необхідно провести не менше 2 разів з кожним мастилом. Допустиме розходження температур між двома паралельними дослідями не більше  $1^{\circ}\text{C}$ .

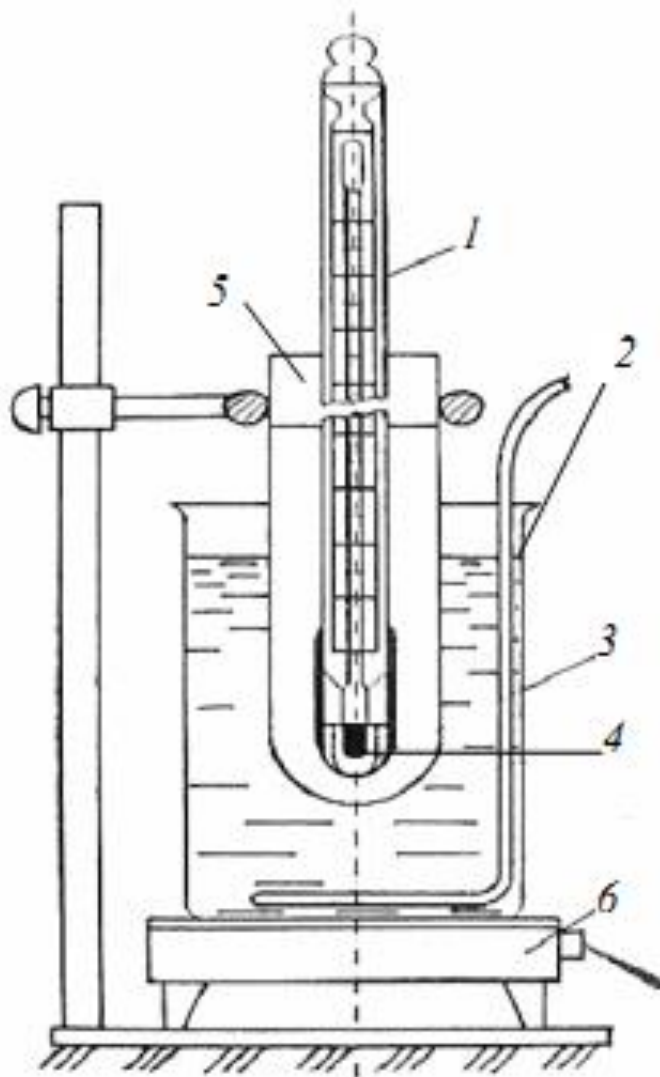


Рис. 7.2. Прилад для визначення температури мастил:

1 - термометр з капсулем; 2 - широка пробірка; 3 - склянка з рідиною; 4 - капсуль для випробуваного мастила; 5 - пробка; 6 - електроплитка

### 3. Визначення числа penetрації

Механічні властивості мастил характеризуються консистенцією (густотою мастила). Консистенція - це умовна міра міцності, твердості мастила. Вона виражається в числах penetрації. Penetraція - це міра проникнення конусного тіла в мастило. Виражається вона в десятих частках міліметра. Число penetрації визначається при температурі мастила +25 ° С після механічної дії (перемішування) на неї.

В США вимоги до якості автомобільних мастил зафіксовані в нормативних документах NLGI. Норма консистенції мастил NLGI залежно від діапазону penetрації показана в табл. 7.1

Таблиця 7.1. – Норма консистенції мастил NLGI

NLGI, номер	Penetraція 0,1 мм	Стан мастила	Застосування мастила
000	445-475	Як в'язка олива	Для централізованих систем і змащення зубчастих коліс
00	400-300	Напіврідке	Для змащення підшипників кочення і ковзання
0	355-385	Дуже м'яке	
1	310-340	Дуже м'яке	
2	365-295	М'яке	Для створення герметичності
3	220-250	Густовате	
4	175-205	Густа	
5	130-160	Дуже густе	
6	85-115	Дуже тверде, як мило	

В густе мастило конус проникає менше, тому число penetрації теж менше. NLGI № 1 використовується в холодних зимових умовах, NLGI № 2 є універсальним, NLGI № 3 використовується в теплих літніх умовах.

Таким чином, penetрація - це умовний показник механічних властивостей мастила, чисельно рівний глибині занурення в них конуса стандартного приладу за 5 с (рис. 7.3). Penetraція не має фізичного сенсу і не визначає поведінку мастил в експлуатації. Але по penetрації судять про густину мастила і про його здатність витримувати підвищені навантаження в вузлах тертя ковзання.

На стійці пенетрометра (рис. 7.3) поміщені два кронштейна. На нижньому кріпиться рухомий стрижень з металевим конусом, утримуваним гальмом пускової кнопки. Вага стрижня з конусом 150 г. На верхньому кронштейні розташований диск з циферблатом на 360 поділок, причому ціна розподілу дорівнює 0,1 мм занурення конуса, тобто одній одиниці penetрації. На підставі стійки поміщений обертовий столик для металевого стакану з випробуваним мастилом. Додатковим обладнанням є змішувач для перемішування мастила і термостат для її нагріву до необхідної температури.

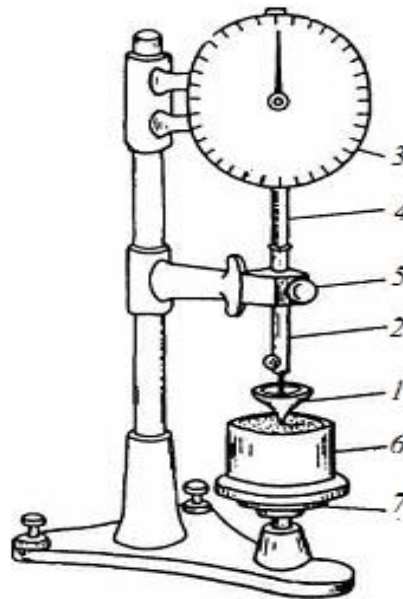
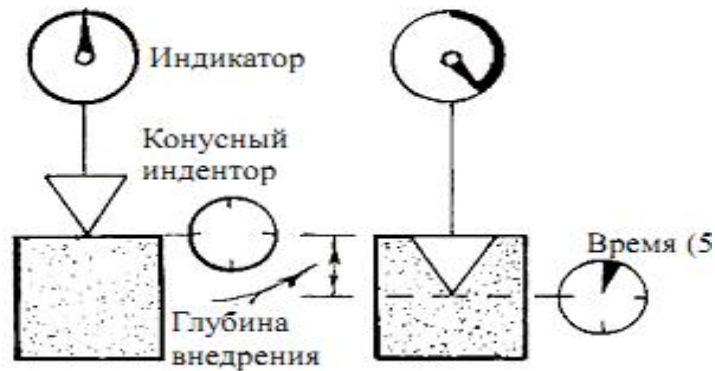


Рис. 7.3. Пенетрометр:

1- конус; 2 - стрижень; 3 - циферблат; 4 - зубчата рейка; 5 - пусковая кнопка; 6 - металлический стакан с испытуемым мастилом; 7 - рухомий столик

#### 4. Визначення межі міцності пластичних (консистентних) мастил

Пластичні мастила, будучи колоїдними утвореннями, можуть проявляти механічні властивості (табл. 7.2), що характеризуються рядом ознак, одним з яких є межа міцності.

*Під межею міцності мастила* розуміється той мінімальний тиск (напруга зсуву), яке викликає руйнування колоїдної структури каркаса, в результаті чого відбувається зрушення мастила і вона починає текти, як в'язка рідина. Межа міцності визначають за допомогою капілярного пластометра за методом К.І. Климова (рис. 7.4 і 7.5)

Межа міцності характеризує здатність мастил не витікати з вузлів тертя, протистояти скиданню з рухомих деталей (наприклад, з підшипників) під впливом інерційних сил і утримуватися похилих і вертикальних поверхнях не стікаючи і не сповзаючи. Коли напруга зсуву перевищує межу міцності, мастило починає текти. Межа міцності мастила залежить: від температури (з її підвищенням він знижується) та швидкості прикладання сили.

Таблиця 7.2. –Основні показники якості пластичних мастил

Показники якості	Масило ПКВ	Солідоли				Графітне мастило	Консталін УТ-1	Масило 1-13
		Синтетичні		Жирові				
		Прес солідол	Солідол	УС-1	УС-2			
Колір	Від світложовтого до коричневого					Чорне	Світложовте	
Водостійкість	Водостійкі					Нестійкі		
Температура краплепадіння	60	85	95	75	75	77	130	120
Число penetрації при 25 <sup>0</sup> С	-	250	200	300-350	230-290	200	225-275	250-290
Межа міцності при 50 <sup>0</sup> С	-	1,0	2,0	1,0	2,0	-	-	-
Вміст води, %	-	2,5	2,5	1,5	2,0	3,0	0,5	0,15

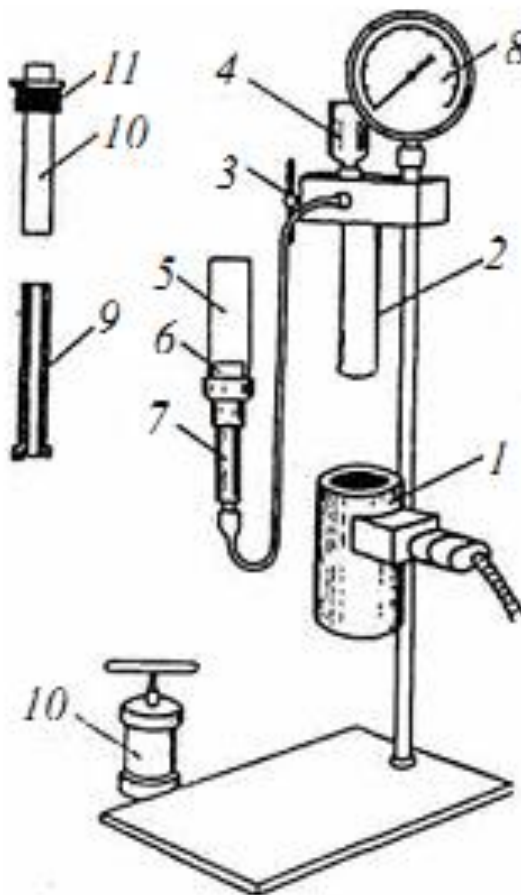


Рис.7.4. Пластометри для визначення межі міцності мастила:

1 - електроріч; 2 - резервуар з маслом; 3 - голчастий кран; 4 - лійка для масла; 5 - захисне скло; 6 - затискна гайка; 7 - корпус; 8 - манометр; 9 - капіляр в збільшеному вигляді; 10 - управління для капіляра; 11 - гумова прокладка; 12 – змішувач

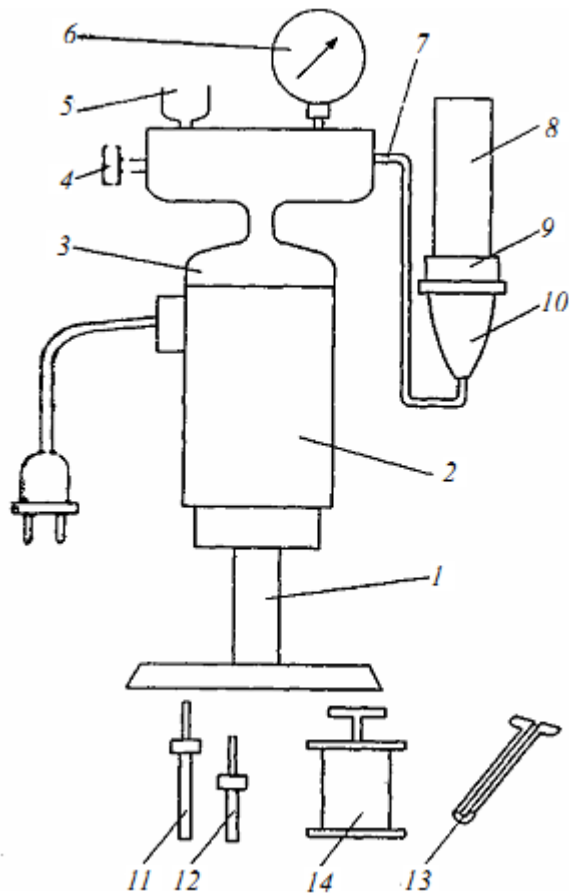


Рис. 7.5. Пластометри: 1 - підстава зі стійкою; 2 - електропіч; 3 - резервуар з маслом; 4 - кран; 5 - воронка; 6 - манометр; 7 - трубка; 8 - захисне скло; 9 - гайка; 10 - корпус манометра; 11 - капіляр з оправленням (довгий); 12 - капіляр з оправленням (короткий); 13 - частина капіляра; 14 - мішалка.

Основною частиною пластометра (рис. 3) є корпус, в який вставляється робочий капіляр в спеціальній оправці. Корпус з'єднаний трубкою, що нагрівається електропіччю. Для заповнення масляної системи маслом служить лійка, що відключається від системи голчастим краном. Тиск в масляній системі заміряється манометром.

Робочий капіляр являє собою розрізану уздовж осі латунну трубку довжиною 50 або 100 мм і внутрішнім діаметром 4 мм. Внутрішня поверхня капіляра має різьбу глибиною 0,5 мм.

При тиску на мастило уздовж капіляра відбувається руйнування структури мастила і зрушення мастила по поверхні, утвореної кінцями різьби. Тиск на мастило здійснюється маслом («рідкий поршень») при закручуванні затискної гайки або підігріві оливи в замкнутій масляній системі. Суть методу полягає у визначенні тиску, при якому відбувається зсув мастила в капілярі пластометра при заданій температурі.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. K. Baczewski, K. Biernat, M. Machel. Samochodowe paliwa, oleje, smary. Lek-sykon. - Warszawa: Drukarnia Naukowo-Techniczna, 1993. - 198 p.

2. Гаєва Л.І. Використання експлуатаційних матеріалів і економія паливноенергетичних ресурсів: Навчальний посібник / Л.І. Гаєва, Ф.В. Козак, В.М. Мельник. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014.- 222 с

3. Колосюк Д. С. Використання та економія матеріалів і ресурсів на автомо-більному транспорті: Підручник. - К.: Вища школа, 1992. - 206 с.

4. Колосюк Д. С., Зеркалов Д. В. Експлуатаційні матеріали: Підручник. - К.: Основа, 2003. - 200 с.

5. Колосюк Д.С. Експлуатаційні матеріали. Підручник, 2-ге видання, доповнене / Д.С. Колосюк, Д.В. Зеркалов. - К.: Арістей, 2005. - 241 с.

6. Полянський С.К. Експлуатаційні матеріали: Підручник / С.К. Полянський, В.М. Коваленко - К.: Либідь, 2003. - 446 с

7. Шпак О. Г. Нафта і нафтопродукти - К.: Янсон-К, 2000. - 370 с.