

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисциплін

“Палива, мастила і охолоджуючі рідини”,

“Експлуатаційні автомобільні матеріали”

для студентів спеціальностей

7.05050304 “Двигуни внутрішнього згорання”,

7.05050305 “Колісні і гусеничні транспортні засоби”

усіх форм навчання

2016

УДК 621.434 – 611

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін “Палива, мастила і охолоджуючі рідини”, “Експлуатаційні автомобільні матеріали” для студентів спеціальностей 7.05050304 “Двигуни внутрішнього згоряння”, 7.05050305 “Колісні і гусеничні транспортні засоби” усіх форм навчання /Укл. Мазін В.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 26 с.

Наведено вказівки до лабораторних робіт.

Укладач к.т.н. Мазін В.О., доцент

Рецензенти: к.т.н. Козирев В.Х., декан Т-факультету,
к.т.н. Слюсаров О.С., доцент

Відповідальний за випуск: Г.І. Слинко, д.т.н., проф.

«Затверджено»
на засіданні кафедри
«Двигуни внутрішнього згоряння»,
протокол № 3 від 26.10.2015

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1 “Визначення щільності нафтопродуктів”	4
Лабораторна робота № 2 “Визначення тиску насиченого пару”	8
Лабораторна робота № 3 “Визначення в’язкості нафтопродукту”	12
Лабораторна робота № 4 “Визначення фракційного складу нафтопродукту”	17
Лабораторна робота № 5 “Визначення температури каплепадіння консистентного мастила”	22
Література	26
Додаток А. Температурні поправки щільності нафтопродуктів	26

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

“Визначення щільності нафтопродуктів”

1.1 Мета роботи

Вивчити методику визначення щільності нафтопродуктів різними засобами, визначити численні значення щільності малов'язких та в'язких нафтопродуктів.

1.2 Основні положення

В системі SI щільність вимірюється у кг/м^3 .

За одиницю щільності прийнята маса 1 дм^3 хімічно і фізично чистої води при температурі 4 °С.

Щільністю нафтопродукту називається кількість його маси в одиниці об'єму. Щільність нафтопродуктів прийнято виміряти у г/см^3 .

Відносною щільністю нафтопродукту називається відношення його маси до маси чистої води при 4 °С в тому ж об'ємі. Чисельні значення абсолютної і відносної щільності співпадають, але відносна щільність не має розмірності.

Нафтопродукти і вода мають різні коефіцієнти об'ємного розширення. Тому при визначенні відносної щільності необхідно вказувати температуру води і нафтопродукту, при котрих виконувались визначення. В стандартах для нафтопродуктів дається щільність при температурі 20 °С.

Щільність – один із важливих фізичних параметрів нафтопродуктів.

Від щільності бензину залежить його рівень в поплавковій камері, отже, кількість яка протече крізь жиклер карбюратора, а також пробіг автомобіля без заправки паливного бака. Щільність товарних бензинів знаходиться в діапазоні

від $\rho = 0,70 \text{ г/см}^3$ до $\rho = 0,77 \text{ г/см}^3$.

Щільність дизельних палив визначає кількість палива, яка подається в циліндр за кожний цикл (циклова подача), тому що паливний насос високого тиску дозує паливо за об'ємом. Щільність

товарних дизельних палив $\rho = 0,825 \dots 0,830 \text{ г/см}^3$ (легкі палива) та $\rho = 0,860 \dots 0,870 \text{ г/см}^3$ (важкі палива).

Щільність використовується при складанні сумішей нафтопродуктів. Щільність суміші визначається за формулою

$$\rho_{\text{см}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots + \rho_n V_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}, \quad (1.1)$$

де $\rho_1, \rho_2 \dots \rho_n$ – щільність компонентів суміші;
 $V_1, V_2 \dots V_n$ – об'єми компонентів суміші.

Рівняння (1.1) використовується при рішенні зворотного завдання – визначення об'єму компонентів суміші із заданою щільністю.

В практиці щільність визначають при температурах, які відрізняються від $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Приведення щільності до $20 \text{ }^\circ\text{C}$ виконується за формулою Д.І. Менделєєва

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20), \quad (1.2)$$

де ρ_t – щільність нафтопродукту при температурі випробування;
 γ – середня температурна поправка щільності на 1 градус (див. додаток А).

Щільність нафтопродукту можна визначити ареометром, гідростатичними вагами Вестфалія та пікнометром (ГОСТ 3900 – 89). Нафтоденсіметром (ареометром) та вагами Вестфалія визначають щільність світлих і темних нафтопродуктів, які не виділяють осадок при розбавленні.

Пікнометром визначають щільність всіх нафтопродуктів, у тому числі і твердих бітумів.

В даному керівництві розглядається методика вимірювання щільності автомобільних експлуатаційних матеріалів за допомогою нафтоденсіметра. При цьому використовується така апаратура:

- нафтоденсіметр (ареометр) по ГОСТ 18481 – 81;
- циліндр скляний відповідної висоти з внутрішнім діаметром 50 мм ;
- термометр ртутний (ГОСТ 2045 – 71) з інтервалом від $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+50 \text{ }^\circ\text{C}$ та ціною ділення в $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

До визначення щільності нафтопродукт витримують при температурі оточення, для того щоб він прийняв цю температуру.

1.3 Визначення щільності нафтопродуктів, які мають в'язкість при 50 °С не більше 200 сСт.

Циліндр 1 (рис. 1.1) встановлюють на столі і в нього обережно наливають нафтопродукт температура якого може відрізнятись від температури оточення не більш як на ± 5 °С, в такій кількості щоб при зануренні в нього нафтоденсіметру рівень рідини не піднявся вище краю циліндра.

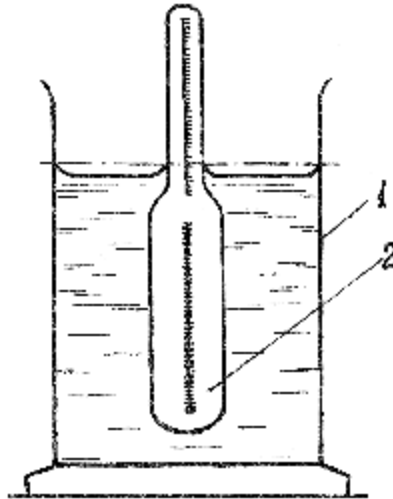


Рисунок 1.1

Чистий сухий аерометр 2, підтримуючи за верхній кінець, обережно занурюють в циліндр з нафтопродуктом. Після того як нафтоденсіметр заспокоїться, виконують відлік по верхньому краю меніску. Око спостерігача при цьому повинно знаходитись на рівні меніску. Одночасно з цим фіксують температуру нафтопродукту. Якщо остання не буде рівнятися 20 °С, отриману щільність перераховують по формулі (1.2).

Вимірювання щільності виконують три рази. Розходження між рівнобічними вимірюваннями не повинно бути більше $0,001 \text{ г/см}^3$. Величина щільності ρ_t визначається як середньоарифметична.

1.4 Визначення щільності нафтопродуктів, які мають в'язкість при 50 °С вище 200 сСт

Безпосередньо визначення щільності дуже в'язких нафтопродуктів дає велику помилку. В такому разі треба зменшити в'язкість нафтопродукту. Це можна зробити шляхом нагрівання нафтопродукту. Але при нагріванні вище 40 °С перелік по формулі (1.2) дає велику помилку. Тому в'язкі нафтопродукти розбавляють рівною по об'єму кількістю тракторного або освітлювального гасу, кількість якого відома. Щільність суміші вимірюють нафтоденсіметром. Якщо $V_1 = V_2 \dots = V_n$, то формула (1.1) матиме вигляд

$$\rho_{\text{см}} = \frac{\rho_{\text{Г}} + \rho_{\text{Н}}}{2}, \quad (1.3)$$

де $\rho_{\text{Г}}$ – щільність гасу; $\rho_{\text{Н}}$ – щільність нафтопродукту.

Тоді щільність нафтопродукту

$$\rho_{\text{Н}} = 2\rho_{\text{см}} - \rho_{\text{Г}}. \quad (1.4)$$

Результати вимірювань та обчислювань заносять у таблицю 1.1

Таблиця 1.1 – Результати вимірювань щільності нафтопродукту

№	Нафтопродукт	ρ_t , г/см ³	t, °С	γ , г/(см ³ ·град)	ρ_{20} , г/см ³
1	Гас (бензин)				
2	Суміш				
3	В'язкий нафтопродукт				

1.5 Примірний перелік контрольних питань

1. Що називається абсолютною та відносною щільністю?
2. Для чого треба знати щільність автомобільних експлуатаційних матеріалів.
3. Які чисельні значення мають товарні бензини та дизпалива?

4. Які засоби використовуються для визначення щільності нафтопродуктів?
5. Як визначається щільність в'язких нафтопродуктів?
6. Як виконується приведення щільності до 20 °С?

Лабораторна робота визнається зарахованою, якщо студент самостійно виконав експеримент, якісно виконав звіт по роботі, та відповів на контрольні запитання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

“Визначення тиску насиченого пару”

2.1 Мета роботи.

Вивчити методику визначення тиску насиченого пару, визначити чисельні значення тиску насиченого пару автомобільного бензину.

2.2 Основні положення

Однією з головніших характеристик палива для карбюраторних двигунів є тиск насиченого пару. Тиском насиченого пару є тиск, при якому при даній температурі настає динамічна рівновага між паровою та рідинною фазами. Для індивідуальних рідин тиск насиченого пару – фізична константа, залежна тільки від молекулярних властивостей рідини та температури. Для рідин неоднорідного складу (бензин), тиск насиченого пару залежить від складу бензину та об'єму середовища в якому знаходиться парова фаза. Це пояснюється тим, що при різних об'ємах буде переходити в парову фазу різна кількість компонентів з найбільшим тиском пару, а тому склад рідинної фази буде різним. Таким чином для кожного співвідношення рідинної і парової фаз рівновага парів буде встановлюватись з рідиною різного складу, а це впливає на величину тиску насиченого пару. Але при однакових умовах тиск насиченого пару буде тим більше чим більше в бензині легких фракцій (головних

фракцій). Ураховуючи, що в період пуску двигуна в хід, особливо в зимову пору року, випаровуються тільки головні фракції, тиск насиченого пару характеризує пускові властивості палива. Чим вище тиск насиченого пару, тим легше пуск двигуна в хід, особливо в зимовий час року.

В прогрітому двигуні легкокиплячі фракції палива і розчинене в ньому повітря при підвищеній температурі легко виділяються. Через жиклери карбюратора в такому разі поступає емульсія. Вагова кількість палива яка надходить в одиницю часу зменшується і паливна суміш збіднюється. Зовнішньою ознакою збіднення суміші є зворотні спалахи в карбюраторі, перебої в роботі двигуна.

При дуже великих тиску насиченого пару та температурах середовища в бензопроводах утворюються пароповітряні пробки і, як наслідок, порушується подача палива в сумішотвірну систему. За діючими стандартами тиск насиченого пару автомобільних бензинів при **311,2 К (38 °C)** не більше:

- в літню пору 660 ГПа (500 мм.рт.ст);
- в зимову пору 800 ГПа (600 мм.рт.ст).

Визначення тиску насиченого пару моторних палив (ГОСТ 15823-70) проводиться в герметичній стандартній металевій бомбі шляхом заміру тиску по манометру при 38 °C та співвідношенні рідинної і парової фаз 1:4.

2.3 Підготовка апаратури і палива до випробування

Прилад для визначення тиску насиченого пару складається із металевої бомби 1, водяної бані 2, термостату 3 і механічного манометра 4 (рис. 2.1, 2.2)

Металева бомба виконана із двох частин: паливної камери А і повітряної Б, які з'єднуються між собою за допомогою різьби і прокладки. Верхнє деще повітряної камери закінчується ніпелем з краном для приєднання манометра. Герметичність апарата в зібраному вигляді перевіряють повітрям під тиском 0,7 МПа і зануренням у воду. Водяна баня необхідна для нагрівання бомби з бензином до температури $38 \pm 0,3$ °C. Ця температура підтримується за допомогою нагрівального пристрою з терморегулятором (термостату). Тиск пару палива вимірюють за допомогою механічного манометра в кгс/см².

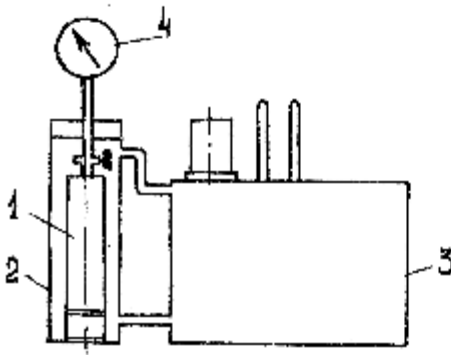


Рисунок 2.1



Рисунок 2.2

Чисельну величину невиправленого тиску визначають в ГПа (гектопаскалях) і в мм.рт.ст. $1 \text{ кгс/см}^2 = 981 \text{ ГПа} = 736 \text{ мм.рт.ст.}$ До випробування паливо охолоджують в крижаній ванні.

Металеву бомбу перед випробуванням розбирають. Повітряну камеру і з'єднувальну трубку промивають підігрітою до $30 \dots 40 \text{ }^\circ\text{C}$ водою. Це необхідно для того, щоб очистити повітряну камеру від залишку пару палива попереднього випробування. Після цього вимірюють температуру повітря в повітряній камері. Термометр повинен знаходитись в повітряній камері не менш як 5 хвилин. Паливну камеру обполіскують 2-3 рази випробовуваним паливом і заповнюють пробою так, щоб паливо перелилось через вінце. Після цього з'єднують щільно обидві камери.

2.4 Проведення випробування і обробка результату вимірювання

Зібрану бомбу перевертають і декілька разів струшують, після чого повністю занурюють в водяну баню з температурою $38 \text{ }^\circ\text{C}$. Після

занурення відкривають кран і через 5 хвилин вимірюють тиск по манометру. Після цього закривають кран виймають бомбу із бані, знову перевертають бомбу і швидко струшують, занурюють і відкривають кран. Цю операцію повторюють через кожні 2 хвилини контролюючи тиск. Коли послідовні виміри по манометру стануть постійними, фіксують “невиправлений” тиск насиченого пару p_n .

В “невиправлену” величину тиску необхідно внести поправку на зміну тиску повітря в повітряній камері породжену різницею між початковою температурою T і температурою водяної бані. Поправка обчислюється по формулі:

$$\Delta p = \frac{(p_a - p_T) \cdot (T - 311,2)}{T} - (p_{311,2} - p_T), \quad (2.1)$$

де p_a – атмосферний тиск ГПа;

p_T – тиск насиченого пару при температурі T , ГПа;

T – початкова температура в повітряній камері, К;

$p_{311,2} = 66$ ГПа – тиск насиченого пару води при 311,2 К [6].

Тоді дійсний тиск насиченого пару

$$p_n^{311,2} = p_n + \Delta p. \quad (2.2)$$

2.5 Примірний перелік контрольних питань

1. Що називається тиском насиченого пару?
2. Від яких факторів залежить величина тиску насиченого пару палива?
3. Які властивості палива визначає тиск насиченого пару?
4. Як визначається “невиправлений” тиск насиченого пару?
5. Які чисельні значення тиску насиченого пару мають товарні бензини?
6. Як визначається поправка і дійсний тиск насиченого пару?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

“Визначення в’язкості нафтопродукту”

3.1 Мета роботи.

Вивчити методику визначення в’язкості автомобільних експлуатаційних матеріалів, визначити чисельну величину відносної в’язкості дослідним шляхом.

3.2 Основні положення

Одним із найважливіших параметрів, які характеризують експлуатаційні властивості мастил, дизельних та карбюраторних палив є в’язкість (липкість).

Як відомо, основним призначенням мастил є зменшення тертя між поверхнями деталей, запобігання спрацьовуванню деталей автомобіля, охолодження вузлів тертя. Мастила, які застосовують в поршневих двигунах внутрішнього згоряння, крім того, перешкоджають прориву робочої суміші та продуктів згоряння з циліндру в картер. Від вірного вибору в’язкості мастила залежить надійність, ефективність та економічність роботи автомобілів та тракторів.

В залежності від типу та конструктивних особливостей двигуна, рівня зносу, кліматичних та географічних умов роботи випускають мастила в’язкістю при 100 °С (v_{100}) від 5 до 15 сСт. Щоб уникнути видавлювання мастила з під поверхні тертя та порушення режиму рідинного змазування мастила з більшими значеннями в’язкості застосовують в двигунах механічно та термічно більш напружених, а також в двигунах які мають великий механічний знос. В зимову пору року застосовують мастила з меншою в’язкістю.

В’язкість трансмісійних мастил визначає втрати потужності в вузлах трансмісії, а в зимову пору року затрудняють експлуатацію автомобілів.

Від в’язкості бензину залежить витрата його крізь жиклери карбюратора, тобто, склад горючої суміші.

Дуже важливим параметром є в'язкість дизельного палива. Від в'язкості залежать втрати палива на перетікання крізь конструктивні зазори плунжерної пари паливного насосу високого тиску, втрати потужності у процесі вприску палива та знос деталей паливної апаратури. Від в'язкості залежить розмір краплин палива, кут конуса розпилу та далекобійність факела вприснутого палива.

Діючими стандартами передбачено в'язкість дизпалива при 293К:

арктичних (ДА) $\nu_{293} = 2,5 \dots 4$ сСт;

зимових (ДЗ) $\nu_{293} = 3,5 \dots 6$ сСт;

літніх (ДЛ) $\nu_{293} = 3,5 \dots 8$ сСт.

Для автотракторних мастил дуже важливою характеристикою є в'язкісно-температурна характеристика – залежність в'язкості від температури. У мастил нафтового походження при зниженні температури в'язкість значно зростає, що утруднює пуск двигуна в хід, особливо в зимову пору року.

Найбільше розповсюдження при розрахунках та контролю якості мастил має кінематичний коефіцієнт в'язкості:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho},$$

де μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, Н·с/м²;

ρ – щільність, кг/м³.

За одиницю кінематичного коефіцієнту в'язкості приймають 1 сСт. Стокс – в'язкість рідини з щільністю 1 г/см³, котра чинить опір в 1 дину взаємному переміщенню двох прошарків площиною 1 см², які знаходяться на відстані 1 см і переміщуються один відносно другого з швидкістю 1 см/с. Сота доля Стокса називається сантистоксом (сСт). Кінематичний коефіцієнт в'язкості води при 277 К дорівнює приблизно 1 сСт.

Умовною (відносною) в'язкістю називається відношення часу витікання крізь калібрований отвір віскозиметра 200 см³ нафтопродукту при температурі випробування до часу витікання 200 см³ дистильованої води при температурі 293 К (водне число). Величина цього відношення виражається як число умовних градусів ВУ.

Між умовною і кінематичною в'язкістю існує залежність:
для ВУ від 1 до 12 умовних градусів

$$v = 7,24 \cdot \text{ВУ} - \frac{6,25}{\text{ВУ}}, \text{ сСт}; \quad (3.1)$$

для ВУ > 12 умовних градусів

$$v = 7,4 \cdot \text{ВУ}, \text{ сСт}; \quad (3.2)$$

3.3 Опис приладу

Віскозиметр (рис. 3.1) складається з резервуара 1 для нафтопродукту і ванни 2, яка служить термостатом для підтримання необхідної температури.

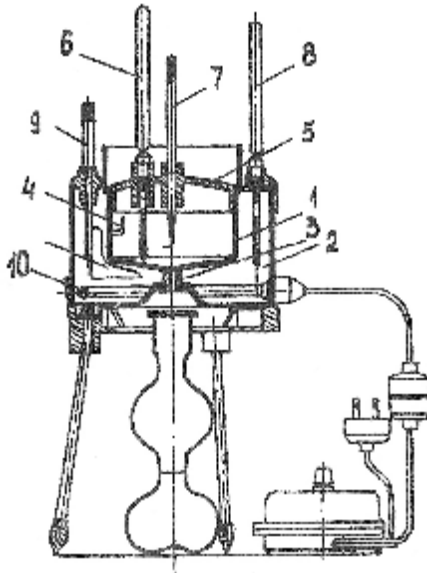


Рисунок 3.1

Резервуаром для нафтопродукту служить латунна посудина 1, внутрішня поверхня якої хромована і полірована. До дна резервуара в його центрі припаяна калібрована трубка 3 з нержавіючої сталі, внутрішня поверхня якої старанно відполірована.

До внутрішньої поверхні резервуара прикріплені на рівній відстані від донця і друг від друга три зігнутих під прямим кутом загострених латунних штифта 4, вістря яких вказують товщину шару рідини, а також положення приладу.

Резервуар закривається латунною кришкою 5, крізь яку пропущено дві латунні трубки: бокова під кутом 60° в якій розміщується термометр 6 і центральна для голки 7. Голка 7, при допомозі якої перекривається стічний отвір трубки 3, виготовлена з твердого дерева, верхня її частина розміщена в металевій оправі з пружиною для фіксації в піднятому положенні.

Резервуар закріплений в центрі алюмінієвої ванни, в якій прилаштоване пристосування для закріплення термометру 8 та мішалки 9, якою перемішують термостатну рідину (воду або мастило), яку заливають в ванну.

Вану з резервуаром для нафтопродукту встановлюють на металевий триніжник, ніжки якого обладнані двома регулюючими гвинтами для влаштування приладу по рівню. Для нагрівання ванни служить нагрівальний елемент 10 потужністю 10 Ват, розміщений в кільці триножника. Регулювання нагріву виконується за допомогою автотрансформатора.

3.4 Проведення випробування і обробка результатів вимірювання

До внутрішнього резервуару наливають нафтопродукт до рівня, позначеного вістрями штифтів. Перевіряють горизонтальність прибору. В випадку необхідності змінюють висоту ніжок гвинтами до тих пір доки вістря усіх трьох штифтів не будуть однаково виступати на поверхні нафтопродукту. Ванна заливається водою.

Нагрів нафтопродукту виконують в такій послідовності. Вмикають автотрансформатор до електромережі при положенні регулятора відповідно 220 В і підігрівають воду в ванні періодично помішуючи мішалкою для швидкого та рівномірного нагрівання нафтопродукту. З підвищенням температури нафтопродукту напругу електричного струму знижують так, щоб при температурі нафтопродукту на 5 К нижче заданої для іспиту напруга була знижена до мінімальної, близької до нуля, і очікують, коли температура нафтопродукту стане рівною для іспиту.

Після того як температура нафтопродукту стане сталою виконують вимірювання, для чого швидко піднімають запірну голку, підтримуючи кришку, і одноразово пускають секундомір.

Коли в мірну колбу набіжить 200 см^3 нафтопродукту зупиняють секундомір і закривають калібрований отвір голкою. При кожній температурі проводять по три вимірювання часу витікання нафтопродукту. Розбіг не повинен перевищувати 1 секунди при часу витікання 250 секунд, 2 секунд при часу витікання 400 с, і 3 секунд – при часу витікання 500 с.

Відносну в'язкість визначають поділив час витікання нафтопродукту при температурі випробування на час витікання води при 293 К (водне число).

Водне число віскозиметра № 1073 дорівнює 51,42 с, а віскозиметра № 1067 – 50,34 с.

При виконанні роботи кожен студент повинен:

– визначити дослідним шляхом відносну в'язкість ВУ для температур, зазначених в протоколі;

– перерахувати відносну в'язкість в кінематичну по формулам (3.1) і (3.2);

– по наслідкам дослідження та розрахунку побудувати в'язкісно-температурну характеристику (ВТХ), відклавши по вісі абсцис температуру, а по вісі ординат відповідні значення в'язкості.

Результати вимірювань і розрахунків заносять в протокол.

Т, К	Навколишнього середовища	313	333
Час витікання нафтопродукту			
Відносна в'язкість в умовних градусах			
Кінематичний коефіцієнт в'язкості			

3.5 Примірний перелік контрольних питань

1. Що називається кінематичною в'язкістю? Одиниці кінематичної в'язкості.

2. Що називається відносною в'язкістю?
3. Як впливає в'язкість мастил на роботу двигуна і трансмісії?
4. Від яких факторів залежить чисельне значення в'язкості мастил для ДВЗ? Назвати чисельні значення в'язкості мастил ДВЗ.
5. Як впливає в'язкість палив, на робочі процеси карбюраторних та дизельних двигунів?
6. Поясніть пристрій віскозиметра.
7. Якій порядок визначення відносної в'язкості?
8. Як визначити кінематичну в'язкість через відносну?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

“Визначення фракційного складу нафтопродукту”

4.1 Мета роботи

Вивчити методику визначення фракційного складу, виконати розгонку і побудувати графік фракційного складу.

4.2 Основні положення

Нафта та нафтопродукти не є індивідуальними рідинами, а є складними фізичними сумішами великого числа хімічних сполучень (вуглеводнів) з різними молекулярними масами і фізичними властивостями (щільність, температура кипіння і т.д.). Тому якщо нафту і нафтопродукти поступово підігрівати, то в пароподібній стан спочатку переходять сполучення з низькою температурою, а далі з підвищенням температури остачі більш висококиплячі сполучення. Якщо пропустити ці пари крізь холодильник, зібрати послідовно в окремі судини, то можна виділити з нафти (нафтопродукту) погони або фракції, що википають в певному температурному інтервалі.

Кількість різних фракцій що знаходяться в нафті: бензинових від 2 до 30 % і більше, гасу від 15 до 40 %, газойлевих і солярових до 40 %.

Бензин отримують з легкокиплячих фракцій, киплячих в інтервалі температур від 303 ... 308 К до 453 ... 478 К.

Дизельні палива, в склад яких надходять гасові та більш важкі фракції нафти, відганяють при більш високих температурах – від 423 ... 450 К до 613 ... 633 К.

В технічних умовах на автомобільні та тракторні палива одним з найважливіших показників є фракційний склад, котрий характеризується температурами википання об'ємних часток (фракцій) палива, отже, визначає випарування їх в двигунах.

Для оцінки випарування палива при різних умовах та режимах роботи двигуна ГОСТом і ТУ нормуються температури, при яких переганяються 10, 50, 90 % палива (так звані 10 %, 50 % та 90 % точки).

Температура википання 10 % палива t_{10} характеризує його пускові властивості. Чим нижче t_{10} тим швидше випаровуються головні фракції, отже при більш низькій температурі можливо пустити двигун в хід. Однак надмірне полегшення збіднює суміш, внаслідок випарування палива ще до карбюратора, а також веде до утворення парових пробок в паливопроводах і припинення руху палива.

Температура t_{50} впливає на швидкість прогріву двигуна та пройомистість його в роботі, тобто спроможність переходу з одного швидкісного режиму на другий. При зниженні t_{50} прискорюється прогрів двигуна після пуску і поліпшується його динаміка. Але надмірне зниження t_{50} може привести до обмерзання карбюратора навіть при навколишній температурі вище 283 К.

Температура t_{90} зумовлює повноту випаровування палива. З підвищенням t_{90} зменшується повнота випаровування, що веде до нерівномірності суміші по циліндрам двигуна, розрідження мастила і, як наслідок – підвищення витрати палива та механічного зносу двигуна.

Фракційний склад дизельного палива впливає також на швидкість його випаровування та утворення суміші після упорскування. Однак полегшення фракційного складу знижує спроможність дизельного палива до самозапалення, що затрудняє пуск дизеля в зимову пору року і підвищує жорсткість його роботи.

Визначення фракційного складу автотракторних палив та інших нафтопродуктів виконується відповідно до ГОСТ 2177-82 за допомогою приладу (рис. 4.1).

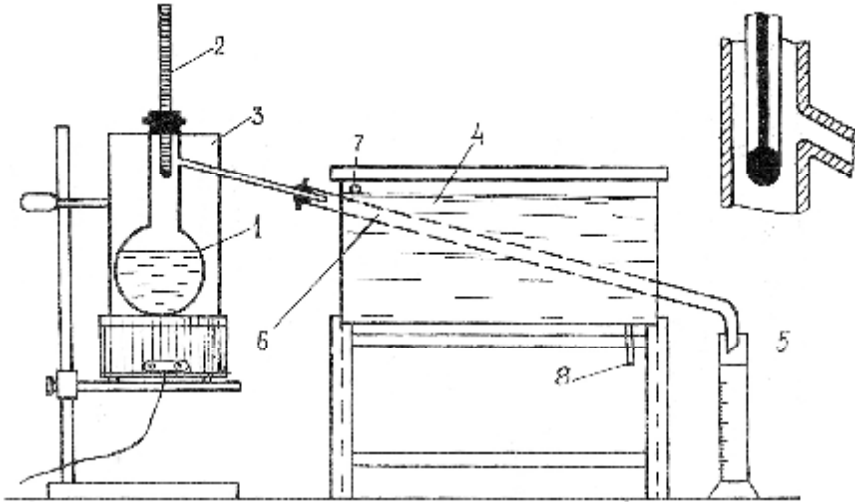


Рисунок 4.1

4.3 Підготовка до випробування

Так як в нафтопродуктах інколи є вода, то перед випробуванням її необхідно усунути з палива шляхом відстою. Остаточоно висушити дизельне паливо можливо збовтуванням з сухим сульфатом натрію або хлористим калієм. Важкі палива підсушують нагріваючи їх до 323 К і фільтруючи декілька разів крізь прошарок крупно-кристалевої сухої солі.

Трубку 6 холодильника (рис. 4.1) протирають усередині тканиною, прикріпленою до мідного або алюмінієвого дроту, з метою очистити її від залишків рідини попередньої перегонки палива.

В чисту колбу 1 за допомогою циліндра 5 наливають 100 см³ досліджуваного нафтопродукту (бензину Б-70). Потім в шийку колби на добре припасованій пробці вставляють термометр 2 з градуїровкою від 0 до 360 °С (273 ... 633 К). При цьому вісь термометра повинна співпадати з віссю шийки колби, а верхівка ртутного стовпця повинна знаходитися на рівні нижнього краю відповідної трубки в місці її припаю.

Відвідна трубка колби з'єднується через коркову пробку з трубкою холодильника 4. Відвідна трубка колби повинна входити в трубку холодильника на 25 ... 40 мм і не торкатися її стінок.

При розгонці бензину ванну холодильника заповнюють льодом і заливають водою настільки, щоб вона покрила повністю трубку холодильника. При розгонці більш важких нафтопродуктів охолодження здійснюється проточною водою. Температура води на виході повинна бути не вище 303 К.

В зібраному приладі колба повинна знаходитися в вертикальному положенні і закриватися кожухом 3.

Мірний циліндр 5 ставлять під нижній кінець трубки холодильника так, щоб трубка холодильника входила в циліндр на 25 мм, але не нижче позначки 100 см³. Під час перегонки бензину мірний циліндр розміщують в посудині з водою, температура якої дорівнює 293 ± 3 К. Отвір циліндру закривають ватою.

4.4 Проведення розгонки

Після зборки приладу встановлюють барометричний тиск і починають рівномірний підігрів колби так, щоб до падіння першої краплі дистиляту з кінця трубки холодильника в мірний циліндр пройшло не менше як 5 і не більше як 10 хвилин (для гасу та дизпалива 10 ... 15 хвилин). Надалі інтенсивність нагріву повинна забезпечити рівномірну швидкість перегонки 4 ... 5 см³/хв., що становить приблизно 20 ... 25 крапель за 10 секунд.

Під час перегонки записують наступні температури:

– температуру початку перегонки, тобто температуру коли в мірний циліндр упав перша капля, $T_{п.п.}$;

– температури відгону відповідно 10, 15, 20, 40, 50, 70, 80, 90 %.

Після відгону 90 % підігрів регулюють так, щоб до кінця перегонки пройшло від 3 до 5 хвилин. Підігрів завершують тоді як в мірний циліндр поступить 97,5 %, 98 % дистиляту. Для дизпалива кінець відгону – 90 %.

При перегонці невідомого за фракційним складом нафтопродукту записують температури:

– початку перегонки (початок кипіння) $T_{п.п.}$;

– температури відгону відповідно 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 90 і 97 %.

Приблизно встановлюють марку нафтопродукту і проводять повторну його перегонку по крапкам ТУ для даної марки.

Після закінчення підігріву знімають кожух, дають колбі прохолонути, потім знімають термометр, відокремлюють колбу від холодильника і обережно виливають залишок в мірній циліндр ємністю 10 см³. Циліндр із залишком охолоджують до $T = 293 \pm 3$ К і виміряють об'єм залишку з точністю до 0,1 см³ і до 1 К.

Різницю між 100 см³ та сумою об'ємів дистилляту і залишку записують як втрати при розгонці.

Якщо перегонка відбувається при барометричному тиску вище за 770 мм.рт.ст. (0,102 МПа) або нижче за 750 мм.рт.ст. (0,1 МПа), то до показань термометра вносять поправку:

$$C = 0,00012(760 - B)T,$$

де B – барометричний тиск під час перегонки, мм.рт.ст.;

T – температура по термометру, К.

Поправка додається до показання термометра при барометричному тиску менше за 750 мм.рт.ст (0,1 МПа) і віднімається якщо барометричний тиск більше за 770 мм.рт.ст. (0,102 МПа).

Для двох послідовних розгонок допускаються наступні розходження:

- по температурі початку перегонки 4 К;
- для проміжних та кінцевих точок фракційного складу 2 К і 1 см³;
- для залишку 0,2 см³.

При виконанні роботи кожен студент повинен виконати розгонку невідомого нафтопродукту по вказівці викладача і результати випробування занести в протокол

Назва нафтопродукту	Температура розгонки, °С									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	97%

На підставі даних протоколу будують графік фракційного складу: по вісі абсцис відображають абсолютну температуру, а по вісі ординат – % перегнаного палива. Крім того по характерним (нормованим) точкам необхідно визначити марку палива, орієнтуючись на таблиці **ГОСТа**.

4.5 Примірний перелік контрольних питань

1. Чому нафта та нафтопродукти киплять не при постійній температурі?
2. Яка кількість (в %) паливних фракцій в нафті?
3. Назвіть інтервали википання бензину та дизпалива.
4. Що називається фракційним складом нафтопродукту?
5. Які властивості палива характеризують 10-, 50- та 90 %-тні точки?
6. Як визначають по фракційному складу марку палива?
7. Який порядок проведення дослідження?
8. Чим відрізняються фракційні склади літнього та зимового бензинів?
9. В яких фракціях полегшений бензин для автомобілів з гарною прийомистістю?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

“Визначення температури каплепадіння консистентного мастила”

5.1 Мета роботи

Вивчити методику дослідження теплостійкості консистентних мастильних матеріалів, визначити величину температури каплепадіння та тип мастила.

5.2 Основні положення

Для вузлів тертя, де неможливо створити картер для рідких мастил, використовують консистентні мастильні матеріали – мазеподібні продукти.

Основою цих мастил є мінеральне мастило, а для загущення використовують:

- парафін, церезин, віск, озокерит (немильні загусники);

- сіль природних або штучних жирних кислот, що утворюються в наслідок дії на них лугу (мильні загусники).

Від типу загусника залежать властивості консистентних мастил, в тому числі температурна стійкість та вологостійкість.

Теплостійкість консистентних мастил (КС) характеризується температурою каплепадіння ($T_{\text{кп}}$) яка показує ту температуру, при якій внаслідок плавлення відокремлюється перша крапля, або торкається дна пробірки стовпець нафтопродукту що витікає з капсули.

Мастила на немильних загусниках відносять до вологостійких, але низькоплавких ($T_{\text{кп}} = 313 \dots 338 \text{ K}$, $t_{\text{кп}} = 40 \dots 65 \text{ }^\circ\text{C}$). Такі мастила використовуються як захисні (технічний вазелін, гарматне сало), для консервації автомобілів і тракторів та запасних частин, а також для ущільнення різьбових та інших з'єднань.

Мастила на кальцієвих та алюмінієвих маслах середньоплавкі ($T_{\text{кп}} = 338 \dots 373 \text{ K}$, $t_{\text{кп}} = 65 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$). Використовуються ці мастила в вузлах з помірним навантаженням (відносно малі температури), особливо там де є доступ вологи. Для склоочищувача, наприклад, використовується мастило автомобільне АС.

З числа кальцієвих мастил для ходової частини автомобіля використовуються середньоплавкі мастила – солідоли: жирові (УС) і синтетичні (УСС). Для ресор використовують кальцієві консистентні мастила з добавкою $10 \pm 1 \%$ графіту.

Мастила на натрієвих милах відносять до тугоплавких ($T_{\text{кп}} = 373\text{K}$), але вони емульгують і змиваються водою. Тому вони використовуються в вузлах тертя з високою робочою температурою, але до яких не має доступу волога. З числа натрієвих консистентних мастил для вузлів автомобілів використовують тугоплавкі універсальні мастила, так звані консталині: жирові (УТ) та синтетичні (УТс). У теперішній час широко використовують літієві та барієві КС з високою вологостійкістю та теплостійкістю. Літієві КС: “Літол-24”, “Фіол-1”, “Фіол-2”, “Фіол-3”, “Фіол-2М”, та інші – антифрикційні водостійкі консервуючі мастила, які мають $T_{\text{кп}} = 448 \text{ K}$ та температурний діапазон роботоспроможності $213 \dots 363 \text{ K}$. До барієвих мастил відносять ШРБ-4 робочий температурний діапазон яких дорівнює $233 \dots 423 \text{ K}$.

5.3 Підготовка до випробування

З поверхні мастила шпателем знімають верхній прошарок, потім в декількох місцях (не менше як у трьох) беруть проби. Проби складають в фарфорову чашку і обережно перемішують без утворення бульбашок повітря.

Консистентне мастило з фарфорової чашки шпателем щільно вмазують в капсулу 1 (рис. 5.1). Залишок його зрізають з верхнього торця шпателем. Після цього капсулю вставляють в металеву гільзу 2 так, щоб верхній кінець капсули вперся в буртик або штифт на гільзі. Видавлене при цьому мастило зрізають ножем.

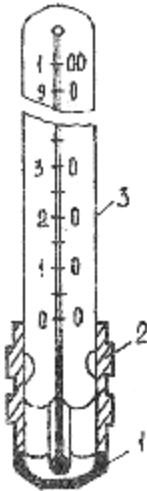


Рисунок 5.1

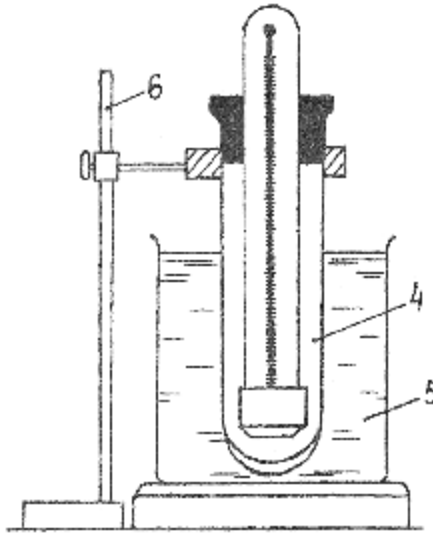


Рисунок 5.2

На денце пробірки 4 (рис. 5.2) розміщують кружок з білого паперу, що міняється після кожного випробування. В пробірку за допомогою пробки вставляють термометр з капсулю так, щоб нижній кінець капсули знаходився на відстані 25 мм від денця пробірки.

Пробірку розміщують в скляний термостійкий стакан 5 з водою або світлим мастилом (з температурою спалаху не нижче за 180 °С) і закріплюють за допомогою держака штатива 6 в вертикальному

положенні так, щоб денце пробірки знаходилось на відстані 10 ... 20 мм від денця стакану. Після цього з дозволу викладача проводять випробування.

5.4 Проведення випробування

Нагрівають воду в стакані (або мастило) помішуючи її таким чином, щоб показання термометра приладу, починаючи з температури на 2 К нижче очікуваної температури плавлення, підвищувалось зі швидкістю 1 К за хвилину.

За температуру каплепадіння випробуваного нафтопродукту приймають температуру по термометру при падінні першої каплі або дотику денця пробірки стовпцем нафтопродукту, що витікає з отвору капсули приладу.

Розбіг між рівнобіжними визначеннями не повинен перевищувати 1 К.

При виконанні роботи кожен студент повинен самостійно визначити температуру каплепадіння невідомого мастила і за її значенням встановити тип консистентного мастила та загусника.

5.5 Примірний перелік контрольних питань

1. Що собою представляє консистентне мастило і в яких вузлах тертя автомобіля воно використовується?
2. Які загусники ви знаєте, та які якості визначає тип загусника?
3. Консистентне мастило на немильних загусниках і де воно використовується?
4. Консистентне мастило на мильних загусниках і в яких вузлах тертя воно використовується?
5. Що називається температурою каплепадіння і які якості вона характеризує?
6. За якими показниками підбираються пластичні мастила для вузлів автомобіля?
7. Який інтервал робочих температур мають солідоли, консталіни, літєві та барієві мастила?

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3900-85 Нефтепродукты. Методы испытания. Введен 01.01.86.
2. Колесник П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1980. – 264 с.
3. Обельницкий А.М. Топлива и смазочные материалы. – М.: «Высшая школа», 1982. – 208 с.
4. Колосюк Д.С., Зеркалов Д.В. Експлуатаційні матеріали. – К.: Арістей, 2006. – 244 с.
5. Колосюк Д.С., Кузнецов А.В. Автотракторные топлива и смазочные материалы. – К.: «Вища школа», 1987. – 190 с.
6. Никифоров А.Н. Топлива и смазочные материалы: потребление и экономия. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 175 с.
7. Вукалович М.П. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. – М.-Л.: Энергия, 1965. – 400 с.

Додаток А

Температурні поправки щільності нафтопродуктів

Щільність від – до	Поправка на 1 °С	Щільність від – до	Поправка на 1 °С
0,700 – 0,710	0,000897	0,820 – 0,830	0,000738
0,710 – 0,720	0,000884	0,830 – 0,840	0,000725
0,720 – 0,730	0,000870	0,840 – 0,850	0,000712
0,730 – 0,740	0,000857	0,850 – 0,860	0,000699
0,740 – 0,750	0,000844	0,860 – 0,870	0,000686
0,750 – 0,760	0,000831	0,870 – 0,880	0,000673
0,760 – 0,770	0,000818	0,880 – 0,890	0,000660
0,770 – 0,780	0,000805	0,890 – 0,900	0,000647
0,780 – 0,790	0,000792	0,900 – 0,910	0,000633
0,790 – 0,800	0,000778	0,910 – 0,920	0,000620
0,800 – 0,810	0,000765	0,920 – 0,930	0,000607
0,810 – 0,820	0,000752	0,930 – 0,940	0,000594