

Міністерство освіти та науки України
Луцький національний технічний університет



ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Луцького національного технічного
університету

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

Методичні вказівки до практичних занять
для здобувачів фахової передвищої освіти
освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт»
галузі знань 27 Транспорт
спеціальності 274 Автомобільний транспорт
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2022

УДК 662.6/9 (075.8)

А 18

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
ТФК Луцького НТУ

Завідувач бібліотеки _____ Валентина КАЗМІРЧУК
(підпис)

Рекомендовано до видання Навчально-методичною радою ТФК Луцького
НТУ, протокол № ____ від « ____ » _____ 2022 року.

Голова НМР _____ Світлана БУСНЮК
(підпис)

Розглянуто і схвалено на засіданні циклової комісії Автомобільний транспорт
ТФК Луцького НТУ, протокол № ____ від « ____ » _____ 2022 року.

Голова ВЦК _____ Валентин ПРИДЮК
(підпис)

Укладач: _____ Дмитро КАЛЬМУК, викладач ТФК Луцького НТУ
(підпис)

Рецензент: _____ Валерій СТЕЛЬМАЩУК, доцент
(підпис)

А 18	Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливо-енергетичних ресурсів : методичні вказівки до практичних занять для здобувачів фахової передвищої освіти освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 Автомобільний транспорт галузі знань 27 Транспорт денної та заочної форм навчання / уклад. Кальмук Д.Ю. - Луцьк: ТФК Луцького НТУ, 2022. 84 с.
-------------	--

Методичне видання до виконання практичних робіт з дисципліни
«Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливо-енергетичних
ресурсів»:

Методичні вказівки до виконання практичних занять.

Призначене для здобувачів фахової передвищої освіти спеціальності
274 Автомобільний транспорт освітньо-професійної програми
«Автомобільний транспорт».

© Кальмук Д.Ю., 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1 «Дослідження якості бензину. Вимоги, які ставляться до якості бензину. Октанове число, методи його визначення»	5
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2 «Вплив якості бензину на роботу двигуна. Фракції бензину, їх визначення. Вплив кожної з фракцій на якість роботи двигуна. Фізико-хімічні властивості бензину»	11
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3 «Дослідження якості дизельного палива та його вплив на роботу паливної апаратури та двигуна»	19
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4 «Вимоги, які ставляться до дизельного палива»	26
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5 «Цетанове число, методи його визначення. Фізико-хімічні властивості дизельного палива»	30
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6 «Низькотемпературні показники дизельного палива»	36
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7 «Дослідження якості моторного масла та визначення можливості його використання. Підбір моторного масла згідно з міжнародною класифікацією за в'язкістю і якістю»	40
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8 «Вимоги, які ставляться до моторних мастил. Класифікація моторних мастил за різними міжнародними стандартами»	46
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 9 «В'язкісно-температурні показники моторних мастил. Присадки до моторних мастил»	55
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 10 «Дослідження якості пластичних мастил і визначення можливості їх використання»	64
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 11 «Вимоги, які ставляться до пластичних мастил. Класифікація пластичних мастил»	68
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 12 «Показники якості пластичних мастил та їх визначення. Фізико-хімічні властивості пластичних мастил»	70
Додаток 1	77
Додаток 2	79
Додаток 3	79
Додаток 4	80
Додаток 5	82

ВСТУП

Надійність, довговічність та ефективність роботи автотранспортних засобів в значній мірі залежать від якості палива, мастильних матеріалів і технічних рідин та грамотного їхнього застосування в процесі експлуатації.

При експлуатації АТЗ необхідно приділяти особливу увагу раціональному використанню й економії паливно-мастильних матеріалів, а також поліпшенню якості й організації технічного обслуговування автомобілів.

Для виконання цієї умови необхідно, щоб випускники технічного фахового коледжу добре знали основні властивості й особливості застосування нафтопродуктів. З цією метою в програмі підготовки здобувачів фахової передвищої освіти освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 Транспорт спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної та заочної форм навчання передбачене виконання ряду практичних робіт, що безпосередньо знайомлять здобувачів з товарними асортиментами нафтопродуктів і допомагають оволодіти практичними навичками визначення їхніх властивостей і якісних характеристик, а також особливості застосування залежно від виду техніки й умов роботи.

У практичний курс включені роботи з визначення найбільш важливих якісних показників, нормованих відповідними стандартами для палива й мастильних матеріалів, застосовуваних в інженерній практиці при експлуатації автомобілів.

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та при самостійному вивченні дисципліни, набуття навичок проведення випробувань паливно-мастильних матеріалів та технічних рідин, самостійного проведення висновків щодо якості експлуатаційних матеріалів, можливості їх використання при наявності відхилень від стандартних норм.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

«Дослідження якості бензину. Вимоги, які ставляться до якості бензину.

Октанове число, методи його визначення»

Мета роботи: закріплення теоретичних знань та отримання практичних навичок з використанням автомобільних бензинів для двигунів сучасних автомобілів.

Знати: вимоги, які ставляться до бензинів, методи визначення октанового числа.

Вміти: провести аналіз показників якості палива і дати висновок про його придатність до експлуатації.

1.1. Основні теоретичні відомості

Бензином називають фракцію нафти з температурою випаровування від 30 до 215°C. Для того, щоб бензини не впливали на надійність роботи двигуна – вони повинні мати:

- високу детонаційну стійкість;
- оптимальну випаровуваність;
- мінімальний корозійний вплив на деталі двигуна;
- мінімальну нагароутворюючу здатність;
- високу хімічну стабільність.

Всі ці вимоги регламентовані в стандарті на автомобільні бензини (див. таблицю). Відхилення якісних показників бензину в негативну сторону підвищує детонацію палива, нагароутворення на деталях двигуна, корозійну здатність бензину, утруднений запуск та роботу двигуна та інше.

В решті знижуються техніко-економічні показники роботи двигуна та підвищується його зношування.

Таблиця 1. Основні технічні характеристики сучасних автомобільних бензинів

Показник		Значення показника				
		A-80	A-92	A-95	A-96	A-98
1	Октанове число	80	92	95	96	98
2	Фракційний склад бензину:					
	а) температура початку перегонки, °С, не нижче	30	30	30	30	30
3	б) 10% переганяється при температурі, °С, не вище	75	75	75	75	75
4	в) 50% переганяється при температурі, °С, не вище	120	102	120	102	120
5	г) 90% переганяється при температурі, °С, не вище	190	190	190	190	190
6	д) кінець кипіння, °С, не вище	215	215	215	215	215
7	є) залишок у колбі, %, не більше	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
8	ж) залишок і втрати, %, не більше	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
9	Тиск насичених парів бензину, кПа, не більше	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9
10	Кислотність, мг КОН на 100 см ³ бензину, не більше	3	3	3	3	3
11	Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ бензину, не більше	10	10	10	10	10
12	Індукційний період, хв., не менше	600	600	600	600	600
13	Масова доля сірки, %, не більше	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
14	Водорозчинні кислоти	відсутні				

Пускові властивості та схильність до утворення парових пробок визначаються температурами початку кипіння $t_{пк}$ і перегонки 10% бензину $t_{10\%}$. По температурі $t_{10\%}$ роблять висновок про наявність у бензині пускових фракцій, від яких залежить легкість пуску холодного двигуна. Чим нижче ця температура, тим легше і швидше можна запустити двигун, оскільки більша кількість бензину надходить в циліндр у вигляді пару та знижується зношування двигуна при його запуску.

При високій температурі перегонки 10% бензину ускладнюється пуск холодного двигуна, тому що основна кількість бензину подається в циліндр у

рідкому стані. Такий бензин розріджує масло змиваючи його зі стінок циліндрів і призводить до підвищеного спрацювання деталей двигуна.

Якщо бензин має дуже низькі температури $t_{пк.}$ і $t_{10\%}$, то на прогрітому двигуні, особливо у спеку, в системі живлення можуть утворюватися парові пробки, які порушують подачу палива з паливного бака до бензонасоса.

Прогрів та прийомистість двигуна

Якість робочої фракції визначається головним чином температурою перегонки 50% бензину $t_{50\%}$. Чим нижче ця температура, тим легше випаровуються середні фракції бензину, забезпечуючи стійку роботу двигуна на режимі холостого ходу і його добру прийомистість і навпаки при підвищенні $t_{50\%}$

При підвищенні $t_{50\%}$ знижується потужність та економічність роботи двигуна.

Робочу фракцію складають дистиляти, які википають у межах від 10% до 90% об'єму ($t_{10\%}$ - $t_{90\%}$). Якщо википання проходить повільно, то різко знижуються економічні показники роботи двигуна, а якщо інтенсивно – підвищується нагароутворення.

Нагароутворення палива та зношування двигуна оцінюється температурою перегонки 90% ($t_{90\%}$) і температурою кінця кипіння ($t_{пк.}$), по яким роблять висновок щодо інтенсивності і повноти згоряння робочої суміші. При наявності важких фракцій, бензин випаровується не повністю, що призводить до нерівномірного розподілу паливної суміші між циліндрами, розрідження масла і змивання його зі стінок циліндрів, а також до підвищення спрацювання двигуна і витрат палива.

Залишок у колбі свідчить про здатність палива до нагароутворення та підвищення зношування деталей двигуна.

Тиск насичених парів вказує на схильність бензину до випаровування при температурі 37,8°C. Чим вище цей показник, тим вища імовірність утворення парових пробок в системі живлення та витрат палива при зберіганні.

Кислотність (органічні кислоти) мають корозійну активність. Однак вона значно нижча ніж водорозчинні кислоти і луги. Тому вміст їх у паливі допускається. Підвищення кислотності негативно впливає на корозію системи живлення двигуна.

Водорозчинні кислоти і луги є дуже корозійно-активними, тому в бензинах вони не допускаються.

Концентрація фактичних смол (смоли, які знаходяться в паливі в даний час) впливає на нагароутворення.

Індукційний період вказує на наявність ненасичених вуглеводнів, які при зберіганні палива окислюються та переходять в фактичні смоли чим підвищується нагароутворення.

Масова частка сірки (сульфіди). При звичайних умовах вони не вступають в реакції, але при згорянні вони утворюють корозійно-активні гази, які в свою чергу кородують деталі двигуна та випускної системи. Реагує з маслом погіршуючи його властивості, що підвищує зношування деталей двигуна та нагароутворення. Саме через наявність сірки в паливі моторні оливи з часом чорніють.

Детонаційна стійкість бензину

При нормальному горінні палива тиск у циліндрі зростає повільно. Проте у ряді випадків згорання супроводжується дуже високим місцевим підвищенням температури і тиску, що відбувається миттєво та носить вибуховий характер і називається **детонацією**.

Детонація виникає в одному з циліндрів, в якому створюються для цього умови: підвищений тиск та температура, збільшене нагароутворення. Детонує 5... 10% кінцевої частини горіння робочої суміші.

Таким чином детонація - це „ненормальна" робота двигуна із займаням від іскри, яка викликана вибуховим, детонаційним згоранням частини робочої суміші, що супроводжується різкими металевими стуками, димним вихлопом, перегрівом двигуна, зниженням потужності, підвищенням

зношуванням циліндро-поршневої групи та іншими шкідливими наслідками, навіть механічне пошкодження деталей двигуна.

Здатність палива протистояти детонації називається **детонаційною стійкістю**. Детонаційна стійкість палива оцінюється - **октановим числом**.

Октанове число автомобільних бензинів визначається двома методами: **моторним** та **дослідницьким**. Обидва методи стандартизовані. Для визначення октанового числа використовуються моторні установки із одноциліндровими двигунами з перемінним ступенем стиснення ($\epsilon=4..10$).

У цілому, умови випробування за дослідницьким методом легші ніж за моторним, тому октанове число бензину визначене по дослідницькому методу вище, ніж за моторним на 7... 10 одиниць.

Тому октанове число одного і того ж бензину визначене різними методами відрізняється одне від одного октанове число бензину А-80 визначене дослідницьким методом буде 80, а по моторному 76, А-95 відповідно 95 та 85.

Моторний метод визначення октанового числа характеризує детонаційну стійкість бензину в режимі роботи двигуна завантаженого автомобіля, при його русі по маршрутам за містом (висока форсованість та теплонапруженість двигуна).

Дослідницький метод визначення октанового числа характеризує детонаційну стійкість бензину у режимі роботи двигуна легкового автомобіля при його русі в умовах міста (обмежені потужності, чисельні зупинки, низька теплонапруженість двигуна).

Заходи, щодо боротьби з детонацією:

- 1) зменшити кут випередження запалювання суміші;
- 2) прикрити дросельну заслінку;
- 3) перейти на знижену передачу;
- 4) повільно відкривати дросельну заслінку в період рушання з місця та руху.

В першому та другому випадках погіршується якість суміші через скорочення часу на сумішоутворення.

В третьому та четвертому знижується навантаження на двигун.

Таким чином якщо при роботі двигуна виникла детонація при згоранні палива - необхідно застосувати заходи щодо її усунення.

Скласти висновок про основні властивості бензинів, вказати вплив відхилень параметрів бензину на роботу та знос двигуна сучасного автомобіля.

Контрольні питання до захисту роботи

1. Які експлуатаційні вимоги ставлять до бензинів?
2. Якими зовнішніми ознаками характеризується детонаційне згорання і якими експлуатаційними факторами його можна усунути?
3. Сутність нормального та детонаційного згорання палива.
4. Що зветься октановим числом, методи його визначення.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

«Вплив якості бензину на роботу двигуна. Фракції бензину, їх визначення. Вплив кожної з фракцій на якість роботи двигуна. Фізико-хімічні властивості бензину»

Мета роботи: закріплення теоретичних знань та отримання практичних навичок з використанням автомобільних бензинів для двигунів сучасних автомобілів.

Знати: вплив фракцій бензину на роботу двигуна, фізико-хімічні властивості бензинів.

Вміти: провести аналіз показників якості різних видів бензину і їх роботу в бензинових двигунах сучасних автомобілів.

2.1. Основні теоретичні відомості

Фракційний склад є одним з найважливіших показників якості бензину. Фракційний склад встановлює залежність між кількісним вмістом фракцій палива (у відсотках за об'ємом) і температурою, при якій воно переганяється. Від фракційного складу бензину залежить пуск, час прогріву і прийомистість роботи двигуна, нагароутворення, знос деталей циліндро-поршневої групи, витрата палива, масла, токсичність відпрацьованих газів та ін.

Для характеристики фракційного складу у стандарті регламентовані: температура початку кипіння ($t_{п.к.}$), температури, при яких переганяється 10, 50 і 90% ($t_{10\%}$, $t_{50\%}$, $t_{90\%}$) бензину, температура кінця його кипіння ($t_{п.к.}$), а також визначають залишок після перегонки і втрати. Усі ці показники у тій чи іншій мірі характеризують бензин у двигуні з іскровим запалюванням.

На рисунку 1 показана крива розгонки бензину - температура початку кипіння, його фракції - пускова, робоча і кінцева.

Температура початку кипіння ($t_{п.к.}$) вказує на наявність в паливі найбільш легких вуглеводнів, які повинні випаровуватися при температурі не нижче нормативної.

Зниження $t_{п.к.}$ може привести до того, що в спекотні часи доби будуть утворюватись парові пробки в системі живлення, що приведе до неможливості запуску двигуна та значних втрат палива при його зберіганні.

$t_{п.к.}$ повинна бути не нижче 30 °С.

Фракція палива від початку кипіння і до випаровування 10% об'єму ($t_{пк}-t_{10\%}$) зветься пусковою.

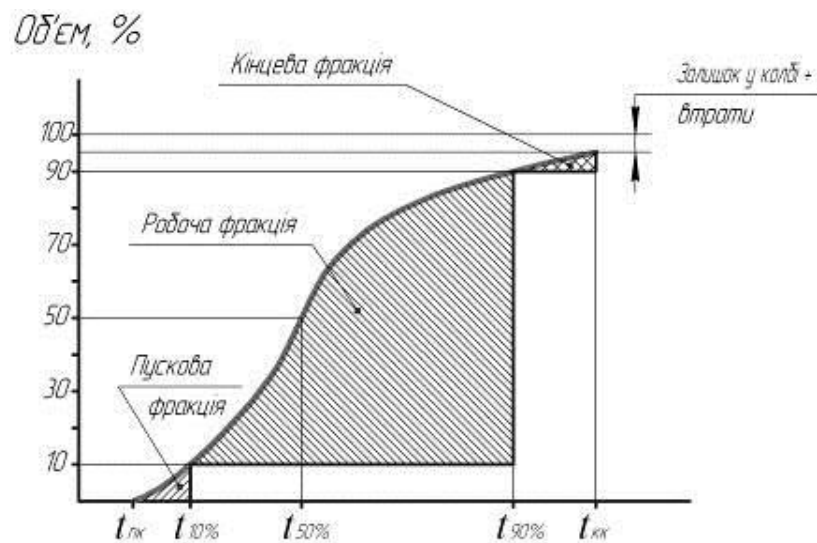


Рис. 1. Крива фракційної розгонки бензину

2.2. Порядок проведення досліджень.

2.2.1. Оцінка якості бензину по зовнішнім ознакам

Зовнішній вигляд паливно-мастильних матеріалів є одним з головних показників їх якості. Звичайно, його оцінюють безпосередньо після відбору проби за кольором, прозорістю і візуальним контролем вмісту механічних домішок і води у нафтопродукті.

Наявність механічних домішок у нафтопродуктах визначають шляхом відстою у спеціальному відстійнику. Відстійник ємкістю 100 см³ представляє собою скляну ємкість, яка у нижній частині переходить у вузьку трубку. Трубка проградуєвана до 10 см з ціною поділки 0,05 см³ (по цих

діленнях визначають кількість механічних домішок, що осіли), а потім відмічені поділки 25, 50, 100 см³.

Для визначення вмісту води і механічних домішок бензин або дизельне паливо добре перемішують і швидко наливають у відстійник до рівня 100 см³. Після отримання палива протягом 25 хвилин у вертикальному положенні по цих діленнях визначають кількість осівших механічних домішок і води в процентах, які дорівнюють об'єму відстою у мілілітрах.

Механічні домішки і вода нерозчинні у паливі, тому, їх наявність можна виявити, переглядаючи зразок у посуді з прозорого скла (наприклад, скляний циліндр діаметром 40...50 мм). Чисте паливо однорідне, але якщо в зваженому стані у ньому є навіть небагато води, то увесь об'єм палива стає мутним і використовувати його в двигуні не можна.

За кольорами бензину можна визначити наявність у ньому етилової рідини, тому що етильовані бензини штучно офарблюють у червоний, синій, жовтогарячий або інший кольори. Неетильовані бензини безбарвні або мають злегка жовті кольори.

2.2.2. Визначення фракційного складу бензину

Фракційний склад встановлює залежність між кількісним вмістом фракцій палива (в процентах за об'ємом) і температурою, при якій воно переганяється.

Бензини представляють собою складну суміш вуглеводнів, які мають різну випаровуваність і википають не при одній температурі, а у широкому інтервалі. **Фракційний склад оцінюють** по температурним межах його википання і по температурі його окремих фракцій.

Для характеристики фракційного складу в стандарті вказані: температура початку кипіння ($t_{пк.}$), а також температури, при яких переганяється **10, 50 і 90%**

($t_{10\%}$, $t_{50\%}$, $t_{90\%}$) бензину, температура кінця його кипіння ($t_{к.к.}$), а також визначають залишок після перегонки і втрати.

Фракційний склад бензинів визначають за допомогою спеціального приладу для перегонки нафтопродуктів ЛРН, який входить у склад польової лабораторії ПЛ-2М (рис.2).

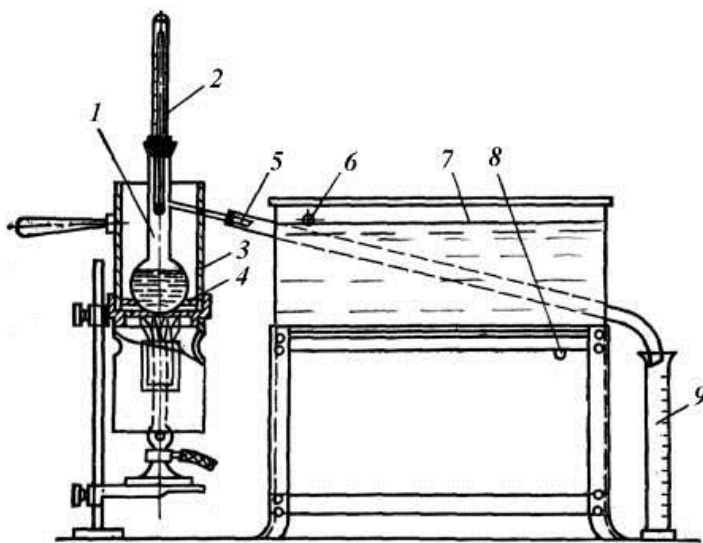


Рис. 2. Прилад для визначення фракційного складу палива: 1 - колба, 2 - термометр, 3 - верхній кожух, 4 - прокладка, 5 - відвідна трубка, 6 - нижній кожух, 7 - холодильник, 8 - трубка холодильника, 9 - приймальний мірний циліндр

Приймальним мірним циліндром 9 у колбу 1 заливають 100 см^3 досліджуваного зразка бензину. При цьому, колбу слід тримати під нахилом, щоб бензин не потрапив у відвідну трубку колби 5. Для забезпечення рівномірного кипіння і перемішування бензину, всередину колби кладуть два-три шматочки пористої речовини (пемзи, шамоту та ін.).

У шийку колби вставляють на добре підігнаній колбі термометр 2 з проградуйованою шкалою від 0 до $360 \text{ }^\circ\text{C}$ так, щоб верхній кінець ртутної кульки був на рівні нижнього кінця відвідної трубки колби.

Колбу з паливом встановлюють точно вертикально на азбестову прокладку 4. Відвідну трубку 5 колби за допомогою кіркової пробки з'єднують з трубкою холодильника 8. Місця з'єднання трубок заливають колодієм. Зверху колбу закривають верхнім кожухом 3. Під нижню частину трубки холодильника ставлять мірний циліндр 9 на 100 см^3 , яким вимірювалося паливо. Циліндр встановлюють так, щоб трубка холодильника

входила у нього не нижче позначки 100 см³ і не торкалася його стінок. Під час перегонки бензину отвір циліндра закривають ватою або фільтрувальним папером. Для охолодження використовується проточна вода, яка подається в емність ванни через нижній патрубок, а зливається через верхній. Температура води на зливі повинна бути не вище за 30 °С. Колбу нагрівають на газовому, або електричному нагрівачі таким чином, щоб перша крапля в кінці трубки холодильника впала не раніше ніж через 5 хвилин і не пізніше ніж через 10 хвилин після початку нагрівання.

Температуру, при якій фіксують падіння першої краплі на мірний циліндр, вважають температурою початку кипіння бензину ($t_{п.к.}$). Мірний циліндр підводять до кінця трубки холодильника так, щоб дистилат стікав по стінці циліндра. Швидкість розгонки повинна бути постійною, щоб за одну хвилину переганялося 4...5 см³ бензину (20...25 крапель за 10 секунд).

Під час перегонки записують температуру через кожні 10 см³ зібраного у циліндр продукту. Кінцем кипіння вважають момент, коли у шийці колби з'являється біла пара, а температура різко падає. Кількість відігнутого об'єму дистилату у мірному циліндрі фіксують через 5 хвилин після припинення нагрівання.

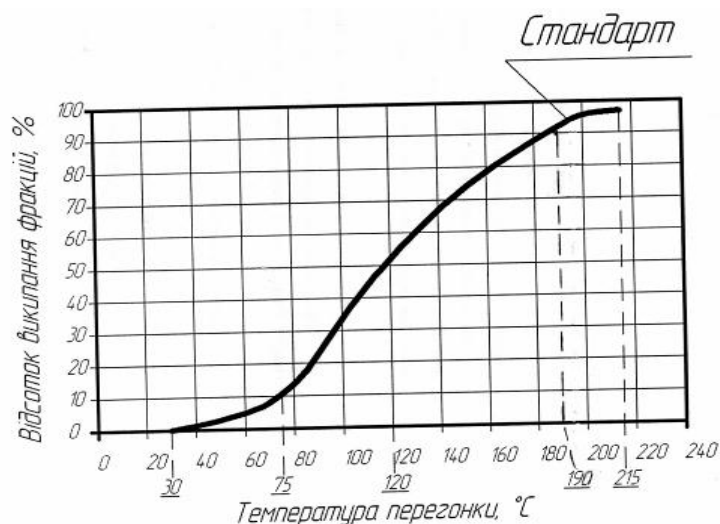


Рис. 3. Фракційна крива перегонки автомобільного бензину

Потім колбу відокремлюють від холодильника, знімають з неї термометр і через її горловину (а не відвідну трубку) виливають залишок

бензину у мірний циліндр, об'ємом 10 см^3 . Кількість залишку визначається з точністю до $0,1 \text{ см}^3$ після охолодження його разом з циліндром до температури $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$. Втрати визначаються, як різниця між 100% і сумою процентів зібраного конденсату і залишку. Після чого будують графік фракційної кривої досліджуваного зразка бензину.

2.2.3. Визначення ненасичених вуглеводів у бензині

Всі неграничні вуглеводні - дуже нестійкі сполуки, що легко вступають у реакцію з киснем. Їхню наявність перевіряють знебарвленням марганцевокислого калію (KMnO_4). Для цього в пробірку наливають невелику кількість досліджуваного палива (на око 3-4 мл), потім додають таку ж кількість водяного розчину окислювача (розчин KMnO_4 фіолетово-рожевих кольорів). Вміст пробірки перемішують і дають відстоятися. Якщо в паливі містяться неграничні вуглеводні, то кисень, що виділяється з марганцевокислого калію, вступає з ними в реакцію, і розчин знебарвлюється. Фіолетове фарбування водного шару переходить у буру або темно-жовту, може випадати осад. Чим більше в паливі міститься неграничних вуглеводнів, тим швидше інтенсивність окислювання і зменшується індукційний період. Якщо неграничних вуглеводнів ні, то фарбування шару не міняється.

2.2.4. Визначення водорозчинних кислот та луг

У зв'язку з тим, що мінеральні кислоти й луги викликають дуже сильну корозію й не допускаються в нафтопродуктах, їхню кількість не визначають, а якісною пробою перевіряють тільки наявність. Якщо вони містяться, то продукт до затосування непридатний.

У ділильну лійку на око наливають 20-30 мл досліджуваного палива, а зверху приблизно таку ж кількість гарячої дистильованої води (мінеральні кислоти й луги добре розчиняються у воді). Кілька хвилин перемішують зміст лійки й дають відстоятися нижньому водному шару. Потім у дві сухі пробірки наливають по 3-4 мл водного шару.

В одну пробірку додають 2 краплі метилоранжу, при наявності кислоти вода офарблюється в рожевий колір. В іншу пробірку додають 2 краплі фенолфталеїну; якщо є луги, то вода офарблюється в червонясто-малиновий колір.

2.2.5. Визначення густини бензину

Густиною називається маса одиниці об'єму речовини, яка виражається у $\text{кг}/\text{м}^3$. Відношення густини нафтопродукту при температурі $20\text{ }^\circ\text{C}$ до густини дистильованої води при $4\text{ }^\circ\text{C}$ називають **відносною густиною**.

Визначають густину у виробничих умовах за допомогою нафтоденсиметрів (ареометрів) (рис. 4.1). Він являє собою скляний пустий корпус, у нижній частині якого знаходиться баласт і вмонтований термометр, а зверху тонка трубка зі шкалою густини.

Для визначення густини скляний циліндр 2 заповнюють зразком досліджуваного нафтопродукту. Далі чистий і сухий нафтоденсиметр повільно і обережно занурюють у циліндр, тримаючи його за верхній кінець. Для запобігання пошкодження нафтоденсиметр опускають на дно циліндра, або до занурення усієї шкали, а потім прибирають руку. Після припинення його коливань фіксують показання густини по верхньому краю меніску (лінія АБ). Одночасно з відліком показника густини на шкалі нафтоденсиметра визначають температуру нафтопродукту за допомогою термометра, який знаходиться у нижній частині.

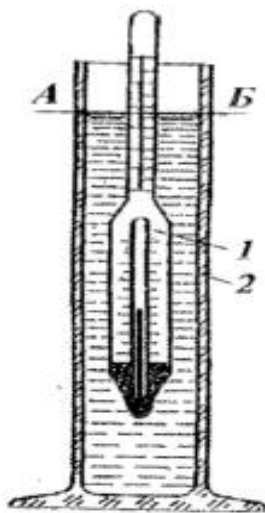


Рис. 4. Прилад для визначення густини нафтопродуктів:

- 1- нафтоденсиметр;
- 2- скляний циліндр;
- 3 - нафтопродукт.

В стандартах передбачається визначати густину при 20 °С. В тих випадках, коли температура визначення густини відрізняється від 20°С, одержане значення густини при t °С приводять до стандартної ρ_{20} за формулою:

$$\rho_{20} = \rho_t + \alpha(t - 20),$$

де ρ_t - густина бензину при температурі дослідження, кг/м³;

α - стандартна температурна поправка густини, кг/м³.

Таблиця 1. Значення температурних поправок

Густина, кг/м ³	Температ. поправка	Густина, кг/м ³	Температ. поправка	Густина, кг/м ³	Температ. поправка	Густина, кг/м ³	Температ. поправка
700-709,9	0,897	770-779,9	0,805	840-849,9	0,712	910-919,9	0,620
710-719,9	0,884	780-789,9	0,792	850-859,9	0,699	920-929,9	0,607
720-729,9	0,870	790-799,9	0,778	860-869,9	0,686	930-939,9	0,594
730-739,9	0,857	800-809,9	0,765	870-879,9	0,673	940-949,9	0,581
740-749,9	0,844	810-819,9	0,752	880-889,9	0,660	950-959,9	0,567
750-759,9	0,831	820-829,9	0,736	890-899,9	0,647	960-969,9	0,554
760-769,9	0,818	830-839,9	0,725	900-909,9	0,633	970-979,9	0,541

Скласти висновок про вплив якості бензину на роботу двигуні.

Контрольні питання до захисту роботи

1. Які точки кривої розгонки бензину є характерними?
2. Методика визначення фракційного складу бензину.
3. Вплив відхилень фракційного складу бензину на роботу двигуна.
4. Які фракції бензину впливають на нагароутворення та знос деталей двигуна.
5. Що означають літери та числа у позначенні бензинів?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

«Дослідження якості дизельного палива та його вплив на роботу паливної апаратури та двигуна»

Мета роботи: закріплення теоретичних знань та отримання практичних навичок по використанню палива для дизельних двигунів.

Знати: марки дизельних палив та їх застосування, вплив відхилень показників якості палива на роботу, економічність і зношування двигуна.

Вміти: визначати несправності паливної апаратури, які є наслідком неякісного дизельного палива.

3.1. Основні теоретичні відомості

Дизельне паливо – це складне утворення парафінових (10...40%), нафтових (20...60%) і ароматичних (14...30%) вуглеводнів та їх похідних середньої молекулярної маси 110...230, що википають у межах **170...380 °С**. Стандартом передбачається визначення температури перегонки 50% і 96% фракції палива: $t_{50\%}$ - впливає на його пускові властивості; $t_{96\%}$ - свідчить про наявність важких фракцій, що погіршують якість сумішоутворення. З фракційним складом тісно пов'язана температура спалаху палива.

Сучасна паливна апаратура дизелів складається з високоточних деталей (зазори у плунжерних парах складають 2...5 мкм), які здійснюють зворотньо-поступальні та обертальні рухи відносно один одного на великих швидкостях. У процесі дозування та стискання паливо протікає по каналам паливної апаратури на величезних швидкостях. Ці фактори обумовлюють жорсткі вимоги до чистоти дизельного палива і вмісту води у ньому, а також до в'язкості та наявності змащувальних властивостей.

В дизелях, час що затрачується на сумішоутворення майже в 10 разів менший, ніж у бензинових двигунах і складає від 0,002 до 0,003 с.

Найважливішими факторами від яких залежить швидкість сумішоутворення є:

- 1)ступінь розпилювання палива при впорскуванні;
- 2)фракційний склад;
- 3)температура і тиск в камері згорання.

Швидкохідні дизелі характеризуються високою температурою в камері згорання.

Займання та згорання палива в дизелях. Своєчасність займання та повнота згорання палива обумовлює економічність та надійність роботи дизеля. В дизелях процес згорання можна поділити на три етапи:

- 1) період затримки займання;
- 2) період швидкого горіння;
- 3) період уповільненого горіння.

Період затримки займання - проміжок часу від початку впорскування до моменту займання палива. Паливо, що впорскується в циліндр з випередженням, тобто до приходу поршня у верхню мертву точку, займається не миттєво, а з деяким запізненням. В цей період відбувається процес сумішоутворення та нагрівання палива. Одночасно з фізичною підготовкою палива відбуваються і реакції передполуменевого окислення. Період затримки займання завершується займанням пароповітряної суміші в одному або кількох вогнищах, де були найбільш сприятливі умови для проходження передполумєневих процесів.

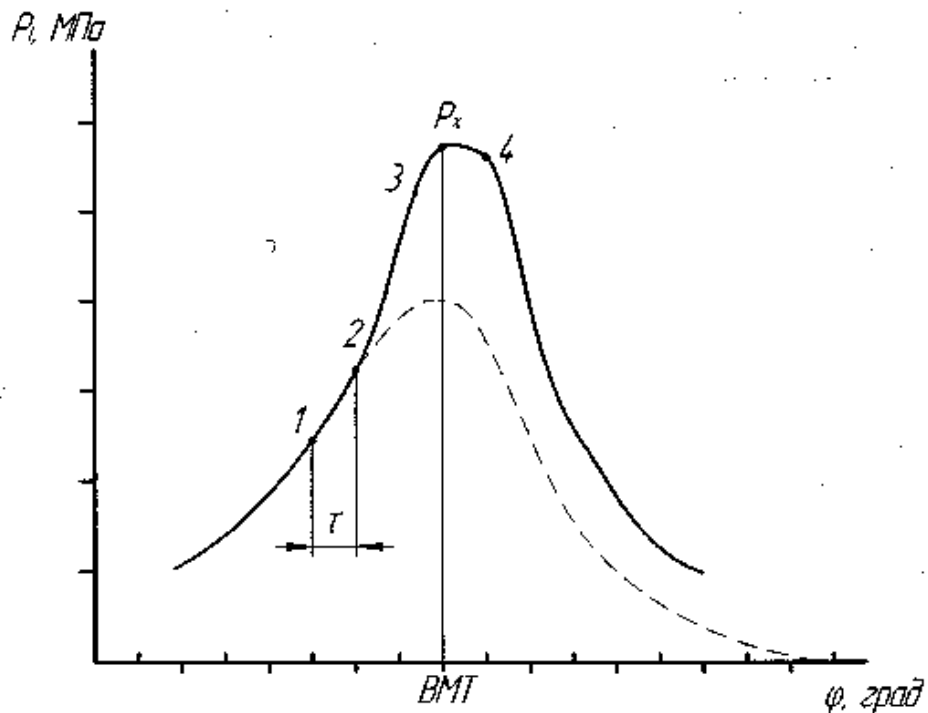


Рис. 1. Індикаторна діаграма зміни тиску в залежності від кута повороту колінчатого вала: 1-2 – період затримки займання;
2-3 – період швидкого горіння;
3-4 – період уповільненого горіння.

Період затримки займання в значній мірі залежить від фракційного складу палива.

При полегшенні фракційного складу період затримки займання зростає, а це негативно впливає на процес згоряння палива. В результаті цього знижується потужність та економічність, зростає нагароутворення.

При підвищенні фракційного складу період затримки займання знижується, двигун працює м'яко, але паливо погано випаровується, погано згоряє. В результаті цього знижується потужність та економічність, зростає нагароутворення.

Здатність дизельного палива до самозаймання та згоряння залежить від хімічного складу палива та випаровуваності. Стандартом самозаймистість дизельного палива оцінюється цетановим числом. Тому цетанове число є основним показником самозаймистості дизельного палива, який характеризує тривалість періоду затримки займання.

Визначення кінематичної в'язкості палива

Кінематична в'язкість масла або дизельного палива визначається за допомогою віскозиметра Пінкевича (див. рис. 2), що представляє собою П-подібну трубку, в одному кінці якої розміщені дві шарові ємності 4, які переходять після мітки M_2 у капілярну трубку 5, а в іншому коліні - у розширену ємність.

До кожного приладу повинен бути паспорт, де вказані номер віскозиметра і постійна величина C , яка залежить від діаметра капіляра.

Для вимірювання в'язкості сухий і чистий віскозиметр заповнюють профільтрованим дослідним зразком за допомогою гумової трубки з грушею, яка надівається на відповідну трубку (3). З цією метою широку трубку (2) закривають пальцем і перевертають віскозиметр. Вузьку трубку віскозиметра занурюють у стакан із зразком і засмоктують його у дві шарові ємності (4) до позначки M_2 , спостерігаючи за тим, щоб у зразку не з'явилися бульбашки повітря. Потім віскозиметр швидко перевертають у нормальне положення, знімають гумову трубку з грушею з відповідної трубки і надівають її на вузький кінець, попередньо прибравши з зовнішньої сторони надлишок рідини.

Заповнений віскозиметр за допомогою штатива закріплюють у стакані з термостатною рідиною (гліцерин або світле малов'язке масло), забезпечуючи вертикальне положення і слідкуючи, щоб помітка M_2 була нижче рівня рідини.

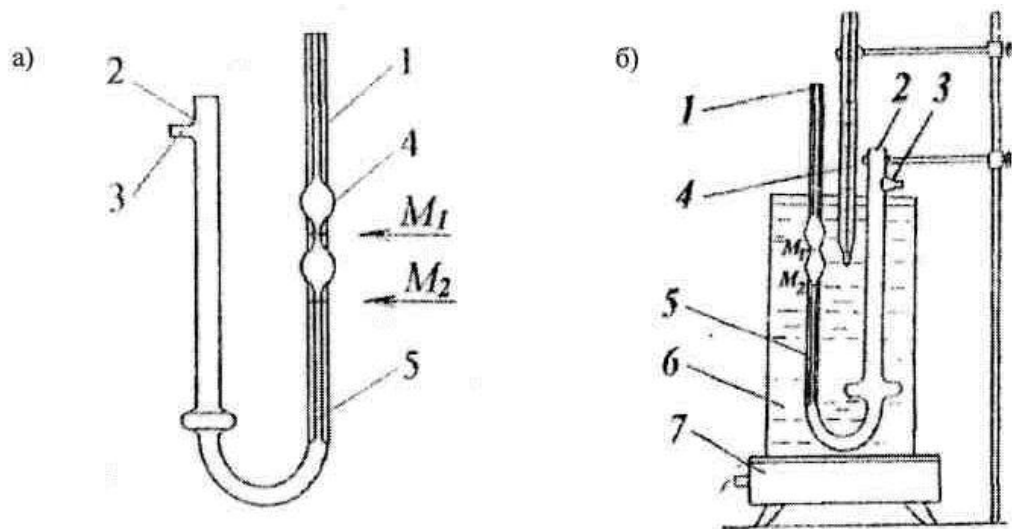


Рис. 2

а) Віскозиметр Пінкевича (ВПЖТ-4):

1 – вузька трубка, 2 – широка трубка, 3 – відвідна трубка, 4 – шарові ємності, 5 – капілярна трубка;

б) прилад для визначення кінематичної в'язкості:

1 – вузька трубка віскозиметра, 2 – широка трубка, 3 – відвідна трубка, 4 – термометр, 5 – капілярна трубка, 6 – стакан з термостатичною рідиною, 7 – електродігрівач.

У середину стакана з термостатною рідиною занурюють термометр. Потім електродігрівачем встановлюють задану температуру в стакані, тримаючи 10...15 хвилин. За цей час зразок перетече в широку частину віскозиметра і його температура буде відповідати температурі рідини у склянці.

За допомогою груші обережно засмоктують зразок у вузьке коліно капілярної трубки, щоб рівень його був трошки вище позначки між шаровими ємностями (позначка M_1).

Потім слідкують за зниженням рівня зразка. Коли рівень його досягне позначки M_1 між ємностями, вмикають секундомір, який вимикають, коли зразок досягне позначки M_2 - біля основи нижньої шарової ємності – час витікання t_1 .

Виміри повторюють три рази. З них беруть середньоарифметичне ($\tau_{сер}$) і підраховують кінематичну в'язкість зразка ($\text{мм}^2/\text{с}$) за формулою:

$$v = c \cdot \tau_{сер},$$

де c - постійна віскозиметра.

Визначення корозійної властивості палива

Корозійна агресивність дизельних палив залежить від наявності у них водорозчинних кислот і лугів, органічних кислот і сірчистих сполук. Присутність водорозчинних кислот і лугів виявляють за реакцією водяної витяжки.

Вирішальний вплив на корозійну агресивність дизельних палив має вміст (характер) сірчистих сполук (сірководень, елементарна сірка, меркаптани). Зі збільшенням кількості загальної сірки підвищується корозійна агресивність дизельних палив. При згорянні сірчистих палив у циліндрах двигунів утворюється сірчана і сірчиста кислоти. Утворення цих кислот сприяє зниженню теплового режиму дизельною двигуна. Оскільки пуск та прогрів, як правило, відбуваються при невисокому тепловому стані двигунів, то для зниження корозії необхідно прагнути до зниження часу пуску й прогріву, а також підтримування теплового стану двигуна на оптимальному рівні.

Стандартом передбачено визначити корозійну агресивність палива випробуваннями на мідній пластинці, яка дає змогу отримати якісну оцінку дизельного палива на присутність активних сірчистих сполук або вільної сірки.

Для аналізу палива використовують пластинки з чистої електролітної міді розміром 40 x 10 x 2 мм, які перед випробуванням шліфують наждачним папером №00, промивають спиртом та ефіром, висушують на фільтрувальному папері.

Далі дизельне паливо, яке досліджують, наливають у пробірку діаметром 15...20 мм, висотою 150 мм до половини її висоти і щипцями або пінцетом опускають у нього мідну пластинку. Пробірку закривають кірковою пробкою і

занурюють у водяну баню. Температура води бані повинна бути 50 °С, а рівень води вище рівня дизельного палива у пробірці. Пробірку витримують впродовж 3 годин, потім мідні пластинки виймають і промивають у чашці ацетоном або спиртобензольною сумішшю. Для кожного зразку палива випробують два паралельних аналізи. Якщо після досліду мідна пластинка хоча б в однієї з паралельних проб покрилася чорним, темно-коричневим чи сірим нальотами або плямами, вважається, що паливо не витримало випробування на мідну пластинку.

Зробити висновки вказавши основні фактори, що впливають на придатність до працездатності палива, можливості його використання, та вказати як впливають відхилення параметрів дизельного палива на роботу та знос двигуна.

Контрольні питання до захисту роботи

1. Визначення кінематичної в'язкості. Вплив зміни значень в'язкості палива на показники роботи двигуна.
2. Індикаторна діаграма роботи дизельного двигуна. Які фактори впливають на період затримки займання палива.
3. Фракційний склад дизельного палива, його вплив на показники роботи двигуна.
4. Який вплив на роботу двигуна має наявність води в паливі?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

«Вимоги, які ставляться до дизельного палива»

Мета роботи: закріплення теоретичних знань та отримання практичних навичок відносно вимог, які ставляться до дизельного палива.

Знати: яким чином вимоги, які ставляться до дизельних палив впливають на роботу двигуна і як впливає на двигун відхилення від цих вимог.

Вміти: використовувати дизельні палива відносно різних умов експлуатації.

4.1. Основні теоретичні відомості

У дизельних двигунах випаровування палива здійснюється у повітрі, нагрітому до високих температур (близько 700 0 С). Утворення горючої суміші забезпечують найбільш висококиплячі фракції продуктів переробки нафти. У швидкохідних дизелях з високим числом обертів колінчастого валу застосовують низькокипляче паливо, бо час на випаровування та сумішоутворення у них менше ніж у середньо - та тихохідних двигунах.

Значні вимоги, які пред'являють до сучасних дизелів, призвели до розвитку різних засобів організації робочого процесу та сумішоутворення (об'ємне, пристінне, комбіноване). Однак, спільним є те, що у дизелях використовується внутрішнє сумішоутворення (утворення суміші безпосередньо у циліндрі). Процес сумішоутворення починається фактично у момент початку впорскування палива у нагріте повітря (температура близько 400 0 ...500 0 С і тиск - 2,5...3 МПа) у кінці такту стиску і завершується одночасно з кінцем горіння. Таким чином, на випаровування палива та перемішування його з повітрям відведено дуже мало часу ($0,6 \cdot 10^{-3}$... $2 \cdot 10^{-3}$ с). Щоб паливо за цей час встигло випаруватись, розмір краплин повинен бути у межах 10...20 мкм, а із зменшенням діаметру краплин зростає

швидкість їх нагріву. Якість сумішоутворення та згоряння визначається характеристиками вприску палива та його розпилу, швидкостями пересування повітря у камері згоряння, геометричними характеристиками та матеріалом розпилювача і камери згоряння, якістю палива (випаровуваністю, в'язкістю та інше).

Особливо важливо у процесі згоряння запобігти великій швидкості зросту тиску, що обумовлює жорстку роботу та великі навантаження на деталі двигуна. Меншу жорсткість роботи забезпечують палива з кращим займанням. Сучасна паливна апаратура дизелів складається з високоточних деталей (зазори у плунжерних парах складають 2...5 мкм), які здійснюють зворотно-поступальні та обертальні рухи відносно один одного на великих швидкостях.

У процесі дозування та стискання паливо протікає по каналам паливної апаратури на величезних швидкостях.

Особливі проблеми виникають при використанні дизельних палив у зимовий період. При зниженні температурі у паливі утворюються кристали парафінів, що веде до підвищення в'язкості. Забиваючи фільтри тонкої очистки, виникає загроза неможливості проходження палива через них. З цих причин, при використанні дизельних палив при мінусових температурах, вони повинні зберігати можливість до фільтрації і рухливості.

Таким чином, особливості процесів сумішоутворення та згоряння у дизелях, а також конструкції паливних систем пред'являють цілий ряд вимог до фізико - хімічних та експлуатаційних властивостей палив, що забезпечують надійну та довгострокову роботу сучасних і перспективних дизельних двигунів у різноманітних кліматичних умовах, високі енергетичні та економічні показники, а також низьку токсичність відпрацьованих газів.

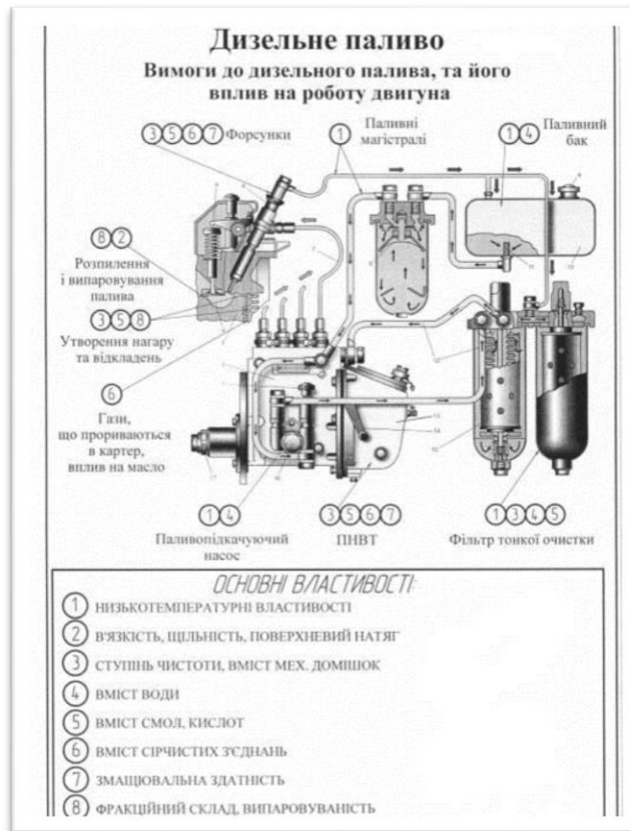


Рис. 1. Вимоги, які ставляться до дизельного палива

Загальні вимоги до якості дизельного палива наступні:

- паливо повинно мати оптимальний фракційний склад і в'язкість, які забезпечують необхідну дисперсність факела розпилювання та випаровуваність, а також змащування плунжерних деталей паливної апаратури;
- володіти оптимальним самозайманням для забезпечення легкого пуску дизеля у різних кліматичних умовах і повністю згоряти при малому значенні періоду затримки займання;
- мати оптимальні низькотемпературні властивості для заданих кліматичних умов застосування;
- не містити корозійно-активних речовин, смолистих з'єднань, механічних домішок і води;
- мати високу стабільність при тривалому зберіганні;
- не утворювати підвищених лако- та нагаровідкладень на деталях двигуна і паливної апаратури;

- не викликати підвищеного зносу деталей циліндро-поршневої групи двигуна;

- не утворювати при згоранні підвищеної димчасті та мати низьку токсичність відпрацьованих газів. До чого приведе використання палива, у якого показники якості відповідають стандарту.

Зробити висновки про вимоги, які ставляться до дизельного палива і як вони впливають на придатність до його працездатності, можливості його використання.

Контрольні питання до захисту роботи

1. Які експлуатаційні вимоги ставлять до дизельного палива?
2. Які саме елементи системи живлення двигуна спрацьовуються в першу чергу, якщо дизельне паливо не відповідає вимогам?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

«Цетанове число, методи його визначення. Фізико-хімічні властивості дизельного палива»

Мета роботи: закріплення теоретичних знань відносно впливу фізико-хімічних властивостей дизеля на роботу сучасного дизельного двигуна.

Знати: перелік фізико-хімічних властивостей дизельного палива.

Вміти: визначати цетанове число дизельного палива.

5.1. Основні теоретичні відомості

Цетанове число повинно бути не менше 45 і не більше 55.

Цетанові числа можуть бути підвищені двома способами: регулюванням вуглеводневого складу; введенням спеціальних присадок.

Перший спосіб оснований на тому, що різні групи вуглеводнів мають неоднакову самозаймистість. Метанове число палив можна суттєво підвищувати, збільшуючи концентрацію нормальних парафінів і понижуючи вміст ароматичних.

Другий спосіб – введення спеціальних присадок, які здатні легко виділяти кисень, який прискорює початок реакції самозаймання.

Розпилювання палива. При подачі палива в циліндр, насосом високого тиску через форсунку, струмінь палива розпилюється на дрібні краплинки, навколо яких починається процес сумішоутворення. Якість сумішоутворення залежить від якості розпилу, однорідності за розміром краплин, рівномірного розподілу краплин та глибини проникнення їх в середовище стисненого повітря. Якість розпилу палива залежить від кінематичної в'язкості палива, котра повинна бути від 3 до 6 мм²/с.

При зниженні кінематичної в'язкості нижче 3 мм²/с, паливо розпилюється дуже тонко, добре випаровується, але краплини мають малу кінетичну енергію, погано проникають у віддалені місця камери згоряння, тому погано переміщуються з

повітрям, погано горить, двигун не розвиває потужності, димить, підвищується нагароутворення та зношування плунжерних пар.

При підвищенні кінетичної в'язкості більше $6 \text{ мм}^2/\text{с}$, паливо розпилюється погано, краплини його великі і слабо випаровуються, тому паливо погано згоряє, двигун не розвиває потужності, знижується економічність, підвищується нагароутворення.

5.2. Порядок проведення досліджень.

Оцінка якості зразка з зовнішніх ознак

Зовнішній вигляд паливно-мастильних матеріалів є одним з головних показників їх якості. Звичайно, його оцінюють безпосередньо після відбору проби за кольором, прозорістю і візуальним контролем вмісту механічних домішок і води у нафтопродукті.

Наявність механічних домішок у нафтопродуктах визначають шляхом відстою у спеціальному відстійнику. Відстійник ємкістю 100 см^3 представляє собою скляну ємкість, яка у нижній частині переходить у вузьку трубку. Трубка проградуєвана до 10 см^3 з ціною поділки $0,05 \text{ см}^3$ (по цих діленнях визначають кількість механічних домішок, що осіли), а потім відмічені поділки $25, 50, 100 \text{ см}^3$.

Для визначення вмісту води і механічних домішок бензин або дизельне пальне добре перемішують і швидко наливають у відстійник до рівня 100 см^3 . Після отримання палива протягом 25 хвилин у вертикальному положенні по цих діленнях визначають кількість осівших механічних домішок і води в процентах, які дорівнюють об'єму відстою у мілілітрах.

Механічні домішки і вода нерозчинні у паливі, тому, їх наявність можна виявити, переглядаючи зразок у посуді з прозорого скла (наприклад, скляний циліндр діаметром $40\text{...}50 \text{ мм}$). Чисте паливо однорідне, але якщо в зваженому стані у ньому є навіть небагато води, то увесь об'єм палива стає мутним і використовувати його в двигуні не можна.

Визначення температури спалаху в закритому тиглі

Сутність методу полягає у визначенні найнижчої температури, при якій в умовах випробування над поверхнею палива утвориться суміш парів з повітрям, здатна спалахувати від джерела запалювання.

Застосовується прилад ПВНЕ для визначення температури спалаху в закритому тиглі (ГОСТ 1421) (рис. 3).

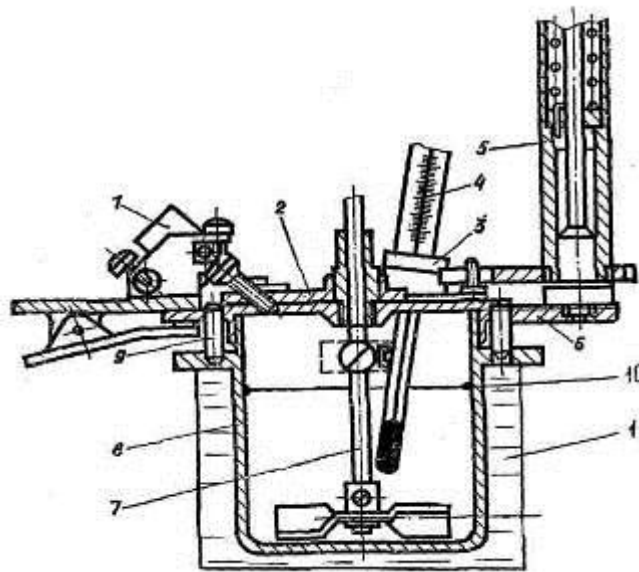


Рис.1. Апарат для визначення температури спалаху (ПВНЕ)

1-запальний пристрій; 2- заслонка; 3-перехідна муфта термометра; 4-термометр; 5-пружинний механізм; 6-кришка; 7-мішалка; 8-тигель; 9-штифт кришки; 10-кругова риска; 11- повітряна лазня.

Апарат для визначення температури спалаху нафтопродукту у закритому тиглі показаний на рис.3. Тигель 8, кришка 6, заслонка 2 і мішалка 7 апарати виготовлені з латуні. На кришці розташований запальний пристрій 1, пружинний механізм 5 переміщення заслонки, перехідна муфта 3 термометра 4. У комплект апарата входять повітряна лазня 11. Виймають тигель із гнізда лазні. На внутрішньому боці тигля виконана кругова риска, що вказує рівень випробуваного дизельного палива.

Три отвори трапецеїдальної форми в кришці закривають заслонкою 2. При обертанні заслонки рукояткою, отвори кришки відкриваються, і запальний гніт нахиляється до отвору. У первісне положення заслонка й гніт повертаються під дією пружинного механізму 5, розташованого в рукоятці переміщення заслонки.

Перед випробуванням паливо переміщується у склянці протягом 5 хвилин струшуванням. Знімається кришка з тигля й **заливається випробуване паливо до мітки (кругова риска)**. Тигель закривають кришкою й встановлюють у нагрівальну ванну приладу. Включають прилад і нагрівають випробуваний продукт. Випробування для дизельного палива зі швидкістю 1°C/хв. Пробу на спалах починають проводити за 10°C до передбачуваної температури.

У момент випробування на спалах запалюють гніт, пускають у хід розташований на кришці тигля механізм, що відкриває заслонку й опускає полум'я. При цьому час затримки полум'я в тиглі не повинний перевищувати 1 с.

При відсутності спалаху вона повторюється через 2-3°C. **За температуру спалаху приймають показання термометра в момент чіткої появи синього полум'я над поверхнею палива усередині тигля.**

В'язкість і вміст води.

Розрізняють так зване зимове і літнє дизельне паливо. Основна відмінність в температурі граничної фільтруємості ASTM D 6371 і температурах помутніння і застигання ASTM D97, ASTM D2500, вказаною в стандартах на це паливо. Виробництво зимового палива обходиться дорожче, але без попереднього підігріву неможливо використовувати літнє паливо при -10 ° С, наприклад. Ще однією проблемою є підвищений вміст води в дизельному паливі. Вода відшаровується при зберіганні дизпалива і збирається внизу, оскільки щільність дизпалива менше 1 кг / л. Водяна пробка в магістралі повністю блокує роботу двигуна. Вимоги міждержавного стандарту ГОСТ 305-82 «Паливо дизельне. Технічні умови »регламентують

кінематичну в'язкість при 20 ° С для літніх сортів в межах 3,0 ÷ 6,0 сст, для зимових сортів 1,8 ÷ 5,0 сст, для арктичних 1,5 ÷ 4,0 сст. Цей стандарт вимагає також відсутності води у всіх марках палива.

Займистість від стиснення.

Основний показник дизельного палива - це цетанове число (Л-45). Цетанове число характеризує здібність палива до займання в камері згоряння і рівно об'ємному вмісту цетана в суміші з α -метилнафталіном, яке в стандартних умовах ASTM D613 має однакову займистість в порівнянні з дослідженим паливом. Температура спалаху, визначена за ASTM D93, для дизельного палива повинна бути не вище 70 ° С. Температура перегонки, певна по ASTM D86, для дизельного палива не повинна бути нижче 200 і вище 350 ° С.

Вміст сірки

Останнім часом в рамках боротьби за екологію жорстко нормовано вміст сірки в дизельному паливі. Під сіркою тут розуміється вміст сірчистих сполук - меркаптанів (R-SH), сульфідів (R-S-R), дисульфідів (R-S-S-R), тіофенів, тіофанов і ін., А не елементарна сірка як така; R - вуглеводневий радикал. Вміст сірки в нафті знаходиться в межах від 0,15% (легкі нафти Сибіру), 1,5% (нафта Urals) до 5-7% (важкі бітумінозні нафти); допустимий вміст в деяких залишкових паливах - до 3%, судновому паливі - до 1%. А за останніми нормативами Європи і штату Каліфорнія допустимий вміст сірки в дизельному паливі не більше 0,001% (10 ppm). Зниження вмісту сірки в ДТ, як правило, призводить до зменшення його змашувальних властивостей, тому для ДТ з ультранизьким вмістом сірки обов'язковою умовою є наявність присадок.

Порядковий номер згідно з прийнятою ООН системи: 1202, клас 3.

Зробити висновки про вплив фізико-хімічних властивостей на якість роботи двигуна

Контрольні питання до захисту роботи

1. Визначення кінематичної в'язкості. Вплив зміни значень в'язкості палива на показники роботи двигуна.
2. Які властивості оцінює цетанове число (ЦЧ) та метод його визначення. Вплив зміни значень ЦЧ на роботу двигуна?
3. Від чого залежить смоло- та нагароутворення в дизелі?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

«Низькотемпературні показники дизельного палива»

Мета роботи: закріплення теоретичних знань відносно низькотемпературних властивостей дизельного палива.

Знати: вплив низькотемпературних властивостей дизельного палива на роботу двигуна.

Вміти: знати принцип дії роботи приладу для визначення низькотемпературних властивостей дизельного палива.

6.1. Основні теоретичні відомості

Визначення низькотемпературних властивостей

Температура помутніння – це та температура, при якій з палива відбувається випадання кристалів парафіну, що раніше знаходилися в ньому в розчиненому стані. Температурою застигання називається температура , при якій паливо втрачає свою рухливість.

В експлуатації більш важливою є температура помутніння палива, тому що кристали парафіну, що виділяються, порушують роботу паливного насоса, значно збільшують в'язкість палива, забивають паливні фільтри і призводять до припинення подачі палива.

Від температури застигання палива багато в чому залежить можливість пуску холодного двигуна. Для надійної роботи системи живлення найнижча температура навколишнього середовища повинна бути на 10...12°C вище температури застигання.

Температури помутніння, кристалізації (температура фільтрування) та застигання визначаються за допомогою приладу (Рис. 4).

Порядок проведення.

Досліджуване паливо заливають у пробірку (2), встановлюють у корпус (1) і закривають пробкою (3), у яку встановлено термометр. Куля термометра повинна знаходитися вище на 15 мм від дна пробірки (2). Встановлюють

пробірку з паливом (2), термометром (4) і мішалкою (5) у корпус (1), в який попередньо заливається 1мл серної концентрованої кислоти для того, щоб поглотити вологу з повітря і попередити з'явлення на стінках корпусу (1) краплин води при охолодженні. Зібраний прибор опускають у підготовлену охолоджуючу суміш. Температуру помутніння використовуемого палива фіксують термометром у той момент, коли воно стає мутним у порівнянні з еталонним.

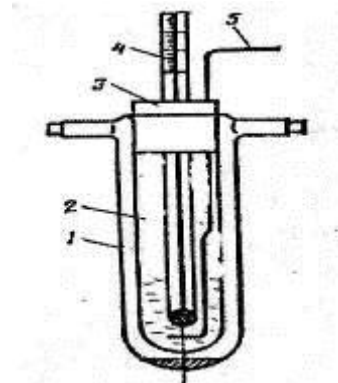


Рис. 1. Прилад для визначення низькотемпературних властивостей палива:
1 – корпус; 2 – пробірка з паливом; 3 – пробка; 4 – термометр; 6 – меніск.

Температура застигання – це температура при якій налите в пробірку паливо під час охолодження досягає такого стану, що не змінює положення меніску (6) протягом однієї хвилини при нахиленні пробірки з паливом под кутом 45°C.

Температура фільтрування – це температура при якій у паливі з'являються перші кристали парафіну, але паливо ще здатне проходити через фільтр, тобто має прогонність.

Визначення коефіцієнта фільтрованості

Коефіцієнт фільтрованості дизельного палива визначають за допомогою спеціального приладу (рис. 5).

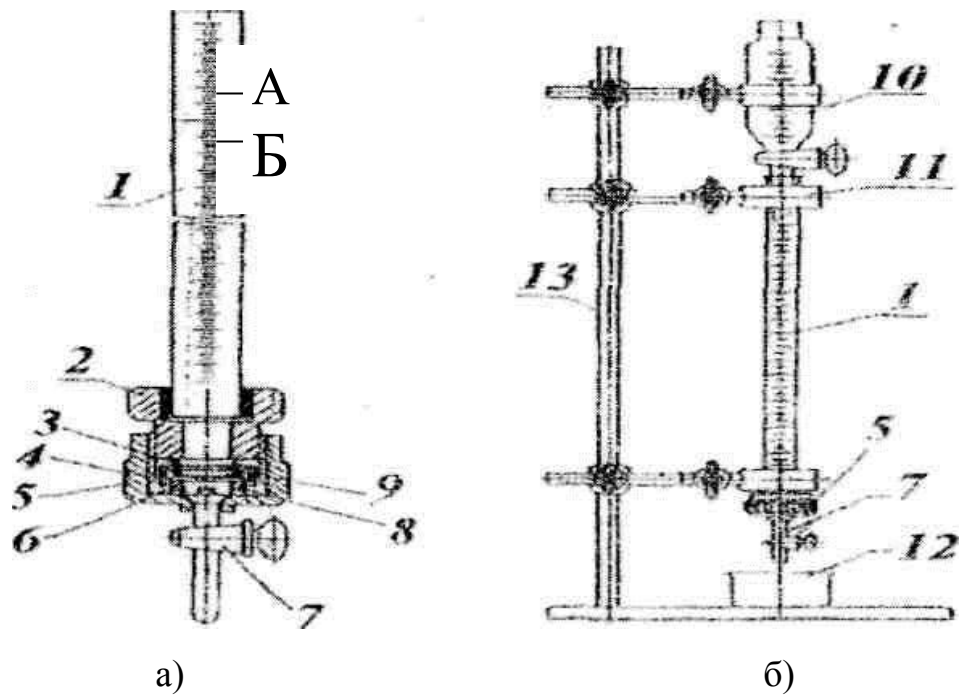


Рис. 2. Прилад для визначення коефіцієнта фільтрованості:
 1 – скляна градуйована трубка, 2 – металева оправа, 3 і 9 – гумові прокладки,
 4 – оправа фільтра, 5 – корпус, 6 – фільтр, 7 – скляний кран, 8 – сідло фільтра,
 10 – скляна ділильна лійка, 11 – затискач для кріплення приладу,
 12 – скляний стакан, 13 – штатив.

Перед випробуванням пробу дизельного палива ретельно перемішують протягом 2...3 хвилин і 250 см^3 поміщають у чистий і сухий посуд. В оправу фільтра 4 поміщають гумове кільце, паперовий фільтр (фільтрувальний папір БФДТ з тонкістю відсіву не більше 3 мкм і товщиною $0,33 \pm 0,03$ мм діаметром 17 мм) та сідло фільтра. Фільтр вкладають більш світлою стороною на зустріч потоку палива, а сідло насічками зверху. Складений таким чином прилад і ділильну лійку 10 встановлюють вертикально за допомогою затискачів 11 у штативі 13. Під приладом розташовують стакан 12 для відбору відфільтрованого дизельного палива. Визначення коефіцієнта фільтрованості здійснюють при температурі навколишнього середовища.

Після складання прибору крани 7 ділильної лійки 10 і скляної трубки 1 перекривають і у лійку наливають 50 см^3 ретельно перемішаного палива, а далі заповнюють ним скляну трубку 1 приладу до верхньої мітки А. Для запобігання утворення у приладі бульбашок повітря, паливо з лійки слід зливати по стінці трубки. Далі ділильну лійку знову заповнюють

паливом до позначки 50 см^3 . Після 2 хвилин утримання палива у приладі відкривають кран скляної трубки, одночасно включають секундомір і вимірюють час витікання 2 см^3 палива від верхньої мітки скляної трубки А до Б. Коли рівень дизельного палива досягне нижньої мітки Б внонь наливають паливо до мітки А і вимірюють час витікання 2 см^3 .

Для визначення коефіцієнта фільтрованості треба виконати 10 аналогічних вимірювань.

Остаточний результат коефіцієнта фільтрованості палива К визначають співвідношенням часу фільтрації у хвилинах останньої (десятої) порції 2 см^3 палива до часу фільтрації перших 2 см^3 .

Зробити висновки про вплив ступеня фільтрації і низькотемпературних властивостей дизельного палива на пуск і роботу двигуна.

Контрольні питання до захисту роботи

1. Які сполучення в складі палива впливають на його фільтрування? Як оцінити коефіцієнт фільтрування палива?
2. Який вплив на роботу двигуна має наявність води в паливі?
3. Низькотемпературні властивості палива, температура помутніння, гранична температура фільтрування, та температура застигання.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

«Дослідження якості моторного масла та визначення можливості його використання. Підбір моторного масла згідно з міжнародною класифікацією за в'язкістю і якістю»

Мета роботи: засвоїти умови роботи моторного мастила.

Знати: класифікацію моторного мастила.

Вміти: підбирати моторне мастило в залежності від умов експлуатації.

При роботі двигуна внутрішнього згорання на масло впливають різноманітні чинники, які погіршують його якість і, насамперед, це кисень повітря, температура і вуглеводний склад масла. Під дією цих чинників масло старіє, змінює свою початкову якість, у ньому накопичуються розчинні і нерозчинні вуглецеві осадки. Температура масла у картері двигуна змінюється від мінусових і може нагріватися до 80...120 °С.

Проте інтервал зміни температур достатньо широкий. Так, наприклад, на голівці та днищі поршня масло прогрівається до 400 °С, а у камері згорання в момент займання робочої суміші до 1500 °С і вище.

Таким чином, чим вище завантаження двигуна, тим більш інтенсивно протікають процеси окислення масла, і як наслідок - накопичення механічних домішок, які досягають максимуму в області повних завантажень.

Для забезпечення нормальної експлуатації агрегатів і вузлів машин масла повинні відповідати комплексу вимог, виходячи з їх призначення, зберігання, ергономічності і безпеки.

Для забезпечення нормальної експлуатації агрегатів та вузлів машин мастильні матеріали повинні відповідати вимогам, до яких першочергово відносяться:

- оптимальні в'язкістно-температурні властивості, що забезпечують легкий запуск двигуна при низьких температурах, зменшення зношування і зниження втрат потужності машини;

- задовільні змащувальні властивості для забезпечення змащення на всіх режимах роботи машини;

- задовільні миючі властивості з метою видалення утворень лакових відкладень на поверхнях деталей масляної системи;

- високі протикорозійні властивості;

- високу термо- і протиокисну стійкість, що перешкоджає зміні хімічного складу масла;

- низьку випаровуваність;

- гарну сумісність з полімерними і гумово-технічними виробами;

- низьку токсичність; не викликати забруднення навколишнього середовища, легко транспортуватися і прокачуватися.

За характером взаємопереміщення тертьових деталей розрізняють такі види тертя: **покою** - тертя двох тіл при попередньому зсуві і **тертя руху** - тертя двох тіл, що знаходяться у відносному русі.

Розрізняють тертя зовнішнє і внутрішнє. **Зовнішнє** - коли два тіла переміщуються відносно один одного, стикаючись своїми зовнішніми поверхнями, **внутрішнє** - коли елементи структури одного і того ж тіла (рідини, газу і т.п.) переміщуються відносно один одного.

У залежності від характеру відносного переміщення деталей розрізняють **тертя ковзання** і **тертя кочення**, а по наявності мастильного матеріалу існують такі **режими тертя** (рис. 1):

- **із мастильним матеріалом** на тертьових поверхнях - **рідинне** (в) і **граничне** (б) тертя;

- **сухе** – це тертя тіл при відсутності на поверхнях уведеного мастильного матеріалу (а);

- **змішане** – рубіжний режим між тертям із мастильним матеріалом і сухим (г).

Рідинне тертя - це коли тертьові поверхні розділені шаром мастильного матеріалу, в якому виявляються його об'ємні (в'язкісні) властивості.

Граничне тертя - це коли тертьові поверхні розділені тонкими плівками (до 0,1 мкм) мастильного матеріалу, з властивостями на відмінну від об'ємних. Режим граничного тертя хитливий. Якщо граничний шар руйнується, то навантаження перевищує сили зчеплення і у місці контакту виникає сухе тертя.

Таким чином, товщина мастильного шару та його характер визначає вид змащення і, тим самим, вид тертя.

Практично любий мастильний матеріал являє собою масляну основу - базове масло, до якого вводять присадки різного функціонального призначення.

Незалежно від області застосування мастильний матеріал виконує такі основні функції:

- а) зменшувати зношування між сполученими деталями;
- б) зменшувати тертя, яке виникає між тертьовими поверхнями, що сприяє зниженню непродуктивних втрат енергії;
- в) відводити тепло від деталей, що труться;
- г) захищати тертьові поверхні та інші неізольовані деталі від корозійного впливу зовнішнього середовища;
- д) відводити продукти зносу та окислення з вузла тертя.

Призначення і види присадок до масел

Для сучасних бензинових і дизельних двигунів потрібні моторні масла високої якості. Базові нафтові масла не забезпечують зниження тертя і зменшення інтенсивності зношування сучасних вузлів тертя. Підвищення якості сучасних масел досягається введенням до їх складу спеціальних присадок. Присадки - це складні хімічні сполуки, що вводяться у масло в концентрації від долей відсотка до 20...30% для надання нових поліпшених властивостей.

Для присадок використовують такі речовини, які, поліпшуючи якусь одну властивість масла і не впливають на решту показників.

Крім того, присадки повинні добре розчинятися у маслах, бути достатньо хімічно та термічно стабільними, не розшаровуватись і не вилучатися з масла при довгому зберіганні.

Застосовуючи масла з присадками, можна зменшити зношування і кількість відкладень на поверхні тертя, поліпшити умови експлуатації та підвищити надійність і довговічність двигуна, трансмісії та інших вузлів техніки.

Сучасна поширена класифікація моторних масел здійснюється відповідно до таких стандартів і систем:

- класифікація за ГОСТ 17479.1-85 (оцінює за класах вірності та експлуатаційних властивостей);
- система (SAE) - товариство автомобільних інженерів США (оцінює за класом в'язкості);
- система (API) - американський інститут нафти (оцінює за експлуатаційними властивостями);
- система (ACEA) - асоціація європейських виробників автомобілів;
- система (AAI) - асоціація автомобільних інженерів Російської Федерації;
- класифікація в Україні.

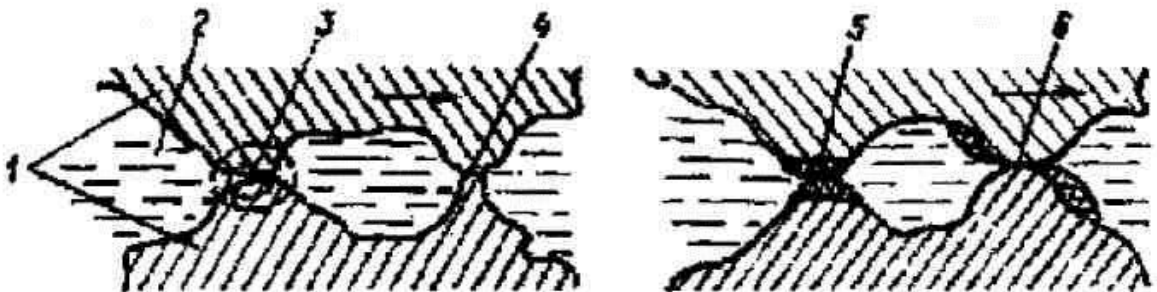


Рис. 1. Особливості тертя: масло без присадки (а) та з хімічно активною присадкою (б); 1 - тертьові поверхні; 2 - масло; 3 - "крапка контакту"; 4 - момент зварювання поверхні деталей; 5 - утворення хімічної плівки; 6 - полірування деталей.

2) **Багатофункціональні**, спроможні поліпшити дві або кілька властивості масла. Це фенолсульфідні, полімерні та інші з'єднання, які містять фосфор і сірку.

Правильне рішення питань ефективного і раціонального використання моторних масел безпосередньо пов'язане з характером, закономірностями зміни початкових властивостей масла у процесі експлуатації машини.

Найважливішою складовою частиною процесу старіння моторних масел, їх працездатністю є спрацьованість присадок. Під спрацьованістю присадок варто розуміти зменшення їх концентрації у маслі і втрату ефективності в результаті окислювання, розкладання під дією вологи (гідроліз) та температури, взаємодії з продуктами, які утворюються при згорянні палива і прориваються з камери згорання у картер двигуна, осадження на фільтрувальних елементах, а також впливу навантажувальних режимів.

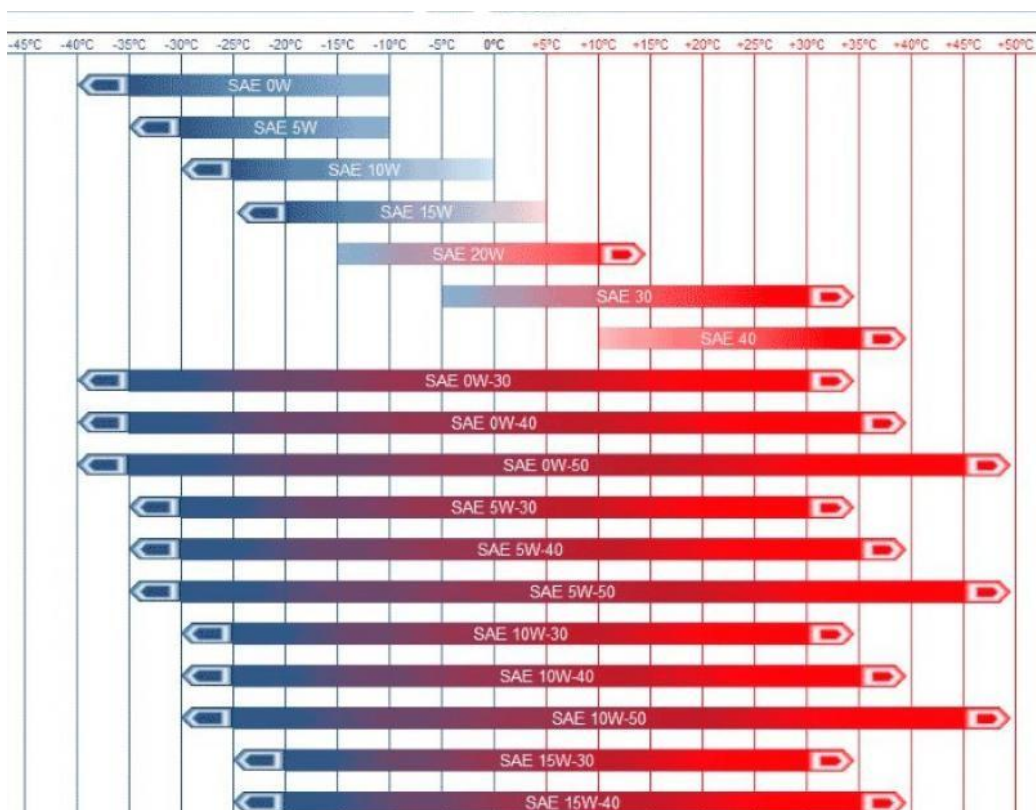


Рис. 2. Межі експлуатації мастил відносно температури навколишнього середовища

Зробити висновок про можливість використання мастила від різних температур навколишнього середовища.

Контрольні запитання до захисту роботи

1. Основні функції мастильного матеріалу.
2. Умови роботи моторних масел; вимоги, які ставлять до них.
3. Чим відрізняється між собою сухе, гранічне та рідинне тертя?
4. Поняття сучасної класифікації моторних масел за системами (ГОСТ, **SAE**, **API**, **ACEA**).

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

«Вимоги, які ставляться до моторних мастил. Класифікація моторних мастил за різними міжнародними стандартами»

Мета роботи: засвоїти умови роботи моторного мастила.

Знати: класифікацію моторного мастила.

Вміти: підбирати моторне мастило в залежності від умов експлуатації.

8.1. Основні теоретичні відомості

При роботі двигуна внутрішнього згорання на масло впливають різноманітні чинники, які погіршують його якість. Під дією цих чинників масло старіє, змінює свою початкову якість, у ньому накопичуються розчинні і нерозчинні вуглецеві осадки. Температура масла у картері двигуна змінюється від мінусових і може нагріватися до 80...120 °С.

Проте інтервал зміни температур достатньо широкий. Так, наприклад, на голівці та днищі поршня масло прогрівається до 400 °С, а у камері згорання в момент займання робочої суміші до 1500 °С і вище.

Важливим чинником, що впливає на процес старіння масла є кисень повітря. Під дією кисню повітря при високих температурах утворюються перекиси, які потім утворюють різноманітні продукти більш глибокого окислення.

Хімічний склад масла також впливає на процес його окислювання. Масло, як і нафта, містить у своєму складі парафінові, нафтеніві й ароматні вуглеводні, а також кисень, сірку і з'єднання азоту. Найбільшою спроможністю до окислювання володіють парафінові вуглеводні і нафтеніві з великою кількістю циклів.

Великий вплив на старіння масла має сірка, яка міститься у паливі. Підвищення вмісту сірки у паливі призводить до збільшення нагароутворення у двигуні.

При роботі двигуна масляний насос подає масло в магістраль, звідки воно надходить до тертьових деталей.

При задовільному технічному стані приблизно 20...25% масла йде на змазування деталей, а інше дрослює через перепускний клапан до картеру. Підвищена подача масла масляним насосом є також однією з причин окислювання масел, що пов'язана з інтенсивною аерацією від зубців шестерень насосу.

Обсяг масляної системи істотно впливає на зміну якості моторного масла. Це пояснюється збільшенням кратності прокачуваності масла із дією високих температур.

На процес окислення масла впливає ступінь завантаження двигуна, яка неоднакова у залежності від видів виконання технологічного процесу. При виконанні сільськогосподарських операцій, наприклад, оранці, сівбі, культивуванні, ступінь завантаження двигунів складає 70...90% від номінальної потужності, при транспортних роботах – 30...60%. Час роботи тракторів на цих операціях також неоднаковий.

Таким чином, чим вище завантаження двигуна, тим більш інтенсивно протікають процеси окислення масла, і як наслідок - накопичення механічних домішок, які досягають максимуму в області повних завантажень.

Для забезпечення нормальної експлуатації агрегатів і вузлів машин масла повинні відповідати комплексу вимог, виходячи з їх призначення, зберігання, ергономічності і безпеки.

Для забезпечення нормальної експлуатації агрегатів та вузлів машин мастильні матеріали повинні відповідати вимогам, до яких першочергово відносяться:

- 1) оптимальні в'язкістно-температурні властивості, що забезпечують легкий запуск двигуна при низьких температурах, зменшення зношування і зниження втрат потужності машини;

- 2) задовільні змащувальні властивості для забезпечення змащення на всіх режимах роботи машини;

- 3) задовільні миючі властивості з метою видалення утворень лакових відкладень на поверхнях деталей масляної системи;
- 4) високі протикорозійні властивості;
- 5) високу термо- і протиокисну стійкість, що перешкоджає зміні хімічного складу масла;
- 6) низьку випаровуваність;
- 7) гарну сумісність з полімерними і гумово-технічними виробами;
- 8) низьку токсичність; не викликати забруднення навколишнього середовища, легко транспортуватися і прокачуватися.

Класифікація автомобільних моторних мастил:

- SAE;
- ILSAC;
- API;
- ГОСТ;
- ACEA.

Частіше застосовують 3 різновиди класифікації API, ГОСТ і ACEA.

Виділяють 2 головні категорії моторних масел, прив'язаних до виду двигуна: дизельні або бензинові. Також є і універсальне масло. На упаковці обов'язково є інформація за призначенням продукту. До складу кожного моторного масла входить мінеральне масло, яке становить основну його частину, і необхідну кількість присадок.

Рідина для мастила поділяють за хімічним складом на:

- Синтетичну.
- Мінеральну.
- Полусинтетическую.

На тарі, поряд з іншою інформацією, завжди пишеться хімічний склад.

Що може бути написано на ємності з мастилом:

- Присутні присадки API і ACEA.
- Класифікація щільності SAE (в'язкість).
- Штрих-код.

- Рекомендації виробників автомобілів.
- Спец. категорії моторних масел.
- Дата виготовлення та номер партії.
- Псевдонімне маркування (не має нічого спільного зі стандартним маркуванням, є частиною маркетингу, наприклад, fully synthetic тощо).

Щоб з'ясувати, яке саме масло ідеально підійде для двигуна вашого автомобіля, ми допоможемо розібратися у більш значущою маркуванні.

Класифікація моторних масел по SAE:

Головні властивості, які вказані в розмітці на тарі продукту, параметри щільності за класифікацією SAE – міжнародні норми, регульованою в'язкості залежно від сезонного зміни температури повітря.

З-за цього масла поділяють на 3 види, які відрізняються по своїй структурі:

- **Зимові мастила** більш рідкі і дозволяють без труднощів запустити двигун автомобіля при низькій температурі повітря. Позначається показник SAE такого виду символом «W» (наприклад, 0W, 5W, 10W і так далі). Для того щоб з'ясувати граничне значення, слід відняти число 35. При плюсовій температурі повітря таке масло не підходить для застосування, так як за структурою воно стає занадто рідким і не зможе утворювати змащуючий шар, тобто не буде виконувати функції свого призначення.
- **Літні мастила** використовуються при температурі повітря від 0° і вище, так як в'язкість у них досить велика, щоб при високій температурі плинності не перевершувала потрібного показника для ефективного змащення частин мотора. В зимовий період року неможливо буде запустити двигун з олією високої в'язкості. Маркуються літні масла числовим позначенням без літер (наприклад, 5,10,15 і т. д.; більше число – сильніше в'язкість).
- **Всесезонні масла** є самими затребуваними через здатність здійснювати функції свого призначення як в холодну, так і в теплу пору року. Граничні значення таких мастил можна подивитися в схемі, де розшифровані

показники SAE. Такий тип мастила позначають подвійним маркуванням (наприклад, SAE 15W-40).

Характеристика в'язкості – найперша і значуща складова маркування та специфікації мастильної рідини, але існують і інші. Робити вибір мастильної рідини, застосовуючи тільки дані по в'язкості, – невірно. Також необхідно враховувати співвідношення властивості продукту та умови його застосування.

Всі масла мають не тільки міцністю, але і багатьма іншими різними експлуатаційними властивостями (протизносні, миючі та антиокислювальні властивості, корозійна активність і інші). Ці властивості дають можливість визначати область їх призначення.

Класифікація моторних масел за API:

Основними показниками у класифікації за API є: вид двигуна і режиму його роботи, діючі властивості масла і рік введення в експлуатацію. Поділяються масла по стандарту на 2 категорії:

- Категорія «S» - для двигунів, що працюють на бензині.
- Категорія «C» - призначена для дизельного мотора.

Починатися позначення API може з літери «C» або «S». Вони вказують, для якого типу двигуна призначено масло. Наступна буква визначає клас продукту, який показує рівень діючих властивостей.

За цією класифікацією роз'яснення маркування моторних масел виглядає так:

- Скорочене позначення EC, розташоване відразу після API, вказує на олії, зберігаючі енергію.
- За аббревіатурою вказують римські цифри несуть інформацію про рівень економії палива.
- Буквою «Z» визначаються масла для двигунів, що працюють на дизельному паливі.
- Буквою «S» позначають масла для бензинових моторів.

- Універсальне масло зазначено літерами обох категорій через ризику з нахилом (наприклад, API SL/CF).
- Після літери «S» або «C» вказують ступінь експлуатаційних якостей, вона позначається літерами від «A» (найменший показник) до «N» і т. д. (чим вище за алфавітним порядком значення 2-ї літери, тим вище клас продукту).
- Для дизельних двигунів олії з маркування API ділять на двотактні і чотиритактні (позначається в кінці цифрою «2» або «4» відповідно).

На даний момент категорія «S» включає в себе 12 категорій оливо для двигунів. Деяка частина з них застаріла. З цієї причини розглянемо тільки діючі.

Категорія «C» в даний час включає 14 класів, половина з яких також не використовується. Найчастіше зустрічаються такі маркування:

- Моторні олії, які пройшли ряд перевірок SAE/API і мають відповідність нормам чинних різновидів якості, вказуються у вигляді круглого знака на етикетках. У верхній частині знака розташовується позначення – «API Service», у центральній – ступінь в'язкості по SAE, знизу – ступінь енергозбереження (якщо вона є).

Використовуючи моторні масла з необхідної специфікації, ви підвищуєте зносостійкість і знижуєте ризик поломки мотора. При цьому зменшується витрата палива і «чад» масла, двигун працює тихіше, а його ходові якості поліпшуються (в особливості при холодній температурі), менше зношуються система очищення вихлопу і каталізатор.

Класифікації ILSAC, ГОСТ, ACEA:

Спільна розробка Америки і Японії – класифікація ILSAC. Міжнародним комітетом із стандартизації та випробувань було виведено 5 нормативів мастильної рідини:

- ILSAC GF-1,
- ILSAC GF-2,
- ILSAC GF-3,

- ILSAC GF-4,
- ILSAC GF-5.

Вони подібні класам по API і відрізняються лише тим, що відповідні масла класифікації за ILSAC є енергозберігаючими і універсальними по всіх сезонах. Така класифікація виступає найкращим варіантом для японських автомобілів.

У відповідності з ГОСТ 17479.1-85, масла для двигунів поділяють на:

- групи з чинним властивостями;
- категорії по кінематичній в'язкості.

По в'язкості масла поділяють на такі класи:

- Зимовий період року – 3, 4, 5, 6.
- Літній період року– 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24.
- Універсальні– 3/8, 4/6, 4/8, 4/10, 5/10,....6/16 (1-а цифра позначає зимовий клас, а 2-а – річний).

Чим більше числове позначення у всіх описаних вище класах, тим вище рівень в'язкості.

Масла для двигунів поділяються на 6 груп по сфері використання і позначаються літерами від «А» до «Е».

Масла з цифровим показником «1» вказують на своє призначення для використання у двигунах, що працюють на бензині, «2» – для дизельних моторів, а відсутність цифрового показника говорить про універсальність рідини.

Об'єднання автовиробників Європейських країн розробив класифікацію ACEA. У ній відзначені їх категорії і призначення, а також експлуатаційні властивості олів для двигунів. Ця специфікація також розділена щодо застосування в бензинових і дизельних типах двигунів.

Останні нормативи поділяють масла на 3 різновиди та 12 груп:

- А/В – дизельні і бензинові двигуни легкових автомобілів, мікроавтобусів і фургонів (А1/В1-12, А5/В5-12 і т. п.)

- 3 – дизельні та бензинові мотори з каталітичним конвертером (C1-12.... C4-12).
- E – вантажні автомобілі з дизельним двигуном (E4-12.... E9-12).

Крім класифікації моторного масла, маркування по ACEA зазначається номер видання (оновлення тех. вимог) і рік введення в експлуатацію. Вітчизняні масла додатково проходять сертифікацію ГОСТ.

Групи масел в категорії ILSAC, їх відповідність стандартам API:

- ILSAC GF-1 (застаріла категорія) – якість масла подібно класифікації API SH; по в'язкості SAE 0W-20, 5W-35, 10W-40.
- ILSAC GF-2 – аналогічно за якістю продукту API SJ, по щільності SAE 0W-20, 5W-25.
- ILSAC GF-3 – відповідає різновиди API SL, випущений в експлуатацію в 2001 р.
- ILSAC GF-4 і ILSAC GF-5 – аналогічні SM і SN.

Також у відповідності зі стандартом ILSAC для японських машин з дизельними двигунами з турбонаддувом, розроблена категорія JASO DX-1. Таке маркування масел розрахована на двигуни нових машин з високими нормами екологічності та вмонтованими турбінами.

Специфікації та допуски моторних масел.

У специфікації ACEA і API виражені мінімальні основні вимоги, прийняті виробниками присадок і масел та виробниками автомобілів. Характеристики масла при експлуатації відрізняються, оскільки у різних марок автомобілів мотори влаштовані по-різному. Частина провідних виробників двигунів створили свій персональний метод класифікації масел (спрощене назва – допуск), який вносить доповнення в систему класифікації ACEA. Виробники двигунів, такі як: BMW, Mercedes-Benz, Porsche, Renault, Ford, Fiat, GM – переважно користуються особистими схваленнями при виборі моторних масел.

Зробити висновок про можливість використання мастила від різних температур навколишнього середовища.

Контрольні запитання до захисту роботи

1. Основні функції мастильного матеріалу.
2. Умови роботи моторних масел; вимоги, які ставлять до них.
3. Чим відрізняється між собою сухе, гранічне та рідинне тертя?
4. 16) Поняття сучасної класифікації моторних масел за системами (ГОСТ, SAE, API, ACEA).

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

«В'язкісно-температурні показники моторних мастил. Присадки до моторних мастил»

Мета роботи: засвоїти і вивчити теоретичні відомості про в'язкісно-температурні показники мастил.

Знати: перелік і функції присадок.

Вміти: підбирати моторне мастило в залежності від умов експлуатації і фізико-хімічного складу мастила.

9.1. Основні теоретичні відомості

Низькотемпературні властивості

Зміна механічних властивостей масла при низьких температурах має велике експлуатаційне значення. При зниженні температур текучість масла зменшується або взагалі втрачається, що обумовлює недостатнє надходження масла до тертьових деталей і виникнення граничного або сухого тертя, яке призводить до підвищеного зносу.

Низькотемпературні властивості масел характеризуються температурою застигання, яка встановлюється залежно від температурних умов використання масла.

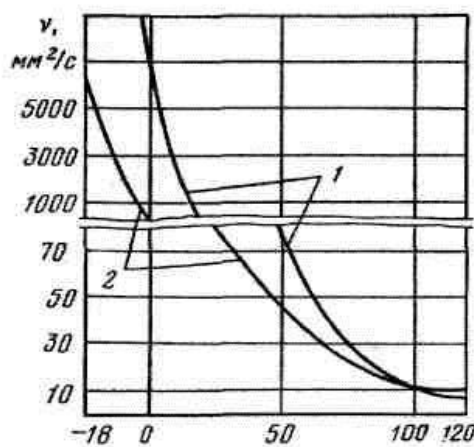


Рис. 1. Залежність в'язкості моторних масел від температури: 1 – індекс в'язкості 90; 2 – індекс в'язкості 100.

Схильність до відкладень

Усі масла під дією високих температур і, особливо кисню, погіршують свої властивості. Інтенсивність і глибина цих змін залежать від хімічного складу масла та умов, що на нього діють.

При нормальних умовах масла є хімічно-стабільними речовинами. Проте картина різко змінюється при підвищенні температур. Приблизно з 50...60 °С кисень повітря починає вступати в реакцію з окремими компонентами масла. При температурах 150 °С і вище глибина і швидкість окислювання ростуть. За даними М.І. Черножукова і С.Е. Крейна при підвищенні температур від 50 до 150 °С швидкість окислювання масел зростає у 1700 разів.

Спроможність масла протистояти впливу кисню при високих температурах називається термоокисною **стабільністю** і визначається у хвилинах.

Миючі властивості

Одним з найбільш важливих експлуатаційних показників масла є миючі властивості, під якими розуміється спроможність масла утримувати у зваженому стані продукти окислення.

Чим вище миючі властивості, тим менше нагаро- і лакоутворень накопичується на гарячих деталях двигуна, тим вище може бути допустима робоча температура (ступінь форсування) двигуна.

Корозійні властивості (визначаються за семибальною шкалою)

Одним з експлуатаційних вимог, запропонованих до моторних масел, є охорона від корозії змащувальних деталей. Але масла самі можуть викликати корозію через наявність у ньому органічних кислот, сірчистих з'єднань і водорозчинних та органічних кислот і лугів.

Показники безпеки

Для того, щоб мати можливість зробити висновки про схильність масла до вигорання, стандартом передбачено визначення температури спалаху масла.

Вітчизняна та міжнародна класифікація моторних масел

На цей час багато виробників масел випускають продукцію під фірмовою назвою, тому позначення моторних масел та їх застосування варто розглядати тільки з зору їх приналежності до класу в'язкості і до групи за експлуатаційними властивостями.

Сучасна поширена класифікація моторних масел здійснюється відповідно до таких стандартів і систем:

- класифікація за ГОСТ 17479.1-85 (оцінює за класах вірності та експлуатаційних властивостей);
- система (SAE) - товариство автомобільних інженерів США (оцінює за класом в'язкості);
- система (API) - американський інститут нафти (оцінює за експлуатаційними властивостями);
- система (ACEA) - асоціація європейських виробників автомобілів;
- система (AAI) - асоціація автомобільних інженерів Російської Федерації;
- класифікація в Україні.

9.2. Порядок проведення досліджень.

9.2.1. Оцінка якості зразка з зовнішніх ознак

Перед початком випробувань масло необхідно перемішати п'ятихвилинним струшуванням в склянці.

Зовнішній вигляд паливно-мастильних матеріалів є одним з головних показників їх якості. Звичайно, його оцінюють безпосередньо після відбору проби за кольором, прозорістю і візуальним контролем вмісту механічних домішок і води у нафтопродукті.

Колір та прозорість масла визначається способом переглядаючи зразок у посуді з прозорого скла (наприклад, скляний циліндр або пробірка). Чисте масло однорідне.

Наявність абразивних механічних домішок у дослідному зразку масла визначають пробою на скло. Для цього використовують два чистих сухих

скла. На одне з них поміщають одну-дві краплі дослідного масла, закривають другим склом і пересувають одне відносно другого, міцно стиснувши їх пальцями. При наявності у маслі абразивних часток механічних домішок відчувається характерне різке поскрипування. Дослідження необхідно повторити три-чотири рази, при цьому необхідно брати нову пробу. При виявленні абразивних механічних домішок масло використовувати не можна.

Наявність води у маслі визначають також пробою на потріскування. Для цього зразок 4...5 см³ ретельно перемішаного дослідного зразка наливають у пробірку. Потім її разом з маслом нагрівають на слабкому вогні. При наявності води чути потріскування, масло піниться і на холодній верхній частині пробірки осідають сконденсовані краплини води. Якщо верхня частина пробірки помутніла, а потріскування не відбувається, у маслі присутні сліди води.

Індексом в'язкості (ІВ) називається відносна величина, що показує ступінь зміни в'язкості залежно від температури в порівнянні з еталонними маслами. Для визначення ІВ потрібно мати дві серії еталонних масел. Масла першої серії незначно змінюють в'язкість залежно від температури, їхній ІВ умовно прийнятий за 100 одиниць. Для масел другої серії характерні дуже круті криві зміни в'язкості, їхній ІВ прийнятий за 0. Порівнюючи температурні зміни в'язкості випробуваного масла й еталонних, по відповідних формулах обчислюють ІВ. Оскільки по формулах складно підраховувати ІВ, частіше його визначають по номограмі або по таблицях. У таблицях по вертикалі дане значення кінематичної в'язкості при 50°, а по горизонталі - при 100°, у мм²/с, на перетинанні цих значень для випробуваного масла й знаходять його індекс в'язкості.

9.2.2. Визначення густини масла

Масла мають високу в'язкість, що не дозволяє безпосередньо виміряти їх густину за допомогою нафтоденсиметра. Тому в'язкі нафтопродукти розбавляють розчинником (керосин, бензин, дизельне паливо) у відомій пропорції та з відомою густиною. За допомогою нафтоденсиметра (дивись

рис. 4 лаб. робота №1) визначають густину приготованої суміші. Густину досліджуемого масла (ρ_m) розраховують по формулі

$$\rho_i = \frac{\rho_{\text{сум}} (n_i + n_p) - n_p \cdot \rho_p}{n_m}$$

де $\rho_{\text{сум}}$ - густина суміші, кг/м³;

ρ_m - густина масла, кг/м³;

ρ_p - густина розчинника, кг/м³;

n_m - кількість частин масла;

n_p - кількість частин розчинника.

9.2.3. Визначення температури спалаху масла

Температура спалаху - це мінімальна температура масла (у стандартних умовах), при якій на його поверхні утворюються пари, здатні спалахувати у повітрі від джерела займання, але швидкість їх появи недостатня для подальшого горіння.

Для визначення температури спалаху використовують стандартний прилад Бренкена з відкритим тиглем (рис. 3). Цей прилад представляє собою піщану баню 3, в якій розміщено тигель 2. Зразок досліджуваного масла наливають на 12 мм нижче краю тигля, перевіряючи металевим шаблоном рівень його заповнення. Потім тигель з маслом занурюють у піщану баню таким чином, щоб рівень піску і масла були на одній висоті. Всередину тигля з маслом занурюють термометр 1, не торкаючись дна тигля.

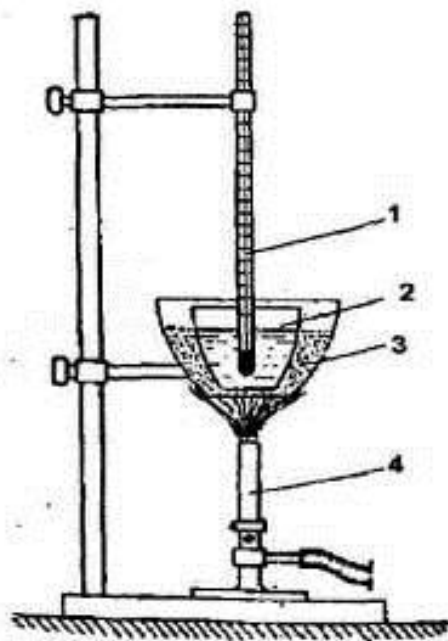


Рис. 2. Прилад для визначення температури спалаху масла у відкритому тиглі:

1 - термометр; 2 - тигель для масла; 3 - піщана баня; 4 – пальник

Для покращення видимості спалаху штатив з приладом огороджують щитом, але встановлюють у такому місці, де відсутній помітний рух повітря, а світло дещо затемнене.

Баню 3 нагрівають, використовуючи пальник 4. В початковий період (до $130\text{...}140^{\circ}\text{C}$) підігрів можна здійснювати інтенсивно (зі швидкістю $10^{\circ}\text{C}/\text{хв.}$), а потім (приблизно за 40°C до очікуваної температури спалаху) швидкість нагрівання повинна бути не більшою $2\text{...}3^{\circ}\text{C}$ за хвилину. Приблизно за $10\text{...}15^{\circ}\text{C}$ до очікуваної температури спалаху, коли над поверхнею масла з'являються пари, пробують, чи немає спалаху, підводячи полум'я запалювального приладу до краю тигля на відстані $10\text{...}14$ мм від поверхні масла протягом 2-3 с. Довжина полум'я повинна бути 3-4 мм. Наявність спалаху перевіряють через кожні 2°C підвищення температури, до появи перебігаючого та швидко зникаючого синього полум'я. Фіксують найменшу температуру, при якій виявлений перший спалах. Випробування проводять двічі. Допустима розбіжність між паралельними вимірами не більше 6°C . За результат випробування приймають середньоарифметичне виміряної температури спалаху. При більш точних визначеннях враховують поправку

на барометричний тиск, де підвищення або зниження тиску на 1 мм. рт. ст. від нормального (760 мм. рт. ст.) викликає відповідні зміни температури спалаху на 0,0345 °С.

Призначення і види присадок до масел

Для сучасних бензинових і дизельних двигунів потрібні моторні масла високої якості. Базові нафтові масла не забезпечують зниження тертя і зменшення інтенсивності зношування сучасних вузлів тертя. Підвищення якості сучасних масел досягається введенням до їх складу спеціальних присадок. Присадки - це складні хімічні сполуки, що вводяться у масло в концентрації від долей відсотка до 20...30% для надання нових поліпшених властивостей.

Для присадок використовують такі речовини, які, поліпшуючи якусь одну властивість масла і не впливають на решту показників.

Крім того, присадки повинні добре розчинятися у маслах, бути достатньо хімічно та термічно стабільними, не розшаровуватись і не вилучатися з масла при довгому зберіганні.

Застосовуючи масла з присадками, можна зменшити зношування і кількість відкладень на поверхні тертя, поліпшити умови експлуатації та підвищити надійність і довговічність двигуна, трансмісії та інших вузлів техніки.

Механізм дії присадок представлений на рис. 1.

За призначенням присадки можна розділити на такі групи:

1) **Індивідуальні**, які покращують одну властивість масла:

- **в'язкісні** присадки, які поліпшують в'язкістно-температурну характеристику

(властивості);

- **депресорні**, які знижують температуру застигання масла;

- **миючі (детергенти)**, які не припускають на деталях двигуна нагарів, лаків, осадів;

- **протиокисні**, які підвищують стабільність масла;

- **протизадирні**, які покращують мастильні властивості масел та охороняють деталі двигуна і трансмісії від задиру;

- **антикорозійні**, які захищають від корозії;

- **протиспінювальні**, які запобігають спінюванню масел при циркуляції у масляних системах.

2) **Багатофункціональні**, спроможні поліпшити дві або кілька властивості масла. Це фенолсульфідні, полімерні та інші з'єднання, які містять фосфор і сірку.

Правильне рішення питань ефективного і раціонального використання моторних масел безпосередньо пов'язане з характером, закономірностями зміни початкових властивостей масла у процесі експлуатації машини.

Найважливішою складовою частиною процесу старіння моторних масел, їх працездатністю є спрацьованість присадок. Під спрацьованістю присадок варто розуміти зменшення їх концентрації у маслі і втрату ефективності в результаті окислювання, розкладання під дією вологи (гідроліз) та температури, взаємодії з продуктами, які утворюються при згорянні палива і прориваються з камери згорання у картер двигуна, осадження на фільтрувальних елементах, а також впливу навантажувальних режимів.

Зробити висновок про можливість використання різних присадок в мастилах для сучасних ДВЗ.

Контрольні запитання до захисту роботи

1. В'язкісні властивості масел (В.Т.Х., індекс в'язкості)
2. Дайте характеристики миючих властивостей масел.
3. Яке призначення та механізм дії в'язкістних присадок?
4. Що таке депресатори та механізм їх дії?
5. Яке призначення багатофункціональних присадок, що додаються до моторних масел?
6. Зміна якості масла в результаті спрацьованості присадок.

7. Що таке миючі присадки та механізм їх дії?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 10

«Дослідження якості пластичних мастил і визначення можливості їх використання»

Мета роботи: засвоїти і вивчити теоретичні відомості про якість пластичних мастил.

Знати: можливість використання пластичних мастил.

Вміти: використовувати пластичні мастила в залежності від сфери застосування.

10.1. Основні теоретичні відомості

Загальні відомості, призначення і склад пластичних мастил

Пластичні (консистентні) мастила представляють собою складні колоїдні системи, які складаються із **дисперсної середи** (масло), близько 70...80%, загусника (дисперсна фаза), близько 5...30%, **присадок і наповнювачів**, близько 1...15%. Часто до мастил вводять ще додатково **стабілізатор** (вода), призначення якого зберегти однорідність колоїдної системи, запобігти розплавлюванню мастила на дисперсне середовище і загусник.

Головна **функція мастил** - зменшення зносу тертьових деталей вузлів автомобілів, тракторів, сільськогосподарської техніки з метою продовження терміну служби машин і механізмів. Поряд із цим мастила виконують і інші функції. Так в окремих випадках вони не стільки зменшують знос, скільки упорядковують його, не допускаючи задирку, заїдання і заклинювання тертьових поверхонь. Мастила перешкоджають прониканню до тертьових поверхонь агресивних рідин, газів і парів, а також абразивних матеріалів (пилу, бруду і т.п.) Практично всі мастила виконують захисні функції запобігаючи корозії металевих поверхонь. Завдяки антифрикційним властивостям, мастила істотно зменшують енергетичні витрати на тертя, що дозволяє заощаджувати потужність машин і механізмів.

Перевагою пластичних мастил у порівнянні із маслами є:

- спроможність утримуватися в негерметичних вузлах тертя;
- висока ефективність у роботі при одночасному впливу високих температур, тиску, ударних навантажень;
- високі захисні властивості;
- водостійкість;
- забезпечення герметизації вузлів тертя;
- більш ефективна змащувальна здатність;
- високий ресурс роботоздатності.

Основні умови та об'єкти застосування мастил:

- відкриті і негерметичні вузли тертя;
- важкодоступні вузли тертя;
- механізми, що розташовані під перемінним кутом до горизонту;
- вузли тертя, де неможлива часта зміна мастильного матеріалу;
- перемінний швидкісний режим експлуатації машин;
- змушений контакт вузла тертя або захищеної поверхні від води, чи агресивного середовища;
- умови температурного режиму, що різко змінюється;
- герметизація рухливих ущільнень, сальників і різьбових з'єднань;
- тривала консервація машин, устаткування, приладів і металевих виробів;
- зменшення маси і розміру змащувальних пристроїв.

Загальні вимоги до якості пластичних мастил містять перелік показників:

- змащувальних властивостей;
- об'ємно-механічних властивостей для забезпечення мінімальних витрат на внутрішнє тертя мастила у змащувальних системах в широкому інтервалі температур;
- стабільності (колоїдної, хімічної, механічної, термічної) для забезпечення тривалого часу служби мастила;

- водостійкості;
- корозійної і захисної здатності;
- випарності для забезпечення мінімальних втрат мастила від випару;
- токсичності. Система класифікації пластичних мастил встановлена міжнародним стандартом ISO 6743/9.

Класифікують мастила за трьома ознаками: **консистенції, складу і призначенню.**

За складом загусника пластичні мастила поділяють:

- **мильні** - в якості загусника використовують солі вищих карбонових кислот, які зветься милами. Мило виготовлено на основі тваринних і рослинних жирів, технічних жирних кислот та інше, які обмиляють чи нейтралізують із застосуванням гідроксидів лужних та лужноземельних металів (Li, Na, Ca, Ba та ін.). В залежності від катіону, мила поділяють на **алюмінієві, барієві, кальцієві, літієві, натрієві, свинцеві і цинкові.**

Кальцієві мила - солідоли (температурні умови експлуатації складають 60...70 °С) надають мастилу гарну водостійкість і бензиностійкість. Вони середньоплавки.

Натрієві мила (температурні умови експлуатації складають 120...140°С) не володіють водостійкістю. При безпосередньому контакту із водою вони розчиняються і вимиваються із вузла тертя, а знаходячись в атмосфері з підвищеною вологістю, поглинають її, чим погіршують свої механічні властивості.

Літієві мила не розчиняються ні у воді, ні у бензині. Вони працездатні до 140...160°С. Натрієві і літієві мила тугоплавкі, їх називають консталінами.

Тверді вуглеводні дозволяють отримати мастила високої хімічної стабільності і гарної водостійкості. У більшості вуглеводневих мастил застосовують для консервації (температурні умови експлуатації складають 55...65 °С). Позитивною властивістю вуглеводневих мастил є їх спроможність після розплавлення і наступного охолодження цілком відновлювати свою

структуру. Тому, для нанесення на поверхні вуглеводневі мастила можуть нагріватися до ПО... 120 °С, забезпечуючи при цьому якісну консервацію.

Присадки для пластичних мастил застосовують: **протикорозійні, протиокисні, протиспінювальні, антифрикційні, в'язкісні, депресорні, протизадирні, протизносні** та інші.

Наповнювачі для пластичних мастил застосовують високодисперсні, нерозчинні у маслах порошки - **графіт, бісульфат молібдену, слюда, тальк, порошки металів** та інші.

Зробити висновок про можливість використання пластичних мастил в сучасних автомобілях.

Контрольні запитання до захисту роботи

1. Склад та структура пластичних мастил.
2. Застосування мастил.
3. Види загусників.
4. Класифікація пластичних мастил за призначенням.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 11

«Вимоги, які ставляться до пластичних мастил. Класифікація пластичних мастил»

Мета роботи: засвоїти і вивчити теоретичні відомості відносно вимог до пластичних мастил.

Знати: класифікацію пластичних мастил.

Вміти: правильно експлуатувати пластичні мастила.

11.1. Основні теоретичні відомості

Загальні вимоги до якості пластичних мастил містять перелік показників:

- 1) змащувальних властивостей;
- 2) об'ємно-механічних властивостей для забезпечення мінімальних витрат на внутрішнє тертя мастила у змащувальних системах в широкому інтервалі температур;
- 3) стабільності (колоїдної, хімічної, механічної, термічної) для забезпечення тривалого часу служби мастила;
- 4) водостійкості;
- 5) корозійної і захисної здатності;
- 6) випарності для забезпечення мінімальних втрат мастила від випару;
- 7) токсичності.

За призначенням пластичні мастила поділяють на: **антифрикційні**, які знижують тертя та знос деталей механізмів; **консерваційні**, які захищають металеві вироби від корозії і руйнації; **ущільнювальні**, які герметизують зазори в обладнанні і механізмах; **канатні**, які використовують для змащення сталевих канатів.

Антифрикційні мастила призначені, як і масла, для зменшення зношування й зниження витрат на тертя деталей різних механізмів.

Номенклатура антифрикційних мастил у нашій країні нараховує понад 130 найменувань.

Антифрикційні мастила діляться на наступні групи:

- загального призначення - солідол, прес-солідол, графітна, консталин;
- багатоцільові - літол, фіол, алюмол, герметин;
- термостійкі - ЦИАТИМ-221, ВНИИНП-207, графітол, полімол;
- низькотемпературні - ЦИАТИМ-203, літа, зимол;
- приладові - ЦИАТИМ-201, ВНИИНП-223.

Мастила, що захищають деталі машин від корозії, називаються консерваційними (захисними). Вони становлять близько 15% від загального числа всіх видів мастил.

Меншу групу представляють ущільнювальні мастила, які застосовуються в чепцевих ущільненнях машин і механізмів, у коркових кранах і нарізних сполученнях.

Крім того, пластичні мастила класифікуються по типу загусника (найчастіше це мила). Головне місце серед мильних мастил займають солідоли.

До залізничних мастил ставляться наступні марки: ЛЗ-ЦНИИ, ЖРО, кулісна ЖК, ЦНИИ-КЗ, ЖТ-72, ЖТ-79Л, ЖА, ЖР, ЖД, контактна.

Зробити висновок про кожен з показників пластичного мастила.

Контрольні запитання до захисту роботи

1. Класифікація пластичних мастил за призначенням.
2. Перелічити групи антифрикційних мастил.
3. Основні показники пластичних мастил.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 12

«Показники якості пластичних мастил та їх визначення. Фізико-хімічні властивості пластичних мастил»

Мета роботи: засвоїти і вивчити теоретичні відомості про показники якості пластичних мастил.

Знати: фізико-хімічні властивості пластичних мастил.

Вміти: правильно експлуатувати пластичні мастила.

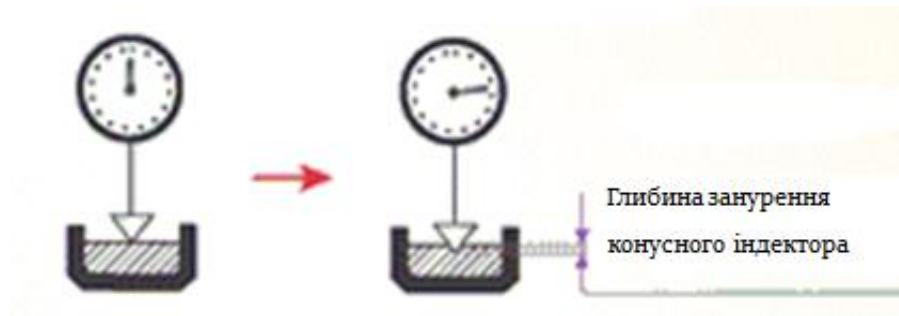
11.1. Основні теоретичні відомості

Таблиця 1. Основні показники (якості) пластичних мастил.

Показник	Сутність показника, методи визначення
Водостійкість	Комплекс показників, що характеризує розчинність, змащуваність, гігроскопічність та водопроникність мастил.
Пенетрація (рис. 1)	Показник, що вказує глибину занурення у мастило стандартного конуса в умовах випробування (ГОСТ 5346) . Виражається числами, що відповідають десятим долям міліметра глибини занурення конуса у мастило.
Колоїдна стабільність	Показник, що характеризує здатність мастила попереджувати відділення від нього масла. Визначається по ГОСТ 7142. Виражається у %.
Межа міцності на зсув (рис. 2)	Показник, що вказує критичне навантаження (напруження зсуву), при підвищенні якого відбувається різкий перехід до течі мастила як рідини. Визначається по ГОСТ 7143 за допомогою пластомету К-2. Виражається у Па.
Температура краплепадіння (Рис. 3)	Показник, що вказує на температуру плавлення мастил – мінімальна температура падіння першої краплі мастила, що нагріто у капсулі термометру Уббелоде. Визначається по ГОСТ 6793. Виражається у $^{\circ}\text{C}$.
Трибологічні характеристики	Комплекс показників, що характеризує протизносні, протизадирні та антифрикційні властивості мастил. Оцінюються (ГОСТ 9490) на машинах тертя.

Механічні властивості

Встановлюється за пенетрацією (глибини занурення) стандартного приладу



Число пенетрації = глибина занурення в **0,1** мм

Рис. 1. Оцінка числа пенетрації мастила

Механічна стабільність. Мета міцності.

Здатність зберігати властивості після тривалого впливу деформації зсуву (зміна пенетрації)

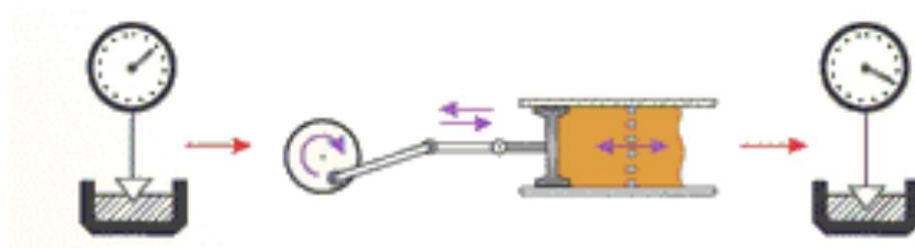


Рис. 2. Оцінка межі міцності на зсув

Термічні властивості

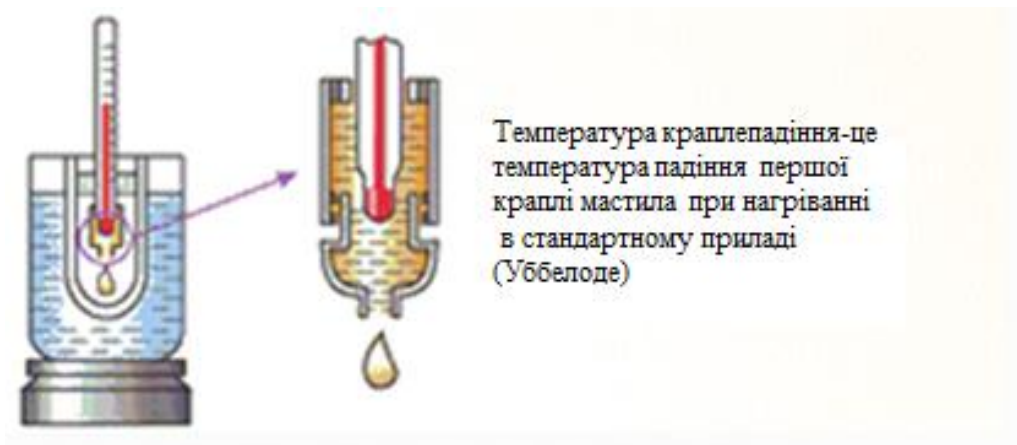


Рис. 3. Оцінка температури краплепадіння

Температура краплепадіння - мінімальна температура, за якої відбувається падіння першої краплі розплавленого мастила під час його

нагрівання із заданою швидкістю у спеціальному приладі. Температуру краплепадіння визначають, використовуючи стандартний прилад (рис. 1).

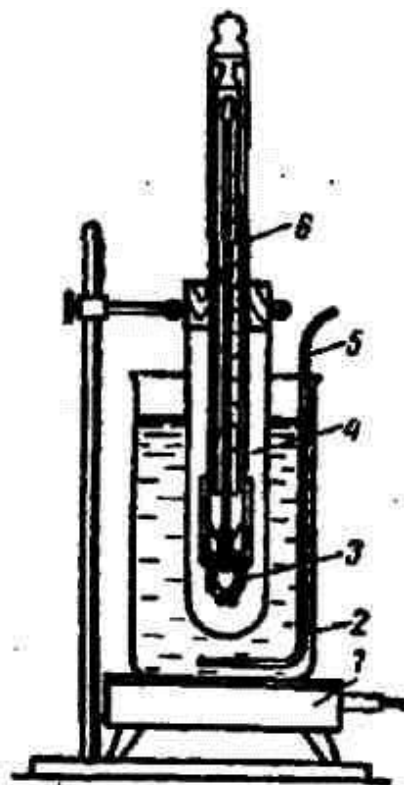


Рис. 4. Прилад для визначення температури краплепадіння:
1 - електропідігрівач; 2 - склянка з водою або гліцерином;
3 - металева гільза для мастила; 4 - пробірка; 5 - мішалка;
6 - термометр Уббелоде

Прилад складається з термометра 6 (типу Уббелоде) з мініатюрною ртутною кулькою. У нижній частині термометра закріплена металева гільза 3, в яку вставляється скляна чашечка з каліброваним отвором на дні. Термометр закріплюється за допомогою пробки у стандартній пробірці 4. Пробірка закріплюється на штативі і вставляється у склянку 2 з термостатною рідиною.

При визначенні температури краплепадіння дослідне мастило заносять шпателем у чашечку приладу, стежачи за тим, щоб разом з ним не потрапили пухирці повітря. Потім чашечку з мастилом встановлюють у металеву гільзу до упору і шпателем знімають видавлене ртутною кулькою мастило. На дно сухої чистої пробірки 4 кладуть білий папір і кладуть у пробірку термометр таким чином, щоб нижній край чашечки знаходився на відстані 25 мм від паперу.

Термостатна рідина (вода або гліцерин, якщо температура більше за 80 °С) нагрівається зі швидкістю близько 1 °С за хвилину. Рідину у склянці періодично перемішують спеціальною мішалкою.

Температура, при якій у процесі нагрівання падає з чашечки перша крапля випробуваного мастила, приймається за температуру краплепадіння. Якщо мастило не утворює краплі, а витягується з чашечки металевої гільзи 3, то за температуру краплепадіння приймають ту, при якій стовпчик мастила, що виходить, торкнеться дна пробірки. Результат визначення округляють до цілих одиниць.

Визначення межі міцності на зсув

Межа міцності характеризується мінімальною напругою зсуву, при якому в пластичному мастилi руйнується структурний каркас і вона здобуває плинність.

Межею міцності на зсув пластичного мастила називається критичне значення сили (Па), віднесеної до одиниці площі зсуву шару мастила.

Межу міцності на зсув пластичних мастил визначають по методу Климова на пластомірі К-2. Метод засновано на вимірі тиску, при якому відбувається зсув мастила у капілярі пластоміру К-2. Тиск у приладі створюється за рахунок термічного розширення рідини у резервуарі, що нагрівається електропiччю.

Пластомір К-2 (рис. 2) складається з опори зі стійкою, по якій вертикально переміщується електропiч 8. Електропiч підігріває резервуар 7 із маслом для підвищення тиску, який контролюють по манометру 5. Лійка 6 служить для добавки масла у прилад, кран 4 - для сполучення лійки з внутрішньою порожниною приладу. Корпус 1 трубкою з'єднано теж з внутрішньою порожниною. Всередині оправки 2 знаходиться капіляр. До комплекту приладу додано два капіляри, один - довжиною 100 мм, другий - 50 мм, який застосовують, якщо при випробуванні на довгому капілярі тиск перевищує припустимий для манометра.

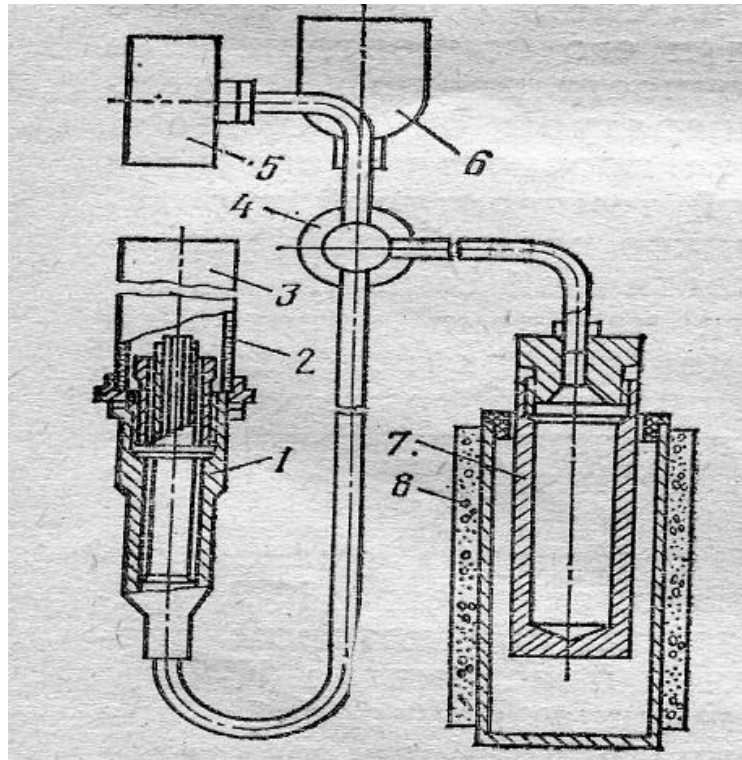


Рис. 5. Пластомір К-2:

1 - корпус; 2 - оправка; 3 - захисне скло; 4 - кран;
5 - манометр; 6 - лійка; 7 - резервуар для масла; 8 - електрод

Перемішане спеціальною мішалкою мастило заповнюють обидві половинки жолобу капіляру. Обережно, щоб не викликати зсуву мастила, з'єднують їх та надягають кільце. Капіляр вставляють в оправку, яку встановлюють на виступ у корпусі пластоміру. Перевіряють наявність масла у внутрішній порожнині приладу та закривають кран 4. Включають електрод та спостерігають за манометром. Швидкість зростання тиску (регулюють піднімаючи або опускаючи електрод вдовж резервуару) не повинна перевищувати 0,005 Па за 1 хв. при використанні довгого капіляру та 0,005 Па за 2 хв. - короткого.

Момент закінчення випробування визначають після того, як тиск у системі досягне деякого максимуму та із капіляра почне видавлюватися мастило, а тиск почне знижуватися. Межу міцності на зсув τ (Па) випробуваного мастила розраховують по формулі:

$$\tau = 10^6 \cdot p \cdot r / (2L),$$

де p - максимальний тиск, кгс/см²;

r і L - радіус та довжина капіляру, см.

Таблиця 2. Основні параметри пластичних мастил

Масило	Температурний діапазон	Температура краплепадіння, °С	Межа міцності на зсув
Солідол С	Від -20 до 65	85-105	300-700
Прес-солідол С	Від-30 до 50	85-95	70-200
Графітна УСсА	Від -20 до 65	77-85	300-700
Літол-24	Від -40 до 130	185-205	600-1200
Фіол-1	Від-40 до 120	185-200	250-350
Уніол-1	Від-30 до 150	230-260	200-500
ЦИАТИМ-221	Від-60 до 150	200-220	250-450
ЦИАТИМ-201	Від -60 до 200	175-220	350-550
№ 158	Від -40 до 140	130-160	150-400

Таблиця 3. Характеристика пластичних мастил

Тип загусника	Концентрація загусника, %	Водостійкість мастила	Захисні властивості мастила	Температурний діапазон використання мастила, °С	Характеристика
Гідратовані кальцеві мила (солідоли)	12-18	гарна	гарні	Від -30 до 80	Дешеві, для загального призначення
Комплексні кальцеві мила	7-12	середня	середні	Від -50 до 200	Багатоцільові, низько-і високотемпературні
Літєві мила стеаринової й іншої кислот	8-20	гарна	середні	Від -60 до 120	Низько-високотемпературні
Натрієві і натрієвокальцеві мила	15-30	низька	низькі	Від -40 до 110	Дешеві, для підвищених температур
Літєві мила оксистеаринової кислоти	6-12	гарна	середні	Від -50 до 140	Багатоцільові, високотемпературні
Барієві й комплексні алюмінієві мила	20-30	гарна	гарні	>150	Багатоцільові
Силікогелеві (неорганічні)	6-Ю	гарна	гарні	Від -50 до 250	Багатоцільові

Пігментні (органічні)	20-50	гарна	гарні	>300	Високотемпературні
--------------------------	-------	-------	-------	------	--------------------

Зробити висновок про основні фізико-хімічні властивості пластичного мастила.

Контрольні запитання до захисту роботи

1. Як класифікуються консерваційні матеріали з агрегатним станом ?
2. Основні показники пластичних мастил.
3. Що оцінює міцність мастила, як її визначають ?

14. Масова частка бензолу, %, не більше	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
15. Масова частка кисню, %, не більше	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7

Додаток 2.

Основні технічні характеристики
дизельних палив згідно з ДСТУ 3868-99

Назва показника	Норма для марки	
	Л	З
Цетанове число, не менше	45	45
Фракційний склад: температура, °С, перегонки 50%, не вище	280	280
перегонки 96% (кінець перегонки), не вище	370	370
Кінематична в'язкість при 20°С, мм ² /с	3,0...6,0	1,8...6,0
Температура застигання, °С, не більше	-10	-25
Гранична температура фільтрування, °С не більше	-5	-15
Температура спалаху у закритому тиглі, °С, для тепловозів і суднових дизелів та газових турбін, не менш	62	40
для дизелів загального призначення, не менш	40	35
Масова частка сірки, %: у паливі виду I, не більше	0,05	0,05
у паливі виду II, не більше	0,10	0,10
у паливі виду III, не більше	0,20	0,20
у паливі виду IV, не більше	0,50	0,50
Масова частка меркаптанової сірки, %, не більше	0,01	0,01
Наявність сірководню	в і д с у т н є	
Іспит на мідній пластинці	в и т р и м у є	
Наявність водорозчинних кислот і лугів	в і д с у т н є	
Концентрація фактичних смол, мг на 100 см ³ палива, не більше	40	30
Кислотність, мг КОН на 100 см ³ палива, не більше	5	5
Йодне число, г йоду на 100 г палива, не більше	6	6
Зольність, %, не більше	0,01	0,01
Коксівність 10% залишку, %, не більше	0,3	0,3
Коефіцієнт фільтрації, не більше	3	3
Наявність механічних домішок	в і д с у т н і	
Наявність води	в і д с у т н я	
Густина при 20°С, кг/м ³ , не більше	860	840

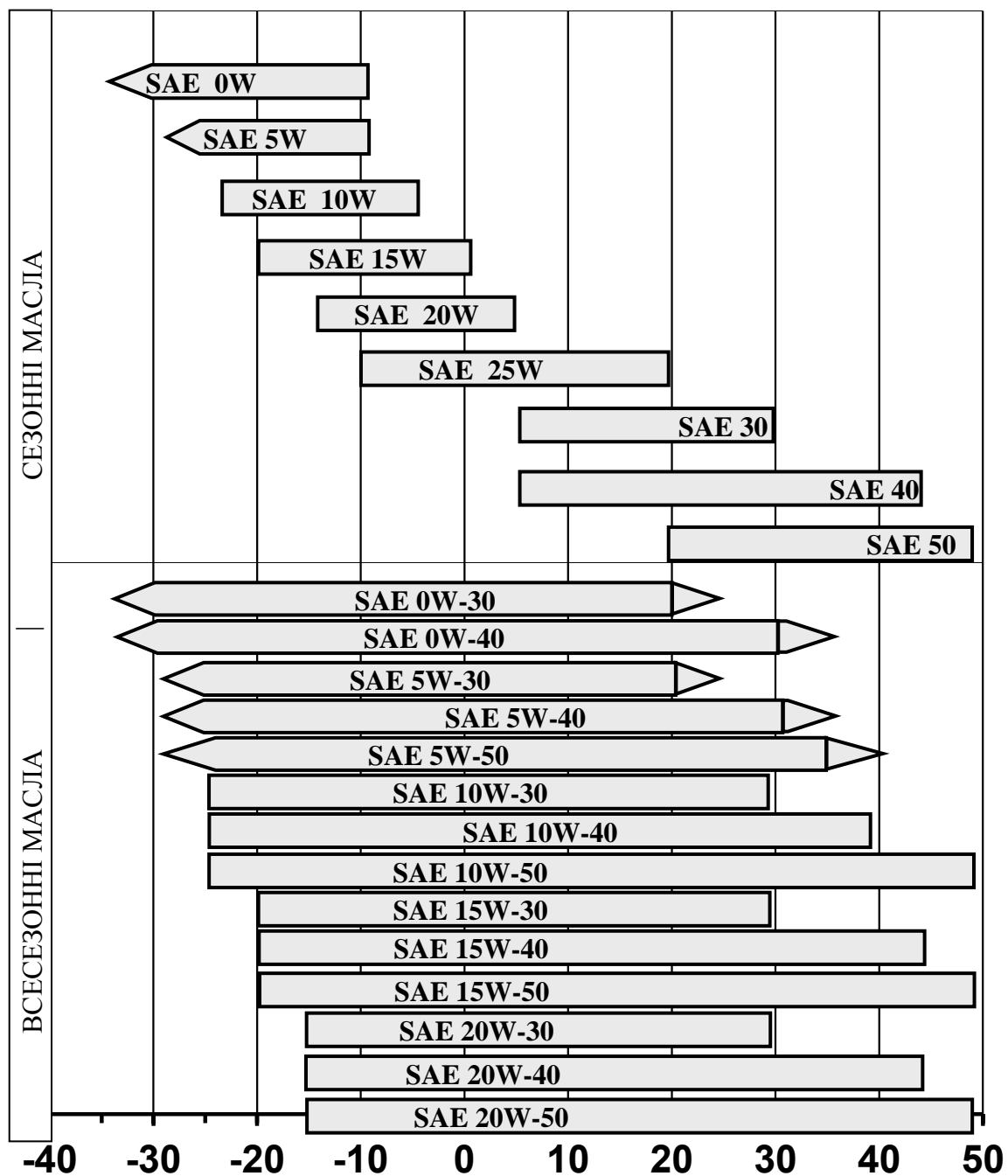
Додаток 3.

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ БІОДИЗЕЛЮ
У ПОРІВНЯННІ З МІНЕРАЛЬНИМ ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ**

ПОКАЗНИК	Мінеральне (ДСТУ 3868-99)		Ріпако-метіловий ефір (PME-біодизель)
	літнє	зимове	
1. Цетанове число, не менш	45		48>
2. Фракційний склад, °С			
50%, не вище	280		358
96%, не вище	370		365
3. Кінематична в'язкість при 20°С	3,0-6,0	1,8-6,0	9,0
4. Температура застигання, °С, не більш	-10	-25	-9*
5. Гранична температура фільтрування, °С, не більш	-5	-15	-3
6. Температура спалаху у закритому тиглі, °С	40	35	120-150
7. Коксівність, %, не більш	0,3		0,35
8. Зольність, %, не більш	0,03		0,03
9. Вміст механічних домішок	відсутній		відсутній
10 Вміст гліцерину, %	відсутній (0,001)		0,3
11. Вміст води	відсутній		відсутній
12. Вміст сірки, %	0,05-0,5		0,02 (0,001)
13. Кислотне число, мг КОН/г	0,06		0,5
14. Елементарний склад, кг/кг			
вуглець	0,87		0,77
водень	0,13		0,12
кисень	0,004		0,11
15. Теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг пального, кг	14,45		12,9
16. Нижня теплота згоряння, МДж/кг	43,0		37,0
17. Густина, при 20°С, кг/м ³	860	840	920
18. рН-середовища	7,0		10,0

Додаток 4.

ДІАПАЗОНИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПОШИРЕНИХ ЗИМОВИХ, ЛІТНІХ ТА ВСЕСЕЗОННИХ МАСЕЛ З КЛАСИФІКАЦІЄЮ SAE



Температура повітря, °C

АСОРТИМЕНТ НАЙБІЛЬШ ЗАСТОСОВУВАНИХ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ

Марка пластичного	Основна область застосування
АВТОМОБІЛЬНІ ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА	
ШРБ-4	Призначено для змазування шарнірів, підвіски тяг рульового керування автомобіля.
ШРУС-4	Пластичне водостійке мастило. Призначено для змазування шарнірів рівних кутових швидкостей автомобіля, що працюють при температурах від -40 до +120°C.
Фиол-1	Призначено для змазування вузлів тертя під тиском (через пресмасленку) і для тросів, що мають оболонку з внутрішнім діаметром менше 5 мм
Фиол-2У	Призначене для змазування голчастих підшипників, крестовин карданного вала автомобілів ВАЗ. Мастило зберігає властивості від -40 до +120°C (припускається короткочасний нагрів до 130°C)
ЛСЦ-15	Застосовується як незмінне мастило в багатьох вузлах тертя автомобілів ВАЗ. Призначено для змазування вузлів тертя, що працюють при середніх навантаженнях і температурах до 140°C.
УНІВЕРСАЛЬНІ ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА	
Литол - 24	Антифракційне багатоцільове водостійке мастило, призначене для використання у вузлах тертя колісних, гусеничних транспортних засобів і промислового устаткування, суднових механізмів різноманітного призначення, що працюють при температурах від -40 до +120°C (припускається короткочасний нагрів до 130°C).
Фиол-2	М'яке мастило, близьке до робочих характеристик Литол-24 і Фиол-1. Призначено для змазування вузлів тертя різноманітних механізмів і машин, що працюють при середніх навантаженнях і температурі не вище 120°C

ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Солідол жировий	Водостійке, гидратоване кальцієве мастило, котре призначене для змазування вузлів тертя, качення і ковзання різноманітних машин і механізмів, що працюють при температурах від -25 до 65°C у достатньо навантажених механізмах (підшипниках, шарнірах, блоках і т.п.).
Графітна Ж	Призначено для змазування грубих високонавантажених механізмів (відкритих шестерневих передач, різальних з'єднань, ходових гвинтів, домкратів, ресор і ін.). Використовується при температурі нижче -20°C .
1-13	Пластичне мастило, котре призначене для змазування вузлів тертя, качення і ковзання механізмів і машин, що працюють при температурах від -20 до 110°C . Ним змазують підшипники електромашин й інші аналогічні вузли

A 18	Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів фахової передвищої освіти освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 Автомобільний транспорт галузі знань 27 Транспорт денної та заочної форм навчання / уклад. Кальмук Д.Ю. Луцьк: ТФК Луцького НТУ, 2022. 84с.
-------------	--

Методичне видання до виконання практичних робіт з дисципліни «Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливо-енергетичних ресурсів»:

Методичні вказівки до практичних занять.

Призначене для здобувачів фахової передвищої освіти спеціальності 274 Автомобільний транспорт освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт».

Комп'ютерний набір

Дмитро КАЛЬМУК

Редактор

Валентин ПРИДЮК

Підп. до друку «__»_____ 2022 р.
 Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.
 Ум. друк. арк. 6,25. Тираж 30 прим.

Відокремлений структурний підрозділ
 «Технічний фаховий коледж
 Луцького національного технічного університету»
 43023 м. Луцьк, вул. Конякіна, 5