МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

Навчально-науковий інститут хімічних технологій та інженерії

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ «ХІМІЯ». РОЗДІЛ «ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ». ДЛЯ СТУДЕНТІВ ТА КУРСАНТІВ НЕХІМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Харків
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

Навчально-науковий інститут хімічних технологій та інженерії

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ «ХІМІЯ». РОЗДІЛ «ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ». ДЛЯ СТУДЕНТІВ ТА КУРСАНТІВ НЕХІМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Затверджено на
засіданні кафедри загальної та
неорганічної хімії,
засіданні кафедри фізичної хімії
навчально-наукового інституту
хімічних технологій та інженерії
НТУ «ХПІ»,
протокол № 3 від 22.10.2026

Харків
НТУ «ХПІ»
2026

Методичні вказівки до виконання практичних занять та лабораторних робіт з курсу «Хімія». Розділ «Паливно-мастильні матеріали». Для студентів та курсантів нехімічних спеціальностей / Укладачі: І.І. Степанова, А.М. Корогодська, І.Ю. Єрмоленко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2026. – 32 с.

Укладачі: І.І. Степанова,
А.М. Корогодська,
І.Ю. Єрмоленко

Рецензент Професор кафедри загальної та неорганічної хімії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Волобуєв М.М.

Кафедра загальної та неорганічної хімії
Кафедра фізичної хімії

ЗМІСТ

Передмова……. 4

Техніка безпеки в хімічній лабораторії……..... 5

Техніка безпеки під час оцінки якості паливно-мастильних матеріалів (ППМ)……... 6

Властивості та експлуатаційні характеристики моторних палив
Автомобільні бензини…….……. 7

Дизельне паливо…….. 14

Загальні відомості про машинні мастила……..…… 16

Дослід 1
Оцінка моторного палива за зовнішніми ознаками. Визначення наявності важких вуглеводнів …… 18

Дослід 2
Аналіз бензинів на вміст води, водорозчинних кислот і лугів…… 20

Дослід 3
Якісне визначення олефінів у паливах……..… 21

Дослід 4
Визначення вмісту смол у бензинах…….……. 22

Дослід 5
Оцінка якості мастил найпростішими методами…….. 23

Додаток……. 29

Рекомендована література…….. 30

ПЕРЕДМОВА

Дані методичні вказівки призначені для проведення практичних занять і лабораторних робіт з курсу «Хімія» за розділом «Паливно-мастильні матеріали» в очному і дистанційному форматі, а також для самостійної підготовки здобувачів.

Представлений матеріал дозволяє здобувачам опанувати теоретичний матеріал, сформувати розуміння областей практичного застосування теоретичних знань при вирішенні науково-технічних завдань, набути досвіду з організації досліджень і постановки експерименту.

Мета методичних вказівок – надати допомогу студентам в опануванні практичних знань та умінь по визначенню властивостей і якості паливно-мастильних матеріалів, що використовуються на транспорті, і визначенню їх придатності до використання.

Контрольні питання допоможуть здобувачам у самоконтролі щодо засвоєння і розуміння навчального матеріалу.

Ми бажаємо здобувачам успіхів і сподіваємося, що даний матеріал допоможе їм в опануванні курсу.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Режим роботи в лабораторії визначається наступними основними правилами:

1. Не розпочинати роботу без дозволу викладача.
2. Забороняється працювати в лабораторії одному.
3. Кожен студент під час виконання лабораторної роботи повинен працювати на закріпленому за ним лаборантом місці.
4. Під час роботи в хімічній лабораторії необхідно дотримувати тишу, порядок, чистоту, раціонально планувати свою роботу та не залишати прилад, який працює, без догляду.
5. Категорично забороняється пробувати хімічні речовини на смак.
6. При визначенні запаху речовин не підносити хімічний посуд близько до обличчя, а слід обережно направляти пари або гази легким рухом руки до себе. При цьому не слід робити повний вдих.
7. Рідкі речовини та їхні розчини набирати в піпетки лише за допомогою гумових груш.
8. Роботу з токсичними й летучими речовинами проводити у витяжній шафі.
9. У процесі роботи необхідно стежити, щоб речовини не попадали на шкіру, тому що багато з них викликають подразнення й опіки шкіри й слизистих оболонок.
10. Забороняється нагрівати, змішувати й збовтувати реактиви поблизу обличчя. Щоб уникнути нещасних випадків через можливий викид реакційної суміші при нагріванні не можна тримати пробірку або колбу отвором до себе або у напрямі колег, з якими працюєте
11. Необхідно користуватися захисними окулярами в наступних випадках:

– при роботі з їдкими речовинами (з концентрованими розчинами кислот і лугів, при дробленні твердого лугу);
– при перегонці рідин при зниженому тиску;
– при роботі з лужними металами;
– при визначенні температури плавлення речовин у приладі з концентрованою сірчаною кислотою;

12. Забороняється виносити з лабораторії прилади, посуд і реактиви.
13. Категорично забороняється виливати в раковину залишки кислот і лугів, вогненебезпечних речовин, а також речовин, які мають різкий запах. Для зливу цих речовин у витяжній шафі повинні перебувати спеціальні посудини із щільно притертими кришками й відповідними етикетками («ЗЛИВ КИСЛОТ», «ЗЛИВ ЛУГІВ», «ЗЛИВ ОРГАНІКИ»).
14. Після закінчення роботи необхідно привести в порядок робоче місце.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ
ПІД ЧАС ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ (ППМ)

1. До виконання роботи допускаються лише особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки.
2. Працювати необхідно в лабораторному халаті, захисних окулярах та рукавичках.
3. Бензин, гас і мастила є легкозаймистими речовинами, тому під час роботи забороняється користуватися відкритим вогнем, палити та використовувати джерела іскроутворення.
4. Роботи з леткими нафтопродуктами слід проводити у витяжній шафі або в добре провітрюваному приміщенні.
5. Не допускається вдихати пари палива безпосередньо. Запах визначають лише способом обережного підведення парів рукою до носа.
6. Забороняється куштувати паливно-мастильні матеріали або торкатися їх незахищеними руками.
7. У разі потрапляння палива або мастила на шкіру необхідно негайно змити його теплою водою з милом. При потраплянні в очі — промити великою кількістю води та звернутися до викладача або медичного працівника.
8. Розлиті паливно-мастильні матеріали необхідно негайно прибрати за допомогою піску, сорбенту або абсорбувального матеріалу.
9. Відходи палив і мастил забороняється зливати в каналізацію. Їх збирають у спеціально призначені ємності для подальшої утилізації.
10. Після закінчення роботи необхідно закрити всі ємності з паливно-мастильними матеріалами, привести робоче місце до ладу та ретельно вимити руки.

Увага! У разі виникнення пожежі необхідно повідомити викладача, вимкнути електрообладнання (за можливості) та використовувати для гасіння вуглекислотний або порошковий вогнегасник. Гасіння бензину, гасу чи мастил струменем води не допускається, оскільки це може призвести до поширення горіння.

ВЛАСТИВОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОТОРНИХ ПАЛИВ

АВТОМОБІЛЬНІ БЕНЗИНИ

Якість автомобільних бензинів впливає на тривалість безвідмовної експлуатації двигунів, швидкість руху автомобіля, склад газових викидів та ін.

Експлуатаційні характеристики автомобільних бензинів:

– детонаційна стійкість (стійкість до передчасного займання в камері згоряння);

– фракційний склад;

– хімічна стабільність;

– антикорозійні якості.

Детонаційна стійкість

Детонація – надзвичайно швидке розкладання (вибух) вуглеводнів, яке відбувається раптово при стиску горючої суміші в циліндрі двигуна.

Механізм детонації

Частина робочої суміші після займання від іскри згоряє нормально зі звичайною швидкістю. Остання частина паливного заряду (до 15-20 %) знаходиться перед фронтом полум’я та миттєво самозаймається, внаслідок чого швидкість розповсюдження полум’я зростає до 1500-2500 м/с. При цьому зростання тиску відбувається стрибками. Цей різкий перепад тиску утворює ударну детонаційну хвилю (рис. 1).

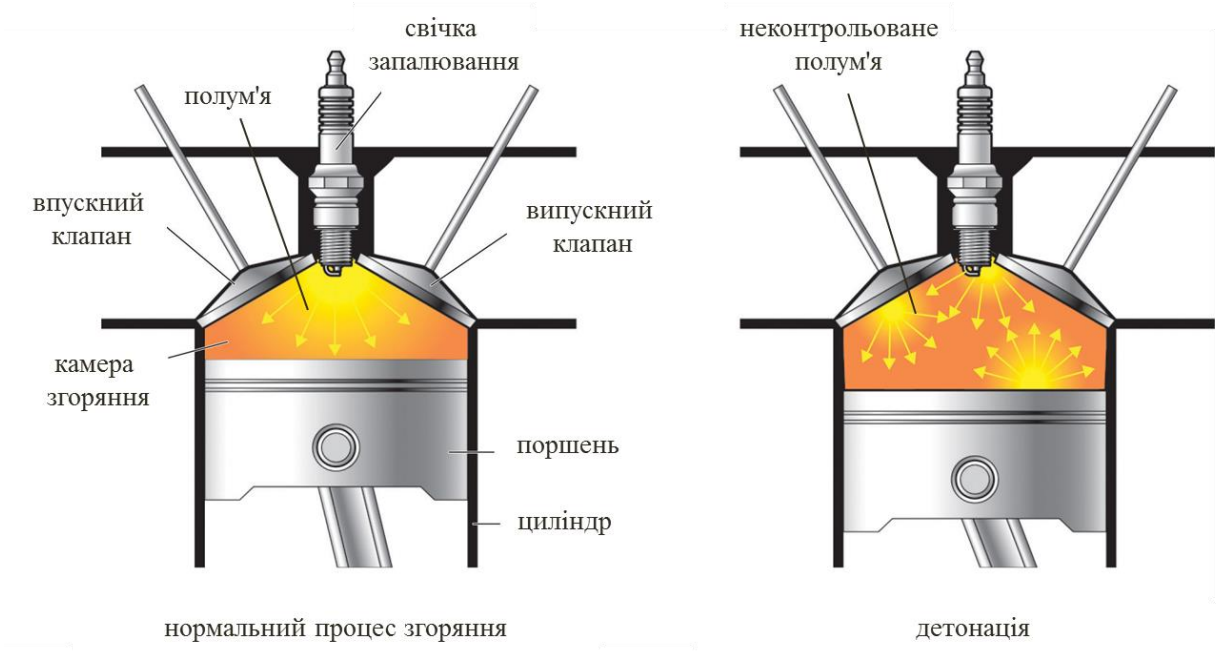


Рис. 1. Процес згоряння палива в двигуні

Хімія детонації

Остання частина паливного заряду перенасичується продуктами окислення вуглеводів – гідропероксидами (гідроперекісями) та продуктами їх розкладу, високоактивними вільними радикалами, які при досягненні відповідної концентрації реагують зі швидкістю вибуху.

Як наслідок, відбувається миттєве самозагоряння залишку паливної суміші.

Чим вище швидкість утворення продуктів окислення вуглеводів робочій суміші, тим скоріше виникає вибухове згоряння, тим раніше нормальне розповсюдження фронту полум'я переходить в детонаційне.

Якщо у паливі більше вуглеводів, які не утворюють в умовах перед полум'яного окислення значної кількості перекісних сполук, то вибухового розпаду не буде, а згоряння палива буде проходити зі звичайними швидкостями без детонації.

Ознаки детонації:

– характерний металевий стук, є головною зовнішньою ознакою детонаційного згоряння;

– поява у вихлопних газах чорного диму, а також різке підвищення температури стінок циліндру.

Наслідки детонації:

– падає потужність двигуна;

– питома витрата пального зростає;

– робота двигуна стає жорсткою та нерівною;

– прогоряння та короблення поршнів та вихлопних клапанів;

– перегрів та вихід зі строю електричних свічок тощо;

– зношення двигуна прискорюється, а міжремонтні строки скорочуються.

Кількісною характеристикою детонаційної стійкості автомобільних бензинів є *октанове число* ОЧ – умовна одиниця вимірювання детонаційної стійкості, яка чисельно дорівнює об'ємній долі (%) ізооктану в його суміші з гептаном, еквівалентній по детонаційній стійкості пального, що досліджується, при стандартних умовах випробування.

Октанове число ізооктану прийняте рівним 100 (рис. 2), гептану дорівнює 0 (рис. 3). Наприклад, якщо досліджуваний бензин в стандартних умовах випробування є еквівалентним суміші, яка містить 70% ізооктану та 30% гептану, то його октанове число бензину дорівнює 70.

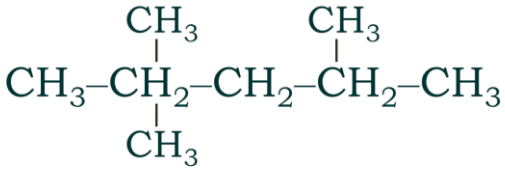


Рис. 2. Ізооктан. ОЧ = 100



Рис. 3. Гептан. ОЧ = 0

Чим вище чим вище октанове число, тим вища стійкість бензину до детонації, тим вище його якість!!!

Одним зі шляхів підвищення детонаційної стійкості палив для двигунів є використання антидетонаторів. Ці речовини добавляють до бензину в кількості 0,5% з метою значного поліпшення антидетонаційних якостей. Найбільш розповсюдженим антидетонатором в усіх країнах є тетраетил свинець (ТЄС) $Pb(C_2H_5)_4$. У чистому вигляді ТЄС використовувати не можливо, так як на клапанах, свічках та стінках циліндру накопичується свинець та оксид свинцю, що приводить до порушення роботи двигуна. Для видалення свинцевого нагару до ТЄС додають так званий виносник свинцю (диброметан , дибромпропан та ін.). ТЄС, а звідси і етилова рідина дуже ядовита, тому потрібно дотримуватися при роботі з ними правил безпеки. Етиловані бензини підфарбовують.

Фракційний склад бензинів

Фракційний склад бензинів впливає на умови пуску, час прогріву та зносостійкість двигуна, повноту згоряння палива та нормує температуру початку та кінця перегонки.

Фракційним складом бензинів визначається їх схильність до утворення парових пробок. Кількісним показником схильності до утворення парових пробок є *тиск насичених парів* $P_н$ – тиск, що утворюється парами, які перебувають у рівновазі з рідиною при T = 38 °С при $V_р : V_п = 4 : 1$.

Тиск насичених парів – важливий показник якості бензинів. Він повинен бути достатньо високим, щоб забезпечити пуск двигуна при низьких температурах, та разом з цим не дуже великим, щоб припинити утворення парових пробок в паливній системі.

Встановлені норми допустимих значень тиску насичених парів: для зимових сортів $P_н \leq 0{,}093$ мПА, для літніх сортів – $P_н \leq 0{,}67$ мПА.

Хімічна стабільність бензинів

Хімічна стабільність бензинів зменшується з підвищенням температури та під час зберігання, транспортування і використання. Відбувається зміна властивостей бензину внаслідок реакцій окиснення та полімеризації ненасичених вуглеводів.

Бензини термічного та каталітичного крекінгів містять значну кількість олефінів, здатних під час транспортування та збереження окислюватися до нафтенових кислот і смол. У результаті свіже виготовлені безбарвні крекінг-бензини згодом підвищують кислотність і забарвлюються спочатку в жовтий, а з часом навіть у ясно-коричневий колір. Одночасно на стінках тари, у якій вони зберігаються, відкладається шар смолистих речовин.

Смоли мають погану випаровуваність і досить легко перетерплюють хімічні перетворення в типових для двигуна умовах. Саме з цих умов вони під час випаровування бензину відкладаються на деталях карбюратора і впускної системи. У невеликих кількостях смоли проникають і в камеру згоряння, де разом з незгорілим паливом і мастилом в результаті глибоких хімічних перетворень утворюють нагар, що має шкідливий вплив на роботу двигуна. Щоб не було порушень роботи двигуна, викликаних значним накопичуванням у ньому смол, необхідно виключити використання бензинів, що надмірно засмолюються.

Кількісною характеристикою хімічної стабільності бензинів є *індукційний період окиснення* та *концентрація фактичних смол.*

Індукційний період окиснення – час, виражений в хвилинах, впродовж якого випробуваний бензин у середовищі чистого кисню під тиском 0,7 МПа і при температурі 100°С практично не піддається окисненню. Чим більше індукційний період, тим стабільніше бензин і тим довше його можна зберігати.

Державними стандартами технічних умов встановлюються мінімальні значення індукційного періоду:

– не менше ніж 360 хв. для автомобільних бензинів «Євро» (Євро-3, Євро-4, Євро-5), що є стандартною нормою для палива загального призначення і гарантує стабільність бензинів до 6 міс. (ДСТУ 7687:2015);

– не менше ніж 1200 хв. для бензинів тривалого зберігання, що забезпечує збереження властивостей бензинів до 5 років (ДСТУ 4063-2001).

Концентрація фактичних смол визначається кількістю так званих фактичних смол, до яких відносяться всі смолоподібні продукти, що залишаються в склянці після повного випаровування в струмені повітря 25 мл випробуваного бензину (ДСТУ 7687:2015). Результат аналізу виражають у

міліграмах фактичних смол на 100 $см^3$ палива. Максимальна концентрація фактичних смол не повиння перевищувати значення 5 мг на 100 $см^3$ палива.

Якщо не вжити спеціальних заходів, то зазначений гранично припустимий зміст фактичних смол може з'явитися в бензині через кілька тижнів. Тому в бензинах, що мають у своєму складі фракції термічного чи каталітичного крекінгів, на заводах додається один з наступних антиокиснювачів (інгібіторів): деревносмольний (0,05 – 0,15 %), ФЧ-16 (0,03 – 0,10 %) чи параоксидифеніламін (0,007 – 0,10 %). Введення зазначених кількостей антиокиснювачів багаторазово збільшує індукційний період, різко знижує швидкість засмолення бензинів і вони стають придатними до збереження протягом термінів, наведених вище.

Бензини, що містять антиокиснювач, вимагають дотримання визначених правил користування. Зокрема, не можна допускати їхнього обводнювання, тому що під час контакту з водою в ній розчиняється анти окиснювач, внаслідок чого його зміст у паливі зменшується, а це може призвести до передчасного надмірного засмолення.

При оцінці хімічної стабільності бензину, додатково до вище наведеного, необхідно враховувати наслідки від розпаду ТЕС, в етильованих паливах при зберіганні та інтенсифікації процесів окиснення вуглеводнів в зв'язку з контактуванням їх з ТЕС та кольоровими металами. Зниження хімічної стабільності будь-якого бензину, викликане цими додатковими факторами й особливо каталітичною дією металів, можна цілком виключити, вводячи до його складу так звані деактиватори металів.

Корозійний вплив бензинів на метали

Бензини, як і інші нафтопродукти, повинні мати мінімальний корозійний вплив на метали. Корозія металів, які торкаються палива, може з'явитися лише в тому випадку, якщо в останніх будуть наявні наступні сполуки: мінеральні кислоти, луги, органічні кислоти, сірка і сірковмісні сполуки. Оцінка корозійної дії бензинів зводиться до розгляду ролі кожного з перерахованих сполук.

Роль мінеральних (водорозчинних) кислот і лугів

Мінеральні кислоти та інші водорозчинні сполуки, що мають кислотні властивості, завдають досить сильної корозійної дії чорним і кольоровим металам, тому вони зовсім неприпустимі в паливах. Луги активно реагують з кольоровими металами, тому наявність їх у паливах також не припускається.

Оскільки в бензинах, а також у дизельних паливах зовсім не повинні бути ні водорозчинні кислоти, ні луги, аналіз на вміст цих сполук має якісний характер.

Роль органічних (нафтенових) кислот

Високомолекулярні органічні кислоти, у тому числі ті, що містяться в нафті, а також у продуктах її переробки за корозійною активністю незмірно слабкіші за мінеральні. Тому немає необхідності їх цілком видаляти з товарних нафтопродуктів. На цій підставі стандартами припускається наявність у паливах обмеженої кількості нафтенових кислот.

Наявність органічних кислот у паливах прийнято характеризувати кислотністю, під якою розуміють кількість лугу КОН, виражену в міліграмах, яка потрібна для нейтралізації усіх нафтенових кислот у 100 мл палива. У зв'язку з цим варто чітко розрізняти термін «кислотність» – кількісну характеристику органічних кислот, що містяться в нафтопродукті від терміну «нейтральність» водяної витяжки, що свідчить про відсутність мінеральних кислот і лугів.

Роль сірковмісних сполук

Активні сірковмісні сполуки, до яких відносяться елементна сірка S_8, сірководень H_2S та меркаптани (тіоли) загальною формулою R-SH здатні викликати корозію металів навіть без нагрівання, з цієї причини їхня наявність в паливах є неприпустимою.

Неактивні сірковмісні сполуки практично не спричиняють корозії металів за звичайних умов, і з цього погляду не має сенсу вимагати повної їхньої відсутності. Вони можуть викликати корозію металу лише після згоряння в двигуні. Численними дослідженнями встановлено, що чим більше в бензині неактивних сірковмісних сполук, тим більше зношування деталей двигуна, тому у паливах допускається наявність обмежена кількість неактивних сірковмісних сполук.

Через різноманіття неактивних сірковмісних сполук їх вміст виражається сумарно у формі складової частини бензину, що припадає на наявну в них елементарну сірку. Відповідно до ДСТУ 7687:2015 максимально допустимий вміст сірки встановлено для бензинів Євро-5 – не більше ніж 10 мг/кг, Євро-4 – не більше ніж 50 мг/кг, Євро-5 – не більше ніж 150 мг/кг.

Механічні домішки і вода

Згідно технічним вимогам до палив будь якого типу вони не повинні мати механічних домішок. Ця вимога настільки очевидна, що немає потреби в спеціальному обґрунтуванні. Дійсно, пісок, будь-який пил, іржа та інші тверді частки можуть привести до засмічення жиклерів у карбюраторах, розпилювачів форсунок та інших деталей системи живлення, а також стати причиною

підвищеного абразивного зносу елементів системи подачі палива та деталей двигунів.

Будь-яке паливо для двигунів не повинне містити воду при відвантаженні з заводів. Наявність води в бензинах і особливо в дизельних паливах небажана з ряду причин:

– при її наявності піддаються сильній корозії деталі двигунів і систем живлення, ємності стаціонарних складів, баки автомобілів і т.д.;

– у деяких випадках вода сприяє погіршенню палива, а це, в першу чергу, стосується бензинів крекінгу, які обводнюються інтенсивніше та засмолюються за рахунок вимивання інгібітору;

– у зимовий час замерзла вода закупорює паливні комунікації.

Зазначеним вимогам цілком задовольняють палива на місці виробництва. Однак, до них можуть потрапити механічні домішки і вода при транспортуванні з нафтопереробних заводів до місць споживання, при збереженні й особливо при заправленні автомобілів. Тому перевозити, зберігати паливо і заправляти його необхідно так, щоб при цьому виключалася можливість засмічення й обводнювання. Зокрема, паливо перед заправленням автомобіля повинне відстоюватися в складській тарі, а при заповненні паливних баків обов’язково фільтруватися.

В експлуатаційних умовах можна дати лише якісну оцінку наявності механічних домішок у паливах. Розчинність води в бензинах і в інших нафтопродуктах невелика і складає при звичайних умовах соті частки відсотка. Така концентрація її в паливах не викликає втрату ними прозорості і не вносить ускладнень у практику експлуатації автомобілів. Надлишкова ж кількість води (зверх того, що може розчинитися) буде збиратися на дні бака (тари) чи знаходитися після сильного перемішування (наприклад, під час руху автомобіля) у зваженому (емульгованому) стані. Якісне виявлення води в прозорих паливах і оліях, засноване на здатності води емульгуватися в нафтопродуктах і перетворювати їх у каламутні емульсії.

ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО

Експлуатаційні характеристики дизельного палива передбачають такі технічні вимоги до нього, що забезпечують коректну роботу двигуна за різних температур, довговічність паливної системи та низький рівень шкідливих викидів. Технічні вимоги до експлуатаційних характеристик, зберігання, транспортування та використання регламентуються ДСТУ 7688:2015, з урахуванням європейських стандартів.

Цетанове число

Цетанове число (ЦЧ) є кількісною характеристикою самозаймання дизельних палив, яка визначає час затримки загоряння робочої суміші (час від вприскування палива в циліндр до початку його горіння). ЦЧ дорівнює об'ємній частці н-цетану (рис. 4) у суміші з а-метилнафталіном (рис. 5), що має таку саму затримку самозаймання, як і паливо, що тестується.

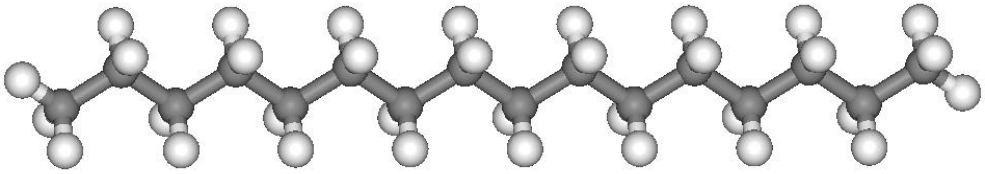


Рис. 4 н-цетан (гексадекан) $C_{16}H_{34,}$ ЦЧ = 100

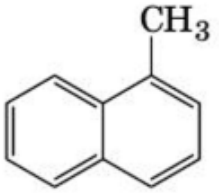


Рис. 5 α-метилнафталін $C_{10}H_7$-CH_3, ЦЧ = 0

Відповідно до стандартів, ЦЧ має бути в межах 40 – 55. При значеннях ЦЧ менше ніж 40 затримка запалювання зростає, що призводить до більш різкіого згоряння палива. При цьому підвищується рівень шуму і вібрації, навантаження на поршневу групу, що прискорює знос двигуна. Чим більше ЦЧ, тим легше відбувається самозаймання дизельного палива. Проте, занадто високе ЦЧ (більше ніж 60) також є небажаним, оскільки при цьому паливо займається надто швидко, що призводить до зниження повноти згоряння, падіння потужності та збільшення витрати палива. Візуально це відображається в появі задимленості.

Прокачуваність палива

Прокачуваність дизельного палива – здатність палива вільно рухатись паливною системою автомобіля. Прокачуваність є низькотемпературною характеристикою з трьома критичними температурами, які є важливими показниками для водіїв:

– *температура помутніння* (**$T_{пом}$**) – температура, за якої в паливі з'являються перші мікрокристали парафінів. Візуально паливо мутніє і набуває білого кольору, але ще зберігає плинність і здатне проходить скрізь фільтри;

– *гранична температура фільтрації* (**ГТФ**) – температура, за якою кристали парафінів збільшуються до розмірів пор паливного фільтру і забивають його; прокачуваність палива при цій температурі припиняється і двигун не заводиться;

– *температура застигання* (**$T_{заст}$**) – паливо перетворюється желеподібну масу і повністю втрачає плинність.

Прокачуваність дизельного палива, як і цетанове число, є фракційне залежною величиною, тобто залежить від складу палива.

Фракційний склад

Дизельне паливо є складною сумішшю вуглеводнів з довжиною карбонового ланцюгу $C_{10} – C_{25}$, що мають температуру кипіння 180 – 360 °С. Співвідношення складових коливається, що впливає на експлуатаційні характеристики дизельного палива. Від 10 % до 40 % дизельного палива складають алкани – нормальні і розгалужені вуглеводні загальною формулою C_nH_{2n+2}, чим вище їх вміст в паливі, тим вище ЦЧ і тим легше відбувається запуск двигуна. Насичені циклоалкани (нафтени) впливають на густину та в'язкість палива. Їх вміст в паливі може коливатись від 20 % до 60 %. Ароматичні вуглеводні (арени) мають підвищену температуру займання і викликають утворення нагару і токсичних речовин під час згоряння. За цих причин їх вміст у паливі варіюється в межах 14 – 30 %.

Довжина карбонового ланцюга і молекулярна структура вуглеводнів є критеріями для класифікації дизельного палива на літнє (Л), зимове (З) та арктичне (А). В літньому паливі переважають важки фракції н-алканів з довжиною карбонового ланцюга $C_{15} – C_{25}$, які мають високу температуру кипіння. Температура помутніння літнього палива становить –5 °С. Розгалужені алкани і циклічні вуглеводні мають більш низькі температури кристалізації в порівнянні з н-алканами тієї ж молекулярної маси, тому зимове паливо містить більше изопарафінів і нафтенів. Температура помутніння зимового палива становить –25 °С. Арктичне дизельне паливо практично не

містить важких н-алканів, а складається з легких вуглеводнів $C_9 – C_{15}$. Крім того, до зимових і арктичних сортів дизельного палива додають депресорно-диспергуючі присадки, дія яких полягає в тому, що їхні молекули «оплітають» кристали парафинів, тим самим не дозволяють їм збільшуватись у розмірах і перетворюватись на желе.

Схильність дизельного палива до утворення відкладень

Йодне число – маса йоду в грамах, яка може приєднатися до 100 г палива – характеризує хімічну стабільність (можливість тривалого зберігання) та ступінь забрудненості палива.

Зольність – кількість золи, що утворюється після повного згоряння наважки палива та подальшого прожарювання цього залишку. Визначається як відношення маси золи до маси палива, що подається, у відсотках. Зольність показує наявність у паливі мінеральних домішок і не повинна перевищувати 0,01 %.

Коксованість є показником наявності у паливі важких вуглеводнів, що схильні утворювати вугільний залишок при високотемпературному (800...900 °С) розкладанні палива без доступу повітря. Кількісною характеристикою є *коксове число*, яке визначається для 10 % залишку палива після перегонки і не повинне перевищувати 0,3 %.

Перевищення цих показників зольності і коксованості є критичним, оскільки використання такого палива викликатиме прискорення зносу циліндропоршневої групи, паливної апаратури високого тиску та системи екологічної фільтрації вихлопних газів.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МАШИННІ МАСТИЛА

При постійній роботі двигунів мастила постійно змінюються внаслідок збільшення вмісту механічних домішок (продуктів абразивного спрацювання) пилу, важких фракцій палива, води, продуктів окиснення вуглеводнів та ін.. Як наслідок, мастило стає непридатним. Систематичний контроль за процесом зміни якості мастила дозволяє визначити термін його зміни, а також охарактеризувати стан двигуна і фільтруючих елементів його системи. До недавнього часу був відсутній критерій по якому з’ясовували питання щодо необхідності зміни мастила у двигуні. Сучасні методи дозволяють оцінювати якість мастил за багатьма параметрами, але для цього необхідна складна апаратура і велика кількість часу. Між тим дослідження показали, що спрацювання поверхонь тертя, в основному залежить від складу механічних домішок та наявності спеціальних присадок.

Зовнішні характеристики палив

Усі бензини, що містять у своїй сполуці етилову рідину, мають жовтогарячий, синій (блакитний) чи зелений колір. Бензини, отримані безпосередньо з нафти при її розгонці чи двоступінчастим каталітичним крекінгом, безбарвні і не набувають ніякого забарвлення протягом тривалого терміну після їхнього виготовлення. Не етильовані бензини термічного крекінгу також безбарвні протягом декількох тижнів з дня їхнього виготовлення, але в міру збереження вони починають зафарбовуватися смолами, що безупинно утворюються, спочатку в ясно-жовтий, а потім у жовтий і в темно-жовтий кольори.

Бензини на відміну від дизельних палив та інших більш важких нафтопродуктів мають специфічний запах, причому різко і неприємно пахнуть бензини термічного крекінгу, тоді як палива двоступінчастого каталітичного крекінгу, що включають значні кількості ароматичних вуглеводнів, мають слабким приємний запах.

У порівнянні з іншими нафтопродуктами бензини більш леткі. Тому їх легко відрізнити від дизельних палив і тим більше від масел. Для встановлення до якого виду палива відноситься випробуваний зразок краплю продукту наносять на долоню руки чи на фільтрований папір і спостерігають характер випаровування, що потім відбувається. Авіаційні і зимові автомобільні бензини цілком випаровуються за 1 хвилину, не залишаючи ніякого сліду. Літні автомобільні бензини випаровуються повільніше.

У методичних вказівках розглядаються і використовуються тільки найпростіші методи.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що таке октанове число бензину і як його визначають? Як цей показник впливає на роботу двигуна внутрішнього згоряння?
2. Що таке детонація? Які ознаки і наслідки детонації?
3. Які показники застосовуються для характеристики хімічної стабільності бензинів?
4. Що характеризує цетанове число дизельного палива, яким є його оптимальний діапазон для сучасних дизелів і до яких наслідків призводить використання палива з занизьким та зависоким цетановим числом?
5. За якими критеріями відбувається класифікація дизельних палив на літнє, зимове та арктичне?
6. Чим відрізняються між собою температура помутніння, температура граничної фільтрованості та температура застигання дизельного палива?
7. Яку інформацію щодо якості дизельного палива надають такі показники як зольність, йодне число і коксованість?

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

МЕТА РОБОТИ – ознайомлення з методами експрес-аналізу на вміст механічних домішок, водорозчинних кислот, лугів, сірковмісних речовин і олефінів для визначення якості паливне-мастильних матеріалів. За результатами дослідів оцінити вплив виявлених домішок на можливість корозійного руйнування відповідного обладнання.

ДОСЛІД 1

ОЦІНКА МОТОРНОГО ПАЛИВА ЗА ЗОВНІШНІМИ ОЗНАКАМИ. ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ ВАЖКИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Мета роботи – ознайомлення з методами експрес-аналізу на зміст механічних домішок, водорозчинних кислот, лугів, сірковмісних речовин і олефінів для визначення якості паливно-мастильних матеріалів. За результатами дослідів зробити висновки щодо впливу виявлених домішок на можливість корозійного руйнування відповідного обладнання.

Устаткування та реактиви

1. Лійки ділильні ємністю 250 мл.
2. Колби конічні.
3. Пробірки.
4. Розчин фенолфталеїну.
5. Розчин перманганату калію.
6. Ареометри.
7. Термометри.
8. Мірний циліндр.
9. Вода дистильована.
10. Розчин метилоранжу.
11. Папір фільтрувальний.

Порядок виконання роботи

1. Пробу палива для випробувань об’ємом 50 мл налити в конус.
2. Провести візуальний огляд проби палива з фіксацією запаху, кольору та наявності (відсутності) зважених або таких, що осіли на дно, твердих частинок.
3. Невелику кількість попередньо перемішаного палива відібрати піпеткою.
4. Одну краплю відібраної проби нанести на фільтрувальний папір.
5. Спостерігати за характером випаровування впродовж 5 хвилин.
6. Залишок висушеної краплі роздивитися в променях світла.

Обробка результатів

Бензини, порівняно з гасом, дизельним паливом, або іншими більш важкими нафтопродуктами, мають специфічний запах. Бензини термічного крекінгу мають різкий і неприємний запах, а палива двоступінчастого каталітичного крекінгу, які містять значну кількість ароматичних вуглеводнів, мають слабкий приємний запах.

Бензини, що отримані шляхом перегонки нафти або двоступінчастого каталітичного крекінгу, безбарвні впродовж тривалого часу після їх виготовлення. Неетильовані бензини термічного крекінгу безбарвні впродовж декількох тижнів з дня виготовлення. Потім, через утворення смол під час зберігання, відбувається їх забарвлення спочатку в світло-жовтий, потім у жовтий і темно-жовтий кольори.

Авіаційний гас та зимові автомобільні бензини випаровуються за 1 хвилину без залишку слідів. Літні автомобільні бензини випаровуються трохи повільніше: на папері зберігається не зовсім висохла пляма. Помітного випаровування дизельного палива за одну хвилину не спостерігається: місце нанесення краплі впродовж декількох хвилин практично не змінюється.

Бензин вважають таким, що не містить важких вуглеводнів, якщо на папері візуально не залишається масляної плями.

Зробити висновок про якість моторного палива: запах, колір, випаровуваність, наявність механічних домішок та води. Результати занести в таблицю експрес-аналізу (приклад заповнення таблиці наведено в табл. 1).

Таблиця 1

Показник	**Бензин**	**Гас**
Колір	Безбарвний	Безбарвний або світло-жовтий
Запах	Різкий	Менш різкий
Леткість	Дуже висока	Нижча
Густина	0,70 – 0,78 г/см³	0,78 – 0,84 г/см³
Горючість	Дуже легко займається	Займається важче

ДОСЛІД 2

АНАЛІЗ БЕНЗИНІВ НА ВМІСТ ВОДИ, ВОДОРОЗЧИННИХ КИСЛОТ І ЛУГІВ

Устаткування та реактиви

1. Зразок моторного палива.
2. Циліндр мірний на 10 мл.
3. Термометр.
4. Лійка ділильна ємністю 250 мл.
5. Пробірки (3 шт.).
6. Вода дистильована.
7. Розчин метилоранжу.
8. Розчин фенолфталеїну.

Порядок виконання роботи

1. Відміряти мірним циліндром 10 мл бензину та налити в ділильну лійку.
2. Відміряти мірним циліндром 10 мл дистильованої води, нагріти до 70 – 80 °С і додати в ділильну лійку з бензином.
3. Узяти ділильну лійку в руки, закрити її притертою скляною пробкою та збовтувати (але не надто енергійно) впродовж 60 – 100 секунд, для перемішування бензину з водою. Відстояти розчин протягом 5 хвилин.
4. В пробірку № 1 налити частину отриманої після відстоювання водяної витяжки та додати до неї дві краплі розчину метилоранжу.
5. В пробірку № 2 налити об’єм дистильовану воду об’ємом, що дорівнює об’єму водяної витяжки в першій пробірці та додати до неї дві краплі розчину метилоранжу.
6. Порівняти колір розчинів у пробірках № 1 і № 2.
7. В пробірку № 3 налити другу частину водяної витяжки та додати до неї три краплі розчину фенолфталеїну. Спостерігати за зміною кольору розчину.

Обробка результатів

Забарвлення досліджуваного розчину водяної витяжки в рожевий колір при додаванні розчину метилоранжу вказує на наявність водорозчинних кислот у бензині.

Забарвлення досліджуваного розчину водяної витяжки в рожевий / червоний колір при додаванні розчину фенолфталеїну свідчить про наявність у бензині водорозчинних лугів.

Поява у досліджуваному розчині каламуті (рис. 6) та розшарування (рис. 7) є ознакою наявності води в зразку.

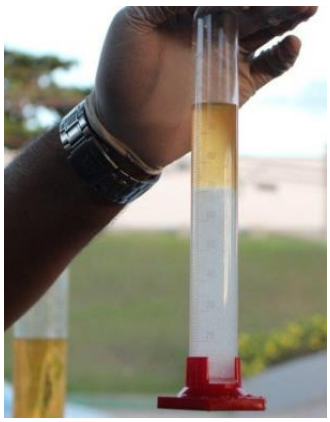


Рис. 6



Рис.7

Висновки: нафтопродукт вважається таким, що не містить вільного лугу при відсутності фарбування водяної чи спиртової витяжки в присутності фенолфталеїну. На відсутність кислот вказує колір водяної витяжки, що не змінює кольору при додаванні метилоранжу.

Увага! Вода є найпоширенішою домішкою, наявність якої викликає корозію металевих деталей, погіршує мастильні властивості, сприяє утворенню емульсій та погіршує роботу паливної системи.

ДОСЛІД 3

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОЛЕФІНІВ У ПАЛИВАХ

Даний аналіз заснований на тому, що олефіни легко окислюються, відновлюючи контактуючі з ними окиснювачі.

Устаткування та реактиви

1. Зразок моторного палива.
2. Розчин Калій перманганату KMnO4.
3. Пробірка градуйована з пробкою.

Порядок виконання роботи

1. Налити в пробірку 3 мл досліджуваного бензину, додати до нього 3 мл водного розчину Калій перманганату KMnO4 і закрити пробірку пробкою.
2. Вміст пробірки інтенсивно збовтати впродовж 10 – 15 секунд.
3. Дати розчину відстоятися. Спостерігати за зміною кольору водного шару розчину.

Збереження малиново-червоного кольору в нижній частині буде свідченням про відсутність у паливі олефінів. Знебарвлення водяного шару та зміна забарвлення з малиново-фіолетового на жовте буде свідчити про наявність олефінів у випробуваній пробі.

ДОСЛІД 4

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СМОЛ У БЕНЗИНАХ

Устаткування та реактиви

1. Зразок моторного палива.
2. Фарфорова чаша.
3. Лінійка.
4. Шприц медичний.
5. Теплоізоляційна прокладка.

Порядок виконання роботи

1. Взяти фарфорову чашу та поставити на теплоізоляційну прокладку.
2. Відібрати шприцом 1 $см^3$ досліджуваного бензину.
3. Відібрану пробу бензину видавити із шприца в центральну частину фарфорової чаші.
4. Запалити бензин у чаші. Після вигоряння бензину на фарфоровій чаші залишиться пляма у вигляді кола темно-жовтого або коричневого кольору.
5. Виміряти діаметр кола в 3–4 напрямках і визначити середній діаметр плями.
6. Визначити кількість смол по Таблиці 2.

Таблиця 2

Діаметр плями, мм	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22
Вміст смол, мг на 100 $см^3$ палива	4	7	11	15	20	32	43	54	70	85	102

Після випробувань нафтопродуктів лабораторними способами та визначивши наявність або відсутність водорозчинних кислот, лугів та олефінів, зробіть висновки про якість та придатність палива, яке досліджували, до застосування.

ДОСЛІД 5

ОЦІНКА ЯКОСТІ МАСТИЛ НАЙПРОСТІШИМИ МЕТОДАМИ

Устаткування та реактиви

1. Зразок мастила.
2. Фільтрувальний папір.
3. Скляна паличка.

Дослід 5.1

Визначення якості мастила від часу експлуатації

Порядок виконання роботи

1. Пробу мастила для випробувань об'ємом 50 мл налити в конус.
2. Наявну пробу мастила підігріти до температури приблизно 30 °С.
3. Провести візуальний огляд проби мастила з фіксацією кольору та наявності (відсутності) зважених або таких, що осіли на дно, твердих частинок.
4. Одну краплю відібраної проби нанести на фільтрувальний папір.
5. Спостерігати за характером просочування краплі по паперу.
6. Залишок висушеної краплі роздивитися при освітленні.

Обробка результатів

Розглядати пляму масляного паска та робити висновки необхідно відразу після того, як пляма мастила розпливеться на папері та всмокчеться, адже з часом пляма масла змінює свій колір і випаровується.

Для накопичення фактичного матеріалу, систематизації та аналізу потрібно оцінювати результати спостережень у балах від 1 до 10. За такою шкалою можливо оцінювати ступінь забруднення продуктами згоряння, сажею, пилом, металами, а також стан мастила і необхідність його заміни. Тест дозволяє виявити наявність води в мастилі, яка може з'явитися, наприклад, у разі наявності конденсату. Якщо контур 3-го паска буде зигзагоподібний або проявиться кільце жовтого кольору, то вода в пробі присутня. Поява додаткового кола зовні вказує на наявність бензину.

5.1. Сіре забарвлення внутрішнього кола (рис.8) вказує на ступінь забруднення мастила сажею, пилом, металами. Інтенсивність забарвлення залежить від пробігу транспортного засобу та часу використовування мастила. Якщо мастило давно не змінювалось, то сажею можуть бути покрити 2-ге та 3-тє кола. Якісне мастило та добре працюючий двигун дають чіткий контур внутрішнього кола.



1-3 Добре 4-7 середне 7-10 погане

рис. 8

За результатом експрес-тесту (рис. 9) робимо висновок, що мастило свіже – кольори відповідають 1-му – 2-гу балам за 10-бальною шкалою. В дослідженому зразку мастила немає води, бруду та домішок.

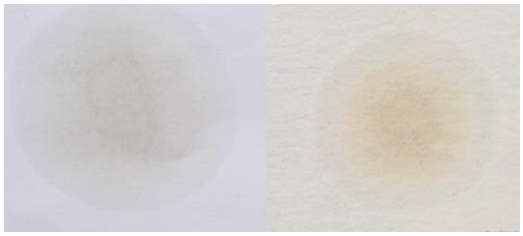


Рис. 9

5.2. Забарвлення другого кола (рис. 10) вказує безпосередньо на стан моторного палива. У бензинових двигунів інтенсивність забарвлення залежить від часу експлуатації масла – чим старіше масло, тим воно темніше. Наявність у мастилі продуктів окиснення призводить до зміни забарвлення, яке переходить від світло-сірого до синьо-чорного. Якщо двигун коптить, то різниці між 1-м та 2-м колами немає. Ступінь забарвлення залежить від пробігу транспорту та часу використовування масла. Якщо мастило давно не змінювалось, то сажею можуть бути покрити 2-ге та 3-тє кола. Якісне мастило та добре працюючий двигун дають чіткий контур внутрішнього кола.



1-3 добре 4-7 середнє 7-10 погане

рис. 10

Друга проба має плями, які за кольором та забарвленням пасків значно відрізняються від першої проби (рис. 11), і за бальною системою відноситься до середньої якості. Висновок: мастило має середню забрудненість та містить домішки води.

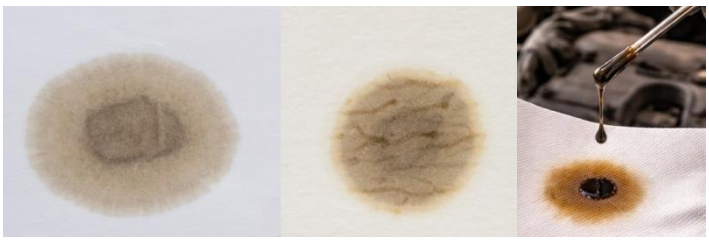


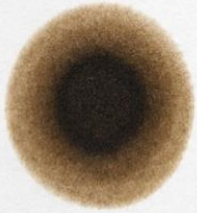
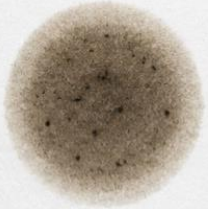
Рис. 11

Наведена нижче порівняльна таблиця якості мастила за зовнішнім виглядом отриманих плям дає можливість оцінити якість мастила та зробити відповідні висновки. Цей експрес-аналіз не замінює лабораторні дослідження, але дозволяє визначити характер стану мастила.

Таблиця 3

КРАПЕЛЬНА ПРОБА МАСТИЛА НА ФІЛЬТРУВАЛЬНОМУ ПАПЕРІ

Порівняльна шкала оцінки якості мастила за зовнішнім виглядом плями

1. НОРМА (свіже мастило)	2. САЖА	3. ВОДА	4. ПАЛИВО (розрідження)	5. ПРОДУКТИ ОКИСНЕННЯ	6. МЕХАНІЧНІ ДОМІШКИ
					
Ознаки: • рівномірна світло-коричнева пляма; • відсутній темний центр; • краї плями рівні, чіткі.	**Ознаки:** • темний (майже чорний) центр плями; • поступовий перехід до світлого краю; • рівномірна структура.	**Ознаки:** • хвилясті (розмиті, "пірчасті") краї плями; • нерівномірне поширення по паперу; • можливі світлі радіальні смуги.	**Ознаки:** • темний центр; • дуже світле широке кільце по краю; • пляма розтікається швидко.	**Ознаки:** • дуже темний колір плями; • бурий або чорний центр; • нерівномірний перехід кольору; • можливий осад у центрі.	**Ознаки:** • наявність чорних точок, крупинок, блискучих частинок; • пляма має зернисту структуру.
Висновок: Мастило свіже, без сторонніх домішок, придатне до використання.	**Висновок:** Наявність сажі. Мастило забруднене продуктами згоряння, потребує заміни.	**Висновок:** Наявність води. Мастило містить вологу, що може викликати корозію.	**Висновок:** Наявність палива (розрідження мастила). Знижена в'язкість і мастильні властивості.	**Висновок:** Наявність продуктів окиснення (старіння). Мастило має підвищену кислотність, непридатне до використання.	**Висновок:** Наявність механічних домішок (пил, бруд, металева стружка). Призводить до абразивного зношування.

Дослід 5.2

Визначення якості мастила за густиною

Порядок виконання роботи

За допомогою скляної палички сформувати краплю досліджуваного мастила і оцінити швидкість та характер падіння краплі по похилій пластині. Порівняти швидкість стікання краплі мастила з еталонним зразком. За швидкістю стікання краплі мастила оціните його в’язкість. Чим повільніше стікає крапля, тим вища в’язкість мастила. Якщо крапля стікає значно швидше, це свідчить про зменшення в’язкості внаслідок старіння мастила або його

розрідження паливом. Надто повільне стікання може вказувати на підвищену в’язкість через окиснення або невідповідність марки мастила умовам експлуатації. Рівномірне стікання без осаду свідчить про задовільний стан мастила. Варіанти тестових досліджень наведені на рис. 12 і в таблиці 4. Порівняйте свої спостереження з табличними та зробить висновки щодо якості вашого зразка мастила.



Рис. 12

Таблиця 4

Спостереження	**Характеристика властивостей мастила**
Крапля стікає дуже повільно	Мастило має **високу в'язкість**. Воно утворює міцну мастильну плівку, але може погіршувати запуск механізмів за низьких температур.
Крапля стікає рівномірно (як у свіжого еталонного мастила)	В'язкість відповідає нормі. Мастило зберегло свої експлуатаційні властивості та придатне до використання.
Крапля стікає швидше, ніж у еталонного зразка	В'язкість знижена. Це може свідчити про розрідження мастила паливом або втрату його властивостей у процесі експлуатації.
Крапля стікає нерівномірно або із залишенням осаду	Мастило містить механічні домішки, продукти окиснення або інші забруднення, що погіршують його якість.

Обробка результатів

За результатами експрес-метода визначення якості мастила оцінити швидкість стікання краплі. Зміна швидкості стікання порівняти зі стандартним зразком. Візуально зафіксувати стан мастила за його фізико-хімічними властивостями і зробити висновок, щодо наявності ознак старіння, забруднення або розрідження мастила.

Увага! *Крапельний тест не призначений для надточної діагностики, а може лише позначити проблему і дозволяє оцінити зміни в'язкості та загального технічного стану мастила.*

Дослід 5.3

Виявлення сірковмісних домішок (якісна оцінка)

Цей дослід дозволяє виявити наявність корозійно-активних сірковмісних домішок у паливі за зміною стану поверхні мідної пластинки.

Устаткування та реактиви

1. Пробірка або скляний циліндр із кришкою;
2. Полірована мідна пластинка (або мідна смужка);
3. Бензин або гас;
4. Пінцет;
5. Наждачний папір (№ 800–1200) або полірувальна паста;
6. Фільтрувальний папір або безворсова серветка;
7. Водяна баня (за наявності) або термостат;
8. Захисні окуляри та рукавички.

Підготовка мідної пластини:

1. Очистити поверхню пластинки дрібнозернистим наждачним папером або полірувальною пастою до металевого блиску.
2. Протерти пластинку чистою серветкою.
3. Не торкатися робочої поверхні руками.

Порядок виконання роботи

1. Налити у пробірку приблизно 20–30 мл досліджуваного бензину або гасу.
2. За допомогою пінцета повністю занурити мідну пластинку в паливо.
3. Закрити пробірку кришкою.
4. Витримати зразок: при кімнатній температурі 30–60 хвилин (експрес-оцінка) або у водяній бані при 50–60 °C протягом 30 хвилин (для пришвидшення процесу).
5. Вийняти пластинку, промити невеликою кількістю чистого бензину або гасу та висушити.
6. Порівняти її зовнішній вигляд із початковим станом.

Обробка результатів

За допомогою даних стану мідної пластини після випробувань на корозію (табл. 5) та візуалізацією поверхні міді по фото еталонних зразків (табл. 6), зробить висновки про наявність та інтенсивність сірковмісних домішок у бензині чи гасі. Вкажіть, як вони пливають на корозійну стійкість відповідного обладнання.

Таблиця 5

Стан мідної пластинки	**Висновок**
Колір не змінився, поверхня блискуча	Сірковмісні корозійно-активні домішки практично відсутні
Незначне потемніння або поява жовтуватого відтінку	Міститься невелика кількість сірковмісних домішок
Темно-коричневий або чорний наліт	Високий вміст корозійно-активних сірковмісних сполук. Паливо може викликати корозію металів
Плями, сильне потемніння, сліди корозії	Паливо не відповідає вимогам за корозійною активністю. Такі домішки прискорюють корозію паливної апаратури, баків і трубопроводів

Таблиця 6



Загальний висновок

Найнебезпечнішими домішками в бензині та гасі є вода, кислотні й сірковмісні сполуки, оскільки саме вони найбільше прискорюють корозію металів. Механічні домішки переважно викликають абразивне зношування деталей, а смолисті речовини та продукти окиснення утворюють відкладення й також можуть сприяти корозійним процесам.

ДОДАТОК

Основні домішки в ПММ та їхній вплив на стан обладнання

Таблиця 7

Домішка	Виявлення	Вплив на властивості мастила
Вода	Нагрівання зразка (поява потріскування, бульбашок або піни)	Викликає корозію металевих деталей, погіршує мастильні властивості, сприяє утворенню емульсій.
Механічні частинки	Фільтрування через паперовий фільтр або візуальний огляд	Підсилюють абразивне зношування деталей, можуть засмічувати фільтри та канали системи змащування.
Металева стружка	Огляд фільтра, використання магніту (для феромагнітних частинок)	Свідчить про інтенсивне зношування деталей механізму, є ознакою можливих несправностей обладнання.
Сажа	Крапельна проба на фільтрувальному папері (темний центр плями)	Свідчить про забруднення та старіння мастила, погіршує його експлуатаційні властивості.
Паливо	Крапельна проба, зниження в'язкості, характерний запах	Зменшує в'язкість і мастильні властивості, прискорює зношування деталей.
Продукти окиснення	Потемніння мастила, поява осаду, різкий запах	Прискорюють старіння мастила, сприяють утворенню відкладень і можуть викликати корозію металевих поверхонь.
Наявність сірковмісних домішок	Визначення стану мідної пластини	Вміст корозійно-активних сірковмісних сполук може викликати корозію металів.

Колір індикаторів у різних середовищах

Таблиця 8

СЕРЕДОВИЩЕ	МЕТИЛОРАНЖ	ФЕНОЛФТАЛЕЇН
Лужне	Жовтий	Малиновий
Нейтральне	Жовтогарячий	Безбарвний
Кисле	Червоний	Безбарвний

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кириченко В. І., Сіренко Г. О., Кириченко В. В. Сучасні паливно-мастильні матеріли : стан та поступ розвитку ч. І. Паливні матеріали. – ІваноФранківськ : Супрун В. П., 2016. – 208 с.
2. Кириченко В. І., Сіренко Г. О., Кириченко В. В. Сучасні паливно-мастильні матеріли : стан та поступ розвитку ч. ІІ. Мастильні матеріали. – ІваноФранківськ : Супрун В. П., 2017. – 288 с.
3. Моторні палива: властивості та якість підручник / Сергій Бойченко, Андрій Пушак, Петро Топільницький, Казимир Лейда; за заг. ред. проф. С. Бойченка. – К. : «Центр учбової літератури», 2017. – 324 с.
4. Яцковский В В.І.Гуцаленко А.В. Паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Лабораторний практикум. Вінниця: ВНАУ.2017-84с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Методичні вказівки
до виконання практичних занять та лабораторних робіт з курсу «Хімія».
Розділ «Паливно-мастильні матеріали».
Для студентів та курсантів нехімічних спеціальностей

Українською мовою

Укладачі:

СТЕПАНОВА Ірина Ігорівна
КОРОГОДСЬКА Алла Миколаївна
ЄРМОЛЕНКО Ірина Юріївна

Відповідальний за випуск І. Ю. Єрмоленко
Роботу до видання рекомендував І. Ю. Єрмоленко

В авторській редакції

Самостійне електронне видання