

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний технічний університет  
"Харківський політехнічний інститут"**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних та лабораторних занять з дисципліни «Хімія»  
для студентів нехімічних спеціальностей

**«Експрес аналіз паливно-мастильних матеріалів»**

Затверджено редакційно-  
видавничою радою університету.  
Протокол № 5 від 07.02.2024 р.

Харків 2024р.

**Експрес аналіз паливно-мастильних матеріалів** : Методичні вказівки до виконання практичних та лабораторних занять з дисципліни «Хімія» для студентів нехімічних спеціальностей / Уклад. І.І. Степанова, А.М. Корогодська, І. Ю. Єрмоленко – Харків: НТУ «ХП», 2024. – 23 с.

Укладачі: Ірина СТЕПАНОВА  
Алла КОРОГОДСЬКА  
Ірина ЄРМОЛЕНКО

Рецензент: Максим ВОЛОБУЄВ

Кафедра загальної та неорганічної хімії

## Мета та завдання методичних вказівок

**Мета методичних вказівок** - надати допомогу студентам у засвоєнні практичних знань та умінь по визначенню якості та властивостей експлуатаційних матеріалів які використовуються на транспорті та визначити їх придатність до використання.

Зміна властивостей бензину може відбутися через хімічні перетворення його компонентів і, в першу чергу від окиснення ненасичених вуглеводів. Бензини термічного та каталітичного крекінгів містять значну кількість олефінів, здатних під час транспортування та збереження окислюватися до нафтових 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.

Схильність палив до окиснення і смолоутворення при їхньому тривалому збереженні характеризують індукційним періодом, що визначається за ДСТ 4039—48. *Індукційним періодом називається виражений в хвилинах час, протягом якого випробуваний бензин у середовищі чистого кисню під тиском 0,7 МПа і при температурі 100° практично не піддається окисненню.* Чим більше індукційний період, тим стабільніше бензин і тим довше його можна зберігати. Нижче наведені припустимі терміни збереження автомобільних бензинів (у роках) для північного, середнього і південного кліматичних поясів:

мінімальний термін (6 міс.) відноситься до умов збереження дуже несприятливих (південний кліматичний пояс; у баках);

максимальний (6 років), навпаки, до дуже сприятливого (північний райони країни, у підземних резервуарах).

Ступінь засмолення бензинів визначається змістом так званих фактичних смол. Фактичним смолами в бензині (гасі, дизельному паливі) вважають усі смолоподібні продукти, що залишаються в склянці після повного випару з нього в струмені повітря 25 мл випробуваного бензину (ДСТ 1567-56 чи ДСТ 8489-58). Результат іспиту виражають у міліграмах фактичних смол на 100 мл палива. Максимальний зміст смол у момент застосування автомобільних бензинів не повинен перевищувати: 25 мг на 100 мл марки А-66, 15 мг на 100 мл марок А-72 і А-76 і 10 мг на 100 мл марки АІ-93.

Якщо не вжити спеціальних заходів, то зазначений гранично припустимий зміст фактичних смол може з'явитися в бензині через кілька тижнів. Тому в бензини, що мають у своїй сполуці 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 темп 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 того, що сказано вище, 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 тільки в тому випадку, якщо в останніх будуть присутні наступні сполуки: мінеральні кислоти, луги, органічні кислоти, сірка і сірчані 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 кислого характеру 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 їхній зміст має якісний характер.

### **Роль органічних (нафтових) кислот**

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

*Наявність органічних кислот у паливах прийнято характеризувати кислотністю, під якою розуміють кількість лугу KOH, виражену в міліграмах, яка потрібна для нейтралізації усіх нафтових 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” водної витяжки, що свідчить про відсутність мінеральних кислот і лугів.*

### **Роль сполук сульфуру**

Активні сполуки сульфуру здатні викликати корозію металів за нормальних умов, з цієї причини вони зовсім неприпустимі в паливах.

Наявність активних сполук сульфуру якісно виявляється іспитом на мідну пластинку, яку ретельно зачищають та витримують визначений час при заданій температурі в нафтопродукті, зокрема, в паливах для двигунів 3 ч при 50°C. Нафтопродукт не витримав іспиту на мідну пластинку, якщо вона покрилася

чорними, темно-коричневими чи сіро-сталевими нальотами і плямами. При всіх інших змінах, якщо на пластинці відсутності зміни її кольору, вважається, що продукт витримав іспит (ДСТ 6321—69). Це означає, що концентрація активних сполуки сульфуру у випробуваному бензині не перевищує припустимої межі і, зокрема, у ньому міститься сульфуру не більш 0,0015 %, а сірководню – не більш 0,0003 %.

Неактивні сполуки сульфуру практично не спричиняють корозії металів при нормальних умовах, і з цього погляду не має сенсу вимагати повної їхньої відсутності. Вони можуть викликати корозію металу тільки після згорання в двигуні. Численними дослідженнями встановлено, що чим більше в бензині неактивних сполук сульфуру, тим більше зношування деталей двигуна, тому у паливах може міститися обмежена кількість неактивних сполук сульфуру.

Через різноманіття неактивних сполук сульфуру зміст їх виражається сумарно у формі складової частини бензину, що припадає на наявну в них елементарну сірку. Максимальний вміст сульфуру в автомобільних бензинах дорівнює 0,12 %.

### *Механічні домішки і вода в бензинах та гасах*

Згідно технічним вимогам до бензинів та гасів 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 апаратури подачі палива та деталей двигунів.

Як відомо, будь-які палива для двигунів не повинні містити і фактично не містять механічних домішок і води. Однак, до них можуть потрапити домішки і вода при транспортуванні, збереженні, заправленні і т.д. Палива для двигунів, що мають у своїй сполуці продукти термічного чи одноступінчастого каталітичного крекінгу, можуть містити значну кількість олефінів (неграничні вуглеводні ряду етилену, загальною формулою  $C_{n2n}$ ), здатних під час транспортування і збереження перетворюватися в смоли, внаслідок окисно-полімеризаційних процесів. Надмірно висока концентрація смол шкідливо впливає на роботу двигунів. Тому палива повинні періодично перевірятися на

наявність домішок, смол і води найпростішими методами (якісно) або за допомогою спеціальних приладів. 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:

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

б) у деяких випадках вода сприяє погіршенню палива, а це, в першу чергу, стосується бензинів крекінгу, які обводнені інтенсивніше та засмолюються за рахунок вимивання інгібітора;

в) у зимовий час замерзла вода закупорює паливні комунікації.

Названим вимогам цілком задовольняють бензини і дизельні 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 тільки 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.

### **Загальні відомості щодо машинних мастил**

При постійній роботі двигунів мастила постійно змінюються за рахунок збільшення механічних домішок ( продуктів абразивного спрацювання) пилу, важких фракцій палива, води, продуктів окиснення та осмолення вуглеводнів і

т.і. в результаті чого 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.

### **Властивості та експлуатаційні характеристики моторних палив**

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

Основними експлуатаційними характеристиками автомобільних бензинів є *детонаційна стійкість* (стійкість до передчасного займання в камері згоряння), *фракційний склад*, *хімічна стабільність* і *корозійна дія* на

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

Згоряння основної частини паливної суміші після займання від іскри відбувається зі звичайною швидкістю. Але остання частина паливного заряду (до 15–20 %) знаходиться перед фронтом полум'я та миттєво самозаймається, швидкість розповсюдження полум'я зростає до 1500–2500 м/с, внаслідок чого відбувається різке (стрибками) зростання тиску. Перепад тиску утворює ударну детонаційну хвилю, удар якої об стінки циліндра та її відбиття від них призводить до вібрації та викликає характерний металевий стук, що є головною зовнішньою ознакою детонаційного згоряння.

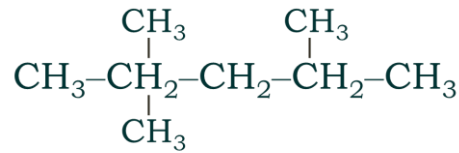
*Октанове число ОЧ* – умовна одиниця вимірювання детонаційної стійкості, яка чисельно дорівнює об'ємній долі (%) ізооктану в його суміші з гептаном, еквівалентній по детонаційній стійкості пального, що досліджується, при стандартних умовах випробування.

Октанове число ізооктану прийняте рівним 100, гептану дорівнює 0. 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.





Гептан. ОЧ = 0



Ізооктан. ОЧ = 100

Чим вище ОЧ, тим вища стійкість бензину до детонації, тим вище його якість!!!

### Зовнішні характеристики бензинів та гасів

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 гасів, 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 гасів, 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.

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### Коротка інструкція по техніці безпеки при роботі в лабораторії з ПММ

1. Підготовку проб нафтопродуктів до випробувань (переливати із посудів в прилади та проводити поділи) треба на відстані не менше ніж 1 м від відкритого полум'я.
2. Паливо, яке залишилось, злити в ємність та закрити пробкою.
3. При роботі зі скляними посудами ( колбами, пробірками ) не вживати надлишкових зусиль при закритті пробкою.
4. У випадку самозапалення горючої суміші швидко відставити сосуди з нафтопродуктами від полум'я та негайно приступити до гасіння пожежі шляхом засипання місця горіння піском. Гасіння нафтопродуктів водою **забороняється.**
5. Після роботи усі відпрацьовані нафтопродукти злити в спеціальну ємність.

### 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 і олефінів. Здобуття навичок контролю в оцінці якості бензинів та гасів.

*Устаткування та реактиви*

- |                                   |                    |                          |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1. Лійки ділильні ємністю 250 мл. | 6. Ареометри.      | 11. Папір фільтрувальний |
| 2. Колби конічні.                 | 7. Термометри.     |                          |
| 3. Пробірки.                      | 8. Мірний циліндр. |                          |

- |                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| 4. Розчин фенолфталеїну.      | 9. Вода дистильована.  |
| 5. Розчин перманганату калію. | 10. Розчин метилоранжу |

### ***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, випаровуємість, наявність механічних домішок та води!*

## Дослід 2

### Аналіз бензинів на вміст 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, підігріти 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.

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 змінюється від метилоранжу.

### 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  $\text{KMnO}_4$ .
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  $\text{KMnO}_4$  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 водного 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<sup>3</sup> досліджуваного бензину.
3. Відібрану пробу бензину видавити із шприца в центральну частину фарфорової чаші.
4. Запалити бензин у чаші. Після вигорання бензину на фарфоровій чаші залишиться пляма у вигляді кола темно-жовтого або коричневого кольору.
  1. Виміряти діаметр кола в 3–4 напрямках і визначити середній діаметр плями.
  2. Визначити кількість смол по Таблиці 1.

*Таблиця 1*

|   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Діаметр плями, мм                               | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22  |
| Вміст смол,<br>мг на 100 см <sup>3</sup> 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.

#### **Порядок виконання роботи**

1. Пробу мастила для випробувань об'ємом 50 мл налити в конус.
2. Наявну пробу мастила підігріти до температури приблизно 30С<sup>0</sup>.

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.



рис.5.1

1-3 добре 4-7 середне 7-10 погане

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

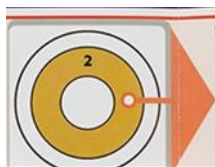


рис.5.2

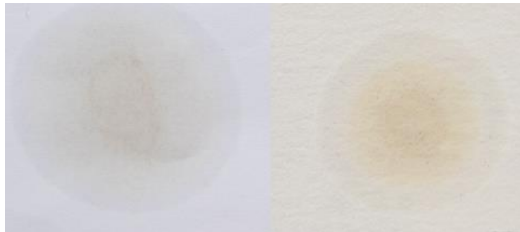
1-3 добре 4-7 середне 7-10 погане

5.2 Забарвлення другого кола (рис.5.2) вказує безпосередньо на стан моторного палива. У бензинових двигунів інтенсивність забарвлення залежить від часу

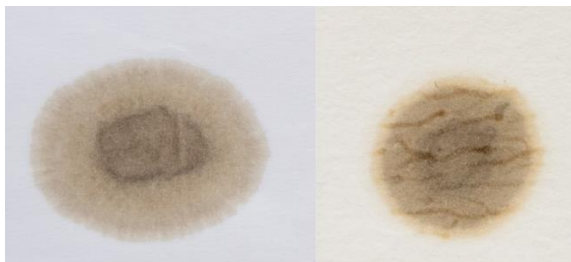
експлуатації масла – чим старіше масло, тим воно темніше. Наявність у мастилі продуктів окиснення призводить до зміни забарвлення, яке переходить від світло-сірого до синьо-чорного. Якщо двигун коптить, то різниці між 1-м та 2-м колами немає. Ступінь забарвлення залежить від пробігу транспорту та часу використання масла. Якщо мастило давно не змінювалось, то сажею можуть бути покриті 2-ге та 3-тє кола. Якісне мастило та добре працюючий двигун дають чіткий контур внутрішнього кола.

Приклад пояснень отриманих результатів дослідів.

5.3.1. За результатом експрес-теста робимо висновок, що мастило свіже — кольори відповідають 1-му -2-м балам за 10-бальною шкалою. В дослідженому зразку мастила немає води, бруду та домішок



5. 3.2 Друга проба має плями, які за кольором та забарвленням пасків значно відрізняються від першої проби, і за бальною системою відноситься до середньої якості. Висновок: мастило має середню забрудненість та містить домішки води.



*Крапельний тест не призначений для надточної діагностики, а може лише позначити проблему.*



## Варіанти завдань для перевірки знань

по темам: розчини та корозія металів

### **Варіант 1.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, якщо в ньому об'ємні частки етиленгліколю та води становлять 0,4 та 0,6? Густина етиленгліколю -  $1,116 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту сталеві та мідної деталей, якщо разом з бензином туди потрапляє вода? Наведіть катодні та анодні реакції цих процесів.

### **Варіант 2.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, одержаний змішуванням води та гліцерину в рівних об'ємах? Густина гліцерину -  $1,26 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту сталеві та алюмінієвої деталей, якщо разом з бензином туди потрапляє вода? Наведіть катодні та анодні реакції цих процесів.

### **Варіант 3.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, якщо для приготування 20 л узяли 5 л води та 15 л етиленгліколю? Густина етиленгліколю -  $1,116 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ .

2. Який метал буде підлягати корозії в циліндрі сгорання у місці контакту сталеві та алюмінієвої деталей, якщо разом з бензином туди потрапляє вода? Наведіть катодні та анодні реакції цих процесів.

### **Варіант 4.**

1. Розрахуйте об'єм води та гліцерину, необхідні для одержання 7л антифризу з температурою замерзання –  $29^\circ\text{C}$ . Густина гліцерину -  $1,26 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту сталеві та мідної деталі, якщо разом з бензином туди потрапляє кислота? Наведіть катодні та анодні реакції цих процесів.

### **Варіант 5.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, якщо в ньому об'ємні частки гліцерину та води становлять 0,45 та 0,55? Густина етиленгліколю -  $1,26 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$

2. Чи буде руйнуватися цинкове покриття у місці контакту з міддю, якщо разом з бензином туди потрапить луг? Наведіть катодні та анодні реакції цих процесів.

**Варіант 6.**

1. При якій температурі кипить антифриз, якщо в ньому масові частки етиленгліколю та води становлять 0,4 та 0,6? Густина етиленгліколю - 1,116 г/см<sup>3</sup>,  $K_{\text{сб.Н}_2\text{О}}=0,52$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту сталеві та мідної деталей, якщо разом з бензином туди потрапляє вода?

**Варіант 7.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, одержаний змішуванням води та гліцерину в однакових об'ємах? Густина гліцерину - 1,26 г/см<sup>3</sup>,  $K_{\text{кр. Н}_2\text{О}}=1,86$ .

2. У якому випадку швидкість корозійних процесів більша: у місці контакту сталеві деталі з міддю, сріблом, цинком чи алюмінієм, якщо разом з бензином туди потрапляє розчин кислоти? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 8.**

1. Яке потрібне співвідношення для води та етиленгліколю, щоб приготувати з них антифриз з температурою замерзання приблизно – 20°C? Густина етиленгліколю - 1,116 г/см<sup>3</sup>.  $K_{\text{кр.Н}_2\text{О}}=1,86$ .

2. Як зміниться швидкість корозійного процесу, який відбувається у моторі в місці контакту сталеві та мідної деталей, якщо разом з бензином туди потрапляє вода, а перепад температур сягає 60°C? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 9.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, якщо для приготування 10 л взяли 3 л води та 7 л етиленгліколю? Густина етиленгліколю - 1,116 г/см<sup>3</sup>,  $K_{\text{кр. Н}_2\text{О}}=1,86$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються в системі омивання, якщо нікелеве покриття на сталевій деталі має порушення цілісності, (рН=4)? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 10.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, якщо в ньому об'ємні частки етиленгліколю та води становлять 0,38 та 0,62. Густина етиленгліколю -  $1,116 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ .

2. Які корозійні процеси можуть відбуватися на сталевих гальмах циліндрах, якщо рН гальмової суміші дорівнює 8? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 11.**

1. Який об'єм гліцерину ( $\rho=1,26 \text{ г/см}^3$ ) слід додати до 4л води для одержання антифризу з температурою замерзання  $-27 \text{ }^\circ\text{C}$ ?  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту сталевий та мідної деталі, якщо разом з бензином туди попадає вода?

**Варіант 12.**

1. Розрахуйте об'єми води ( $\rho =1,0\text{г/см}^3$ ) та гліцерину ( $\rho=1,26\text{г/см}^3$ ), необхідного для одержання 7л антифризу з температурою замерзання  $-29^\circ \text{C}$ .  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту сталевий та мідної деталі, якщо разом з бензином туди потрапляє вода? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 13.**

1. Для приготування антифризу на 15л води ( $\rho =1,02\text{г/см}^3$ ) взяли 5л етиленгліколю (густина етиленгліколю -  $1,116 \text{ г/см}^3$ ). При якій температурі замерзатиме антифриз ( $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ )?

2. Які корозійні процеси відбуваються на поверхні сталевий деталі в атмосферних умовах? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 14.**

1. При якій температурі замерзатиме антифриз, якщо в ньому об'ємні частки етиленгліколю та води становлять 0,3 та 0,7. Густина гліцерину -  $1,26 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр. H}_2\text{O}}=1,86$ .

2. У якому випадку швидкість корозійних процесів сталевий деталі буде більше: у місці контакту з оловом, сріблом або з бісмутом?

**Варіант 15.**

1. Для приготування антифризу на 10л ( $\rho = 1,02 \text{ г/см}^3$ ) взяли 3л гліцерину  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  ( $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$ ). Яка температура замерзання такого антифризу?  $K_{\text{кр H}_2\text{O}} = 1,86$ .

2. Яке покриття, анодне чи катодне, слід застосувати на сталевій деталі для запобігання корозійних процесів, якщо вона працює в середовищі при  $\text{pH} = 3$ ? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 16.**

1. Яка температура кипіння антифризу, якщо в ньому об'ємні частки гліцерину та води становлять 0,38 та 0,62.  $K_{\text{єб. H}_2\text{O}} = 1,86$ .

2. Як впливає на корозію алюмінію наявність у розчині залишків солі ( $\text{NaCl}$ )? Відповідь обґрунтуйте.

**Варіант 17.**

1. Яка температура кипіння розчину глюкози ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), якщо в 1л води розчинили 80 г глюкози?  $K_{\text{єб H}_2\text{O}} = 0,52$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються при порушенні нікелевого захисного покриття на сталевій деталі двигуна, якщо разом з бензином туди попадає вода? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 18.**

1. При якій температурі замерзатиме 3л розчину  $\text{NaCl}$ , якщо маса солі в розчині дорівнює 9г?  $K_{\text{кр H}_2\text{O}} = 1,86$ .

2. Як впливає на корозію оцинкованого заліза залишки розчину  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які, можливо, там перебігають.

**Варіант 19.**

1. При якій температурі буде кипіти 10л розчину солі з масою  $\text{NaCl} - 25\text{г}$ ?  $K_{\text{єб H}_2\text{O}} = 0,52$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту сталевій та мідної деталі, якщо разом з бензином туди потрапляє вода? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 20.**

1. Як зміниться температура замерзання антифризу, якщо в ньому об'ємні частки спирту та води становлять 0,8 та 0,2. Густина етанолу -  $0,86 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{кр.сп}}=1,22$ .

2. Які корозійні процеси відбуваються у гідроприводі у місці контакту деталі, якщо разом з бензином туди потрапляє вода? Відповідь обґрунтуйте та наведіть катодні та анодні реакції процесів, які там перебігають.

**Варіант 21.**

1. При якій температурі замерзатиме розчин бензолу та етанолу, якщо в ньому об'ємні частки відповідно становлять 0,4 та 0,6 ( $\rho_{\text{етанолу}}=0,86 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho_{\text{бензолу}}=0,92 \text{ г/см}^3$ ).  $K_{\text{кр.етанолу}}=1,98$ .

2. Як зміниться швидкість корозійного процесу, який відбувається у гідроприводі у місці контакту титанової та мідної деталі, при підвищенні температури на  $100^{\circ}\text{C}$ ?

## ДОДАТОК А

Таблиця А1.

Колір індикаторів у різних середовищах

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

## Колігативні властивості розчинів

Висновки з закону Рауля: підвищення температури кипіння та зниження температури замерзання розчину відносно чистого розчинника пропорційні моляльній концентрації розчиненої речовини:

$$\Delta T_k = K_{\text{еб.}} \cdot C_m, \quad \text{або} \quad \Delta T_k = K_{\text{еб.}} \cdot m_1 \cdot 1000 / M m_2.$$

$$\Delta T_z = K_{\text{кр.}} \cdot C_m, \quad \text{або} \quad \Delta T_z = K_{\text{кр.}} \cdot m_1 \cdot 1000 / M m_2,$$

де  $\Delta T_k = T_2 - T_1$  де  $\Delta T_k$  – підвищення температури кипіння,  $T_1$  – температура кипіння чистого розчинника,  $T_2$  – розчину.

$\Delta T_z$  – зниження температури замерзання.  $T_1$  – температура замерзання чистого розчинника,  $T_2$  – розчину.  $C_m$  – моляльність розчину (моль/кг),  $m_1$  – маса розчиненої речовини,  $m_2$  – маса розчинника в грамах,  $K_{\text{еб.}}$ ,  $K_{\text{кр.}}$  – ебуліоскопічна та кріоскопічна сталі, які залежать тільки від властивостей розчинника – його температури кипіння (замерзання)  $T_{k(z)}$ , молярної маси розчиненої речовини  $M$ , теплоти випаровування (плавління) і не залежать від властивостей розчиненої речовини.

На зміні температур кипіння та замерзання розчинів базується метод визначення молекулярних мас речовин:

$$M = K_{\text{еб.}} \cdot m_1 \cdot 1000 / m_2 \cdot \Delta T_k$$

$$M = K_{\text{кр.}} \cdot m_1 \cdot 1000 / m_2 \cdot \Delta T_z,$$

Таблиця А2

Значення ебуліоскопічних та кріоскопічних констант деяких речовин

| Розчинник         | Температура<br>замерзання,<br>Т <sub>зам</sub> , °С | К <sub>кр.</sub> ,<br>г /моль | Температура<br>кипіння,<br>Т <sub>кр.</sub> , °С | К <sub>єб.</sub> ,<br>г /моль |
|-------------------|---|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Вода              | 0   | 1.86                          | 100  | 0.52                          |
| Бензол            | 5.5   | 5.1                           | 80.2   | 2.57                          |
| Оцтова<br>кислота | 16.55   | 3.9                           | 118.5  | 3.1                           |
| Фенол             | 41  | 7.3                           | 182.5  | 3.6                           |
| Анілін            | -5.96   | 5.87                          | 114.8  | 2.6                           |
| Етанол            | ---   | ---                           | 78.4   | 1.16                          |

### Рекомендована література

1. Кириченко В.І., Сіренко Г.О., Кириченко В.В. Сучасні паливно-мастильні матеріали : стан та поступ розвитку. Ч. І. Паливні матеріали. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2016. – 208 с.

2. Кириченко В.І., Сіренко Г.О., Кириченко В.В. Сучасні паливно-мастильні матеріали : стан та поступ розвитку. Ч. II. Мастильні матеріали. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2017. – 288 с.

3. Моторні палива: властивості та якість підручник / С. Бойченко, А. Пушак, П. Топільницький, К. Лейда; за заг. ред. проф. С. Бойченка. – К. : «Центр учбової літератури», 2017. – 324 с.

4. Яцковський В.І., Гуцаленко А.В. Паливо-мастильні та інші експлуатаційні матеріали : лабораторний практикум. – Вінниця: ВНАУ, 2017. – 84 с.