

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Український державний університет  
науки і технологій**

---

Кафедра «Галузевого машинобудування»

*В авторській редакції*

## **ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

Методичні рекомендації  
до практичних та лабораторних робіт

*Електронне видання*

ДНІПРО  
2025

Упорядники:

*О. М. Лосіков, П. Т. Мельянцов, В. К. Сидоренко*

Електронне видання

Схвалено Групою забезпечення якості освітньої програми  
133 «Інжиніринг механічних систем»  
Протокол № 5 від 23.01.2025 р.

Е 45    Експлуатаційні матеріали : методичні рекомендації до практичних та лабораторних робіт / упоряд. О. М. Лосіков, П. Т. Мельянцов, В. К. Сидоренко ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2025. – 49 с.

Викладені методичні рекомендації до виконання практичних та лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Експлуатаційні матеріали», наведений порядок виконання практичних та лабораторних робіт, перелік та зміст робіт, опис процедури виконання кожної роботи, рекомендована література.

Призначені для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (бакалаврський рівень).

Табл. 9. Іл. 10. Бібліогр.: 7 назв.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОНАННЮ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .	6
2 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	7
3 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ.....	8
Лабораторна робота №1.....	8
Визначення тиску насичених пар бензину .....	8
Лабораторна робота № 2.....	12
Визначення низькотемпературних властивостей дизельного палива .....	12
Лабораторна робота № 3.....	17
Визначення температури спалаху моторного мастила у відкритому тиглі .....	17
Лабораторна робота № 4.....	20
Визначення температури краплепадіння пластичного мастила.....	20
4 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ.....	22
Практична робота №1 .....	22
Дослідження технічного стану шин транспортних засобів .....	22
Практична робота № 2 .....	28
Визначення вмісту води в мастилi.....	28
Практична робота №3 .....	31
Розрахунок нормативних витрат палива.....	31
Лабораторна робота № 4.....	43
Визначення масової частки сірководню в складі газоподібного палива.....	43
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ПОСИЛАНЬ .....	48

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Експлуатаційні матеріали» входить до циклу вибіркових дисциплін професійної підготовки студентів, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг механічних систем» спеціальності 133 – Галузеве машинобудування першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Метою наявного видання у контексті вивчення дисципліни «Експлуатаційні матеріали» є формування у студентів комплексу знань про властивості палив, мастильних матеріалів, спеціальних рідин, вплив їх якостей на техніко-економічні показники роботи колісно-гусеничних засобів, а також опанування навичок по визначенню показників якості та підбору відповідних сортів і марок палив, мастильних матеріалів, спеціальних рідин, які застосовуються під час експлуатації транспортних засобів.

Видання сприяє набуттю таких фахових компетентностей, передбачених освітньою програмою:

ІК1. Здатність розв'язувати складні завдання та проблеми в галузевому машинобудуванні, що передбачає використання набутих професійних знань, умінь і навичок, впровадження інноваційних форм роботи та проведення досліджень в сфері галузевого машинобудування;

ЗК2. Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях;

ФК13. Здатність використовувати інженерні знання в різних галузях.

Відповідно до освітньої програми видання спільно з іншими освітніми компонентами має забезпечити досягнення таких програмних результатів навчання:

РН68. Здатність орієнтуватись в номенклатурі, асортименті, властивостях і маркіруванні експлуатаційних матеріалів, обґрунтувати необхідність і доцільність використання матеріалів в конкретних умовах. Вести цілеспрямовану роботу по економії матеріальних ресурсів та дотримуватися принципів оптимального природокористування і охорони довкілля.

Очікувані результати виконання завдань за наявним виданням (згідно зі змістом навчальної дисципліни) представлені у таблицях 1 та 2.

Таблиця 1 – Очікувані результати навчання та виконання практичних і лабораторних робіт.

Код	Очікуваний результат навчання	Рівень
ОРН1	Здатність застосовувати отриманні знання та практичні навички при виборі та застосуванні експлуатаційних матеріалів при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті колісних та гусеничних транспортних засобів.	III
ОРН2	Здатність втілювати заходи з техніки безпеки й охорони навколишнього середовища при використанні експлуатаційних матеріалів.	III
ОРН3	Вміння опрацьовувати інформаційні джерела для отримання інформації по номенклатурі, асортименту, властивостям, маркіруванню сучасних вітчизняних та зарубіжних експлуатаційних матеріалів з метою практичного використання цих матеріалів в конкретних умовах експлуатації транспортних засобів.	III
ОРН4	Здатність застосовувати отриманні знання та практичні навички при визначенні основних показників якості експлуатаційних матеріалів, нормування їх витрат та економії матеріальних ресурсів.	III

Таблиця 2 – Соціальні навички фахівця (за Б. Блумом), розвитку яких сприяє навчальна дисципліна та виконання практичних і лабораторних робіт (ОН – «особистісні навички»; КН – «комунікаційні навички»)

Код	Соціальна навичка ( <i>soft skill</i> )
ОН2	Здатність самостійно приймати рішення
ОН3	Здатність формулювати цілі
ОН6	Розуміння важливості вчасного виконання поставлених завдань
КН1	Здатність зрозуміло формулювати думки
КН3	Здатність надавати аргументовані відповіді

## **1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОНАННЮ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Методичні рекомендації до практичних та лабораторних робіт мають на меті ознайомити студентів з основними прийомами випробування якості палив, мастильних матеріалів, навчити їх правильно давати оцінку експлуатаційним властивостям цих продуктів за даними аналізу або паспорта, а також нормування їх витрат та економії матеріальних ресурсів.

Успішне виконання завдань залежить від попередньої підготовки студентів до занять, строгого дотримання методики проведення випробувань і дотримання правил техніки безпеки та протипожежних мір.

На робочому місці повинно бути все необхідне для виконання завдання й не повинне бути нічого, що відволікало б увагу і заважало проведенню роботи. Брудний посуд і прилади, погане припасування деталей у місцях з'єднання частин приладів, неправильно використані реактиви негативно впливають на результати випробування, тому до виконання випробування приступають лише після того, як апарат або прилад зібраний і перевірений.

Пробу продукту, що підлягає аналізу перед випробуванням ретельно перемішують збовтуванням. Продукт, який був використаний для визначення тих або інших показників, у жодному разі назад у склянку із пробєю не виливають, тому що він при аналізі частково втратив первісні якості. Виключення становить тільки випробування по визначенню щільності, проробивши яке продукт можна злити назад у склянку зі зразком і використати для інших випробувань.

Роботи повинні виконуватися студентами із заданими зразками продуктів і в точній відповідності з методичними рекомендаціями. Непродуманість або поспішність у виконанні випробування не дасть точних результатів роботи, а також може привести до псування приладів і навіть до нещасного випадку.

У звіті по виконаній роботі повинні бути освітлені питання: номер і найменування роботи, характеристика досліджуваного показника якості і його розмірність, сутність випробування, короткий опис ходу випробування з рисунками принципів схем приладів, найменування продукту й дані досвіду, розрахунок показника, при необхідності робиться графічна побудова, оцінка результату випробування, включаючи порівняння з нормами ДСТУ і оцінку поведінки продукту при його використанні у автомобілях.

## 2 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

При виконанні лабораторних та практичних робіт студенти мають справу з легкозаймистими, горючими й токсичними рідинами. До перших відносяться бензини та інші нафтопродукти й розчинники. До другої групи відносяться гас, дизельні палива й деякі гальмові рідини. Токсичними є різні ароматичні вуглеводні, антифризи й гальмові рідини.

Тому головною небезпекою при роботах є пожежна небезпека, а також можливість отруєння парами токсичних речовин або від потрапляння їх у харчовий тракт.

*Попередження пожеж.* При проведенні робіт забороняється застосовувати відкрите полум'я або інше джерело можливого запалення. Спалювання зразків палив при їхньому аналізі допускається тільки в приготівленій для цієї мети витяжній шафі, з якої попередньо вилучені всі склянки з нафтопродуктами.

Для роботи варто використовувати нафтопродукти в кількості не більший, ніж зазначено в методичних рекомендаціях. Підготовку проб до випробування потрібно проводити до включення нагрівальних приладів.

При сильному запаху бензину або іншого легкозаймистого продукту треба всі роботи припинити і ретельно провітрити приміщення.

Використані проби нафтопродуктів і інших рідин не можна зливати в раковини: у сифонах раковин ці продукти накопичуються й можуть послужити причиною вибуху й травм.

При запаленні випробуваних проб поза приладами полум'я варто гасити з вуглекислотного вогнегасника або засипати вогнище полум'я піском.

*Попередження опіків і отруень.* Остерігатися дотику до гарячих приладів. Не розбирати гарячі прилади, а почекати, коли вони охолонуть. Після робіт обов'язково вим'яти руки водою з милом.

*Попередження травм.* При роботі зі скляними приладами і посудом не вживати зайвих зусиль при закриванні приладів пробками, вдяганні гумових трубок і т.п., щоб уникнути поломок скла й порізів рук осколками.

При роботах строго дотримуватися методичних рекомендацій. Варто пам'ятати, що поспішність або непередумане відхилення від рекомендованого порядку роботи можуть спричинити пожежу або нещасний випадок.

### 3 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

#### Лабораторна робота №1

#### Визначення тиску насичених пар бензину

**Мета:** Вивчити сутність процесу визначення тиску насичених пар бензину.

**Загальні відомості.** Висока випаровуваність – одне з найважливіших властивостей бензину. Розрізняють випаровування двох видів – *статичну* і *динамічну*.

*Статичне випаровування* – це випаровування з нерухомої поверхні палива в нерухоме повітря. Воно спостерігається при зберіганні палива в резервуарах.

*Динамічне випаровування* відбувається при обдуванні палива потоком повітря, наприклад, у системі живлення двигуна внутрішнього згорання.

Випаровування бензину обумовлюється тиском його насичених пар. Якщо в замкнутій системі швидкість випару стає рівної швидкості конденсації, то в системі настає динамічна рівновага. При цьому щільність пари буде максимальної, а пар – насиченим [1].

*Насичений пар* – це пар, що перебуває в рівноважному стані з рідиною. Температура його така ж, як і у рідини, що випаровується.

*Тиск насиченого пару рідини* – це тиск, що розвивають пари в умовах рівноважного стану з рідиною при даній температурі. Для простих рідин тиск насиченого пару визначається тільки природою рідини і температурою, а для складних (наприклад, бензину) – залежить також і від відношення обсягу парової фази до обсягу рідкої.

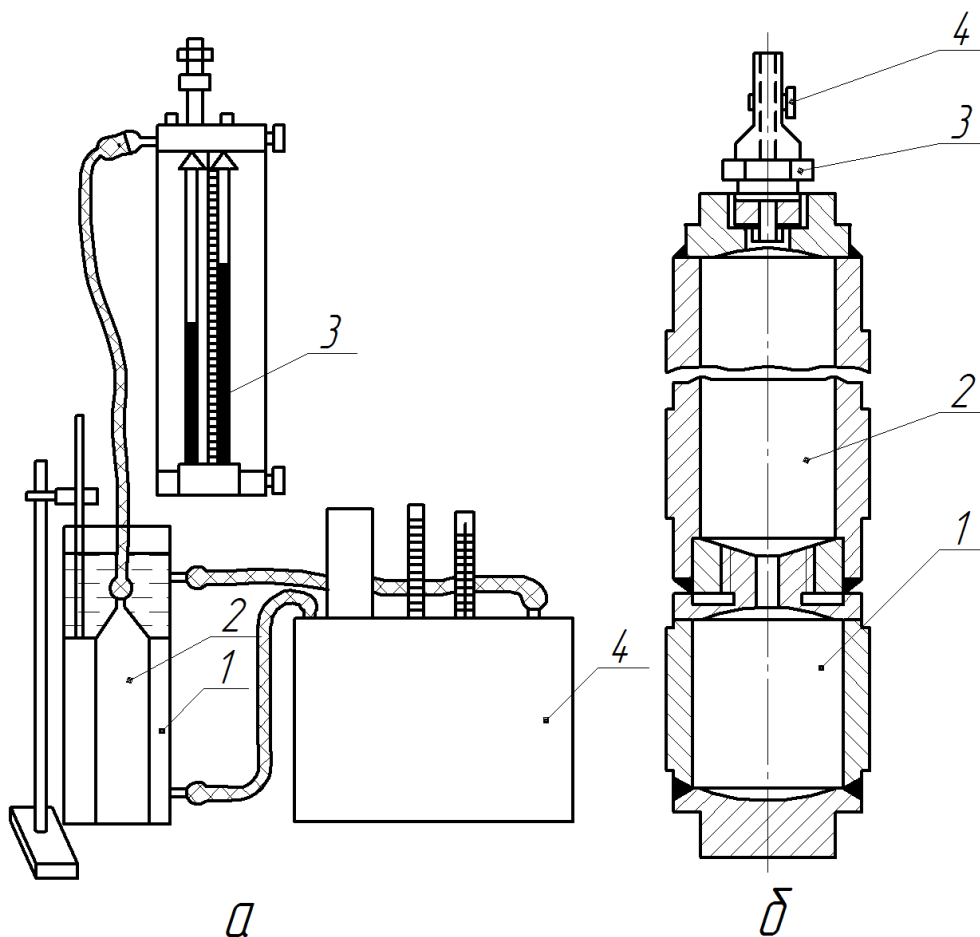
Чим більше в бензині міститься вуглеводнів з низькою температурою кипіння, тим вище його випаровування, тиск насичених пар і схильність до утворення парових пробок.

Тиск насиченого пару літнього бензину всіх марок повинен бути не більше 66 661 Па (500 мм. рт. ст.), а зимового – від 66 661 до 93 325 Па (500...700 мм. рт. ст.). Робота автомобілів у літній період на зимовому бензині забороняється, тому що через високий тиск насиченого пару бензину в системі живлення будуть інтенсивно утворюватися парові пробки. Також неприпустима

робота автомобілів узимку на літньому бензині. Відносно невисокий тиск насиченого пару і присутність великої кількості висококиплячих вуглеводнів у літньому бензині утрудняє пуск двигуна, погіршує його динамічні якості й підвищує зношування циліндропоршневої групи [1].

**Проведення випробувань.** Тиск насиченого пару бензину визначають стандартним методом або ж способом Валявського-Бударова [2,3].

При стандартному методі одержують умовну характеристику випару, пускових якостей і схильності палива до утворення парових пробок. Сутність методу полягає у вимірі тиску насиченого пару палива у двокамерній бомбі при температурі  $37,8^{\circ}\text{C}$ . Схема приладу показана на рисунку 1.1.



а - схема приладу: 1 - водняна лазня; 2 – бомба; 3 - ртутний манометр; 4 – термостат; б - пристрій бомби: 1 і 2 - паливна й повітряна камери; 3 - ніпель; 4 - газовий кран.

Рисунок 1.1 – Прилад для визначення тиску насичених пар бензину.

Металева бомба складається з паливної камери 1 з одним отвором і повітряною камерою 2, які з'єднуються за допомогою різі. Відношення обсягів повітряної й паливної камер становить 3,8...4,2:1, У верхній частині повітряної камери є ніпель 3 з газовим краном 4 і наконечником для гумової трубки.

Застосовують ртутний або пружинний манометр. Ртутний манометр 3 виконаний у вигляді U-образної скляної трубки діаметром 5...8 мм і довжиною 1000 мм, оснащеною шкальною пластиною з діапазоном виміру від 0 до 700...800 мм і ціною розподілу 1 мм. Манометричну трубку наповнюють ртуттю, на один кінець її надягають гумову трубку із внутрішнім діаметром 3...6 мм, і довжиною 1000...1200 мм, що потім з'єднують із повітряною камерою бомби [2,3].

Судину з бензином прохолоджують до температури 0...4°C и тільки після цього відкривають. Пробу бензину, призначену для дослідження, зберігають у лабораторії до випробування при температурі не вище 20°C.

Обсяги повітряної й паливної камер перевіряють перед проведенням випробування. До верхньої частини повітряної камери приєднують гайку із краном, надягають на наконечник трубку й наливають у камеру воду до заповнення всієї трубки. Потім вільний кінець трубки затискають і наливають воду до заповнення патрубку, що з'єднує повітряну камеру з паливної. Після цього заміряють обсяг залитої води. Паливну камеру заповнюють водою до нижнього краю муфтового з'єднання, заміряють обсяг води й обчислюють співвідношення обсягів камер.

Герметичність бомби перевіряють так: її збирають, наповнюють повітрям до тиску 687 кПа й занурюють у воду. Потім бомбу розбирають, повітряну камеру й гумову трубку обполіскують не менш 5 разів водою, підігрітої до 30...40°C. Роблять це для видалення пар палива, що залишилося від попереднього випробування.

Перед випробуванням повітряну камеру знову обполіскують водою, ставлять у вертикальне положення, приєднують гайку із краном і закривають кран. Пробу випробуваного бензину й паливну камеру прохолоджують до температури 0...4°C.

У повітряну камеру вставляють термометр так, що б він входив у камеру на 3/4 своєї довжини й не торкався стінок камери. Паливну камеру обполіскують 2...3 рази випробуваним бензином і за допомогою пристосування для переливання проби заповнюють так, щоб паливо переливалося через її краї.

Вимірюють вихідну температуру повітря в повітряній камері, з'єднують повітряну й паливну камери, надягають гумову трубку на ртутний манометр.

При проведенні випробувань зібраний прилад перекидають, при цьому бензин, що перебуває в паливній камері, стікає в повітряну, і потім сильно струшують кілька разів у напрямку, паралельному осі приладу. Далі апарат повертають у нормальне положення й занурюють у водяну лазню, кран при цьому повинен також перебувати у воді. Температуру лазні підтримують 37,8°C. Після занурення бомби відкривають кран і через 5 хвилин відзначають тиск по ртутному манометру. Після цього закривають кран, виймають бомбу з лазні, перекидають її, сильно струшують, знову занурюють у лазню й відкривають кран. Так повторюють через кожні 2 хвилини, спостерігаючи за тиском.

Приблизно через 20 хвилин послідовні відліки по ртутному манометру стають постійними, тоді відзначають показання манометра, як  $p_n$  – некоректований тиск насичених пар випробуваного бензину.

**Обробка результатів.** При підрахунку тиску насиченого пару бензину в показання манометра вносять виправлення на зміну тиску повітря й насиченого пару води в повітряній камері, викликане розходженням між вихідною температурою повітря й температурою водяної лазні.

Виправлення  $p$  (кПа) знаходять за формулою:

$$p = \frac{(p_a - p_t) \times (t - 37.8)}{273 + t} - (p_{37.8} - p_t) \quad (1.1)$$

де  $p_a$  – атмосферний тиск при проведенні випробування, кПа;

$p_t$  – тиск насичених пар води при вихідній температурі повітря, кПа;

$t$  – вихідна температура повітря, °C;

$p_{37.8}$  – тиск насичених пар води при 37,8°C, кПа.

Виправлення  $\Delta p$  віднімають із  $p_n$ , якщо вихідна температура повітря нижче 37,8°C, і додають, якщо вище.

За тиск насиченого пару бензину приймають середнє арифметичне з результатів двох паралельних випробувань.

### Контрольні запитання.

1. Що таке випаровуваність бензину та чим вона обумовлюється?

2. Що таке насичений пар?

3. Якими методами визначають тиск насиченого пару бензину?

## Лабораторна робота № 2

### Визначення низькотемпературних властивостей дизельного палива

**Мета:** Визначити температуру застигання та помутніння дизельного палива.

**Загальні відомості.** Одна з важливих експлуатаційних характеристик дизельного палива – його низькотемпературні властивості, що характеризують рухливість палива при мінусовій температурі. У дизельному паливі знаходяться розчинені парафінові вуглеводні, які при зниженні температури кристалізуються. Низькотемпературні властивості оцінюються температурами помутніння й застигання [1].

*Температура помутніння* – це температура, при якій змінюється фазовий склад палива, тому що поряд з рідкою фазою з'являється тверда. При цій температурі паливо в умовах випробування починає каламутніти.

*Температура застигання* – це температура, при якій паливо повністю втрачає рухливість.

При помутнінні дизельне паливо не втрачає плинності. Розміри кристалів такі, що вони проходять через елементи фільтрів тонкого очищення, створюючи на них тонку парафінову плівку.

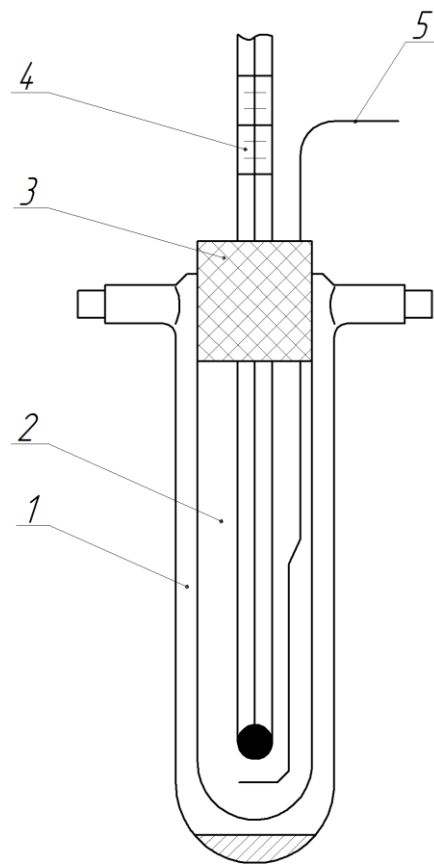
Порушення подачі палива через його помутніння можливо при пуску й прогріві дизеля. Для забезпечення нормальної експлуатації двигуна необхідно, щоб температура помутніння дизельного палива була нижче температури навколишнього повітря [1].

Температура застигання нижче температури помутніння на 5...10°C. При зниженні температури зростаючі кристали парафінових вуглеводнів утворюють просторові ґрати, усередині осередків якої перебувають рідкі вуглеводні палива. При температурі застигання палива кристалічна структура настільки змінюється, що паливо втрачає плинність і здобуває студнеподібний вид.

Для забезпечення нормальної роботи дизельного двигуна необхідно, щоб температура застигання палива була на 8...12°C нижче температури навколишнього повітря.

**Проведення випробування.** температури застигання й помутніння визначають за допомогою спеціальних приладів [2].

**Визначення температури застигання.** Прилад для визначення температури застигання показаний на рисунку 2.1. Випробуване паливо заливають у пробірку 2 і поміщають у скляну пробірку-муфту 1. Зверху пробірку-муфту закривають пробкою 3. Прилад поміщають у посудину з охолодною сумішшю. При проведенні випробування дизельне паливо перемішують мішалкою 5, температуру вимірюють термометром 4.



1 - пробірка-муфта; 2 - пробірка; 3- пробка; 4 - термометр; 5 - мішалка.  
Рисунок 2.1 – Прилад для визначення температури застигання дизельного палива.

*Застосовують наступні охолодні суміші.*

Для одержання температур від 0 до  $-20^{\circ}\text{C}$  у посудину засипають поперемінно шар повареної солі й шар снігу або здрібненого до 3 см льоду. На одну частину солі беруть дві частини снігу або льоду.

Для одержання температур нижче  $-20^{\circ}\text{C}$  у посудину із шаром ізоляції або термос наливають етиловий спирт на  $2/3$  його висоти. Потім додають у спирт

дрібними порціями дерев'яною або порцеляною ложкою твердий диоксид вуглецю, спостерігаючи за тим, щоб спирт не розприскувався. При необхідності після газовиділення доливають у посудину спирт.

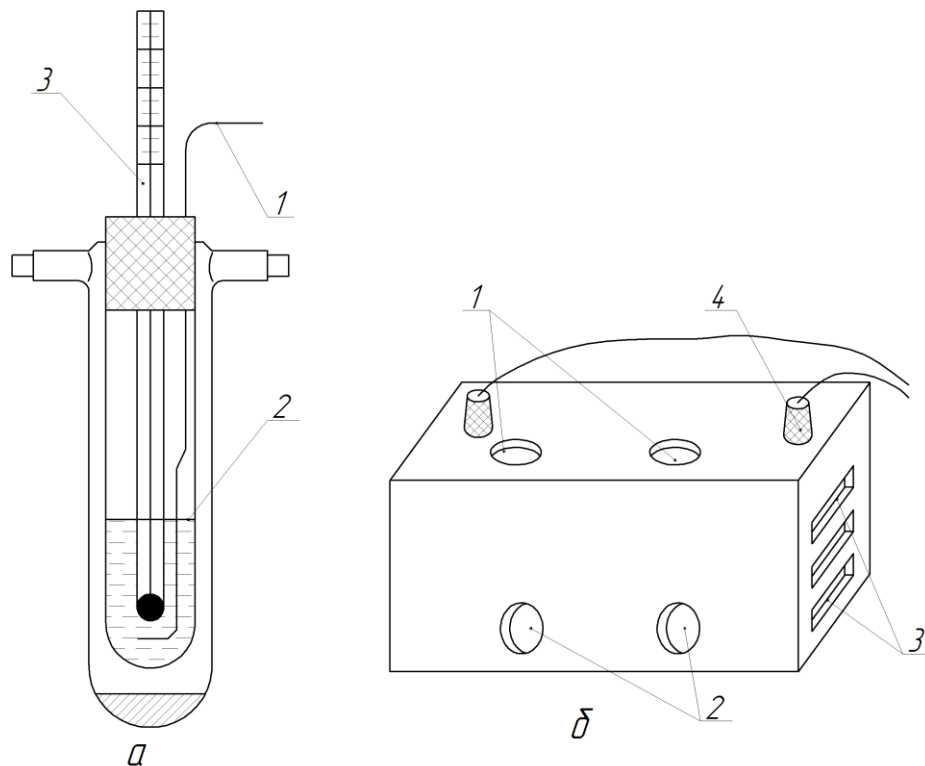
Перед визначенням випробуване дизельне паливо збезводнюють, для чого збовтують його протягом 10...15 хвилин зі свіжопрокаленим і здрібненим сульфатом натрію або із зернистим хлористим кальцієм. Потім паливо відстоюють і фільтрують. Збезводнене дизельне паливо наливають у пробірку, закривають пробкою, у яку вставлений термометр. Кулька термометра повинна перебувати трохи вище дна пробірки.

Складений прилад опускають в охолодну суміш і встановлюють у строго вертикальному положенні. Потім, починаючи з температури, що на  $9^{\circ}\text{C}$  вище передбачуваної температури застигання дизельного палива, через кожні  $3^{\circ}\text{C}$  виймають пробірку із пробірки-муфти й спостерігають за рухливістю дизельного палива при нахилі. Витягати пробірку з муфти й установлювати її назад треба не більш ніж за 3 секунди. Коли при нахилі пробірки дизельне паливо залишається нерухомим, пробірку встановлюють у горизонтальне положення й спостерігають за поверхнею палива. Якщо протягом 5 секунд буде виявлений зсув поверхні палива, знову встановлюють пробірку в пробірку-муфту й перевіряють плинність палива після охолодження ще на  $3^{\circ}\text{C}$ .

**Обробка результатів.** За температуру застигання випробуваного дизельного палива приймають температуру, при якій паливо в горизонтально розташованій пробірці залишається нерухомим протягом 5 секунд.

**Визначення температури помутніння.** Випробування проводять у скляній пробірці з подвійними стінками, внутрішній діаметр якої 25...33 мм, зовнішній - 35...43 мм. На внутрішній стінці на висоті 40 мм від дна зроблена мітка 2 (рис. 2.2, а) [2].

Якщо бічні відростки пробірки не запаяні, то в її зовнішню частину для попередження появи роси на стінках наливають  $0,5...1\text{ см}^3$  сірчаної кислоти. Пробірку закривають корковою пробкою, у якій укріплений термометр 3 і через яку проходить мішалка 1. Мішалки можуть бути ручними або механічними, зі скла або металу. Пробірка з випробуваним дизельним паливом прохолоджується в циліндричній посудині із сумішшю зі спирту й твердого діоксида вуглецю. Посудина постачена тепловою ізоляцією, у його кришці перебувають отвори для пробірки, термометра й подачі твердого діоксида.



а - пробірка: 1 - мішалка; 2 - мітка; 3 – термометр.

б - загальний вид приладу: 1 - отвору для пробірок; 2 - оглядові вікна;  
3 - щілини для вентиляції; 4 - лампи.

Рисунок 2.2 – Прилад для визначення температури помутніння.

Помутніння дизельного палива спостерігають у приладі із дзеркальним відбиттям світла. Прилад виконаний у вигляді металевого ящика, розділеного перегородкою на дві однакові частини. Кожна частина розділена по всій висоті перегородкою на два нерівних відсіки. Унизу перегородки перебуває щілина для проходження відбитого світла. У кришку ящика вмонтовані електролампи 4 (рис. 2.2,б), при закритій кришці вони розташовуються в крайніх відсіках. У кришці виконані отвори 1 для пробірок. На передній стінці ящика перебувають два вікна 2 для спостереження за випробуванним паливом. Бічні й задні стінки ящика постачені вентиляційними щілинами 3. Світло через щілини з матовими стеклами падає на пробірки з випробуванним дизельним паливом. В освітленій пробірці добре видно появу каламуті.

Випробуване паливо профільтровують. Якщо в паливі є вода, його збезводнюють. Для цього паливо збовтують протягом 10...15 хвилин зі свіжопрокаленим і здрібненим сульфатом натрію або із хлористим кальцієм, дають відстоятися й фільтрують.

Використають дві пробірки з подвійними стінками. Одна із пробірок призначена для випробування дизельного палива в охолодній суміші. У неї заливають до мітки випробуване паливо, температура якого повинна бути 18...20°C. У другу пробірку також наливають випробуване паливо до мітки й вставляють у прилад із дзеркальним відбиттям, як прозорий еталон.

Пробірки закривають корковими пробками з термометром і мішалкою. Кулька термометра повинна перебувати в пробірці на відстані 15 мм від дна й на однаковому, відстані від стінок. Потім пробірку з випробуваним дизельним паливом і термометром підігрівають у водяній лазні до температури 50°C. У посудину для охолодної суміші поміщають термометр і наливають спирт. Рівень спирту повинен бути на 30...40 мм вище рівня палива в пробірці. Потім у спирт починають поступово додавати тверду вугільну кислоту. Температура спирту повинна бути нижче передбачуваної температури помутніння на 10°C.

Температуру пробірки з випробуваним паливом знижують до 30...40°C и встановлюють пробірку в посудину з охолодною сумішшю.

При охолодженні паливо перемішують мішалкою зі швидкістю від 60 до 200 рухів у хвилину. За 5°C до передбачуваної температури помутніння палива пробірку виймають із охолодної суміші, протирають її зовні спиртом, поміщають у прилад із дзеркальним відбиттям світла й включають лампи. Через оглядові вікна стежать за станом палива й порівнюють його із прозорим еталонем. Ця операція повинна займати не більше 12 секунд. Після кожного спостереження необхідно виключати лампи.

При гарному висвітленні лабораторії пробірку з випробуваним паливом поміщають у штатив поруч із прозорим еталонем, а прилад із дзеркальним відбиттям не використовують.

Якщо прозорість випробуваного дизельного палива в порівнянні з еталонем не змінилася, то пробірку знову поміщають у лазню й далі спостереження проводять через кожний 1°C доти, поки паливо не стане відрізнитися від еталона. Температуру помутніння випробуваного дизельного палива фіксують у той момент, коли паливо стає мутним.

**Обробка результатів.** За результат випробування приймають середнє арифметичне значення двох паралельних визначень.

#### **Контрольні запитання.**

1. Що таке дизельне паливо та які основні вимоги до нього?
2. Що таке температура помутніння?

3. Що таке температура застигання?
4. Як називається процес видалення парафіну з дизельного пального?
5. Якими засобами можливо знизити температуру застигання дизельного пального?

### Лабораторна робота № 3

#### Визначення температури спалаху моторного мастила у відкритому тиглі

**Мета:** визначити температуру спалаху моторного мастила у відкритому тиглі

##### **Загальні відомості.**

При нагріванні моторні мастила випаровуються.

*Температура газів* у камері згоряння досягає 2500 °С. Моторне мастило просочується в камеру згоряння через поршневі кільця, які подібно до насоса перекачують туди частину мастила, що потрапляє на стінки циліндрів. Чим більше зношення двигуна, тим більший зазор між циліндром і кільцями, тим більше згоряє мастило, що залежить також від зазорів у кривошипно-шатунному механізмі: чим вони більші, тим більше мастило розбризкується на стінки циліндрів і тим більше її проникає в камеру згоряння [3,4].

*Температура спалаху* – це мінімальна температура, при якій пари мастила, нагрітого в спеціальному приладі, утворять з повітрям суміш, що запалюється від стороннього джерела вогню.

*Температура запалення* – це така температура нагрітого мастила, при якій воно загоряється саме.

Температури спалаху й запалення характеризують вогнебезпечність нафтопродукту. По температурі спалаху можна судити про характер вуглеводнів, що входять до складу мастила, а також про наявність домішки палива в ньому.

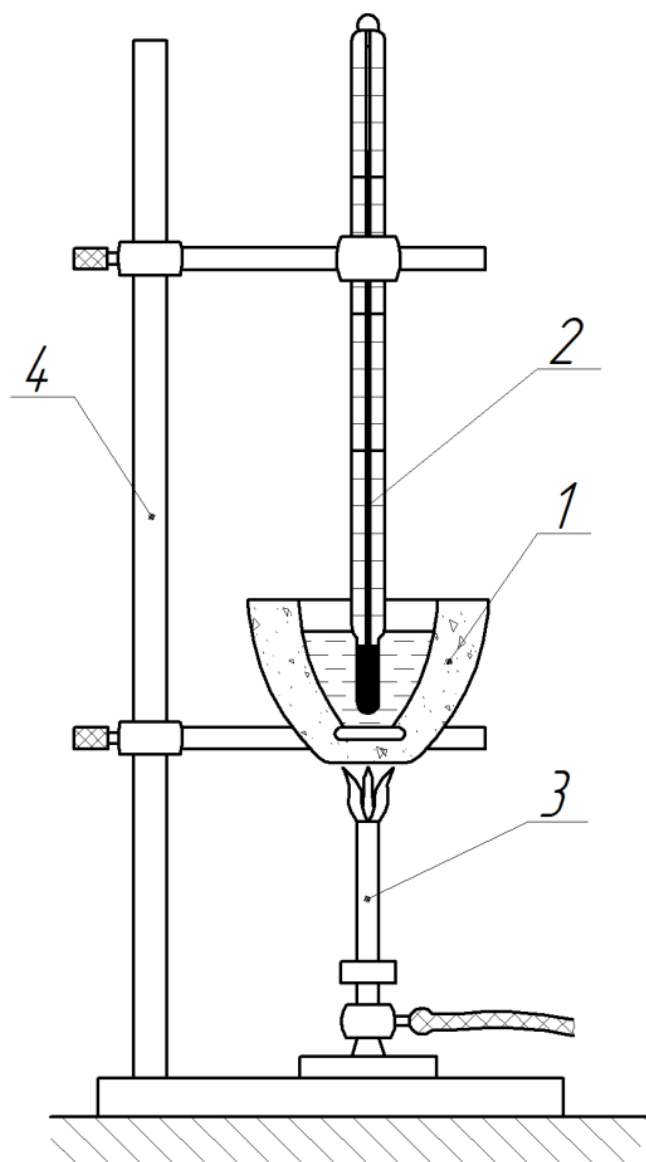
У присутності палива значно знижується температура спалаху мастил: при влученні в масло 1% бензину спалах знижується з 200 до 170°С, а наявність у мастилі 6% бензину знижує її майже у два рази. Внаслідок цього збільшується витрата мастила.

На температуру спалаху впливають тиск і вологість повітря. З підвищенням атмосферного тиску температура спалаху трохи збільшується, а зі зростанням вологості повітря - знижується.

Суміш пар мастила з повітрям запалюється при певній мінімальній концентрації пар у повітрі.

**Проведення випробувань.** Випробування можна проводити тільки тоді, коли в мастилі втримується не більше 0,1% води. В іншому випадку мастило збезводнюють, витримуючи його протягом 5 годин зі свіжопрожареним хлористим кальцієм або сірчаноокислим натрієм [2].

Прилад для визначення температури спалаху моторного мастила у відкритому тиглі наведено на рисунку 3.1.



1 - відкритий тигель; 2 - термометр; 3 - газовий пальник; 4 - штатив.

Рисунок 3.1 – Прилад для визначення температури спалаху моторного мастила у відкритому тиглі.

Перед випробуванням тигель 1 промивають бензином і висушують потім його встановлюють у лазню на дно якої насипаний шар (5...8 мм) прожареного піску.

Простір між тиглем і лазнею заповнюють піском так, щоб рівень його був на 12 мм нижче краї тигля. Лазню й термометр 2 встановлюють у штативі 4. Ртутна кулька термометра повинен перебувати в середині тигля й не стосуватися його дна.

У тигель наливають випробуване мастило до рівня на 12 мм нижче краю тигля, якщо температура спалаху мастила до 210°C, і на 18 мм, якщо температура більше висока.

По металевому шаблоні, встановлюваному в тигель, контролюють рівень мастила. Прилад закривають кожухом для захисту від різкого руху повітря.

Під піщану лазню поміщають газовий пальник 3 і нагрівають мастила зі швидкістю 10°C у 1 хвилину. За 40°C до очікуваної температури спалаху швидкість нагрівання знижують до 4°C у 1 хвилину.

Випробування починають за 10<sup>0</sup>C до очікуваної температури спалаху. На відстані 10...14 мм від поверхні випробуваного мастила через кожні 2°C проводять полум'ям запального пристрою. Довжина полум'я повинна бути 3...4 мм, тривалість випробування - 2...3 секунди.

**Обробка результатів.** За температуру спалаху мастила приймають температуру, при якій спостерігається синє полум'я що пробігає й швидко зникає.

При повторному визначенні беруть нову порцію випробуваного мастила. Розбіжність між паралельними значеннями не повинне перевищувати 6°C.

За остаточний результат приймають середнє арифметичне двох послідовних визначень.

#### **Контрольні запитання.**

1. Які умови працюють моторні мастила?
2. Що таке температура спалаху моторного мастила?
3. Що таке температура запалення моторного мастила?
4. Що характеризують температури спалаху й запалення?

## Лабораторна робота № 4

### Визначення температури краплепадіння пластичного мастила

**Мета:** Визначення температури краплепадіння пластичного мастила.

**Загальні відомості.** Плавлення пластичних мастил супроводжується значною зміною їхніх властивостей.

*Температура краплепадіння* – це температура, при якій мастило із пластичного (напівтвердого) стану переходить у рідке. При визначенні температури краплепадіння пластичне мастило, нагріте в спеціальному приладі, розм'якшується до такого стану, при якому відбувається утворення рідкої краплі і її падіння [4].

По температурі краплепадіння мастила можна приблизно судити про його працездатність при підвищеній температурі. Для надійного змазування вузлів тертя необхідно, щоб його робоча температура була на 10...20°C нижче, ніж температура краплепадіння пластичного мастила.

У таблиці 4.1 зазначені температури краплепадіння й температурний діапазон застосування ряду пластичних мастил.

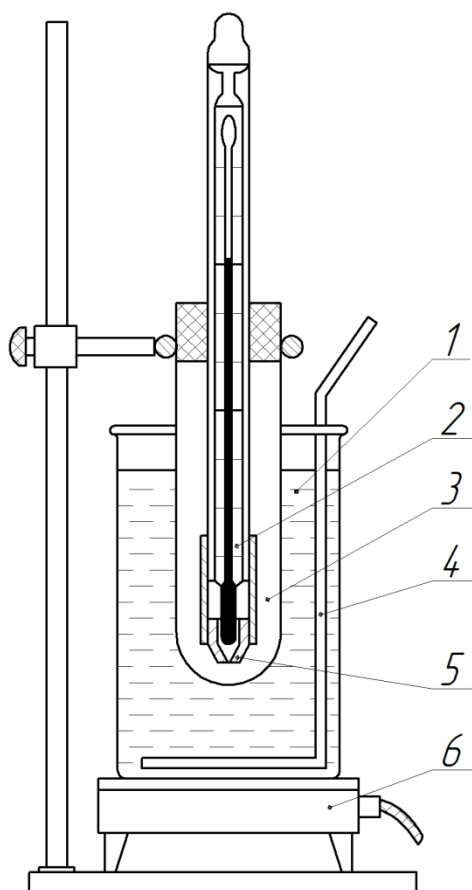
Таблиця 4.1 – Температура краплепадіння пластичного мастила.

Пластичне мастило	Температура краплепадіння, °C	Температурний діапазон застосування, °C
Солідол С	85...105	від 20 до 65
Прес-солідол С	85...95	від 30 до 50
Графітна УСсА	77...90	від 20 до 65
Літол-24	185...205	від 40 до 130
Фіол-1	185...200	від 40 до 120
Уніол-1	230...260	від 30 до 150
ЦАТІМ-221	200...220	від 60 до 150
ЦАТІМ-201	175...190	від 60 до 90
Змащення № 158	140...160	від 40 до 120
КСБ	150...190	від 30 до 110

**Проведення випробувань.** Прилад для визначення температури краплепадіння пластичного мастила наведено на рисунку 4.1 [2,4].

Визначення температури краплепадіння проводять стандартним термометром типу Уббелоде. У нижній частині термометра 2 змонтована металева гільза, на яку нагвинчується металева трубка з отвором.

В отвір вставляють капсуль (чашечку) 5 стандартних розмірів. Термометр укріплюється на пробці в стандартній пробірці 3. Пробірку розміщують на штативі й вставляють у склянку-лазню 1, у яку заливають воду або гліцерин.



- 1 - склянка з водою або гліцерином; 2 - спеціальний термометр із гільзою; 3 - пробірка; 4 - мішалка; 5 - капсуль для випробувального мастила;  
6 - електроплитка

Рисунок 4.1 – Прилад для визначення температури краплепадіння пластичного мастила.

Випробуване пластичне мастило щільно вмазується шпателем у чашечку приладу, стежачи за тим, щоб на поверхні не було пухирців повітря. Зайва кількість мастила знімається ножем. Потім чашечку вставляють у гільзу термометра так, щоб верхній край її впирався в бортик гільзи. При цьому нижнім кінцем термометра видавлюється через отвір надлишок мастила, що

також знімають. На дно сухої чистої пробірки кладуть кружок білого паперу і поміщають у пробірку термометр таким чином, щоб нижній край чашечки перебував на відстані 25 мм від кружка. Потім пробірку з термометром поміщають у водяну або гліцеринову лазню. Гліцерин використовують для мастил із температурою краплепадіння вище 80<sup>0</sup>С. Воду або гліцерин підігрівають таким чином, щоб після досягнення температури на 20<sup>0</sup>С нижче очікуваної температури краплепадіння швидкість нагрівання становила 1<sup>0</sup>С у хвилину.

**Обробка результатів.** За температуру краплепадіння випробувального пластичного мастила приймають температуру, при якій падає перша крапля або дна пробірки торкається стовпчик мастила, що виступив з отвору чашечки. По отриманим дослідним даним оцінюють працездатність пластичного мастила при підвищених температурах.

**Контрольні запитання.**

1. Дайте визначення поняттю температура краплепадіння.
2. Про що свідчить температура краплепадіння?
3. Яке призначення пластичних мастил?
4. Що границя міцності пластичних мастил?

## **4 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ**

### **Практична робота №1**

#### **Дослідження технічного стану шин транспортних засобів**

**Мета роботи:** ознайомитись з основними елементами конструкції шини транспортного засобу, провести аналіз факторів, які визначають ресурс шини, розглянути всі види передчасного зносу шини.

**Загальні відомості.**

Пневматичні шини – відповідальні та дорогі елементи транспортного засобу, що виконують велику і складну роботу.

Шиною називають еластичну гумокордову оболонку, яку встановлюють на обід диска. Це один з найбільш важливих елементів автомобіля, оскільки від покришок залежить ступінь керованості транспорту і, відповідно, безпека на дорозі [5].

*Вимоги до шин.* Шини загального призначення повинні задовольняти наступним вимогам: чинити мінімальний опір коченню; володіти високою радіальною податливістю; мати низьке питоме навантаження в площині контакту з дорогою; забезпечувати хороше зчеплення з дорогою в повздовжньому і поперечному напрямках; чинити максимально можливий опір боковому відведенню; не створювати шуму при русі автомобіля; мати мінімальні масу і момент інерції; бути зручними для монтажу і демонтажу; бути зносостійкими [1].

У процесі експлуатації шини забезпечують передачу тягових і гальмівних сил, зчеплення коліс з дорогою, стійкість, керованість та безпеку руху, динамічність і плавність ходу, прохідність у різних умовах доріг, пом'якшення поштовхів, ударів і вібрації під час руху, впливають на витрату пального та виникнення шуму [2].

Всі ці фактори визначає конструкція шини, яка включає такі основні елементи: каркас, брекер, боковини, протектор, борт, герметизуючий шар (в безкамерних покриттях) рисунок 1.1.

*Каркас* є основною силовою частиною покриття. Він сприймає навантаження, що створюються тиском повітря в шині і виникають при передачі шиною радіальних, поздовжніх (тягових і гальмівних) і бокових зусиль.

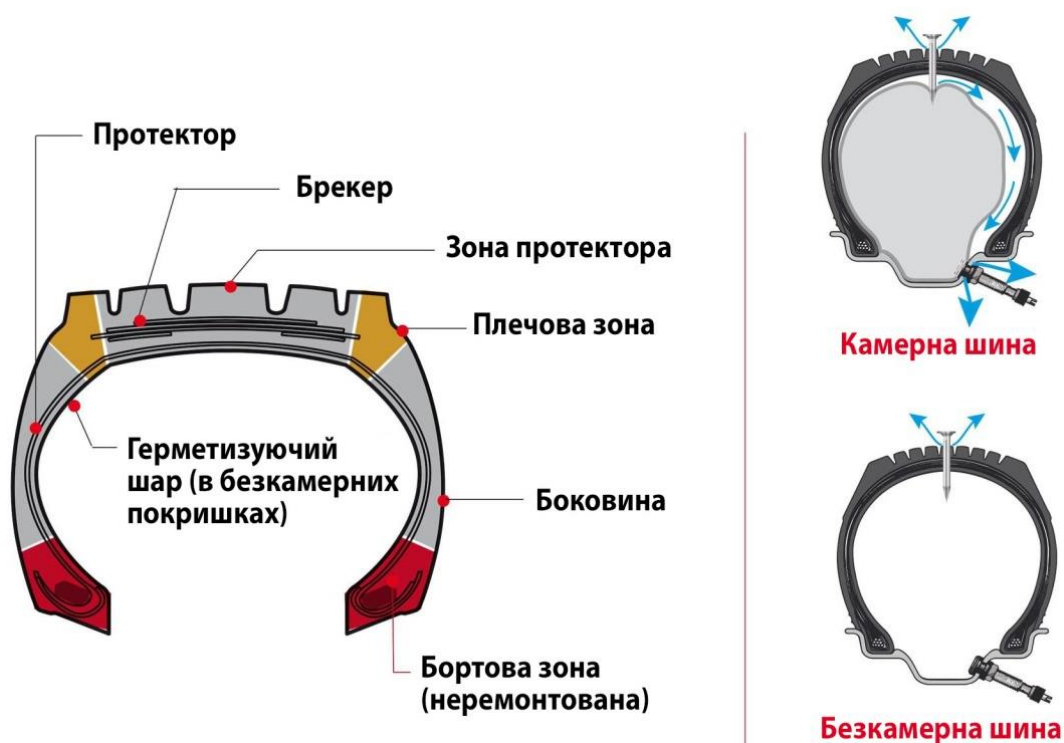


Рисунок 1.1 – Конструкція пневматичної шини [5].

*Брекер* призначений для посилення каркаса, пом'якшує дію ударних навантажень і сприяє більш рівномірному розподілу повздовжніх і поперечних зусиль, що діють на шину.

*Боковинами* називають гумовий шар, що покриває бокові стінки каркаса і оберігає його від вологи і механічних пошкоджень.

*Бортами* називають жорсткі частини покришки, призначені для її утримання на ободі колеса.

*Камера* служить для утримання стиснутого повітря всередині шини і являє собою тонкостінну гумову оболонку у вигляді тора.

*Покришка* сприймає зусилля, що передаються стиснутим повітрям до стінок камери, захищає камеру від пошкоджень і забезпечує зчеплення шини з поверхнею дороги.

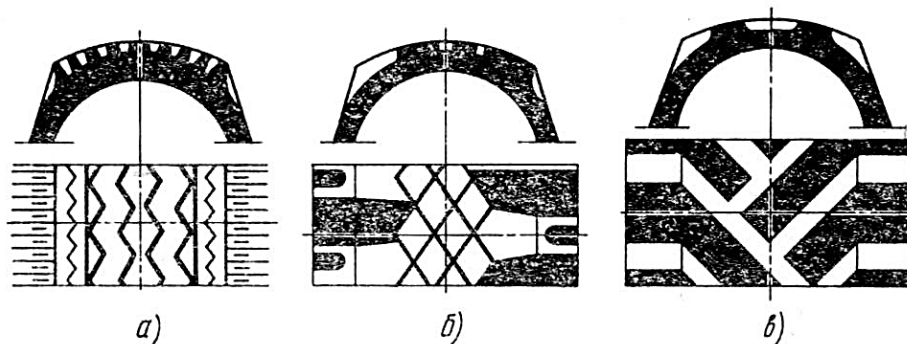
*Ободна стрічка*, що має вигляд кільця плоского перетину, запобігає защемленню камери між покришкою і ободом.

*Протектором* називають товстий шар гуми, розміщений в верхній частині перетину і контактуючий з поверхнею дороги при коченні шини.

В залежності від призначення шини застосовують різноманітні рисунки протектора, які впливають на опір коченню, зношування і зчеплення з дорогою.

*Рисунок протектора* визначає експлуатаційні показники шини. Від нього залежать зчеплення шини з дорогою, інтенсивність зношування, виведення бруду і вологи із зони контакту шини з дорогою та відведення від каркаса, рівномірність тиску на каркас і дорогу, прохідність машини по дорогах різної категорії.

Розрізняють наступні рисунки протектора: дорожній, універсальний, підвищеної прохідності та зимовий рисунок 1.2.



а – дорожній; б – універсальний; в – підвищеної прохідності.

Рисунок 1.2 – Типи рисунків протектора.

Статистичні дані показують, що 25-30 % шин не проходять установлену норму пробігу.

*Причинами передчасного зносу шин:* низька якість матеріалів і технологія виробництва шин; експлуатаційні порушення геометричних параметрів ходової частини: (люфти в кермовому керуванні, шворневому вузлі, підшипниках маточин коліс); дисбаланс та биття коліс; невідповідність норм тиску повітря в шинах та ін. [2,6].

Важливим є той факт, що ресурс шин керованих коліс на 40 – 50 % нижчий, ніж у некерованих. У процесі експлуатації великої шкоди завдає перевантаження шини. Шина при постійному перевантаженні на 10 % зменшує свій ресурс більш ніж на 20 %.

Характерні види передчасного зносу протектора шин зображено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Види передчасного зносу протектора шин транспортних засобів.

Фактори які впливають на передчасний знос шин наведено в таблиці 1.1.

Потрібно зазначити, що стан ходової частини, яка складається з жорстких, пружних і демпфуючих елементів зумовлює додаткове тертя і виникнення коливальних процесів кочення коліс, які у свою чергу впливають на різні види передчасного зносу шин.

Згідно з правилами дорожнього руху України, встановлено певні норми для зносу шин, що стосуються мінімальної допустимої глибини протектора. Кожна шина, що використовується на автомобілях, має відповідати таким критеріям: для легкових автомобілів з масою до 3,5 тонн мінімальна глибина протектора становить 1,6 мм; для вантажних автомобілів з масою понад 3,5 тонн - 1,0 мм; для автобусів цей показник становить не менше 2,0 мм; для мотоциклів і мопедів, мінімальна допустима глибина протектора становить 0,8 мм [1].

Таблиця 1.1 – Фактори й види передчасного зносу шин.

Фактори, які впливають на ресурс шин	Види передчасного зносу шин
Неправильне встановлення коліс автомобілів	Однобічний знос протектора
Недотримання норм внутрішнього тиску повітря в шинах	Посилений знос по центру або по краях бігової доріжки, відшарування протектора, коловий злом протектора, тріщини по протектору, розшарування каркасу, відшарування гуми боковини
Перевантаження шин	Посилений знос по краям бігової доріжки, відшарування протектора, коловий злом протектора, відшарування гуми боковини
Важкі дорожні умови	Викришування гуми протектора, передчасне старіння гуми, розриви каркаса
Нерегулярне технічне обслуговування	Відшарування протектора, знос протектора до корда брекера, розшарування і розрив каркаса
Порушення правил монтажу й демонтажу шин	Розрив бортового кільця, пошкодження борту
Биття і дисбаланс коліс	Плямистий знос
Низька якість матеріалів і складання шин	Розрив брекера, розшарування між брекером і каркасом, відрив борту

### Проведення вимірювань.

а) перед вимірюванням глибини рисунка протектора необхідно перевірити тиск в шинах коліс:

- 1) вставити шланг манометра у вентиль і перевірити тиск повітря в шині;
- 2) при необхідності довести тиск до норми.

б) візуально оцінити стан шини (характер зносу протектора шини, наявність у гумі шини сторонніх предметів, наявність пошкоджень);

в) провести замір глибини рисунка протектора за допомогою штангенциркуля або глибиноміра.

### Обробка результатів.

Отримані значення порівняти з нормативними (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Нормативні граничні значення тиску повітря в шинах [5].

Тип автомобіля	Тиск повітря в шинах, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		Глибина протектора, мм
	передні колеса	задні колеса	
КАМАЗ, МАЗ (9.00 R20 (260R508))	0,75 (7,5)	0,85 (8,5)	21,0
Газ 53, ГАЗ-3307, ГАЗ-3309 (8.25R20 (240-508))	0,5 (5,0)	0,6 (6,0)	15,0
ЗІЛ 130 (9.00R20 260-508)	0,35 (3,5)	0,53 (5,3)	18,5

Результати вимірювання занести до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати вимірювання тиску в шинах коліс та глибини рисунка протектора.

Вимірювані показники	Нормативні значення	Результати вимірювання автомобіль _____			
		Передні колеса		Задні колеса	
Тиск в шинах, МПа		праве	ліве	праве	ліве
Глибина рисунка протектора, мм					

### Контрольні запитання.

1. Які існують типи шин та які особливості їхньої конструкції?
3. Які існують типи рисунка протектора шини?

4. В чому різниця між камерними і безкамерними шинами?
6. Які є причини передчасного зношення шин?
7. Які мінімально допустимі значення глибини рисунків протектора?
8. Види передчасного зносу шин. Які фактори впливають на їх ресурс ?
9. Як перевірити тиск повітря та заміряти глибину рисунків протектора в шині?

## **Практична робота № 2**

### **Визначення вмісту води в мастилі**

**Мета:** Визначення вмісту води в мастилі.

**Загальні положення.** Вода в нафтопродуктах, у тому числі й у мастилах, може бути присутня у вигляді компонента механічної суміші. Зміст води в розчиненому стані дуже незначний й становить звичайно тисячні частки відсотка.

Вода в мастило попадає в тих випадках, коли не дотримуються правила їхнього транспортування та зберігання. Присутність води в мастилі викликає утворення осаду, підсилює корозію металу, приводить до спінювання мастила і знижує його змащувальні властивості, зменшує вміст присадок за рахунок їх розкладання і випадіння в осад [1,2].

Особливо небезпечна присутність води в мастилі в зимовий час, тому що вона знаходиться у вигляді дрібних кристалів. Обводнене мастило без попереднього видалення води застосовувати не дозволяється.

Незважаючи на те що зміст води у свіжих мастилах за державним стандартом України не допускається, а у процесі роботи у двигуні масло може обводнятися.

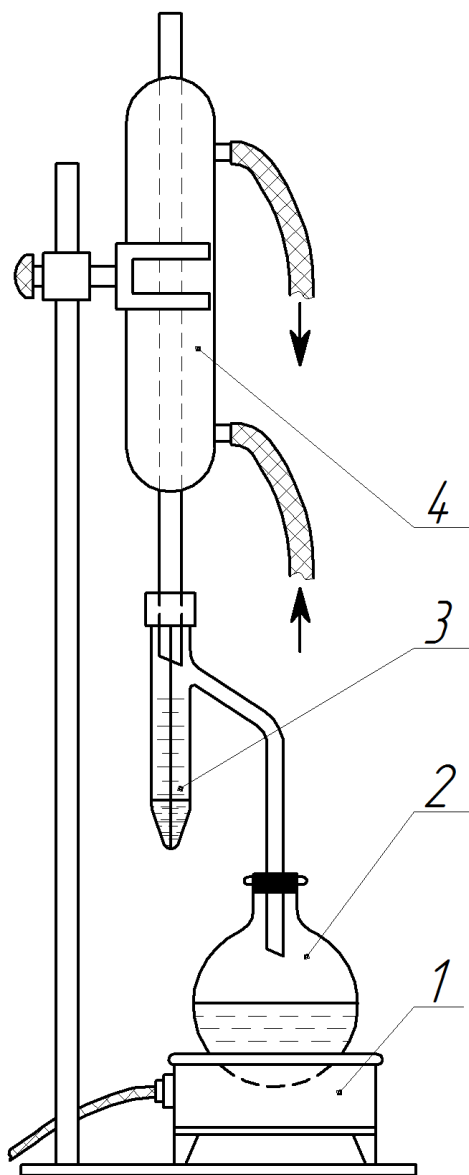
Накопичена вода сприяє утворенню в мастилі водних емульсій, кислот і приводить до відкладення в картері й на деталях двигуна пухких і клейких осадів, які забивають сітки маслоприймача, масляні трубки й канали, викликають несправності в роботі клапанів змащувальної двигуна системи й інші неполадки.

Присутність води в мастилі можна визначити якісно досить простими методами: відстоюванням, пробами на прозорість, на потріскування за допомогою нагрівання і т.п.

Кількісно зміст води в мастилі знаходять по способу Діна й Старка, що полягає у відгоні води із суміші мастила з розчинником.

**Проведення випробувань.** Для роботи необхідні наступні прилади й матеріали: прилад для визначення змісту води в нафтопродуктах; мірний циліндр; розчинник - толуол, ксилол ; пемза або фаянс; перманганат калію.

Прилад для визначення змісту води в мастилі показаний на рисунку 3.1.



1 - колбонагрівач; 2 - колба; 3 - приймач; 4 - холодильник.

Рисунок 3.1 – Прилад для визначення вмісту води в мастилі.

Для проведення опиту в чисту й суху колбу 2 наливають добре перемішану пробу випробуваного масла масою 100 грамів з погрішністю не більше 0,1, додають 100 см<sup>3</sup> розчинника й збовтують.

Для малов'язких мастил пробу відбирають по обсягу мірним циліндром. У цьому випадку наливають у мірний циліндр  $100\text{см}^3$  мастила, виливають у колбу й за допомогою цього ж циліндра відмірюють двічі по  $50\text{см}^3$  розчинника, яким змивають масло зі стінок циліндра. Розчинник зливають у колбу з мастилом. Щоб розчин кипів без спінування, у колбу поміщають кілька шматочків пемзи або фаянсу.

Потім до колби щільно приєднують приймач-пастку 3, а до нього – холодильник 4.

Зібравши прилад, з'єднують за допомогою гумових шлангів холодильник 4 з водогінною мережею, включають колбонагрівач 1 і починають нагрівання. Після закипання суміші мастила і розчинника регулюють швидкість нагрівання так, щоб з нижнього кінця трубки холодильника падали в пастку дві-чотири краплі в секунду.

Вода, яка знаходиться в складі конденсату, за рахунок більшої в порівнянні з розчинником щільності поступово накопичується в нижній частині градуйованого відростка приймача-пастки 3, а розчинник перебуває у верхньому шарі. Як тільки рівень розчинника доходить до відвідної трубки пастки, його надлишок стікає назад у колбу.

Перегонку продовжують доти, поки обсяг води в пастці перестане збільшуватися й верхній шар розчинника в пастці стає зовсім прозорим.

Звичайний час, необхідний для повного відгону води з масла, становить приблизно 1 годину. Після завершення перегонки колбонагрівач вимикають і апарат розбирають.

Якщо вміст пастки мутний, то її варто опустити й витримати в нагрітій водянній лазні до розшаровування, а потім після охолодження до температури навколишнього середовища відрахувати рівень води в пастці.

Якщо виникає сумнів у наявності води, то в пастку опускають кристалик перманганату калію; навіть при незначному змісті води нижній шар офарблюється у фіолетові кольори.

Обробка результатів. Масову частку води  $W''$  (%) обчислюють за формулою:

$$W' = \frac{p^B \times V' \times 100}{m} \quad (3.1)$$

де  $p^B$  – щільність води, г/см<sup>3</sup>;

$V'$  – обсяг води в пастці, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса проби, гр.

Зміст води  $W''$  (% від обсягу) обчислюють за формулою:

$$W'' = \frac{V' \times 100}{V''} \quad (3.2)$$

де  $V'$  – обсяг води в пастці см<sup>3</sup>;

$V''$  – обсяг масла, см<sup>3</sup>.

Якщо кількість води в пастці при перегонці виявиться менше половини нижнього розподілу (менш 0,025 мл.), то вважають, що в мастилі втримуються лише сліди води.

Отримані результати визначення масової частки води порівнюють із вимогами державним стандартом України на масла.

Контрольні запитання.

1. Який вплив води, яка знаходиться у розчиненому стані в моторному мастилі, на систему мащення ДВЗ.
2. Які є методи для визначення води в мастилі?
3. Навіщо додавати розчинник до мастила при проведенні випробування?
4. Навіщо в пастку опускають кристалик перманганату калію?

### Практична робота №3

#### Розрахунок нормативних витрат палива

**Мета:** засвоїти методику розрахунку нормативних витрат палива для різних типів рухомого складу автомобільного транспорту згідно з наказом Міністерства транспорту України від 10.02.1998 № 43 [6].

**Загальні відомості.**

*Норми* витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті призначені для планування потреби підприємств, організацій та установ у паливно-мастильних матеріалах і контролю за їх витратами, ведення звітності, запровадження режиму економії та раціонального використання нафтопродуктів, а також можуть застосовуватися для розроблення питомих

норм витрат палива [1,3].

*Нормування витрат палива* – це встановлення допустимої міри його споживання в певних умовах експлуатації автомобілів, для чого застосовуються базові лінійні норми, установлені за моделями (модифікаціями) автомобілів, та система нормативів і коригувальних коефіцієнтів, які дозволяють ураховувати виконану транспортну роботу, кліматичні, дорожні та інші умови експлуатації [1,3].

Нормування витрат моторних олив та мастил здійснюється пропорційно до витрат палива згідно з установленими нормативами. Головними нормативними документами, що регламентують методику розрахунку норм витрат палива і мастильних матеріалів є:

- норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті, затверджені Наказом Міністерства транспорту України від 10.02.1998 № 43 [6];

- інструкції з експлуатації заводів-виробників автомобілів.

#### **Види норм витрат палива і мастильних матеріалів**

Для автомобілів установлені такі види норм витрат палива:

- $H_s$  – базова лінійна норма на пробіг автомобіля – на 100 км;
- $H_w$  – норма на виконання транспортної роботи (враховує додаткові витрати палива при русі автомобіля з вантажем) – на 100 тонно-кілометрів (т·км);
- $H_g$  – норма на одну тонну спорядженої маси (враховує додаткові витрати палива при зміні спорядженої маси автомобіля, причепа або напівпричепа);
- $H_z$  – норма на їздку з вантажем (враховує збільшення витрат палива, пов'язане з маневруванням та виконанням операцій завантаження і розвантаження) – на одну їздку;
- $H_{sc}$  – норма на пробіг при виконанні спеціальної роботи – на 100 км;
- $H_{об}$  – норма на роботу спеціального обладнання, установленого на автомобілях, – на годину або на виконану операцію;
- $H_{он}$  – базова норма на роботу автономного (незалежного) обігрівача – на одну годину його роботи.

Нормативна витрата палива  $Q_H$  витрата палива автомобілем (обладнанням, різноманітною технікою на колісному шасі тощо) під час

здійснення пробігу, виконання транспортної або спеціальної роботи тощо в певних умовах експлуатації.

Нормативні витрати палива для кожного конкретного автомобіля (обладнання) розраховують за наведеними в розділі 4 [6] формулами залежно від типу автомобіля (обладнання) та його призначення із застосуванням зазначених у розділах 1 і 2 норм витрат палива, а також коефіцієнтів їх коригування, наведених у розділі 3 [6].

### **Розрахунок нормативних витрат палива для різних типів рухомого складу автомобільного транспорту**

Для легкових автомобілів і автобусів нормативні витрати палива розраховують за формулою:

$$Q_H = 0.01 \times H_S \times S \times (1 + 0.01 \times K_\Sigma) \quad (2.1)$$

де  $Q_H$  – нормативна витрата палива, літри, (м<sup>3</sup>);

$H_S$  – базова лінійна норма витрати палива, л/100 км (м<sup>3</sup>/100 км),  $S$  – пробіг автомобіля, км,

$K_\Sigma$  – сумарний коригувальний коефіцієнт, %, який дорівнює сумі надбавок (зменшуючі коригувальні коефіцієнти є від’ємними):

$$K_\Sigma = K_1 + K_2 + \dots + K_n \quad (2.2)$$

де  $K_1 + K_2 + \dots + K_n$  – коефіцієнти коригування норм витрат палива, які вибирають відповідно до п. 3.1–3.2 [6].

Для бортових вантажних автомобілів і сідельних тягачів у складі автопоїздів, автомобілів-фургонів та вантажопасажирських автомобілів, які виконують роботу, що обліковується в тонно-кілометрах, нормативні витрати палива розраховують за формулою:

$$Q_H = 0.01 \times (H_{san} \times S + H_W \times W) \times (1 + 0.01 \times K_\Sigma) \quad (2.3)$$

де  $H_W$  – норма на транспортну роботу згідно з п. 1.3 [6], л/100 т·км (м<sup>3</sup>/100 т·км);

$H_{san}$  – лінійна норма витрати палива на пробіг автопоїзда, л/100 км

(м<sup>3</sup>/100 км):

$W$  – обсяг транспортної роботи, т·км ( $W = G_{\text{ван}} \times S_{\text{ван}}$ , де  $G_{\text{ван}}$  – маса вантажу;  $S_{\text{ван}}$  – пробіг з вантажем).

Лінійну норму витрати палива на пробіг автопоїзда, л/100 км знаходимо за формулою:

$$H_{san} = H_S + H_g \times G_{пр} \quad (2.4)$$

де  $H_g$  – норма витрати палива на одну тону спорядженої маси причепа або напівпричепа згідно з п. 1.4 [6], л/100 т·км (м<sup>3</sup>/100 т·км),

$G_{пр}$  – споряджена маса причепа або напівпричепа, т;

Гранично допустимі (максимальні) норми на виконання транспортної роботи  $H_W$  залежно від виду палива становлять:

- бензин – 2,0 л/100 т·км;
- дизельне паливо – 1,3 л/100 т·км.

Під час роботи за межами міста на дорогах із твердим покриттям (дорогах із асфальтобетону, цементобетону) в умовах, що не підпадають під застосування коригувальних коефіцієнтів, зазначених у пп. 3.1.1.2, 3.1.2, 3.1.3–3.1.8, 3.1.15 [6], гранично допустимі норми на виконання транспортної роботи  $H_w$  залежно від виду палива становлять:

- бензин – 1,4 л/100 т·км;
- дизельне паливо – 0,9 л/100 т·км.

Норми на одну тону спорядженої маси  $H_g$  (л/100 т·км) залежно від виду палива дорівнюють відповідним нормам на виконання транспортної роботи  $H_W$  згідно з пп. 1.3 [6] і використовуються так само, як і норми на виконання транспортної роботи.

Для автомобілів-самоскидів і самоскидальних автопоїздів нормативні витрати палива визначають за формулою:

$$Q_H = 0.01 \times H_{sanc} \times S \times (1 + 0.01 \times K_{\Sigma}) + H_z \times Z \quad (2.5)$$

де  $H_{sanc}$  – лінійна норма витрати палива самоскидального автопоїзда, л/100 км (м<sup>3</sup>/100 км):

$$H_{sanc} = H_s + H_w \times (G_{пр} + 0.5 \times g) \quad (2.6)$$

де  $g$  – вантажність причепа, т;

$H_z$  – норма витрати палива на їздку з вантажем автомобіля-самоскида згідно з п. 1.5 [6], л (м<sup>3</sup>);

$Z$  – кількість їздок з вантажем. завантаження і розвантаження та виконанням операції з розвантаження.

Норма  $H_z$  установлена на кожную їздку з вантажем, а її максимально можливе значення розраховують залежно від вантажопідйомності автомобіля так:

$$H_z = 0.02 \times G_B \quad (2.7)$$

де  $G_B$  – вантажопідйомність автомобіля, т.

Примітка. У разі живлення двигуна бензином норма  $H_z$  збільшується на 25 %. У разі живлення двигуна стисненими природними газами та іншими видами палива (у тому числі в разі газодизельного живлення) застосовують перевідні коефіцієнти відповідно до пп. 2.1.4 [6].

Розв'язання типових задач

*Приклад 1.* За подорожнім листком установлено, що бортовий автомобіль КамАЗ-53217 із причепом виконав транспортну роботу в обсязі 8400 т·км в умовах зимового часу за середньої температури повітря  $-12^\circ\text{C}$  по гірських дорогах на висоті 800–2000 м і здійснив загальний пробіг 470 км. Розрахувати нормативні витрати палива.

*Вихідні дані.* Базова лінійна норма витрати палива на пробіг для бортового автомобіля КамАЗ-53217 складає  $H_s = 26,0$  л/100 км [6, табл. А.5]; норма витрати палива на перевезення корисного вантажу складає  $H_w = 1,3$  л/100 т·км (дизельне паливо); норма витрати палива на додаткову масу причепа становить  $H_g = 1,3$  л/100 т·км; надбавка до роботи у зимовий час становить  $K_1 = 6\%$ ; за роботу у гірських умовах на висоті від 801 до 2000 м над рівнем моря  $K_2 = 10\%$ ; маса спорядженого причепа  $G_{пр} = 4,2$  т.

Норма витрати палива на пробіг автопоїзда у складі автомобіля КамАЗ-53217 з причепом за формулою (2.4) складає:

$$H_{san} = H_S + H_g \times G_{пр} = 26.0 + 1.3 \times 4.2 \text{ л/100км}$$

Нормативна витрата палива за формулою (2.3) становить:

$$\begin{aligned} Q_H &= 0.01 \times (H_{san} \times S + H_W \times W) \times (1 + 0.01 \times K_{\Sigma}) \\ &= 0.01 \times (31,5 \times 470 + 1,3 \times 8400) \times (1 + 0.01 \times 16) \\ &= 298,4 \text{ л} \end{aligned}$$

*Приклад 1.* За подорожнім листком встановлено, що автомобіль-самоскид КрАЗ-6505, який вийшов з капітального ремонту, здійснив пробіг 185 км, виконавши  $Z=20$  їздок з вантажем. Робота здійснювалася у кар'єрі. Розрахувати нормативні витрати палива.

*Вихідні дані:* базова лінійна норма витрати палива для автомобіля-самоскида КрАЗ-6505 становить  $H_S = 50,0$  л/100 км [6, табл. А.8]; лінійна норма витрати палива самоскидального автопоїзда  $H_{sanc} = H_S = 50,0$  л/100 км (оскільки причеп відсутній); надбавки під час обкатування автомобілів, що вийшли з капітального ремонту,  $K_9 = 10$  %; на роботу у кар'єрі  $K_7 = 20$  %. Вантажність самоскида КрАЗ-6505  $G_B = 16$  т.

Норма витрати палива на кожну їздку з вантажем за формулою (2.7) становить

$$H_Z = 0.02 \times G_B = 0,02 \times 16 = 0,32 \text{ л}$$

Нормативна витрата палива КрАЗ-6505 за формулою (2.5) становить:

$$\begin{aligned} Q_H &= 0.01 \times H_{sanc} \times S \times (1 + 0.01 \times K_{\Sigma}) + H_Z \times Z = \\ &= 0.01 \times 50,0 \times 185 \times (1 + 0.01 \times (20 + 10)) + 0,32 \times 20 = \\ &= 126,5 \text{ л} \end{aligned}$$

### Індивідуальне завдання

Розрахувати нормативні витрати палива для трьох автомобілів: легкового, вантажного та самоскида за індивідуальним завданням. Варіант завдання вибрати за табл. 2.1 –2.2.

Таблиця 2.1 – Варіанти завдань з вантажними автомобілями [7].

№ вар.	Марка автомобіля	Пробіг S, км	Транспорт на робота W, т·км	Споряджена маса причепа, Gпр, т	Умови експлуатації
1	2	3	4	5	6
1	DAF AE4510C	350	6500	3,0	Зима $-2^{\circ}\text{C}$ . Автомобілю 8 років.
2	MAN 26.414	420	8900	6,5	Виконання сільськогосподарських робіт зі зниженими швидкостями. Автомобілю 10 років.
3	Mercedes Benz 2433	680	9200	4,2	Зима $-10^{\circ}\text{C}$ . Автомобілю 15 років.
4	Renault Premium 300	760	7600	4,1	Рух у гірській місцевості від 300 до 800 м. Автомобілю 12 років.
5	Scania R124 LB6x2LA 420	580	8650	5,0	Перевезення небезпечних вантажів зі зниженою швидкістю. Автомобілю 8 років
6	Volvo FH12.400	185	3240	3,8	Зима $-12^{\circ}\text{C}$ . Автомобілю 13 років.
7	MA3-53362	220	5800	4,2	Зима $-8^{\circ}\text{C}$ . Автомобілю 10 років. Робота в період сильного снігопаду та ожеледиці.
8	Tatra 111R	275	4680	4,5	Рух у гірській місцевості від 801 до 2000 м. Автомобілю 12 років.

Закінчення таблиці 2.1.

1	2	3	4	5	6
9	IFA W50L	150	3460	3,5	Виконання сільськогосподарських робіт зі зниженими швидкостями. Автомобілю 9 років.
10	Avia A-30N	125	2480	2,5	Робота в межах міста Кременчука, яка потребує частих зупинок (більше ніж одна на 1 км пробігу). Автомобіль після капітального ремонту

Таблиця 2.2 – Варіанти завдань з вантажними автомобілями-самоскидами [7].

№ вар.	Марка автомобіля/вантажопідйомність, Гв т	Пробіг S, км	Кількість їздок з вантажем, Z	Споряджена маса причепа, Gпр/вантажність причепа, г, т	Умови експлуатації
1	2	3	4	5	6
1	БелАЗ-7548 / 42	75	15	–	Робота в кар'єрі, автомобіль після капітального ремонту
2	КрАЗ-6505 / 16	120	12	8/10	Робота в кар'єрі. Автомобілю 16 років. Зима –12°С.
3	МАЗ-5549 / 8	240	10	4/6	Робота в межах міста Кременчука, яка потребує частих зупинок. Автомобілю 15 років.

Закінчення таблиці 2.2.

4	КрАЗ-6510 /13,5	130	13	8/10	Робота в кар'єрі на дорозі зі складним планом. Автомобілю 16 років.
1	2	3	4	5	6
5	Magirus-232D19R / 11	280	8	6/8	Рух у гірській місцевості від 801 до 2000 м. Автомобілю 12 років.
6	Tarta-138S / 12	120	12	–	Робота в кар'єрі, автомобіль після капітального ремонту
7	МАЗ-551605 / 20	250	10	–	Робота за межами міста. Автомобілю 10 років. Зима –8°C.
8	КамАЗ-5511 / 10	160	8	6/8	Робота в межах міста Олександрія. Автомобілю 20 років.
9	БелАЗ-75401 / 30	80	10	–	Робота в кар'єрі, автомобіль після капітального ремонту
0	ІФА-W50/A / 5	185	8	–	Робота в межах міста Черкаси. Автомобілю 18 років. Зима –12°C.

**Коефіцієнти коригування норм витрат палива**

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти коригування норм витрат палива (за пп. 3.1–3.2 [6])

Позначення	Умови роботи автомобілів	Числове значення коефіцієнта, %, не більше
<b>Підвищення норм витрат палива</b>		
К1	Робота в холодну пору року: від 0°C (включно) та до –5°C включно	2
	нижче ніж –5°C та до –10°C включно	4
	нижче ніж –10°C та до –15°C включно	6

	нижче ніж $-15^{\circ}\text{C}$ та до $-20^{\circ}\text{C}$ включно	8
--	---	---

Продовження таблиці 2.3

	нижче ніж $-20^{\circ}\text{C}$ та до $-25^{\circ}\text{C}$ включно	10
	нижче ніж $-25^{\circ}\text{C}$	12
К2	Робота в гірській місцевості залежно від висоти над рівнем моря: від 300 до 800 метрів	5
	від 801 до 2000 метрів	10
	від 2001 до 3000 метрів	15
	вище ніж 3001 метр	20
К3	Робота на дорогах зі складним планом (наявність у середньому на 1 км шляху більше, ніж п'ять заокруглень радіусом менше 40 м). Цей коефіцієнт не застосовують під час роботи в умовах міста.	10
К4	Робота в міських умовах: у межах міст, а також у поселеннях міського типу та інших населених пунктах за наявності в них регульованих перехресть (світлофорів)	5
	у межах міст Біла Церква, Бровари, Вінниця, Горлівка, Каменське, Євпаторія, Єнакієве, Житомир, Івано-Франківськ, Кам'янець-Подільський, Керч, Кропивницький, Кременчук, Кривий Ріг, Лисичанськ, Луганськ, Луцьк, Макіївка, Маріуполь, Мелітополь, Миколаїв, Нікополь, Полтава, Рівне, Севастополь, Сімферополь, Слов'янськ, Суми, Тернопіль, Ужгород, Херсон, Хмельницький, Черкаси, Чернігів, Чернівці, Ялта	10
	у межах міст Дніпро, Донецьк, Запоріжжя, Київ, Львів, Одеса, Харків	15
К5	Робота, яка потребує частих зупинок (у середньому більше, ніж одна зупинка на один кілометр пробігу)	10
К6	Під час виконання робіт, що потребують пониженої швидкості (до 20 км/год) у задовільних дорожніх умовах (перевезення великогабаритних, вибухонебезпечних, скляних, крихких та інших подібних вантажів, під час виконання сільськогосподарських робіт, робота кінознімальних і аналогічних спеціальних автомобілів, рух у колонах тощо, а також рух у заторах, у тому числі у час «пік» (зокрема у центральних частинах міст), а також у разі тимчасового ускладнення руху, обумовленого проведенням дорожніх ремонтних робіт тощо)	10
К7	Робота в кар'єрах, їзда по полях, на лісових чи степових ділянках, по пересіченій місцевості тощо (поза межами доріг загального користування) у важких шляхових умовах	20

Продовження таблиці 2.3

	Робота в надважких шляхових умовах у період сезонного бездоріжжя, снігових чи піщаних заметів, сильного снігопаду та ожеледиці, паводків та інших стихійних лих, що потребують понижених швидкостей (до 20 км/год)	50
К8	Робота в надважких дорожніх умовах на дорогах загального користування в період сезонного бездоріжжя, снігових чи піщаних заметів, сильного снігопаду і ожеледиці, паводків та інших стихійних лих. Примітка: коригувальні коефіцієнти К6, К7 і К8 застосовувати одночасно заборонено	35
К9	У разі пробігу першої тисячі кілометрів новими автомобілями, напрацювання перших 60 мото-годин новим обладнанням (двигунами), а також тими, що вийшли з капітального ремонту	10
К10	Для автомобілів, що експлуатуються: Більше, ніж 5 років із загальним пробігом понад 100 тис. км	3
	більше, ніж 8 років або із загальним пробігом понад 150 тис. км	5
	більше, ніж 11 років або із загальним пробігом понад 250 тис. км	7
	більше, ніж 14 років або із загальним пробігом понад 400 тис. км	9
К11	Погодинна робота вантажних автомобілів (крім самоскидів) та вантажопасажирських або їх постійна робота як технологічного транспорту чи вантажних таксомоторів	10
К12	Під час навчальної їзди: на дорогах загального користування в межах міста	20
	на дорогах загального користування поза межами міста	5
	на спеціально відведених майданчиках, у разі маневрування з пониженою швидкістю, частих зупинок, руху заднім ходом. Примітка: коригувальний коефіцієнт К12 заборонено застосовувати одночасно з коефіцієнтами К5 і К6	40
К13	На підтримання прийнятних (комфортних) температурних умов у салоні автомобіля, а також забезпечення належної оглядовості тощо залежно від фактичної температури повітря навколишнього середовища	10
К14	Надбавка на підвищений аеродинамічний опір під час їзди на дорогах загального користування за межами міста, а також на дорогах, що проходять через населені пункти	5

### Продовження таблиці 2.3

K15	Для оперативних транспортних засобів, які обладнані спеціальною світловою і звуковою сигналізацією та виконують невідкладні службові завдання, пов'язані з підвищеною швидкістю руху з відступом від окремих правил дорожнього руху: в умовах міста	10
	за межами міста – до 20 %.	20
	з інтенсивним режимом руху, що потребує частого маневрування з виконанням розгону, обгону та гальмувань тощо, або виконують в умовах міста службові завдання, пов'язані зі швидкістю руху, що перевищує 100 км/год	25
<b>Зменшення норм витрат палива</b>		
K1	Робота за межами населених пунктів на дорогах загального користування, у тому числі на дорогах, що проходять через населені пункти залежно від швидкості та фактичних потреб: для легкових автомобілів	від –15 % до –30 %;
	для всіх інших автомобілів	від –5 % до –20 %.
K2	Робота за межами міст на дорогах, позначених знаком 5.1 Правил дорожнього руху, із максимально дозволеною відповідно до дорожніх знаків та Правил дорожнього руху швидкістю вище ніж 90 км/год.:	
	у разі руху зі швидкістю, що не перевищує 90 км/год, залежно від швидкості та фактичних потреб:	
	для легкових автомобілів	– від –15 % до –30 %;
	для всіх інших автомобілів	– від –5 % до –20 %.
	у разі необхідності пересування з дозволеною швидкістю вище, ніж 90 км/год та до 110 км/год включно, залежно від фактичних потреб	від –10 % до –20 %
	у разі обґрунтованої необхідності пересування з дозволеною швидкістю вище, ніж 110 км/год залежно від фактичних потреб	від –5 % до –10 %
K3	Експлуатація міських автобусів у режимі «на замовлення» або з іншою метою, але не на постійних маршрутах	від –5 % до –10 %.

### Контрольні питання

1. Для чого призначені норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті?
2. Який нормативний документ регламентує норми витрат палива і

мастильних матеріалів на автомобільному транспорті?

3. Які існують види норм витрат палива і мастильних матеріалів?
4. Що розуміють під нормативною витратою палива?
5. Як розраховують нормативні витрати палива для автомобілів-самоскидів та самоскидальних автопоїздів?

#### **Лабораторна робота № 4**

#### **Визначення масової частки сірководню в складі газоподібного палива**

**Мета:** Вивчити сутність процесу визначення масової частки сірководню в складі газоподібного палива.

**Загальні положення.** У нашій країні газоподібні види палива одержують усе більше широке поширення через відносно низьку вартість, здатності згоряти з невеликим надлишком повітря й більш повно, в порівнянні з рідкими паливами.

Звичайно як газове паливо для двигунів внутрішнього згорання застосовують *стиснені* або *зріджені* гази.

*Стиснені гази* – це гази, що володіють низькою критичною температурою й залишаються в газоподібному стані при тиску до 20 МПа (метан, оксид вуглецю, водень, етилен) [1,2].

На газозаправних станціях цими газами наповнюють балони автомобілів при тиску 20 МПа. Місткість балона при нормальних умовах – 10 м<sup>3</sup>, маса одного балона - 65 кг.

До істотних недоліків паливної апаратури автомобілів, що працюють на стисненому газі, відносно велика сумарна маса всіх балонів, внаслідок чого застосування стиснених газів обмежено.

*Зріджені гази* мають високу критичну температуру й при підвищенні тиску до 1...1,5 МПа переходять у рідкий стан.

Ці гази більше зручні як паливо для різних цілей, у тому числі й для двигунів внутрішнього згорання, тому що їх можна зберігати й транспортувати в балонах, цистернах і інших ємностях під відносно невисоким тиском [1,2].

Зріджені вуглеводні гази токсичні, по ступеню впливу на організм людини їх відносять до четвертого класу.

*Сірководень* – безбарвний газ із відчутним запахом тухлих яєць.

Сірководень викликає хімічну і електрохімічну (в присутності води) корозію металів. При певних умовах може відбуватися сульфідні розтріскування металів.

Сірководень сильна нервово-паралітична отрута: гостре отруєння настає при концентрації 0,2-0,3 мг/м<sup>3</sup>, концентрація вище 1 мг/м<sup>3</sup> вже смертельна. Граничнодопустима максимально-разова концентрація сірководню в повітрі 0,008 мг/м<sup>3</sup>.

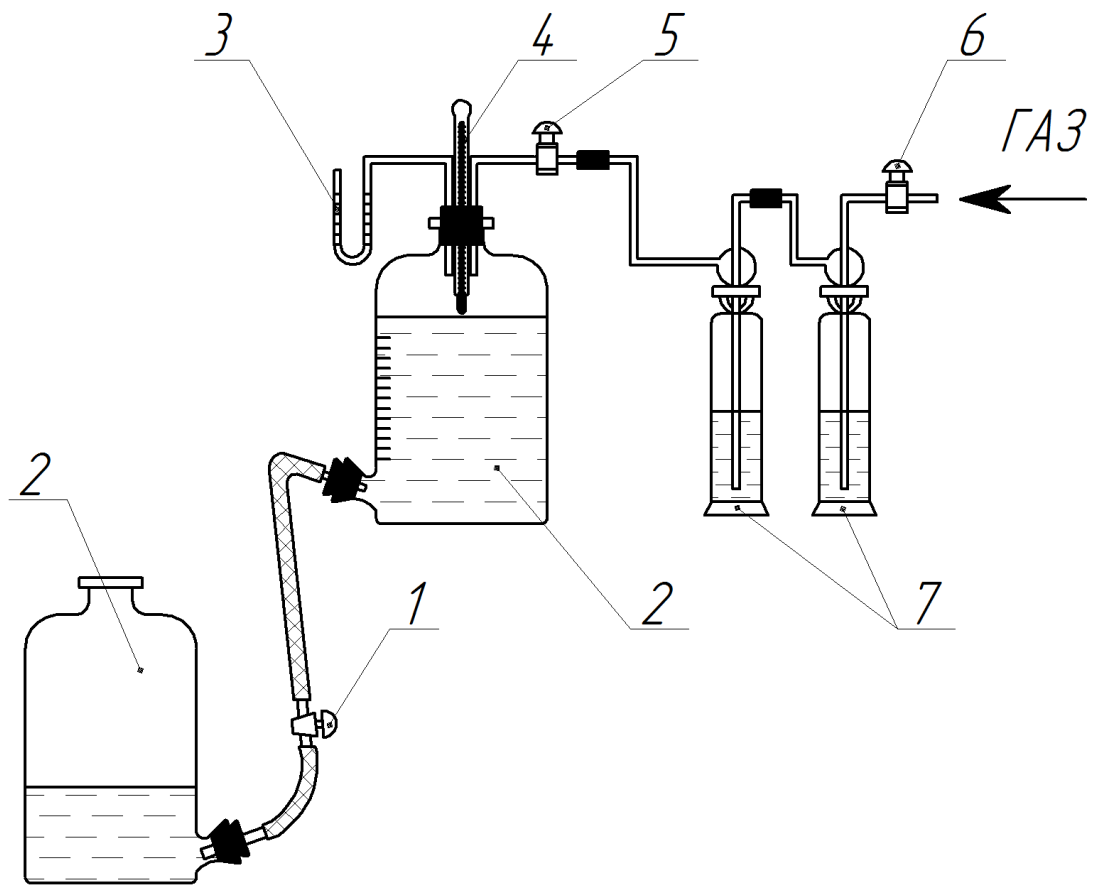
При підвищенні вмісту сірки та її сполук в газоподібному палеві буде виникати осад в паливній апаратурі, що звужує прохідний переріз трубопроводів та руйнує резинотехнічні деталі.

Також згоряючи у циліндрах двигуна, сірка підвищує токсичність відпрацьованих газів. При згорянні сірки утворюється сірчистий ангідрид SO<sub>2</sub> з незначною домішкою сірчаного ангідриду SO<sub>3</sub> який з'єднуючись із водяними парами, що перебувають у димових газах, дає сірчисту кислоту, що викликає корозію газового тракту [1,2].

Масову частку сірководню в газі визначають різними лабораторними методами. Найбільш простий з них - кадмієвий. Сутність його полягає в добуванні сірководню з газу розчином уксуснокислого кадмію з наступним розкладанням у кислому середовищі сірчистого кадмію, що утворився, і йодометричному визначенні сірководню, який виділився.

**Проведення випробувань.** Для роботи необхідні наступні прилади й матеріали: прилад для визначення сірководню в газі; набір скляного лабораторного посуду; 10 % розчин соляної кислоти; 0,05н-титрований розчин йоду; 5 % розчин уксуснокислого кадмію (в 1 літрі готового розчину уксуснокислого кадмію додають 10 см<sup>3</sup> 80 % оцтової кислоти); 0,05н-титрований розчин тіосульфату натрію; 0,5 % розчин крохмалю.

Прилад для визначення сірководню в газовому паливі складається із двох склянок Дрекслея 7 (рисунок 4.1) місткістю по 250 см<sup>3</sup>; двох аспіраторів 2, використовуваного також для виміру обсягу газу, що пройшов через поглиначі за час аналізу; манометра 3 і термометра 4, встановлених у пробці верхньої бутілі аспіратора. Аспіратор і поглиначі з'єднані скляною трубкою із краном 5; нижня й верхня бутлі аспіратора - гнучким шлангом із краном.



1, 5 і 6 – крани; 2 – аспіратори; 3 – манометр; 4 – термометр;  
7 – склянки Дрекслея.

Рисунок 4.1 – Прилад для визначення сірководню в газовому паливі.

Перед роботою зібраний прилад перевіряють на герметичність. Для цього в один поглинач наливають  $100 \text{ см}^3$  дистильованої води, закривають кран 6 і трубку манометра 3 і при відкритих кранах 1 і 5 опускають аспіратор (без пробки). Прилад вважається герметичним, якщо пухирці повітря не проходять через поглинач із водою й не змінюється рівень води у верхньому аспіраторі.

Після перевірки герметичності приладу в склянки Дрекслея наливають по  $50 \text{ см}^3$  розчину уксуснокислого кадмію. Прилад готовий до роботи.

Приєднують ємність із пробєю газу (або газову магістраль) до приладу, відкривають крани 1, 5, 6 і пропускають досліджуваний газ так, щоб розчин уксуснокислого кадмію в другому поглиначі залишався прозорим, а тиск в аспіраторі - постійним (рідина в трубках манометра на одному рівні).

Якщо концентрація сірководню в газі невелика, то пропускають через прилад кілька десятків літрів і для виміру його обсягу після поглиначів включається газовий лічильник типу ГСБ-400. Після пропущення проби газу

крани 6 і 1 закривають, вимірюють обсяг води, що витекла з верхнього аспіратора, вимірюють барометричний тиск, температуру й тиск газу.

Розчин уксуснокислого кадмію з поглиненим сірководнем зі склянок Дрекслея зливають у конічну колбу. Потім доливають 25 см<sup>3</sup> титрованого 0,05н-розчини йоду й 10 см<sup>3</sup> 10% розчину соляної кислоти, швидко закривають пробкою, струшують і ставлять на 3...5 хвилини у темне місце. Потім у колбу наливають дистильовану воду і розбавляють у два рази розчин уксуснокислого кадмію.

Вміст колби титрують 0,05 н-розчином тіосульфату натрію спочатку до світло-жовтого кольору, потім доливають у колбу 1...2 см<sup>3</sup> 0,5 % розчину крохмалю й продовжують титрувати до зникнення синювато-фіолетового кольору.

**Обробка результатів.** Масу поглиненого сірководню  $X$  (гр.) обчислюють за формулою:

$$X = 0.00085 \times (V_1 - V_2) \quad (4.1)$$

де 0,00085 – кількість сірководню, еквівалентне 1 см<sup>3</sup> 0,5 н-розчина йоду, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – обсяг 0,05 н-розчину йоду, витраченого на поглинання сірководню, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – обсяг 0,05 н-розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування йоду, см<sup>3</sup>.

Вміст сірководню  $X_1$  (% за обсягом) в аналізованому газі обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{X \times 22.414 \times 1000 \times 100}{34 \times (V_0 + V_3)} = \frac{65923.5 \times X}{(V_0 + V_3)} \quad (4.2)$$

де 22,414 – обсяг 1 моля сірководню при нормальних умовах, л;

34 – молекулярна маса сірководню;

$V_0$  – обсяг взятого на аналіз газу, наведеного до нормальних умов, см<sup>3</sup>;

$V_3$  – виправлення на кількість сірководню, поглиненого розчином уксуснокислого кадмію, см<sup>3</sup>.

$$V_0 = \frac{V_t \times (B - \omega) \times T_0}{P_0 \times T} = \frac{V_t \times (B - \omega) \times 273.2}{101325 \times (273.2 + t)} \quad (4.3)$$

де  $V_t$  – обсяг аналізованого газу при температурі  $t$  і тиску  $P$ , см<sup>3</sup>;

$B$  – барометричний тиск, Па;

$\omega$  – тиск водяного пару при температурі опиту  $t$ , Па;

$t$  – температура виміру обсягу газу, °С.

$$V_3 = 0.5535 \times V_4 \quad (4.4)$$

де 0,5535 – обсяг сірководню, що відповідає 1 см<sup>3</sup> 0,05 н-розчину йоду, см<sup>3</sup>;

$V_4$  – обсяг 0,05 н-розчину йоду, витраченого на титрування сірководню, см<sup>3</sup>.

Отриманий результат порівнюють із вимогами державного стандарту України на газове паливо.

#### **Контрольні запитання:**

1. Дайте визначення поняття «зріджені нафтові гази».
2. Дайте визначення поняття «стиснені нафтові гази».
3. Які є особливості застосування зріджених нафтових газів?
4. Які є особливості застосування стиснених нафтових газів?
5. Дайте визначення поняття «сірководень». Який вплив цієї сполуки на систему живлення транспортного засобу?
6. Яким методом визначають масову частку сірководню в газі?

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Полянський С. К., Коваленко В. М. Експлуатаційні матеріали. Київ : Либіть, 2003. 447 с.
2. Антипенко А. М., Сорокін С. П., Поляков С. О. Властивості та якість паливо-мастильних матеріалів. Харків : ЧП Червяк, 2006. 213 с.
3. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення / упоряд.: В. Я. Чабанний. Кіровоград : Центрально-Українське видавництво, 2008. 500 с.
4. Окоча А. І., Антипенко А. М. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Київ : Урожай, 1996. 336 с.
5. Як влаштована автомобільна шина. ROSAVA. URL: [https://rosava.com/useful\\_tips/yak-vlashtovana-avtomobilna-shina](https://rosava.com/useful_tips/yak-vlashtovana-avtomobilna-shina) (дата звернення: 15.03.2025).
6. Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті : Наказ від 10.02.1998 № 43 (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98#Text> (дата звернення: 15.03.2025).
7. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Ресурсозбереження та екологія автомобільного транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання / уклад.: С. М. Черненко. Кременчук, 2024. 25 с.

Навчально-методичне видання

**Лосіков** Олександр Михайлович,  
**Мельянцов** Петро Тимофійович,  
**Сидоренко** Віктор Кононович

## **ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

Методичні рекомендації до практичних та лабораторних робіт

Електронне видання

Експертний висновок склав канд. техн. наук, доц. Микола Маліч

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 41 від 17.04.2025)

В авторській редакції  
Комп'ютерна верстка О. М. Лосіков

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,84. Обл.-вид. арк. 2,88.  
Зам. № 56.

Видавець: Український державний університет науки і технологій  
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, м. Дніпро, 49010.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:  
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010