

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ ТА ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: “ Дослідження характеристик моторних олив під час експлуатації
автомобіля в умовах низьких температур ”

Виконав: студент
Спеціальності 274 "Автомобільний транспорт"
(шифр і назва)
Капустянський Павло Петрович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Паславський Р. І.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

УДК 631.3.004.

Капустянський П. П. Дослідження характеристик моторних олиив під час експлуатації автомобіля в умовах низьких температур: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський НУП, 2024. 67 с.

21 рис., 7 табл., 16 літ. джерел.

У кваліфікаційній роботі на основі аналізу впливу кліматичних умов та інтенсивності експлуатації автомобілів на потік відмов їх силових установок розроблене теоретичне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації за рахунок своєчасного проведення технічного обслуговування, що дозволяє скоротити потік відмов, який залежить від сезонності використання техніки. Причиною зростання потоку відмов силових установок є зміна властивостей моторної олиив у зв'язку з її обводненням в умовах негативних температур. Обводнення відбувається унаслідок процесу конденсації і приводить до випадання в осад основних присадок, через що концентрація деяких з них зменшується на 75 %. Це приводить до втрати якості моторної олиив.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. СТАН ПИТАННЯ	7
1.1. Огляд наукових досліджень ефективності використання моторних оливи під час експлуатації автомобілів	15
1.2. Аналіз відмов автомобільної техніки	16
1.3. Можливі причини відмов двигунів автомобілів	18
Висновки до розділу	22
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБОРУ І ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ЗАМІНИ МОТОРНОЇ ОЛИВИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ	23
2.1. Методика обґрунтування вибору моторної оливи	23
2.2. Визначення періодичності заміни моторної оливи в автомобілях	30
Висновки до розділу	31
3 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
3.1. Організація матеріально-технічного забезпечення досліджень.....	32
3.2. Контрольовані показники моторних оливи	33
3.3. Методики лабораторних досліджень	37
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА СТАНУ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ПАРАМЕТРІВ МОТОРНОЇ ОЛИВИ	39
4.1. Контроль тиску оливи в головній магістралі системи змащування двигуна	39
4.2. Контроль кількості газів, що прорвалися в картер	40
4.3. Контроль димності відпрацьованих газів	41
4.4. Відбір проб моторної оливи	42
4.5. Контрольно-діагностичні операції	44
4.6. Результати обробки даних лабораторних аналізів проб оливи	46
Висновки до розділу	49
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51

5.1. Аналіз стану охорони праці в транспортному підприємстві	51
5.2. Організація роботи служби з охорони праці та фінансування	53
5.3. Безпека праці під час роботи на автотранспорті	54
5.4. Розробка заходів щодо покращення стану охорони праці	56
5.5. Розробка заходів щодо захисту цивільного населення	59
6. ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖЕННЯ	60
6.1. Коректування нормативів з урахуванням конкретних умов експлуатації рухомого складу	60
6.2. Визначення розрахункових пробігів до технічного обслуговування	61
6.3. Діагностика технічного стану автомобілів	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64
Бібліографічний список	66

ВСТУП

Ефективність експлуатації автомобільного транспорту істотно залежить від витрат на технічне обслуговування. На сучасному етапі розвитку науки проблема реалізації технічного потенціалу автомобільного транспорту можлива за правильного використання експлуатаційних матеріалів, які повністю забезпечують задані експлуатаційні властивості їх конструкцій.

Одним із способів підвищення ефективності експлуатації автомобілів можна рахувати раціональне використання властивостей та можливостей експлуатаційних матеріалів. Періодичність технічного обслуговування, рекомендована заводами-виробниками автомобільної техніки, не враховує властивості та фактичний стан експлуатаційних матеріалів, який залежить від безлічі чинників. Експлуатаційні матеріали, як правило, замінюються або передчасно, або із запізненням, що зумовлює в першому випадку до їх перевитрати, в другому випадку - до підвищеного спрацювання деталей і передчасних відмов автомобільної техніки. Рішення даної актуальної технічної задачі стримується відсутністю знань про закономірності зміни показників якості моторних олів в процесі експлуатації автомобілів в умовах низьких температур.

Це дозволить підвищити енерго-ресурсозбереження на автомобільному транспорті, що використовується в умовах холодного клімату і скоротити потік відмов двигунів в зимовий час.

1 СТАН ПИТАННЯ

1.1. Огляд наукових досліджень ефективності використання моторних оливи під час експлуатації автомобілів

У роботі [6] описаний шлях зниження витрат на експлуатацію автомобільної техніки за рахунок упровадження оптимальної періодичності заміни моторної оливи з врахуванням використання в сезонних умовах. Досліджена послідовність зміни якості та властивостей оливи для змащування конструктивних елементів двигуна в різних сезонних умовах. Автор пропонує використовувати як досліджувану оливу ЛЕОЛ -Турбодизель екстра 1040, SAE 10W-40, яке не є єдино правильним для умов експлуатації в умовах різких коливань температур навколишнього середовища. У роботі розкриті сезонні чинники експлуатації автомобільного транспорту, що принципово впливають на якість та зміни, що відбуваються, в моторній оливі. Встановлені залежності впливу най значущішого сезонного чинника, такого як середньодобова температура регіону, який накладає свій відбиток на інтенсивність зміни властивостей моторних оливи для змащування конструктивних елементів двигуна.

У роботах [1, 7] автори говорять про те, що за умови збільшення забруднюючих домішок в моторній оливі вище за допустиму норму стрімко погіршуються миючі та диспергуючі властивості. Методика штучного забруднення оливи, застосована в даних роботах, є дослідницькою, оскільки іноземні стандарти і специфікації [12] не передбачають штучного забруднення і старіння моторної оливи.

У роботі [8] автор рекомендує застосовувати технології, які дозволяють досліджувати вплив якості змащувального матеріалу на довговічність корінних підшипників колінчастого валу, а також розробив методику управління станом оливи в агрегатах силової установки автомобілів.

Автор пропонує теоретичним шляхом визначити вплив технічних експлуатаційних властивостей оливи для змащування вузлів і агрегатів силової установки зокрема на довговічність корінних підшипників колінчастого валу. Рекомендується методика контролю над станом моторної оливи для заданих умовах експлуатації автомобіля. Одним з вагомих завдань, яка стоїть перед автором - це дослідження ефективності способів управління властивостями моторних оливок під час експлуатації.

Впродовж періоду використання двигунів на зміну стану оливи робить вплив велика кількість чинників, таких як кліматичні та дорожні умови, навантаження і швидкісні режими, якість водіння, регулювання паливної апаратури та багато інших. Всі ці чинники постійно впливають на змащувальний матеріал, через що в оливі накопичуються різні шкідливі речовини. Збільшення відсоткового вмісту домішок зумовлює спрацювання присадок, що погіршує всі експлуатаційні властивості моторної оливи та впливає на зниження довговічності двигуна [5, 11].

Загальним підходом до вибору най значущіших показників моторної оливи для визначення їх працездатності будуть показники інтенсивності нагромадження домішок та спрацювання присадок. В таблиці 1.1 представлені основні показники моторної оливи, що впливають на якість, заздалегідь вибрані на підставі проведеного огляду раніше виконаних робіт [3, 4, 6, 8, 10, 13]. На підставі визначення перерахованих показників можна оцінити працездатність моторної оливи.

Виходячи з даних таблиці 1.1, зменшення роботоздатності присадок та забрудненість оливи оцінюються декількома показниками, тому доцільним рішенням буде вибір найвагоміших з них.

Зміни в якісному стані силової установки в короткий термін приводять до зміни показників якості застосованої моторної оливи. Дію моторної оливи, характеристики якої зазнали зміни, на надійність та довговічність техніка виявляється далеко не відразу, дане явище можна пояснити більш довгостроковою дією змащувального матеріалу на двигун.

Таблиця 1.1- Рекомендовані для оцінки властивостей показники якості

оливи

Причини зміни якості оливи	Показники якості оливи
Забрудненість оливи механічними домішками, С	Вміст кремнію, Si
	Нерозчинні домішки, НД
	Оптична густина, Л
	Зольність, З
	Вміст продуктів спрацювання, Сі, Ре, Al
Спрацювання присадок, Сп	Водневий показник, рН
	Лужне число, ЛЧ
	Диспергуюча здатність, ДЗ
Забруднення продуктами окислення оливи	Кислотне число, КЧ
	Кінематична в'язкість, V
	Густина, ρ

У системі змащування силової установки йде безперервний процес по накопиченню і видаленню різних небажаних домішок. Після зміни моторної оливи, що використовується, при певному напрацюванні, концентрація загальних домішок стабілізується та визначається співвідношенням [7]:

$$C = Q - (Q_{\phi} + Q_{\nu}) \quad (1.1)$$

де С - концентрація загальних домішок;

Q- інтенсивність надходження домішок;

Q_{ϕ} - інтенсивність видалення домішок оливовим фільтром;

Q_{ν} - інтенсивність видалення домішок з вигоранням оливи.

Для конкретного двигуна в певних межах напрацювання моторної оливи швидкість видалення забруднень фільтром можна вважати постійною, а витрата оливи трохи змінюється [7].

Такий паритет в змащувальній системі силової установки підтримується якийсь час, але як тільки проходить певний період часу - порушується паритет. В результаті значного напрацювання моторної оливи відбувається накопичення нерозчинних домішок, що знаходяться в системі змащування силової установки в дрібно дисперсному стані (не відфільтроване), а також

відбувається накопичення продуктів окислення. У зв'язку з цим загальна концентрація домішок збільшується і має місце бути залежність [7]:

$$Q_{\phi} + Q_y = \text{const.} \quad (1.2)$$

У даний період відбувається перенасичення рідкої фази моторної оливи твердими нерозчинними частинками різних домішок та починається власне сама коагуляція. Частинки, що знаходяться в дисперсній фазі, об'єднуються і випадають в осад по всій системі змащування силової установки. Дані частинки, вступаючи у взаємодію з гарячими деталями двигуна, утворюють різні лакові та нагароутворюючі відкладення, які, у свою чергу, сприяють і провокують на вихід з ладу вузлів та механізмів двигуна. Щоб уникнути виникнення процесу коагуляції і забезпечення чистоти деталей силової установки моторна олива в період порушення рівноваги повинна замінюватися на нову або ж повинна вводитися порція свіжої оливи. Явище коагуляції сповільнюється шляхом введення в моторну оливу миючих та диспергуючих присадок, які також частково нейтралізують кислі продукти [8]. Під час використання моторної оливи її присадки спрацювуються шляхом вступу до хімічних реакцій з різними речовинами. Даний вид спрацювання присадок в оливі приводить до прискорення явища коагуляції [8].

У доповіді [11, 12] розглянуте порушення забезпечення стійкості системи «ДВЗ - олива» за перевищення значною мірою термінів роботи оливи, тобто в процесі природному старінні моторної оливи. Якщо ж в ході використання виникає ситуація, передуюча повній відмові деталей силової установки (за умови значного напрацювання силової установки з початку експлуатації або при попаданні в моторну оливу великої кількості окислу кремнію), то процес переходу стану оливи від «працездатного» в «непрацездатне» проходитиме в коротший проміжок часу. Моторна олива втратить свою «працездатність» значно швидше, ніж в процесі природному старінні, якщо швидкість надходження забруднень перевищуватиме швидкість їх видалення.

Таким чином, одним з основних критеріїв придатності моторної оливи до подальшого використання вважають ступінь його впливу на швидкість спрацювання, а також появу лаку та відкладень смолистих речовин у вузлах

силової установки. Як розглянуто вище, на темп спрацювання основних вузлів і деталей двигуна автомобіля, утворення лаку і різних відкладень в ній найбільший вплив роблять:

- значні накопичення нерозчинних домішок;
- зменшення лужного числа з одночасним зростанням кислотного числа миючих та диспергуючих присадок;
- концентрація продуктів окислення [14].

Визначення наявності нерозчинних домішок в оливі є непростим та високо вартісним методом центрифугування, у зв'язку з цим більшість дослідників [2, 5, 6] пропонує рахувати нерозчинні домішки по значенню оптичної густини, яка найточніше показує взаємозв'язок з наявністю нерозчинних домішок. Для аналізу забруднення оливи нерозчинними домішками в даній роботі також вибирається показник оптичної густини.

Кількісне визначення зміни концентрації присадок в оливі теоретично утруднене, оскільки практично неможливо розділити їх компоненти на активні і спрацьовували. Оцінюється зміна лужного числа як характеристика миючих присадок.

Одна з важливих ролей в роботі системи «ДВЗ - олива» відводиться в'язкості оливи. Вона впливає не тільки на працездатність оливи та на спрацювання деталей циліндро-поршневої групи під час пуску, а також побічно на забрудненість оливи органічними домішками. У зв'язку з цим даний параметр обов'язково вибирається для оцінки якості оливи [3, 4, 7, 8, 11, 14].

На основі вивчення роботи системи «ДВЗ - олива» були знайдені та узяті ключові показники оливи, до яких відносяться: вміст нерозчинних домішок; лужне число, пов'язане з водневим показником; кінематична в'язкість.

Забезпечення довговічності та безвідмовності системи «ДВЗ - олива» виконуються за допомогою комплексної інформації про зміну стану системи в будь-який заданий момент часу. Її отримують за допомогою комплексного показника якості оливи, який може бути зібраний на основі позначених показників, у зв'язку з тим, що вони характеризуються основними змінами якості оливи.

При вивченні роботи [7] було виявлено, що параметри оптичної густини зовсім не є однозначними, тому що колір оливи не може бути об'єктивним показником, якщо виконується оцінка якості оливи, тому що виробник має право міняти колірмоторної оливи залежно від властивих йому технічних вимог (рис. 1.1). На зміну в'язкості моторних олив впливає підвищений вміст продуктів окислення.

У статті [13] автори говорять про значну зміну властивостей оливи силової установки від різних умов використання і характеру руху як при русі з високими швидкостями і сильним нагрівом оливи, так і при експлуатації автомобіля з частими зупинками та пусками двигуна. Зміну в'язкості, лужного числа та диспергуючих властивостей оливи пропонується використовувати як показники бракувань. Але автори не враховують той факт, що такий показник, як лужне число, для працюючих олив некоректно застосовувати зовсім, оскільки кислотне число використовується для оцінки властивостей «працюючої оливи».



а)

б)

- а) - Carlupe 10W-40, AP1SF/CM(з пакетом присадокLubrizonl),
- б) - Carlupe 10W-40, AP1SL/CF)(з пакетом присадок LowSAPS)

Рисунок 1. 1. Вплив пакету присадок на оптичну густину свіжих моторних олив

В Україні для спрощення вибору моторної оливи використовують зарубіжні класифікації SAE, API, ASEA. Для підбору якіснішого змащувального матеріалу з однаковими класифікаціями потрібно враховувати основні техніко-експлуатаційні показники: індекс в'язкості та її класи, лужне число, температура спалаху, сульфатна зольність.

У роботах [1, 6, 7, 8] автори намагаються відповісти на питання виготовлення бази, тобто основи будь-якої оливи, і розказують про принципи виробництва базових олив. Мінеральні оливи отримують за допомогою нафтових фракцій завдяки очищенню за допомогою всіляких фізичних та хімічних методів. Синтетичні оливи - продукти синтезу органічних сполук. Автори роз'яснює, в чому відмінність та чому синтетичні оливи краще мінерального.

Найбільші світові виробники брендів моторних олив використовують базові оливи, отримані з нафти, здобутої в одному і тому ж регіоні. Найбільшою стабільністю властивостей володіють ті оливи, які виробляють на нафтопереробних заводах, що належать компаніям, які одночасно є і нафтовидобувними. В цьому випадку є умови дієвого контролю та можливість своєчасно коректувати весь технологічний ланцюжок, починаючи від розвідки, видобутку нафти і закінчуючи реалізацією виготовленої оливи.

У роботі [8] розглянутий характер зміни властивостей олив, проведений аналіз способів відновлення їх властивостей, подальша можливість застосування цих способів в експлуатуючих організаціях. Існуюча планово-запобіжна система дає можливість вести облік зміни умов експлуатації автомобілів за допомогою коректування термінів їх проведення. Але при цьому є істотний недолік - в ході коректування будь-якого нормативного значення відповідна величина буде встановлена для всіх транспортних засобів однакової марки без урахування стану окремої машини.

У зв'язку з цим дослідження багатьох учених у області забезпечення надійності двигунів автомобіля продовжуються і пропонуються різні способи підвищення ефективності техніки, враховуючи мінливий характер умов зовнішнього середовища. Рекомендується включати нормативно-технічну та

конструкторську документацію, показники їх пристосованості до найхарактерніших умов різних регіонів.

Одним з таких напрямів є вивчення інтенсивності старіння моторних олив в різних умовах використання і продовження їх терміну.

Узагальнюючи, слід зазначити, що:

- якість моторних олив характеризується рядом параметрів, які змінюються в процесі експлуатації автомобільного двигуна;

- якість моторної оливи робить вплив на безвідмовність силової установки та довговічність, у тому числі і автомобіля в цілому;

- на надійність автомобільних двигунів роблять істотний вплив номінальні (початкові) значення параметрів техніко-експлуатаційних властивостей свіжих моторних олив та їх зміна в процесі експлуатації;

- техніко-експлуатаційні властивості моторних олив піддаються дії з боку безлічі чинників, таких як високі температури, окислення, накопичення продуктів спрацювання, а також забруднень, які потрапляють в оливу із зовнішнього середовища. Крім цього вода, що з'являється в оливі (від конденсації водяної пари, що прорвалася в картер відпрацьованих газів і пари води, що завжди є в повітрі) також сприяють утворенню речовин, що позначаються на якісному рівні моторної оливи.

В процесі експлуатації необхідно контролювати якість моторної оливи та міняти її досягши критеріїв граничного стану:

1. кожна моторна олива володіє сукупністю індивідуальних техніко-експлуатаційних властивостей;

2. можливо продовжувати ресурс моторної оливи за рахунок впровадження заходів щодо його очищення та добавляння пакету присадок.

1.2. Аналіз відмов автомобільної техніки

У сучасні автомобілі закладається необхідний рівень експлуатаційних властивостей. Застосування сучасних експлуатаційних матеріалів дозволяє забезпечити експлуатаційну надійність техніки при дотриманні рекомендацій з їх застосуванню в конкретних умовах.

Для повноцінної оцінки умов експлуатації автомобільної техніки і розробки рекомендацій по підвищенню її надійності було проведене дослідження, що має на меті виявлення найпоширеніших несправностей двигунів автомобілів.

Дослідження проведене на базі автотранспортних підприємств Львова. На основі даних заявок, на запасні частини служб експлуатації транспортних засобів можна виділити дві основні причини, що зумовлюють відмови двигунів: спрацювання циліндро-поршневої групи та підшипників колінчастого валу двигуна.

Передбачалося, що основною причиною даних відмов була незадовільна якість моторної оливи що використовується в підрозділах для змащування двигунів транспортних засобів.

Дане твердження засноване на наступних чинниках:

- наявність відкладень та нагару на деталях газорозподільного механізму і поверхнях головок блоків циліндрів (рис. 1.2);
- наявність відкладень в каналах та пастках колінчастого валу продуктів коксування оливи (рис. 1.3);
- наявність відкладень в канавках поршневих кілець (рис. 1.4);
- накопичення значної кількості забруднення та продуктів старіння оливи в роторах відцентрових фільтрів очищення (рис. 1.5).

На основі аналізу даних несправностей та ознак можна зробити висновок про накопичення в моторній оливі продуктів, які спочатку забивають фільтр та ротор фільтру відцентрового очищення, а потім, коли включаються перепускні клапани, забруднення, проникають в канали системи змащування.



Рисунок 1.2. Відкладення на поверхнях головок блоку циліндрів та деталях газорозподільного механізму

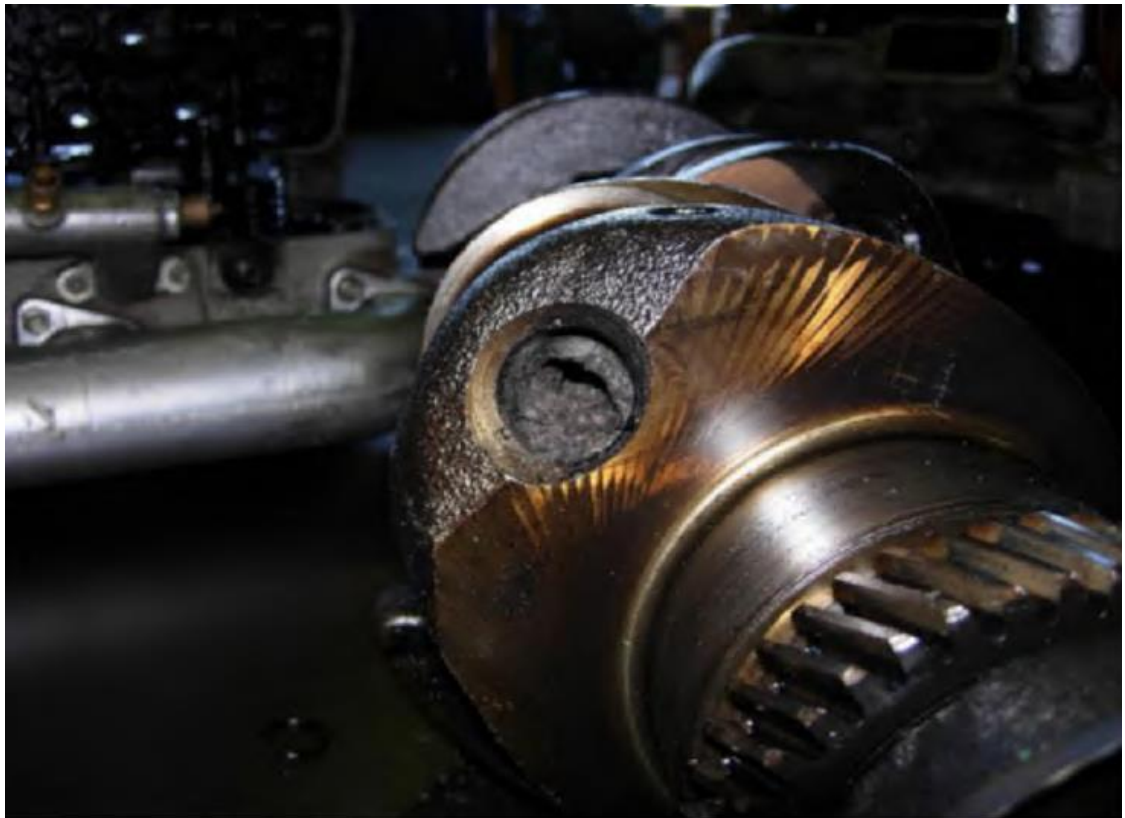


Рисунок 1.3. Відкладення в каналах та пастках колінчастого валу продуктів коксування оливи

Як гіпотеза про причини, що приводять до виникнення даних процесів, пропонується наступний висновок служби експлуатації: недостатня ефективність роботи моторної оливи в частині миючо-диспергуючих і змащувальних властивостей оливи. Під час роботи двигуна утворюються

відкладення у вигляді лаків, нагару, шламів, які приводять до забруднення каналів системи змащування, відкладаються на деталях газорозподільного механізму, осідають у засобах фільтрування.



Рисунок 1. 4. Відкладення на поверхнях детальній циліндро-поршневої групи

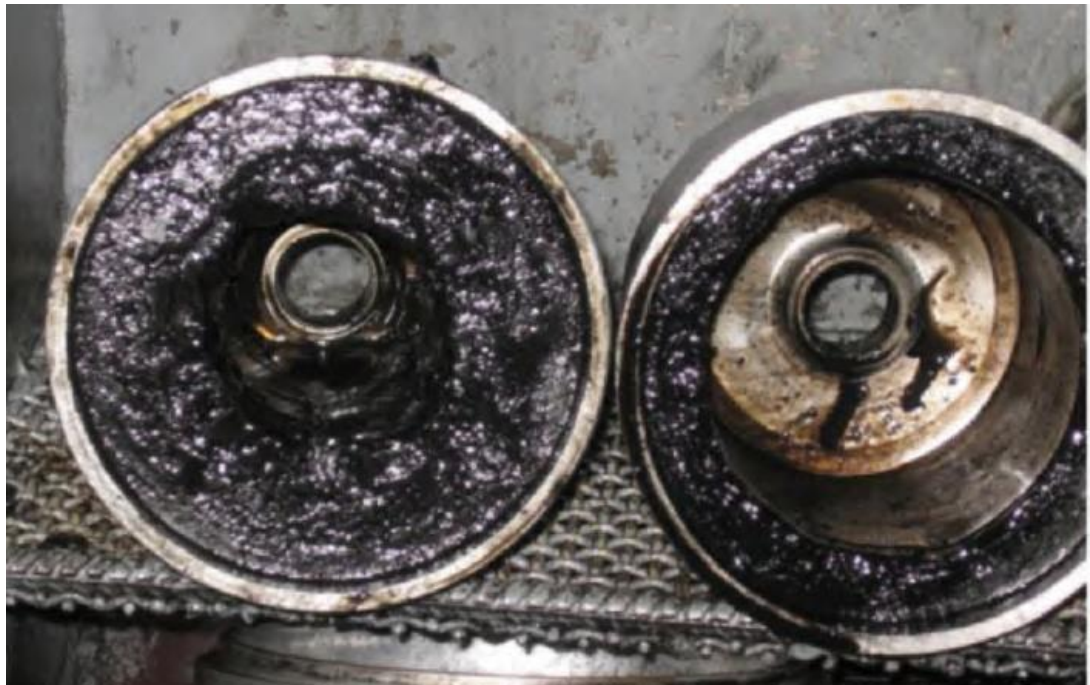


Рисунок 1. 5. Відкладення на стінках ротора фільтру відцентрової очистки оливи

В результаті забруднення каналів системи змащування зменшується подача оливи до пар тертя, що підвищує спрацювання деталей циліндр

поршневої групи, кривошипно-шатунного механізму, деталей газорозподільного механізму, і, як наслідок, зростає експлуатаційна витрата оливи. Відкладення продуктів забруднення моторної оливи в каналах колінчастого валу викликає режим оливового голодування в підшипниках колінчастого валу двигуна, що приводить до їх значного спрацювання, задиру, схоплювання та повертання в місцях розташування. Разом з цим виявлені неполадки двигунів є результатом комплексної дії безлічі чинників, які могли привести до вищезгаданих наслідків. Серед таких чинників можна виділити:

- недостатня конструктивна надійність двигунів транспортних засобів, експлуатованих в даних умовах (можливі несправності елементів систем змащування, охолодження або паливоподачі);
- порушення технології технічного обслуговування та ремонту.

Вище перераховані ознаки не дозволяють однозначно зробити висновок про недостатній рівень якості застосованої моторної оливи.

Крім того, серед представлених даних є посилання на виходи з ладу двигунів, викликані пошкодженням прокладок головок блоків циліндрів або гумотехнічних виробів двигуна та операціями зі заміни головки блоку циліндрів. Дані відмови не мають безпосереднього відношення до якості моторної оливи, тому в подальшому розгляді враховувати їх недоцільно.

1.3. Можливі причини відмов двигунів автомобілів

Аналіз даних, представлених службами експлуатації, показує:

- пік відмов двигунів транспортних засобів підрозділів доводиться на зимові місяці експлуатації;
- автомобілі, дані про яких представлені в звітах, мають значний розкид по напрацюванню від 45 000 км до 690 000 км;
- середнє напрацювання автомобілів до капітального ремонту складає близько 180 000 км;

- близько 70 % автомобілів, що згадуються в звітах, мають 1 і більш капітальний ремонт.

Експлуатація техніки в умовах різких змін температури навколишнього середовища характеризується значною зміною властивостей конструкційних і експлуатаційних матеріалів. Тут особливого значення набуває відповідність якостей застосованої моторної оливи.

За негативних температур в непрогрітому двигуні змінюється в'язкість моторної оливи, це сприяє зниженню її прокачування по каналах системи змащування і погіршує умови захисту деталей. В таких умовах навіть високий тиск не дозволяє з упевненістю говорити про достатнє надходження моторної оливи до пар тертя. Такі обставини приводять до оливового голодування підшипників ковзання та їх інтенсивного спрацювання

При холодних пусках двигунів виявляються конструктивні особливості системизмащування. Ця система двигуна влаштована таким чином, що в першу чергу олива з піддону картера подається змащувальним насосом в фільтр. До конструкції фільтру входить запобіжний клапан, який пропускає оливу в обхід фільтру у разі підвищення тиску понад встановленого значення (залежно від конструкції тиск не повинен перевищувати 1,5 - 4 кПа). Зазвичай під час експлуатації надмірний тиск в оливої магістралі виникає, якщо фільтр забитий продуктами забруднення, а також на режимі холодного пуску. У цих випадках деталі двигуна змащуються неочищеною оливою.

Отже, чим частіше виникають такі умови, тим більше забруднення потрапляє в канали системи змащування, забиваючи їх. Особливо часто такі ситуації виникають після закінчення терміну заміни оливоогофільтру. У цей період фільтр вже накопичив значну кількість забруднень, що зменшило його пропускну спроможність, а значить, підвищило тиск на вході у фільтр. З напрацюванням може підвищуватися в'язкість оливи (при справній системі живлення) за рахунок накопичення продуктів окислення, нагару, спрацювання, внаслідок чого може зростати тиск в оливої магістралі.

За від'ємних температур навколишнього повітря потрібно приділяти особливу увагу операціям підготовки двигуна до пуску та прогрівання перед початком руху, відповідно до інструкцій заводу-виробника.

В період холодного пуску в результаті контакту гарячих волого насичених газів, що прориваються з камери згорання, з холодними стінками картера та поверхні оливи відбувається інтенсивна конденсація пари води і її накопичення в піддоні картера. За умовою взаємодії води з моторною оливою відбувається гідроліз присадок, випадання їх в осад, що сприяє утворенню низькотемпературних шламів. У прогрітому двигуні вода випаровується, і частина присадок знов розчиняється в моторній оливі, проте відновлення властивостей відбувається не повністю. Періодичне повторення таких процесів зумовлює значну втрату властивостей оливи і приводить до накопичення в піддоні картера двигуна низькотемпературних шламів, звідки вони подаються насосом в канали системи змащування і можуть забивати їх. Результат - недостатня подача оливи до деталей газорозподільного механізму, оливоголодування підшипників колінчастого валу.

Процес накопичення таких продуктів в моторній оливі значно розтягнутий в часі, та частково його негативні наслідки можуть компенсуватися періодичним очищенням відцентрового фільтру або заміною паперового і скороченням термінів роботи моторної оливи за використання автомобілів в умовах різких перепадів температур.

Відкладення можуть також бути продуктами старіння, що утворилися при експлуатації на різних моторних оливах. Заливаючи в двигун свіжу моторну оливу з високими миючими властивостями ці забруднення «вимиваються» з каналів, осідають в піддоні картера, звідки подаються насосом в фільтр і частково затримуються в ньому. Ці умови роботи системи змащування характерні в період відразу після заміни на нову марку моторної оливи. Спочатку накопичені відкладення розпушуються, потім вимиваються, частина з них залишається в повнопотоковому фільтрі очищення оливи, частина потрапляє у відцентровий фільтр, інше осідає в піддоні картера. При цьому відбувається активне накопичення даних продуктів у фільтрах, це зрештою приведе до їх засмічення і поломки (відключення

перепускними клапанами). Якщо відбулося відключення фільтрів, двигун також буде змащуватись неочищеною оливою, що зумовлює забруднення оливових каналів.

Також до інтенсивного старіння моторної оливи і накопичення в ньому забруднень може приводити взаємодія з газами, що прориваються з камери згорання. За умови збільшення спрацювання циліндр поршневої групи відбувається збільшення картерних газів, що приводить до розвитку окислювальних процесів та швидкого старіння моторної оливи. Зростання зазорів у поршневих кільцях забезпечує більше попадання моторної оливи, у посадочних місцях утворюється лак і нагар, що викликає залягання кілець і посилює процес спрацювання.

Як вже наголошувалося, попадання води в моторну оливу викликає зниження його якості (за рахунок зниження ефективності присадок). Попадання води та механічних забруднень в моторні оливи може відбуватися не тільки в процесі виробництва, транспортування та використання в двигунах, але і під час зберігання і роздачі оливи в умовах недотримання правил зберігання.

Наприклад зберігання бочок з моторною оливою в непризначених для цього місцях, в безпосередній близькості з елементами опалювання (рис. 1.6) викликає конденсаційні процеси накопичення води в тарі в період зберігання. Також до обводнення приводить недотримання правил промислової чистоти.



Рисунок 1.6. Зберігання бочок з моторною оливою

Під час переливання моторної оливи в меншу тару також можливе його забруднення механічними домішками абразивного зносу з інших марок оливи через роздавально-фільтрувальне устаткування.

Таким чином, на основі наявної інформації неможливо однозначно встановити зв'язок між експлуатаційними якостями моторної оливи і відмовами двигунів автомобілів. Зібрана інформація виявила недоліки системи технічного обслуговування і ремонту автотракторної техніки в підрозділах, які можуть приводити до вищезгаданих наслідків.

Висновки до розділу

1. У кваліфікаційній роботі необхідно розробити теоретичні передумови підвищення ефективності експлуатації автомобілів на основі раціонального вибору і визначення раціональних термінів технічного обслуговування їх двигунів через особливості умов експлуатації за великих коливань температури.

2. Необхідно виявити закономірності зміни показників працездатності моторних оливи при експлуатації автомобілів в умовах різкої зміни температур. Розробити алгоритм вибору моторної оливи з урахуванням збільшення процесу конденсації вологи на експлуатацію автомобіля.

3. На основі виявлених закономірностей потрібно обґрунтувати методику визначення раціональних термінів заміни моторної оливи при технічному обслуговуванні автомобільної техніки з урахуванням умов експлуатації.

4. На основі отриманих даних провести експериментальну оцінку теоретичних залежностей. Перевірити адекватність теоретичних і експериментальних даних і дати техніко-економічну оцінку результатів роботи.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБОРУ І ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ЗАМІНИ МОТОРНОЇ ОЛИВИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ

2.1. Методика обґрунтування вибору моторної оливи

Методичний підхід по підбору моторних оливи з урахуванням висновків і результатів першого розділу виконується в два етапи:

- попередній підбір оливи на основі існуючих класифікацій;
- завершальний вибір марки оливи для силової установки по величині найважливішого параметра визначаючого техніко-експлуатаційні властивості оливи.

Різноманіття номенклатури моторних оливи посилюється від різниці в ціні та експлуатаційних показників.

Для вибору марки моторної оливи для автомобілів необхідно керуватися вимогами інструкції підприємства-виробника конкретної моделі одиниці транспортного засобу. Перш за все, ця вимога відноситься до нових автомобілів впродовж гарантійного терміну експлуатації.

Далі, за відсутності чітких вказівок на конкретного виробника оливи, потрібно керуватися рекомендаціями виробника по класах SAE, API, ACEA. Ці класифікації регламентують призначення оливи за класами в'язкості, типу силової установки (способу організації робочого процесу), умовам експлуатації, року випуску автомобіля і т.п.

Вимоги, розроблені в різних країнах, дещо відрізняються один від одного, це обумовлено конструктивними відмінностями, характерними для виробників техніки. Двигуни європейських виробників характеризуються більш навантаженими механізмами складних конструкцій.

Американські двигуни частіше мають прості, перевірені часом інженерні рішення. Унаслідок чого необхідно враховувати, що відповідаючи, наприклад,

північноамериканським стандартам, моторні оливи не завжди підходять для використання європейськими автомобілями.

Зауважимо, що останніми роками відмінності в конструкціях двигунів нівелюються, а вимоги до олив уніфікуються. Але поки конструктивні відмінності як експлуатаційний чинник необхідно враховувати [12 - 15].

На початку, відповідно до вимог інструкції з експлуатації від заводу-виробника автомобіля, вказаний перелік вимог використання моторних олив. Організації з експлуатації транспортних засобів вибирає можливий перелік моторних олив в наступній послідовності:

за змістом експлуатаційним і в'язкісно-температурним властивостям;

за змістом експлуатаційних властивостей, де властиві наступні варіанти:

а) виробник автомобіля може рекомендувати моторну оливу відповідно до класифікацій SAE, API, ACEA і піддати додатковим випробуванням згідно своїм специфікаціям;

б) виробник автомобіля може порадити моторну оливу конкретної товарної марки і певного виробника за наявності вказівки можливого змісту експлуатаційних властивостей. Якщо виникає ситуація, коли цієї оливи немає в наявності, то експлуатуюча організація вибирає моторну оливу, яка підходить за міжнародною класифікацією та відповідає вимогам виробника двигуна;

в) якщо фірма-виробник автомобілів не має своїх вимог на моторну оливу, то вона вказує на використання моторних олив в системах змащування тільки відповідно до міжнародних класифікацій.

Для техніки північноамериканського виробництва доцільно використовувати моторні оливи, які пройшли сертифікацію по класифікації SAE та API. Для техніки, чиє виробництво значиться в країнах старого світу, доцільно використовувати моторні оливи, спираючись на класифікацію ACEA. Легковим автомобілям японського виробництва з бензиновими двигунами буде розумним рекомендувати використовувати оливи відповідно до класифікації ILSAC (для дизельних двигунів доцільно використовувати JASODH-1).

Як правило зараз застосовують всесезонну моторну оливу де вказують класи в'язкості за від'ємних і додатніх температур, наприклад SAE 10W-40.

Згодом потрібно оцінити достовірність моторної оливи, що купується, за супровідною документацією.

Постачальнику моторної оливи повинні бути видані паспорт на партію оливи та сертифікат відповідності.

У паспорті моторної оливи повинні бути вказані:

-кінематична в'язкість при 100 °С, мм²/сек;

-температура спалаху, визначена у відкритому тиглі, °С;

-масовачасткафосфору;

- лужне число, міліграм КОН на 1 г оливи;

-сульфатназольність, %;

-стандарт або технічні умови, відповідно до яких виробляється (відповідає їм) дана моторнаолива.

У сертифікаті відповідності повинні бути вказані:

- термін дії сертифікату;

-назва підрозділу, що займається сертифікацією і даний сертифікат відповідності, що видав;

- точне найменування моторної оливи;

- стандарт або технічні умови, відповідно до яких випускається (відповідає їм) дана моторнаолива;

-назва виробникаоливи;

-назва юридичної особи (продавця), якій виданий даний сертифікат;

-назва випробувального центру, де здійснюваласьперевірка даної моторної оливи.

Важливо обов'язково порівняти дані, вказані в паспорті моторної оливи і в сертифікаті відповідності.

Даний порядок вибору моторних олив для автомобілів можна представити у вигляді алгоритму (рис. 2.1).

Як правило, попереднього відбору цілком вистачає для дрібних роздрібних закупівель. Масштабним оптовим закупівлям необхідний додатковий етап (остаточний вибір по техніко-економічному критерію).

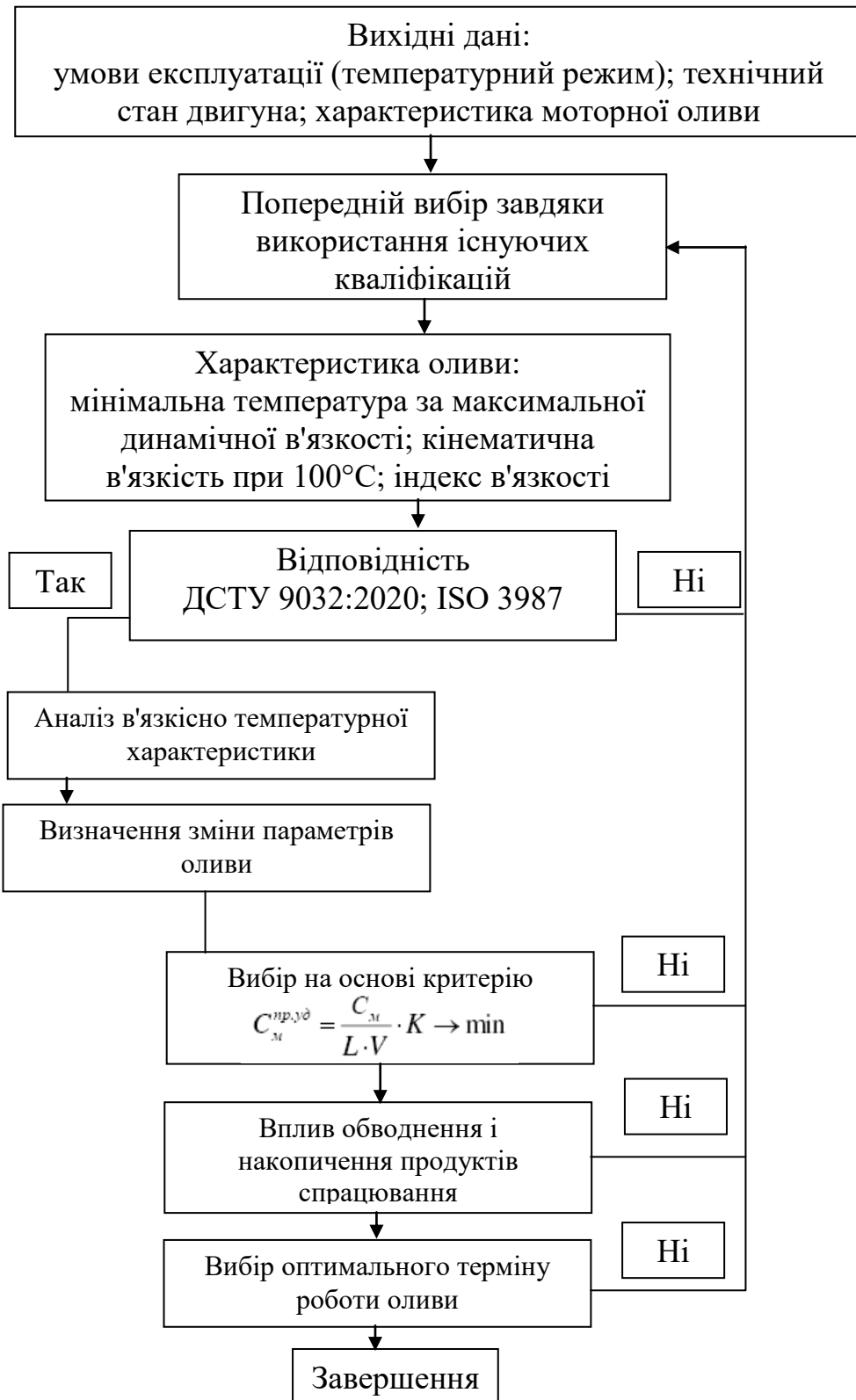


Рисунок 2.1. Блок-схема алгоритму вибору моторних олив

Остаточний вибір моторних олив за наслідками узагальненого параметра техніко-експлуатаційних властивостей відповідно до ДСТУ 9032:2020; ISO 3987 характеризуються наступними параметрами:

- КВ100 - кінематична в'язкість при 100°C, сСт;
- ТСВ - температура спалаху, визначувана у відкритому тиглі, °С;

- МЧФ - масова частка фосфору, %;
- СЗ - сульфатна зольність, %;
- ЛЧ - лужне число, міліграм КОН на 1 г оливи.

Для кожної марки моторних олив (відповідно до інструкції виробника автомобіля) призначається періодичність його заміни і залежно від якості - вартість оливи.

У зв'язку з цим для обґрунтованого завершального вибору моторної оливи в експлуатації обов'язково застосовувати техніко-економічний критерій, який представлений у вигляді (2.1):

$$C_m^{np,yd} = \frac{C_m}{L \cdot V} \cdot K \rightarrow \min \quad (2.1)$$

де $C_m^{np,yd}$ - приведена питома вартість моторної оливи, грн/(л·тис.км);

C_m - вартість моторної оливи, грн/л;

L - пробіг автомобіля до заміни моторної оливи, тис. км;

V - функція, що характеризує якість моторної оливи;

K - коефіцієнт, який відображає реалізацію техніко-експлуатаційних властивостей моторних олив під час використання.

Марка моторної оливи і доцільність його заміни визначаються техніко-економічною документацією.

У загальному вигляді функція V може бути представлена таким чином:

$$V = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2.2)$$

де x_1, x_2 - найважливіші техніко-експлуатаційні параметри моторної оливи.

Техніко-експлуатаційні особливості моторної оливи і основний визначальний параметр (V_i) повинні відображати сукупний вплив показників. Суть най значущішого параметру охоплює всі параметри техніко-експлуатаційних властивостей моторної оливи, вказані в ДСТУ оскільки вони взаємозв'язані та доповнюють один одного [8].

Основний критерій оцінювання може розглядатися як комплексний вимірник і використовуватися як для оцінки властивостей олив силових установок, так і для порівняння різних моторних олив.

Кількісну оцінку сукупного впливу чинників зручно представити у вигляді поліноміальних моделей регресії, методи, знаходження яких із застосуванням кореляційно-регресійного аналізу добре відомі [11, 12, 14]. Проте недоліком такого підходу є те, що при побудові регресії багато чинника взаємозв'язані чинники повинні виводитися з моделі, тобто модель будується на незалежних змінних. У реальній же дійсності існує все різноманіття чинників, у тому числі взаємозв'язаних між собою, і їх ігнорування може привести до істотних помилок. Тому для усунення явища взаємозв'язку без втрати корисної інформації в багатовимірній статистиці використовують спеціальний математичний апарат компонентного аналізу [14].

У зв'язку з тим, що регламентовані Держстандартом параметри техніко-експлуатаційних властивостей моторних оливок взаємозв'язані та доповнюють один одного, можна говорити про те, що вони володіють явищем мультиколінеарності.

Для вирішення задач в області техніко-економічного аналізу застосовується простий компонентний аналіз. На першому етапі проводиться кореляційний аналіз, і по його результатах формується сукупність взаємозв'язаних (корельованих між собою) чинників.

Далі проводиться компонентний аналіз, на підставі якого визначається система головних компонент. Потім виконується процедура відбору найзначущіших головних компонент. Вибрані головні компоненти або на стандартизованих змінних (формула 2.3), або на початкових ознаках (залежність 2.4) використовуються для подальшого аналізу [9].

$$V_i = f(Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_n), \quad (2.3)$$

де $V_i (i = 1, 2, \dots, n)$ – головні компоненти;

$Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_n$ – стандартизовані значення чинників.

Для визначення стандартизованих значень показників застосовується залежність [9]:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma}, \quad (2.4)$$

де X_i - нинішнє значення показника;

\bar{X}_i - середнє значення показника;

σ - середньоквадратичне відхилення показника.

Головні компоненти можна представити у вигляді лінійних комбінацій початкових взаємозв'язаних чинників:

$$V_i = f(X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n), \quad (2.5)$$

де $X_i (i=1, 2, \dots, n)$ - початкові ознаки (чинники).

До узагальнених чинників можна перейти шляхом обертання отриманих головних компонент. Це дасть можливість отримати спрощену структуру чинника, другий різновид компонентного аналізу.

У нашому випадку головними компонентами є показники якості моторної оливи, а визначаючим буде той показник, який найшвидше досягає свого граничного значення.

Значення параметра техніко-експлуатаційних властивостей)-го моторної оливи визначається експериментально шляхом підстановки в них поточних значень кожного з параметрів техніко-експлуатаційних властивостей відпрацьованих моторних олив, а саме - кінематичної в'язкості (індексу в'язкості), лужного числа, масової частки фосфору, сульфатної зольності та температури спалаху.

Нормативне значення параметра техніко-експлуатаційних властивостей моторної оливи визначається за даними нормативно-технічної документації і паспорта на партію моторної оливи для свіжих змащувальних матеріалів.

Теоретично встановлено та експериментально підтверджено, що для моторних олив, що використовуються в умовах частоті зміни температури, основним визначальним параметром для їх вибраковування є зміна лужного числа. Це визначає те, що відбувається через обводнення моторних олив при низьких температурах зміна цього показника з утворенням шламів, які складаються з присадок (лужних сульфатів кальцію, барію та інших металів). Через це зменшується концентрація присадок і, відповідно, лужне число.

2.2. Визначення періодичності заміни моторної оливи в автомобілях

Періодичність заміни моторної оливи визначається інструкцією з експлуатації двигуна і Положенням по експлуатації рухомого складу [7]. Як правило, рекомендується виконувати заміну моторної оливи через 15 - 20 тис. км пробігу автомобіля. Для такої оцінки визначають середню швидкість однотипного парку автомобілів і оцінюють граничний пробіг до технічного обслуговування та заміни оливи.

Оскільки автомобілі експлуатуються в різних умовах, Положенням рекомендуються коефіцієнти для коректування періодичності технічного обслуговування і заміни моторних олив:

$$K_{рез} = K_1 \cdot K_3 \quad (2.6)$$

де K_1 - передбачає категорію умов експлуатації автомобілів;

K_3 - враховує природнокліматичні умови експлуатації.

Проте ці коефіцієнти коректування періодичності технічного обслуговування ніяк не відбивають зміни стану моторної оливи. При виконанні різних робіт навантаження на двигун будуть різними, а це впливає на стан моторної оливи. Стан моторних олив може бути найрізніший через різноманіття різних чинників, що впливають на них, у тому числі і непередбачуваний людський фактор. Тому пропонується для планування періодичності технічного обслуговування та заміни моторних олив застосувати коректуючий коефіцієнт, що враховує зміну їх показників якості.

$$K_m = L_m / L_i, \quad (2.7)$$

де L_m - експериментально встановлене усереднене напрацювання на відмову моторної оливи, за пробігом, км;

L_i - рекомендований пробіг до заміни оливи з урахуванням рекомендованих положень коректуючих коефіцієнтів.

Висновки до розділу

1. Вибір моторної оливи для автомобілів необхідно здійснювати в два етапи: 1-й етап - попередній відбір (здійснюється по спеціально розробленому алгоритму з урахуванням рекомендацій заводів-виробників таїснуючих класифікацій моторних оливо); 2-й етап - остаточний відбір моторної оливи з урахуванням їх обводнення при використуванні в умовах частих змін температури навколишнього середовища.

Остаточний відбір марки моторної оливи треба здійснювати на основі зміни основного параметра, що характеризує техніко-експлуатаційні властивості моторної оливи.

2. Відповідно до ДСТУ 9032:2020 техніко-експлуатаційні властивості моторних оливо характеризуються наступними параметрами:

- КВ100 - кінематична в'язкість при 100°C, сСт;
- ТСВ - температура спалаху, визначувана у відкритому тиглі, °С;
- МЧФ - масова частка фосфору, %;
- СЗ - сульфатна зольність, %;
- ЛЧ - лужне число, міліграм КОН на 1 г оливи.

3 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Організація матеріально-технічного забезпечення досліджень

Для проведення досліджень Львівська філія ТОВ «Орлан - Груп» надало автомобілі марки MAN-TGS 41.400, самоскиди, пробіг яких складає з початку експлуатації в середньому 120 тис. км, що складає близько 50% від розрахункового пробігу до капітального ремонту, двигуни автомобілів моделі MAND 2066 LF 45 зтурбонаддувом.

Для проведення лабораторних досліджень використовується матеріально-технічна база підприємства та кафедри автомобілів і тракторів ЛНУП. Для заправки двигунів всіх автомобілів, які брали участь у випробуваннях, тапоповнення рівня оливи (доливки оливи за потреби) в двигунах в процесі випробувань використовувалася моторна олива «ЛЕОЛ -Турбодизельекстра 1040», SAE 10W-40,CF/SJ, а для очищення систем змащування двигунів під час технічного обслуговування спеціалізовану оливу для промивання.

Для відбору і транспортування проб оливи використовувалися ємності з контрольною кришкою, одноразові пробо забірники.

Роботи технічного обслуговування виконувалися на ремонтній базі Львівської філії ТОВ «Орлан - Груп» з використанням наявного устаткування для технічної діагностики і технічного обслуговування, зокрема: прилад контролю компресії ПКК-05У, контрольний манометр 14.3830 для контролю тиску в системі змащування.

Вибір автомобілів здійснювався згідно критеріям, висловленим в програмі-методиці для випробування об'єкту в умовах роботи системи змащування дизельних двигунів MAND 2066 LF 45 автомобілів-самоскидів MAN-TGS 41.400, що експлуатуються в транспортному підприємстві.

З метою забезпечення однорідності умов і режимів випробувань були відібрані автомобілі з відносно однаковим загальним напрацюванням, та добовим пробігом.

Відповідальними особами за координацію дій на підприємстві призначені інженери технічного відділу.

Попередня вибірка автомобілів склала відповідно 12 машин, враховуючи можливість відсівання в процесі проходження технічного контролю і виходу з ладу в процесі випробувань. Підбір здійснювався на підставі даних, наданих підприємством.

Попереднім етапом оцінки технічного стану вибраної техніки був забір проб працюючої оливи з подальшою передачею в лабораторію для проведення фізико-хімічного аналізу.

Дане дослідження проводилося з метою виявлення присутності палива і охолоджуючої рідини як чинників можливої технічної несправності або порушення правил технічної експлуатації.

Проба відбиралася в кількості 200 мл з прогрітого двигуна за допомогою пробо забірника через отвір заливної горловини. Моторна олива відбиралася в спеціальний контейнер та передавалося в лабораторію для проведення аналізу.

Під час відбору проб проводилось опитування водіїв чи присутні випадки надмірного пробігу від попередньої заміни оливи в межах 27715 - 35000 км., що порушує правила експлуатації. Також чи в процесі експлуатації були випадки доливання інших марок чи класів в'язкості або експлуатаційних груп моторних олив. Дана інформація дозволяє зробити припущення про недостатню увагу, що приділяється регламентом змащувально-заправних робіт.

Це підтверджується результатами лабораторного аналізу. На двох одиницях техніки лабораторний аналіз показав присутність сторонніх сполук, тобто оливи іншої марки.

3.2. Контрольовані показники моторних олив

Для аналізу і оцінки відповідності якості моторної оливи умовам роботи в техніці була вибрана методика діагностики за параметрами працюючої оливи. До її основних переваг відносяться: можливість прийому мало не на постійному рівні інформації про технічний стан двигуна і ефективності роботи самої оливи без зупинки процесу експлуатації та розбирання двигунів,

можливість виявлення початку підвищеного і аварійного спрацювання окремих вузлів, висока інформативність методики, систематичний контроль за якістю оливи і можливістю своєчасної заміни.

Впродовж роботи двигуна моторна олива піддається істотним змінам. Через накопичення продуктів забруднення та спрацювання присадок відбувається старіння оливи. Серед іншого олива, схильна до дії високих температур, починає інтенсивно полімеризуватися, окислюватися, а також коксується окремі групи вуглеводнів. В результаті цих процесів утворюються і накопичуються в оливі сполуки, що приводить до значної зміни її властивостей. Крім того, продукти окислення відкладаються на деталях, забруднюють їх, та сприяють збільшенню спрацювання пар тертя двигуна.

В процесі роботи двигуна на оливу присутня постійна дія з боку чинників, супроводжуючих процеси функціонування, тому критерієм цієї взаємодії є зміна основних показників властивостей оливи [4].

В межах даної роботи оцінка показників властивостей моторної оливи передбачається на основі аналізів фізико-хімічних властивостей, а також спектрального аналізу оливи та відкладень, що утворилися. Це відповідає загальноприйнятим широко-апробованим методикам діагностики за параметрами працюючої оливи [4 - 8].

Існуючі стандартні методики аналізу оливи розроблялися з метою контролю якості продукції, що випускається, тому можливість застосування їх як інформаційних і діагностичних розв'язується шляхом аналізу та зміни зіставлення показників оливи із станом і ознаками несправностей системи «двигун - олива» за дослідними даними. Досліджується динаміка зміни показників в конкретних умовах експлуатації і аналізується характер зміни їх залежно від стану системи. Якщо показник властивості оливи, визначуваний по стандартній методиці, не дає достовірної оцінки, то слід змінити методику або розробити нову.

Для визначення більшості фізико-хімічних показників властивостей і станів оливи існують стандартизовані та апробовані методики.

Впродовж роботи в'язкість оливи зазнає зміни. Це пов'язано з протіканням двох взаємно протилежних процесів. Накопичення в оливі продуктів полімеризації та окислення, попадання продуктів спрацювання та інших домішок, а також часткове випаровування найбільш легко кип'ячих фракцій викликають збільшення в'язкості.

Якщо в оливу потрапляє паливо і виникає механічна деструкція загусника, це забезпечує зменшення в'язкості. За рахунок навантажень у вузлах тертя, температурних умов, якості оливи і палива та інших чинників виникає інтенсивність даних процесів. Істотна зміна в'язкості може привести до таких наслідків: підвищеного спрацювання пар тертя, погіршенню пускових властивостей двигуна, погіршенню прокачування оливи в системі змащування, погіршенню тепловідведення від робочих поверхонь і їх очищення від забруднень. Як правило, в процесі використання в'язкість мінеральних оливи збільшується.

Температура спалаху - непрямий параметр, за допомогою якого можна оцінювати фракційний склад оливи. Спираючись на дану характеристику, варто сказати про знаходження в оливі легких фракцій та розбавленні оливи паливом. Стрімке зниження температури спалаху працюючої оливи свідчить про попадання в нього палива. Ця ситуація може виникнути через конденсацію продуктів неповного згорання палива, що поступають в картерний простір з газами, що прориваються, через підвищене спрацювання циліндро-поршневої групи. Також через неякісне розпилення палива в камері згорання.

Наявність води в працюючих оливах можна пояснити за допомогою ряду причин: негерметичність системи охолодження; конденсація пари води з відпрацьованих газів, що прориваються з камери згорання в картерний простір; конденсація вологи з атмосферного повітря при зберіганні та транспортуванні, заміна чи доливання оливи, вже забрудненої водою.

Наявність води під час роботи двигуна викликає утворення піни та емульсії, що заповнює оливові канали і погіршує умови змащування поверхонь. Крім того, присутність води зумовлює утворення в оливі агресивних кислот, що викликають корозію деталей. Відбувається значне зниження кількості присадок

в оливі, через їх низьку колоїдну стабільність за умови присутності води. За низьких температурах присадки випадають в осад, взаємодіючи з водою та з іншими продуктами забруднення, утворюють так звані низькотемпературні шлами, що забивають фільтруючі елементи та канали циркуляції оливи.

Одним з найважливіших показників якості сучасних моторних оливе лужне число. Зменшення даного показника трапляється з кількох причин: нейтралізація лужними присадками кислих продуктів, розкладання під дією високих температур, утримування лужних присадок фільтруючими елементами. Для моторних оливи визначаються лужне число і водневий показник рН, який характеризує лужно-кислотні властивості середовища. Він просто і достатньо точно характеризує придатність оливи до подальшого використання.

Хімічні елементи, які містяться в працюючій оливі, можуть бути умовно розділені на три групи: елементи-індикатори спрацювання, елементи-індикатори забруднення, елементи-індикатори присадок.

Таблиця 3.1 – Критерії граничного стану моторної оливи [13, 14]

Назва критерію	Значення критерію	
	мінімальне	максимальне
1	2	3
В'язкість кінематична, мм ² /с	зниження 20%	підвищення 35%
Температура спалаху увідкритому тиглі, не менше 160 ⁰ С	зниження 20%	-
Лужне число, міліграм КОН, не менше 3,5	зниження 50%	5
Вміст води, %, не більш	-	0,2
Диспергуюча властивість	0,35	-
Вміст механічних домішок %,		3

Підбір першої групи елементів для оцінки працездатності оливи та оцінки технічного стану двигуна виконується у кожному конкретному випадку, спираючись на конструкційні матеріали деталей силової установки і умов її експлуатації, а також виходячи з вимог заводу-виробника до складу моторної оливи, що використовується.

Ряд авторів та зарубіжних фірм рекомендують за значеннями фізико-хімічних властивостей оливо виконувати їх заміну (табл. 3.1).

3.3. Методики лабораторних досліджень

Проведення лабораторних аналізів в основному здійснювалося на базі спеціалізованої лабораторії кафедри автомобілів і тракторів ЛНУП. Оцінка виконувалася на основі стандартизованих методик вказаних в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Методики лабораторної оцінки параметрів оливо

Найменування параметра	Метод дослідження
1	2
В'язкість кінематична	ДСТУ 33-2003(ISO3104-94) Нафтопродукти. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості.
Температура спалаху у відкритому тиглі	ДСТУ 4333;2018(IDT;, MOD) Нафтопродукти. Метод визначення температур спалаху у відкритому тиглі
Лужне число	ДСТУ 5094:2008 Нафтопродукти. Оливи, присадки.. Визначення загального лужного числа методом потенціометричного титрування
Масова частка механічних домішок	ДСТУ 6370-83 Нафта, нафтопродукти і присадки. Метод визначення механічних домішок
Масова частка води	ДСТУ ISO 3733:2017 Нафта і нафтопродукти. Метод визначення масової частки води
Масова частка елементів спрацювання: Fe, Pw, Ab, Sbk, B , Ci, Mo, N1	ASTMD 4951-02 Стандартний метод визначення добавок в змащувальних оливах атомно-емісійною спектроскопією
Масова частка активних елементів присадок: Ca, Mg, P, Zn	ASTMD 5185-02 Стандартний метод визначення добавок, металів і домішок у відпрацьованих змащувальних оливах і елементів у базових оливах

Представлені методики дозволяють отримати якісні дані про зміну працездатності моторних олів під час експлуатації автомобілів.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА СТАНУ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ПАРАМЕТРІВ МОТОРНОЇ ОЛИВИ

Основною метою експериментальної оцінки стану моторної оливи є визначення її ресурсу в заданих умовах роботи транспортних засобів.

4.1. Контроль тиску оливи в головній магістралі системи змащування двигуна

Контроль тиску оливи в головній магістралі є прямим (структурним) діагностичним параметром двигуна і системи змащування в цілому, непрямим діагностичним параметром кривошипно-шатунного та газорозподільчого механізмів. Для проведення робіт використовувався контрольний манометр 14.3830. Виміри здійснювалися на трьох режимах роботи двигуна: режим холостого ходу (мінімальна частота обертання $600-800 \text{ хв}^{-1}$); частота обертання 1200 хв^{-1} ; частота обертання при номінальній потужності 1900 хв^{-1} .

Вимірювання виконувалися на прогрітому двигуні. Контрольна величина тиску на номінальному режимі роботи не менше 3 кПа ., а в режимі холостого ходу не менше $0,8 \text{ кПа}$. Результати вимірів тиску в системі змащування автомобілів представлені на діаграмі (рис 4.1).

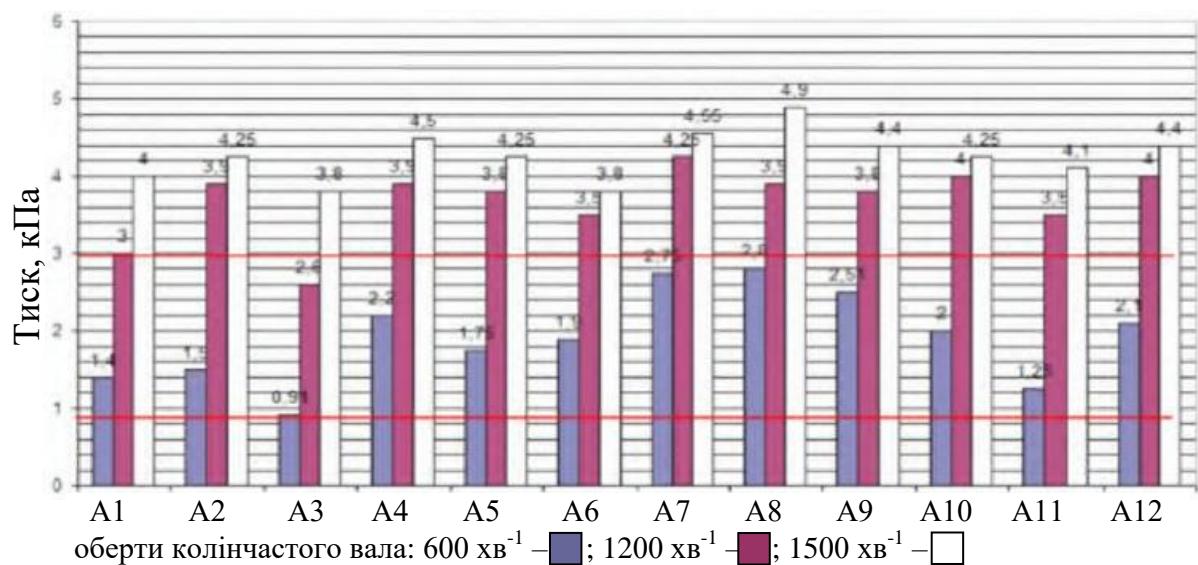


Рисунок 4.1. Тиск в системі змащування досліджуваних автомобілів

Результат діагностики дає підставу зробити висновок про справне функціонування системи змащування обстежених двигунів та відсутність впливу на її працездатність несправностей кривошипно-шатунного та газорозподільчого механізмів.

4.2. Контроль кількості газів, що прорвалися в картер

Непрямим діагностичним показником стану циліндро-поршневої групи є кількість газів, що прориваються в картер. Вимір виконано лічильником-витратоміром газів ЛГМН-1. Прилад від'єднувався до газовідвідної трубки вентиляції картера. Перед вимірюванням забезпечувалась щільність закриття оливо наливної горловини, щупа та кришки сапуна. Показниками нормувань служить витрата картерних газів в межах, номінальна - 60-80 $\text{дм}^3/\text{хв}$, гранична - 180 $\text{дм}^3/\text{хв}$

Процедура виміру витрати картерних газів та приладу показано на рис. 4.2. Вимір проводився паралельно з виміром тиску в оливовій магістралі, на тих же режимах. Результати вимірів витрати картерних газів двигунів автомобілів представлені на діаграмі (рис. 4.3).



Рисунок 4.2. Вимірювання витрати картерних газів приладом ЛГМН-1

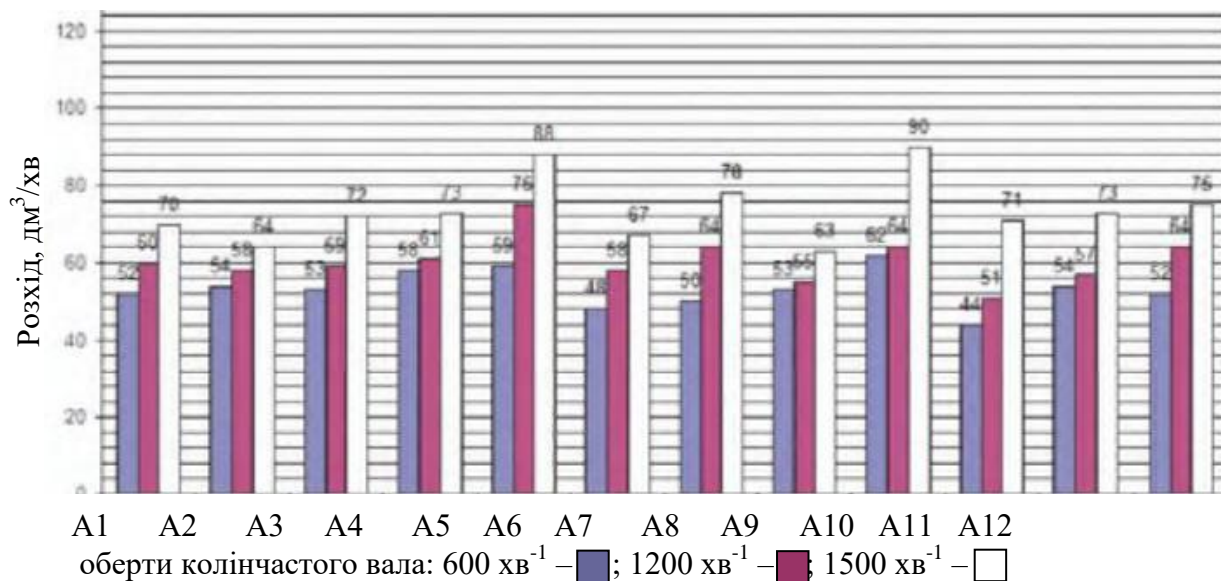


Рисунок 4.3. Діаграма витрати картерних газів двигунів

Результат діагностики дозволяє зробити висновок про справний стан циліндр поршневої групи двигунів обстежуваних автомобілів.

4.3. Контроль димності відпрацьованих газів

Контроль димності відпрацьованих газів є прямим (структурним) діагностичним параметром двигуна в цілому та непрямим показником стану циліндр поршневої групи, кривошипно-шатунного механізму, системи живлення двигуна. Контроль димності здійснювався за використанням стенду вимірювання непрозорості відпрацьованих газів АВГ-1Д (рис. 4.4).



Рисунок 4.4. Стенд діагностичного контролю

На всіх автомобілях результати вимірів не показали відхилень від норм димності не більш 40%, що дозволяє зробити висновок про справний стан двигуна в цілому, та зокрема стани циліндр поршневої групи, системи живлення двигуна.

4.4. Відбір проб моторної оливи

З кожної бочки з відібраних для випробувань партій оливибула узят контрольна проба (рис 4.5).



Рисунок 4.5. Відбір проб оливи

Бочки опечатані та зберігалися окремо. У зв'язку з відсутністю можливості заправити свіжою оливи за допомогою пневматичного оливо роздавального насосу безпосередньо в оливоналивну горловину двигуна (віддаленість місця зберігання оливи від робочих зон ТО), використовувалася спеціально підготовлена мірна місткість.

Згідно заданим умовам випробувань відповідно до програми і методики, підконтрольним був пробіг автомобілів в рамках затвердженої та діючої в підрозділах виробничої програми. З врахуванням того, що застосовуються синтетичні моторні оливи, для підприємств цей пробіг складає 20000-21600 км.

Згідно програми контролю був виконаний чотирикрратний відбір проб з кожного випробовуваного автомобіля. Відбір проб проводився календарний, з врахуванням фактичного пробігу. Графік відбору проб коректувався на підставі

даних, що надаються технічним відділом підприємства про реальні пробіги кожного автомобіля. Пробіги автомобілів враховувалися по факту під час відбору проб зважаючи на відсутність графіка підготовки автомобілів до експерименту.

В процесі відбору проб була відмічена присутність високої кількості конденсованої вологи в оливо заливній горловині та трубках під мірні щупи. Дана ситуація в окремих випадках приводила до утворення слідів ржавчини на щупі.

Є випадки нещільного закриття кришки оливоналивної горловини, що приводить до потрапляння вологи повітря і механічних забруднень в систему змащування.

За підсумками другого відбору проб відмічена присутність значної кількості конденсату на кришці оливо заливної горловини (рис. 4.6).



Рисунок 4.6. Конденсат на кришці оливо заливної горловини

Результати третього і четвертого відбору проб показали, що підконтрольні автомобілі експлуатувалися відповідно до регламенту виконання виробничих робіт. Виконані за час підконтрольної експлуатації доливання оливи фіксувалися в журналі.

4.5. Контрольно-діагностичні операції

Тиск в системі змащування і витрата картерних газів визначалися з використанням устаткування, вживаного при першому контролі, на аналогічних режимах. Різниця отриманих результатів знаходиться в межах допустимих погрешностей вимірювань, але простежується тенденція зміни показників (рис. 4.7).

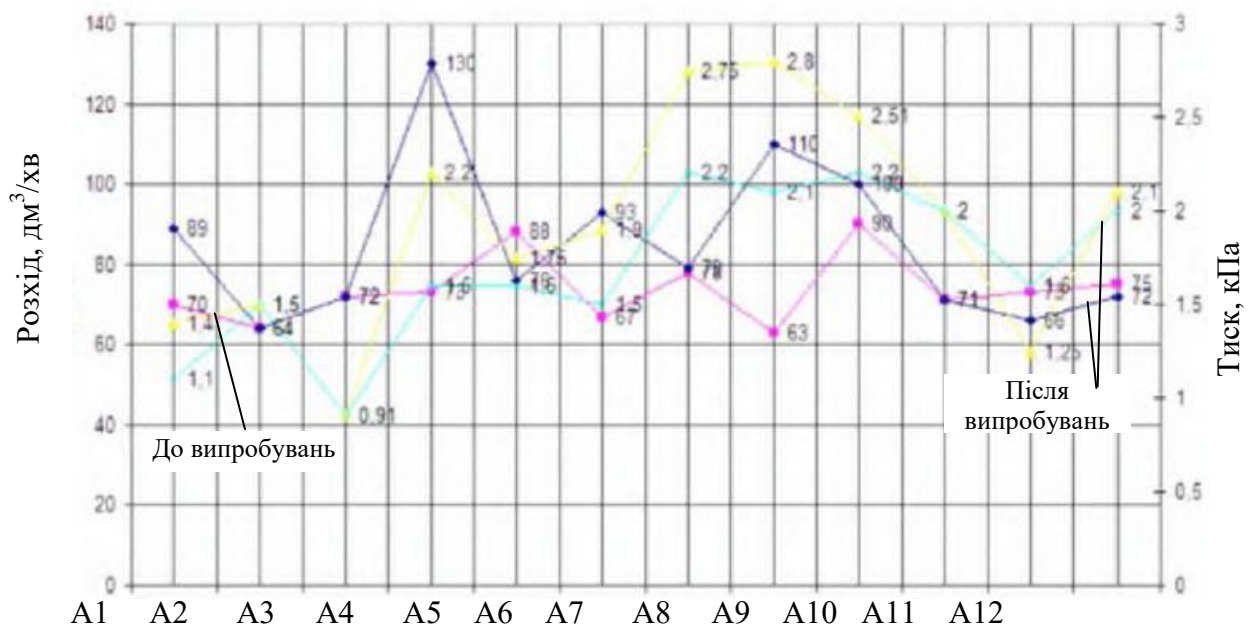


Рисунок 4.7. Зміна діагностичних показників за час випробувань

На цьому графіку відображена зміна показників вимірів витрат картерних газів на номінальних оборотах і тиску в системі змащування на мінімальних обертах. Видно істотне підвищення витрати картерних газів і падіння тиску в масляній магістралі двигунів автомобілів A4, A8, що говорить про процеси підвищеного спрацювання у двигунах за час випробувань.

Контроль відкладень у відцентровому фільтрі очищення оливи виконано шляхом серії вимірювань ваги ротора центрифуги з відкладеннями очищеного від відкладень. Здійснювався замір товщини відкладень та відбір проб для передачі в лабораторію (рис. 4.8 і 4.9). Відмічена різниця в консистенції відкладень і їх кількості. Кількість відкладень не виходить за межі, отримані під час проведення ресурсних і стендових випробувань двигунів [14].



Рисунок 4.8. Визначення товщини відкладень і зважування ротора центрифуги



Рисунок 4.9. Відбір проб відкладень

Під час проведеної підконтрольної експлуатації автомобілів були виявлені наступні загальнізакономірності:

1. На холостихобертахколінвалу двигуна температурний режим занижений, що подовжує процедуру прогрівання двигуна, слідством чого будуть інтенсивні процеси конденсації пари води зкартерних газів на трубі оливо заливної горловини та мірному щупі, в результаті вода неминуче потрапляє в піддон двигуна. Підтвердженням цьому є наявність низькотемпературних відкладень на поверхнях головки блоку циліндрів і клапанних механізмів, та відсутності в зоні кривошипно-шатунного механізму блоку циліндрів.

2. Оливо заливна горловина конструктивно винесена під облицювальнуриштку радіатора, що в сукупності збракомгерметичності (кришка не прилягає до ущільнень), зумовлює опадання вологи і механічних забруднень в змащувальну систему двигуна.

3. Експлуатація двигунів MAN D 2066 LF 45 автомобілів-самоскидів MAN-TGS 41.400, з паперовим фільтруючим елементом очищення оливи 840-1012039 допускається зтерміномодночасної заміни оливи. Якщо цей термін зменшити на половину, то і товщина забруднення на стінках центрифуги суттєво зменшується.

4.6. Результати обробки даних лабораторних аналізів проб олив

Зміна в'язкості оцінювалася за показниками 67 проб: мінімальне значення 16,56 мм²/с; максимальне 25,92 мм²/с; середнє 22,28 мм²/с.

В процесі експлуатації в'язкість змінюється по нормальному закону розподілу, що представлено на (рис. 4.10).

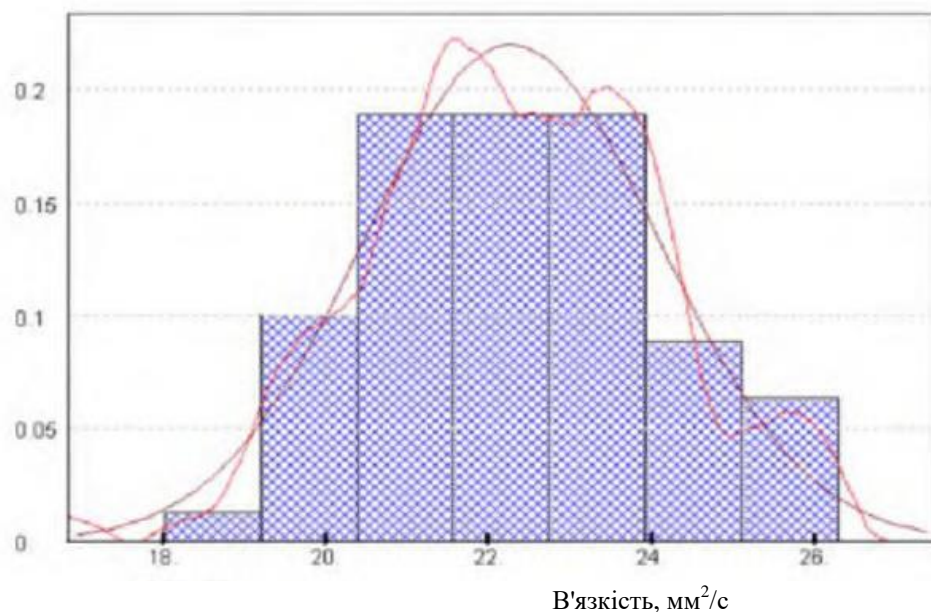


Рисунок 4. 10. Зміна в'язкості при температурі 100°C

Результати показали, що при експлуатації технічно справних автомобілів в'язкість оливи зберігає значення в межах допустимого інтервалу впродовж всього ресурсу роботи оливи.

У випадку попадання палива, в'язкість оливи може істотно знижуватися і значно раніше досягати граничних значень.

Аналогічно досліджено температуру спалаху у відкритому тиглі, де мінімальне значення становило 184°C а максимальне 242 °С.

Зміна температури спалахування представлено на рис 4.11 відбувається за нормальним законом розподілу і в середньому знаходиться на рівні 215°C.

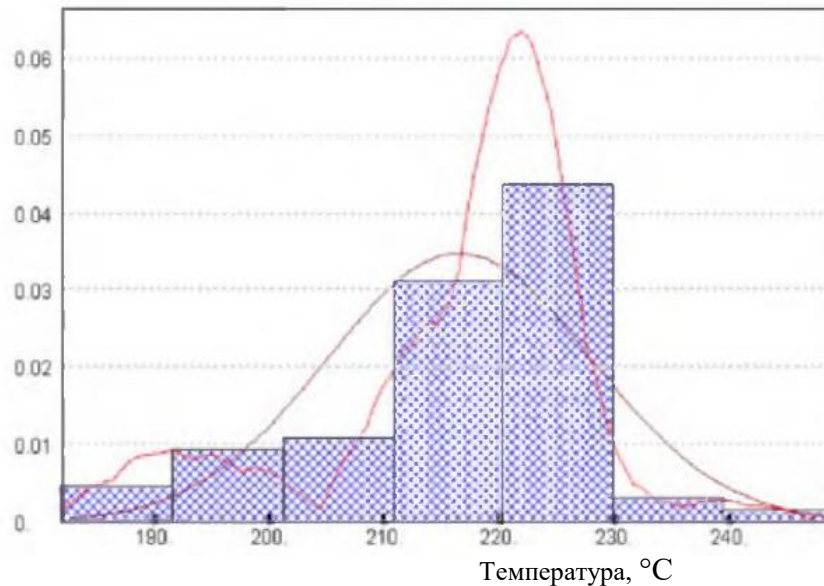


Рисунок 4. 11.Зміна температури спалахування у відкритому тиглі

Отримані дані про зміну температури спалаху у відкритому тиглі свідчить про те, що даний параметр також не лімітує працездатність оливи. Проте зниження значень є показником попадання легко випаровуваних фракцій палива в оливі, що, як вже наголошувалося, у великих кількостях може істотно змінювати властивості оливи та швидкість старіння і тим самим робити безпосередній вплив на ресурс її роботи. Відомо, що при роботі двигуна на робочому режимі відбувається випаровування палива з оливи, але це не виключає негативної дії цього чинника. На підконтрольній техніці температура спалаху у відкритому тиглі знаходилася в допустимих межах

Лужне число моторної оливи змінюється у невеликих межах: мінімальне значення 4,8; максимальне 8,8. Тобто ці показники не впливають на працездатність моторної оливи в заданому інтервалі пробігу і складають близько 7 міліграм/см².Залежність представлена на рис. 4.12.

Вода, потрапляючи в моторні оливи, ініціює цілий ряд процесів, що негативно позначаються на експлуатаційних властивостях. До найсерйозніших з них відносяться: втрата колоїдної стабільності присадок, розвиток процесів

електрохімічної корозії, водневе окислення поверхонь тертя. Результати аналізів і візуальних спостережень свідчать про присутність води в моторній оливі, що може бути наслідком недотримання теплових режимів роботи двигунів.

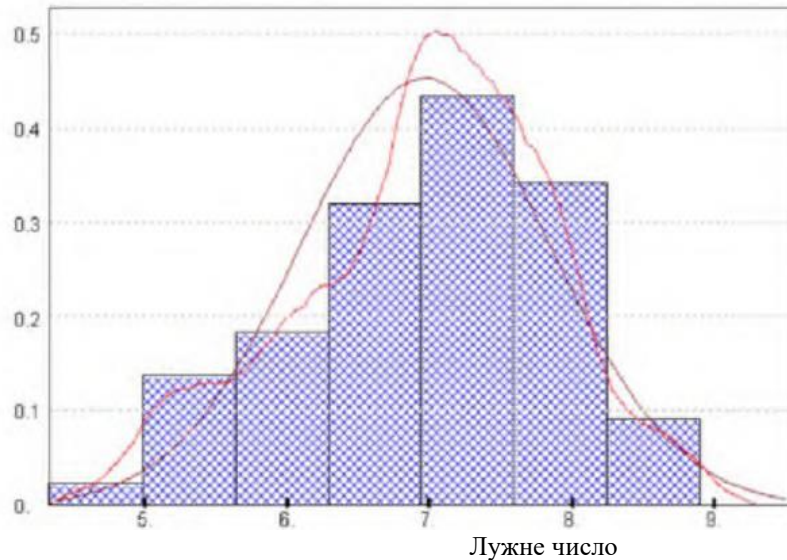


Рисунок 4. 12. Зміна лужного числа

Як відомо, цей чинник здатний істотно погіршувати властивості оливи, знижувати ресурс її роботи і надійність силових установок в цілому.

На основі обробки отриманих даних можна зробити висновок про те, що у випробовуваних зразках моторних олив присутня вода.

Під час експлуатації техніки в умовах низьких температур в моторній оливі може накопичуватися до 3,5% води, яка поступає за рахунок конденсації пари на холодних деталях двигуна.

У міру прогріву двигуна, вода випаровується і моторна олива відновлює свої властивості. Тому наявний вміст води в моторній оливі до 0,3% може бути зменшено в процесі роботи двигуна внутрішнього згорання, аж до повної відсутності.

Спектрометричний аналіз дозволив ефективно оцінити не тільки вміст продуктів спрацювання в оливах, але і елементів присадок. Вимірювання проводилися за допомогою спектрометра AxiosPV 4400 з використанням аналітичних кристалів на основі літію і фтору.

За результатами дослідження вмісту свинцю можна спрогнозувати встановлену граничну концентрацію Pb при напрацюванні (пробігу) від 22 до 28 тис. км.

Хром може потрапити в моторну оливу двома шляхами: перший з системи охолодження, якщо в охолоджуючу рідину доданий інгібітор корозії, другий - накопичення продуктів спрацювання.

Підвищення вмісту хрому в оливці може бути також обумовлене спрацюванням поршневих кілець, що приводить до інтенсивного накопичення відкладень в картерному просторі та витрати оливи на випаровування. Аналіз отриманих даних дозволяє стверджувати, що існуюча динаміка накопичення хрому в оливці забезпечує запас працездатності по цьому параметру до досягнення встановленого граничного значення.

Мідь служить основним компонентом підшипникових сплавів бронзи. Високий вміст міді в оливці може бути ознакою спрацювання підшипників ковзання. Мідь входить до складу металів, що використовуються для виготовлення багатьох деталей і вузлів дизельних двигунів. Аналіз отриманих даних показав, що у всіх досліджуваних зразках робочих оливок концентрація цього металу в допустимих межах.

Кремній один з показників (разом з алюмінієм), характеризуючий ефективність роботи системи очищення повітря. Також кремній міститься в свіжих оливах як елемент, що входить до складу антипінної присадки. Підвищений вміст кремнію може свідчити про незадовільний стан фільтруючих елементів очищення повітря, а також про недотримання правил зберігання та розфасовування оливок.

Висновки до розділу

На основі проведеного аналізу можна стверджувати, що для оцінки працездатності оливи під час експлуатації доцільно контролювати наступні параметри: кінематичну в'язкість, температуру спалаху, лужне число, вміст

води та механічних домішок. Для умов експлуатації в зимовий період, або під час різких перепадів температур навколишнього середовища, найзначущішим показником, лімітуючим працездатність моторної оливи, є лужне число, яке найшвидше досягає граничне значення.

В рамках проведених випробувань у Львівській філії ТОВ «Орлан - Груп» моторної оливи «ЛЕОЛ -Турбодизельекстра 1040», SAE 10W-40,CF/SJ під час використання в двигунах MAND 2066 LF 45, встановлених на автомобілях-самоскидах MAN-TGS 41.400, проведена оцінка зміни параметрів двигунів і працюючої оливи з метою визначення ресурсу працездатності оливи в різних умовах випробувань.

Аналіз отриманих даних показав, що на основі динаміки зміни параметрів працюючої оливи (кінематична в'язкість при 100°C, температура спалаху в закритомутиглі, лужне число, вміст продуктів спрацювання) і встановлених граничних значень можна стверджувати, що ресурс роботи оливи визначається наступними параметрами: в'язкість кінематична (при попаданні палива в оливу падіння в'язкості до 10 сСт), зміна лужного і кислотного чисел саме це є найзначущішим показником.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Аналіз стану охорони праці в транспортному підприємстві.

У Львівській філії ТОВ «Орлан - Груп» є вантажні автомобілі різних марок та багато обладнання для виконання ТО і навантажувально-розвантажувальних робіт. Ці дані свідчать про можливі виникнення небезпечних ситуацій при невиконанні правил техніки безпеки праці, тобто можливі нещасні випадки і виробничий травматизм. На даний час питання охорони праці поставлено на належний рівень, особливо це стосується галузі технічного обслуговування транспортних засобів.

Відповідальність за охорону праці в ТОВ «Орлан - Груп» несе безпосередньо керівник. Всю практичну роботу з питань охорони праці, виробничої санітарії проводить інженер-механік, в тому числі різного типу інструктажі.

Кожного року інспектори держтехнагляду проводять планову перевірку стану охорони праці ТОВ «Орлан - Груп».

Основними причинами нещасних випадків в транспортному підприємстві є: незнання техніки безпеки, технічна несправність обладнання, безвідповідальне ставлення самих працівників до вимог техніки безпеки.

Всі небезпечні місця, обертові механізми, мають захисні кожухи, електричні машини заземлені, на всіх виробничих підрозділах є протипожежні щити.

Працівники підприємства дотримуються виконання трудового законодавства по охороні праці і техніці безпеки, однак відповідальні за техніку безпеки працівники і керівники підрозділів інколи несвоєчасно проводять повторні інструктажі, не забезпечують пожежних умов праці в рослинництві і тваринництві.

Для проведення аналізу виробничих травм та професійних захворювань

використовуються різні методи. Основні показники стану охорони праці та їх розрахунки заносимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Основні показники з охорони праці в ТОВ «Орлан - Груп»

Показники	Умовні позначення	Рік		
		2021	2022	2023
Середньоспискове число працюючих	П _р	192	145	140
Фактично витрачено коштів	А _ф	2005,1	2555,5	2351,0
Витрати протипожежні	ПВ	2500	2100	1852
Кількість нещасних випадків	Т	8	4	1
Кількість днів непрацездатності	Д _н	150	77	42
Показник частоти травматизму	П _ч	64	37	14
Показник тяжкості травматизму	П _т	19	19,2	16,1
Показник втрат (непрацездатності)	П _в	1216	703	225,4

Аналізуючи показники табл. 5.1, бачимо, що кількість нещасних випадків знижується. Показники частоти травматизму то зростають то знижуються, що свідчить про певні недоліки в роботі по охороні праці. Показники тяжкості травматизму практично не збільшились і знаходяться в допустимих межах

Отже, проаналізувавши стан охорони праці, бачимо, що важливе місце у господарстві відведено питанням створення й підтримки здорових в безпечних умов праці. Водночас, потрібно зменшити показник частоти травматизму, що є важливим завданням охорони праці. Необхідно створити такі умови у господарстві, які б гарантували повну безпеку працюючих, при яких максимальна продуктивність праці відповідала б найменшим затратам енергії організму людини, відповідно при цьому зберігається висока продуктивність праці.

5.2. Організація роботи служби з охорони праці та фінансування.

Згідно із Законом України “Про охорону праці” (ст. 23) служба охорони праці створюється власником або уповноваженим ним органом підприємства для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно гігієнічних та інших заходів, спрямованих на запобігання нещасних випадків, захворювань і аварій в процесі праці.

Служба охорони праці виконує такі основні функції:

- Опрацьовує ефективну цілісну систему управління охорони праці, сприяє вдосконаленню діяльності в цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;
- Проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;
- складає разом із структурними підрозділами комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці;
- проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці;
- організовує: забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці; паспортизації цехів, дільниць робочих місць щодо відповідності їх вимогам охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань; підготовку статистичних звітів підприємства щодо створення безпечних умов праці; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці.

Власник підприємства або уповноважений ним орган визначають порядок управління фондами підприємств; призначають відповідальних за це осіб. Кошти фондів підприємств використовуються на виконання комплексних заходів, що забезпечують досягнення встановлених нормативів з охорони праці, а також на подальше підвищення рівня охорони праці на виробництві відповідно до визначеного переліку.

Таблиця 5.2 - Фінансування охорони праці, грн.

Фінансування засобів		2021	2022	2023
1.	Засоби індивідуального захисту тис. грн.	83	147	193
2.	протипожежні засоби, тис. грн.	91	162	203
3.	запобіжні і блокуючі пристрої, тис. грн.	76	115	214
4.	інструкції, застережні журнали, плакати, тис. грн.	23	30	34
5.	Всього	273	454	644

Згідно із Законом України “Про охорону праці” витрати на охороні праці повинні становити не менше 0,5% від суми реалізованої продукції. В ТОВ «Орлан - Груп» ця сума є недостатньою, тому потрібно збільшувати рівень фінансування заходів з охорони праці в транспортному підприємстві.

5.3. Безпека праці під час роботи на автотранспорті

Перед випуском автомобілів в рейс відповідальна особа за випуск технічно справних транспортних засобів, зобов'язана ретельно перевірити їх придатність до роботи: справність рульового механізму, зчеплення, дію гальм, правильність укладання і кріплення вантажу та його масу, провести інструктаж з водієм, уточнюючи при цьому порядок руху, особливості маршруту тощо.

Рульове керування вважається справним, коли люфт на рульовому колесі не перевищує 25°, кріплення картера і рульової колонки справні і нормально затягнуті.

Гальмівна система повинна забезпечувати гальмівний шлях не більше 21,2 м при початковій швидкості 40 км/год.

Електрообладнання повинно забезпечувати надійну роботу всіх систем: освітлення, сигналізації та запалення.

Стоянкове гальмо повинно утримувати завантажений автомобіль на ухилі 16%.

Забороняється виїжджати на лінію, якщо протектор шини має глибину малюнку по центру бігової доріжки менше 1 мм. Забороняється експлуатувати шини, які по розміру в допустимому навантаженні не відповідають моделі даного автомобіля, а тиск в шинах не відповідає нормі. Колеса повинні мати правильне сходження і розвал.

Безпека при роботі транспортного агрегату суттєво залежить від виду і властивостей вантажів.

За ступенем небезпеки відповідно до існуючих стандартів усі вантажі поділяються на сім груп:

1 – вантажі мало небезпечні (товари широкого вжитку, запасні частини до тракторів та сільськогосподарських машин, овочі, продукти харчування, будівельні матеріали);

2 – горючі речовини (бензин, гас, дизельне пальне, нафта);

3 – пилоподібні та гарячі вантажі (цемент, вапно, мінеральні добрива, асфальт, бітум);

4 – обпікаючі рідини (кислоти, луги);

5 – балони із зрідженим і стисненим газом;

6 – вантажі, небезпечні за розмірами (лісоматеріали, метали, залізобетонні балки);

7 – вантажі особливо небезпечні (пестициди, вибухові речовини).

Кожна із зазначених груп вантажів вимагає особливих заходів при безпечному їх перевезенні.

Вантажі першої групи можна розміщувати у різній тарі або без неї. Такі вантажі щільно укладають у кузовах без проміжків. В окремих випадках у проміжках можна встановлювати дерев'яні підкладки або розпірки. Висота вантажу в кузові не повинна перевищувати допустимий вертикальний габарит для транспортного засобу (не більше як 3,8 м).

Вантажі другої групи завантажують і розвантажують лише механізованим способом. Посудини з цим вантажами повинні бути герметичними і розміщуватись в кузові пробками ввєрх, а при змиванні рідини, посудини заземлюють.

Вантажі третьої групи розміщують у кузовах рівномірно на рівні бортів. Відкриті кузова з пилоподібними вантажами накривають брезентом, а працівників транспортного засобу забезпечують необхідними засобами захисту очей та органів дихання. Вантажі четвертої групи перевозять спеціальним транспортом. Вантажі п'ятої групи перевозять у металевих і дерев'яних контейнерах. Балони в контейнерах можна встановлювати вертикально або горизонтально. Одночасно перевозити балони з киснем і ацетиленом чи навіть порожні з-під них не допускається.

Вантажі шостої групи навантажують і перевозять лише в кузовах автомобілів при знятих бортах, але при наявності спеціальних пристроїв (стояків). Вантажі сьомої групи перевозять у спеціальних автомобілях.

5.4. Розробка заходів щодо покращення стану охорони праці

В загальному стан охорони праці в господарстві знаходиться на пожежному рівні. Однак для покращення умов охорони праці необхідно:

- Звернути увагу на покращення умов праці з ядохімікатами, допускати до роботи осіб, які пройшли медичний огляд, а не так як в дійсності;
- Посилити роботу при усуненні несправностей транспортних засобів, обладнання та механізмів;
- Проводити щомісячно день охорони праці, залучаючи до цього працівників різних галузей;
- Посилити контроль з боку керівництва за допомогою умов техніки безпеки та охорони праці всіма працюючими в господарстві.

Виконання даних міроприємств буде сприяти в подальшому на покращення стану охорони праці в господарстві, що якісно відобразиться на продуктивності праці в цілому. Зокрема виконаємо моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час транспортування врожаю.

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події.

Початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) виявляють у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до схеми на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Слід зауважити, що поняття «початкові події» введена умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва.

Якщо на схемах, що зображують процеси протікання (перебігу) випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Кожна логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статистично залежними або незалежними. Статистично залежні події — це такі, коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо жодна з двох подій, що входять до однієї моделі, можуть з'явитися незалежно одна від одної, то такі події є статистично незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні — послідовно. Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, ще показують напрямок протікання (перебігу) подій.

Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникати при експлуатації виробничого обладнання в галузях сільського пілприємства, описані і побудовані логічні моделі різні за формою і характером подій. Це дало можливість перейти до побудови більш складних моделей аварій, травм і катастроф, які потрібні для встановлення причин виникнення потенційних небезпек, без чого неможливо вжити обґрунтованих профілактичних заходів.

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному (при необхідності і математичному) аналізі й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій.

Процес пошуку потенційних небезпек на виробництві ґрунтується на більш точному і ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також повинен бути відповідно удосконалений.

Аналізуючи кожен з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків.

Якщо дослідження логічних зв'язків провести у зворотному напрямку, то обов'язково можна знайти ту подію (явище), що є причиною (однією з причин) формування досліджуваного процесу.

Метод логічного моделювання травмонебезпечних, аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні.

Вивчені, побудовані і систематизовані логічні моделі для окремих виробничих процесів, обладнання та інших об'єктів можна програмувати, а складений з них банк даних, може бути використаний для прогнозування виникнення аварій, травм, катастроф та інших небажаних явищ за допомогою ЕОМ.

Логічні моделі можна застосовувати при прийнятті рішень про відповідальність осіб, винних у виникненні таких пригод, а також ступінь вини самого потерпілого.

Після кожного описання небезпечних умов (НУ), небезпечних дій (НД), небезпечних ситуацій (НС) та можливих наслідків наводиться і логічна модель процесу можливого виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків.

5.5. Розробка заходів щодо захисту цивільного населення

Захист цивільного населення у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним із найважливіших завдань, яке покладається на службу з охорони праці в господарстві.

Захист населення базується на дотриманні системи заходів, що забезпечують виконання організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

У господарстві, де виявлено хворих тварин, запроваджується карантин. До його зняття не дозволяється:

- будь-яке переміщення у господарстві;
- вивезення незнезаражених продуктів тваринництва і рослинництва;
- вивезення нових тварин;
- проїзд через зону карантину;
- вхід на територію стороннім.

Усім, хто доглядає хворих тварин, необхідно працювати тільки у спеціальному одязі, оскільки можна наразитись на дію бактеріальних засобів, а по закінченні роботи даний одяг продезинфікувати або знищити.

6. ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз експериментальних даних, проведений в рамках експлуатаційних випробувань, дозволяє стверджувати, що критичний стан моторної оливи при її використанні в умовах Львівської філії ТОВ «Орлан - Груп», досягається за умови пробігу транспортних засобів в межах 18 - 20 тис. км. залежно від умов експлуатації.

Набуті значення критичного напрацювання дозволяють зробити розрахунок коректуючого коефіцієнта, що визначає пробіги до заміни моторної оливи у автомобілях MAN-TGS 41.400.

6.1. Коректування нормативів з урахуванням конкретних умов експлуатації рухомого складу

У нормативно-технічній документації звичайно приймаються деякі усереднені умови експлуатації. Якщо реальні умови експлуатації автомобілів співпадають з описаними в документації, то коректування періодичності технічного обслуговування не виконується. За наявності дмінності умов застосовується коректування.

Розрізняють два види коректування нормативів періодичності технічного обслуговування і ремонту: ресурсний і оперативний.

Ресурсний вид коректування служить для коректування нормативів технічного обслуговування і ремонту автомобілів відповідно до умов експлуатації: природно-кліматичними умовами і пробігом автомобіля з початку експлуатації, модифікацією рухомого складу, категорією умов експлуатації. Кожна з умов враховується відповідним коефіцієнтом.

Другий вид коректування здійснюється на підприємстві, його метою є підвищення працездатності автомобілів шляхом зміни

складу операцій технічного обслуговування з урахуванням конструкції автомобілів, умов їх роботи і особливостей даного автотранспортного підприємства.

Для корекції нормативів згідно конкретним умовам використовують результуючі коефіцієнти коректування, визначувані таким чином:

- для періодичності ТО:
- $K_1 = 0,8$ (передбачає категорію умов експлуатації автомобілів);
- $K_3 = 0,9$ (враховує природно-кліматичні умови експлуатації);

$$K_{рез} = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72. \quad (6.1)$$

Коефіцієнт коректування періодичності технічного обслуговування для умов Львівської філії ТОВ «Орлан - Груп» складає 0,72.

6.2. Визначення розрахункових пробігів до технічного обслуговування

Визначаємо розрахункові пробіги.

$$L_i = L_i^H \cdot K_{рез} = L_i^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (6.2)$$

де L_i - розрахунковий пробіг до 1-го обслуговування, км;

L_i^H - нормативна періодичність технічного обслуговування 1-го виду, км.

На основі інформації про експлуатацію автомобілів MAN-TGS 41.400 можна зробити висновок, що середня експлуатаційна швидкість для даної техніки в Львівській філії ТОВ «Орлан - Груп» 37,5 км/год. Тоді пробіги до ТО-1 і ТО-2 відповідно складуть 9375 км та 37500 км.

З урахуванням коректуючих коефіцієнтів, отримаємо:

$$L_1 = L_{ТО-1}^H \cdot K_{рез} = 9375 \cdot 0,72 = 6750 \text{ км};$$

$$L_2 = L_{ТО-2}^H \cdot K_{рез} = 37500 \cdot 0,72 = 27000 \text{ км}.$$

Набуті значення потребують додаткового коректування. Це пов'язано з особливостями експлуатації автомобілів у транспортному підприємстві.

Як показали експлуатаційні випробування моторної оливи, напрацювання на відмову його в умовах експлуатації у вказаних підрозділах знаходиться в інтервалі від 18 до 20 тис. км.

Таким чином, для підвищення надійності техніки рекомендоване введення коефіцієнта, що враховує застосування конкретного моторної оливи, який можна визначити звиразу:

$$K_M = L_M / L_i, \quad (5.3)$$

де L_M - напрацювання на відмову моторної оливи, по пробігу км;

L_i - пробіг автомобіля до ТО, відповідно до інструкції з експлуатації.

Для умов експлуатації автомобілів і на основі проведених експлуатаційних випробувань можна рекомендувати значення коректуючого коефіцієнта $K_M = 0,75$.

Цей коефіцієнт залежить від якості моторних оливо. Тоді, наоснові вказаних рекомендацій, отримаємо:

$$L = L \cdot K_M; \quad (5.4)$$

Підставивши цифрові дані побачимо, що розрахункові дані співпадають з даними отриманими під час натурних випробувань:

$$L_1' = 37500 \times 0,75 = 18000 \text{ км.}$$

Згідно нормативам необхідно також виконувати коректування розрахункових пробігів по кратності між собою та середньодобовим пробігом l_{cc} . Це потрібно зробити, бо частина ТО входить в ТО-1, а частина ТО-1 входить в ТО-2. Щоб виконати подальші розрахунки, необхідно використовувати розрахункові значення, скоректовані по кратності.

Коректування по кратності виконується таким чином:

$$L_1^P = l_{cc} \cdot n_1, \quad (5.5)$$

де n_1 - коефіцієнт кратності, який залежать від пробігу автомобілів

$$n_1 = L_1 / l_{cc}; \quad (5.6)$$

6.3. Діагностика технічного стану автомобілів

Діагностика як окремий вид обслуговування не планується і роботи по діагностиці автомобільної техніки входять в об'єм попередніх робіт по проведенню ТО та ремонту.

Потрібно врахувати, що відповідно до методу організації діагностика автомобілів може виконуватися на окремих постах або бути суміщеною з роботами технічного обслуговування. Тому в даному випадку виробнича програма діагностичних дій визначається для ухвалення рішення по організації технологічного процесу ТО та ремонту із застосуванням діагностики рухомого складу.

Передбачається діагностика автомобільної техніки Д-1 і Д-2.

Діагностика Д-1 необхідна в першу чергу для визначення технічного стану агрегатів, вузлів і систем автомобіля, які забезпечують безпеку руху. Ця діагностика проводиться, як правило, з періодичністю ТО-1.

Враховуючи призначення і організацію діагностики Д-1, вона також проводиться після ТО-2 (по вузлах і системах, що забезпечують безпеку руху, для перевірки якості робіт і завершальних регулювань) та при необхідності в ремонті (по вузлах, що забезпечують безпеку руху).

Діагностика Д-2 призначена для визначення потужності та економічних показників автомобіля, проводиться під час ТО-2, а також призначено для виявлення об'ємів робіт по відновленню працездатності, проводячи поточний ремонт. Діагностика Д-2 проводиться з періодичністю ТО-2 і в окремих випадках при проведенні ремонту.

Роботи по діагностиці Д-1 проводяться на самостійних постах (лініях) або поєднуються з роботами, виконуваними на постах ТО. Діагностика Д-2 звичайно виконується на окремих постах.

Дані розрахунків підтверджують результати експерименту, про залежність періодичності проведення технічного обслуговування автомобілів як від якості моторних оливок, так і від інтенсивності та умов їх експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі аналізу впливу кліматичних умов та інтенсивності експлуатації автомобілів на потік відмов їх силових установок розроблене теоретичне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації за рахунок своєчасного проведення технічного обслуговування, що дозволяє скоротити потік відмов, який залежить від сезонності використання техніки. Причиною зростання потоку відмов силових установок є зміна властивостей моторної оливи у зв'язку з її обводненням в умовах різких коливань температур. Обводнення відбувається унаслідок процесу конденсації і приводить до випадання в осад основних присадок, через що концентрація деяких з них зменшується на 75 %. Це приводить до втрати якості моторної оливи.

В результаті випробувань встановлені залежності зміни показників працездатності моторних оливи з урахуванням зміни вмісту продуктів спрацювання при експлуатації автомобілів в умовах зміни температур в широкому діапазоні. На основі цього розроблений алгоритм вибору моторної оливи, що враховує вплив обводнення на присадки в моторних оливах при експлуатації автомобілів в умовах зміни температур.

На основі експериментальних досліджень отримані залежності зміни кінематичної в'язкості, лужного вмісту продуктів спрацювання і забруднень від пробігу автомобілів. Виявлено, що при експлуатації автомобілів в умовах різкої зміни температур основним показником, що найшвидше досягає граничних значень та лімітуючим працездатність моторної оливи, є зміна його лужного числа. Даний показник характеризує погіршення захисних та окислювальних властивостей. В результаті розроблена методика визначення раціональних термінів заміни моторної оливи при технічному обслуговуванні автомобілів, експлуатованих в умовах різких перепадів температур.

Експериментально підтверджено взаємний вплив чинників техніко-експлуатаційних властивостей моторних оливи при експлуатації автомобілів в умовах низьких температур, що підтверджує адекватність теоретичних і експериментальних даних. Встановлено, що зміна температури спалаху

пов'язана із зміною кінематичної в'язкості при 40 0C і при 100°С; зміна масової частки фосфору - з лужним числом та сульфатної зольності.

На основі розробленої методики визначення раціональних термінів технічного обслуговування автомобілів, з урахуванням експлуатації в умовах низьких температур та отриманих експериментальних залежностей зміни основних показників якості встановлена науково обґрунтована періодичність заміни моторної оливи з врахуванням коректуючого коефіцієнта K_m .

Застосування рекомендацій з вибору моторних оливи і вдосконаленню технічного обслуговування автомобілів дозволить підвищити ефективність експлуатації автомобільного транспорту за рахунок скорочення відмов силових установок, вирівнювання потоку відмов впродовж року та зниження експлуатаційних витрат при експлуатації автомобілів в умовах різкої зміни температур.

Бібліографічний список

1. Братичак М. М., Гринишин О. Б. Технологія нафти та газу: навч. посіб. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2002. 180 с.
2. Новікова Б. П., Полякова О. В., Бойченко С. В. Паливно-мастильні матеріали: лаборатор. практикум. Київ: НАУ, 2002. 44 с.
3. Окоча А. І., Білоконь Я. Ю. Паливно-мастильні та інші витратні матеріали: довідник. Київ: Вид-во ТОВ «АграрМедія Груп», 2012. 201 с.
4. Окоча А. І., Білоконь Я. Ю. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Київ: Укр. центр духов. культури, 2004. 448 с.
5. Бендера І. М. та ін. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: навч.-метод. комплекс.; за ред. І. М. Бендери, В. І. Дуганця. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2016. 420 с.
6. Топільницький П. І., Гринишин О. Б., Лазорко О. І., Романчук В. В. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості товарних нафтопродуктів: навч. посіб. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2015. 248 с.
7. Чабанний В. Я. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Кн. 2: Системи забезпечення якості паливо-мастильних матеріалів. 2-ге вид., перероб. та допов. Кіровоград: Центрально-Українське вид-во, 2008. 500 с.
8. Шпак О. Г. Нафта і нафтопродукти. Київ: Ясон-К, 2000. 370 с.
9. EHL
film thickness in rolling element bearing evaluated by electrical capacitance method: a review / Hui Cen, Dan Bai, Yanpu Chao, Yaohui Li, Ruihua Li. Tribology – Materials, Surfaces & Interfaces. 15:1. 2021. № 15. P. 55–77.
10. Maceiras, R.,
Alfonsín V., Morales B. Recycling of waste engine oil for diesel production // Waste Management. 2017. Vol. 60, P. 351- 356.
11. Besser, C., Dörr N., Novotny-Farkas F., Varmuza K., Allmaier D. G. Comparison of engine oil degradation observed in laboratory alteration and in the engine by chemometric data evaluation // Tribology International. 2013. Vol. 65, P. 37-47.

12. Wolak, A., Zajcb G. Changes in the operating characteristics of engine oils: A comparison of the results obtained with the use of two automatic devices // Measurement. 2018. Vol. 113, P. 53- 61.
13. Kalam, M. A., Masjuki H.H., Haeng Muk Cho, Mosarof M.H., Mahmud Md. Iqbal, Chowdhury M. A., Zulkifli N.W. Influences of thermal stability, and lubrication performance of biodegradable oil as an engine oil for improving the efficiency of heavy duty diesel engine // Fuel. 2017. Vol. 196, P. 36- 46.
14. Rostek, E., Babiak M., Wroblewski E. The Influence of Oil Pressure in the Engine Lubrication System on Friction Losses // Procedia Engineering. 2017. Vol. 192, P. 771-776.
15. Zhu X., Zhong C., Zhe J. Lubricating oil conditioning sensors for online machine health monitoring - A review // Tribology International. 2017. Vol. 109, P. 473- 484.
16. Abdulgazis, D., Umerov E., Abdulgazis U. Development of Endothermic Properties and Improvement of Tribotechnological Properties in Oil Cutting and Cooling Lubricants // Procedia Engineering. 2017. Vol. 206, P. 1503- 1507.