

РОЗДІЛ «АВТОМОБІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА»

ШИФР: ІНФОРМАЦІЙНА ЕЛЕКТРОНІКА

НА ТЕМУ: «УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТО ТА РЕМОНТУ
АВТОМОБІЛІВ З УРАХУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ OBD II»

2021 р.

РЕФЕРАТ

Наукова робота: 31 с., 7 рис., 1 табл., 32 джерела

Об'єкт дослідження – система управління технічним станом транспортних засобів..

Предмет дослідження – процеси самодіагностування технічного стану автомобілів.

Мета роботи – розробка моделі системи оцінювання технічного стану автомобіля.

Завданнями досліджень є: визначення напрямків реалізації сучасної концепції удосконалення конструкції автомобілів; аналіз особливості архітектури локальної мережі управління електронними засобами автомобіля; оцінка ефективності самодіагностування в процесі підтримання та відновлення технічного стану автомобілів; інтегрування процесів самодіагностування до системи ТО та ремонту технічного стану автомобілів; вибір стратегії та тактики підтримання і відновлення технічного стану автотransпортних засобів; удосконалення структури комбінованої системи технічного обслуговування та ремонту автомобілів; розробка методики визначення періодичності ТО з урахуванням інформаційного потоку OBD II.

В роботі здійснено детальний аналіз існуючих систем ТО і ремонту автомобілів, представлено повну інформацію про систему OBD II та її застосування на сучасних автомобілях. На основі цих даних розроблено модель нової вдосконаленої системи ТО і Р автомобілів, що ґрунтується на використанні інтегрованих мікропроцесорних засобів діагностування.

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ДІАГНОСТИКА, САМОДІАГНОСТИКА,
ВІДМОВА, ПРОБІГ, ТРУДОМІСТКІСТЬ, ПРОГНОЗУВАННЯ, БЛОК
УПРАВЛІННЯ, ПРОТОКОЛ ІНФОРМАЦІЙНИЙ

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МІКРОПРОЦЕ- СОРНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОННИМИ ЗАСОБАМИ АВТОМОБІЛЯ	4
1.1 Визначення напрямків реалізації сучасної концепції вдосконалення конструкції автомобілів.	4
1.2 Особливості архітектури локальної мережі управління електронними засобами автомобіля (CAN)	4
1.3 Оцінка ефективності самодіагностування в процесі підтримання та відновлення технічного стану автомобілів.	4
2 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ТО ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.....	20
2.1 Вплив системи ТО та ремонту автомобілів на технічний стан автомобілів..	22
2.2 Аналіз та оцінка особливостей сучасних систем технічного обслуговування і ремонту автомобілів.	44
3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТО І РЕМОНТУ	
3.1 Інтегрування процесів самодіагностування до системи ТО та ремонту ...	22
3.2 Розробка методики визначення періодичності ТО з урахуванням інформаційного потоку OBD II	22
3.3 Визначення факторів, які впливають на якість моторної оливи	
3.4 Розробка моделі визначення періодичності ТО автомобіля	22
ВИСНОВКИ	29
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	30

ВСТУП

Актуальність теми дослідження полягає у розробці моделі комбінованої системи ТО та ремонту автомобілів, до складу якої включено процес їх поточного самодіагностування за допомогою інтегрованих мікропроцесорних систем. Наведена оцінка ефективності самодіагностування в процесі підтримання та відновлення технічного стану автомобілів. У роботі запропоновано новий підхід до визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів, який на високому рівні погоджено з тенденціями сучасної концепції конструювання автомобілів.

Практична цінність роботи полягає:

- у можливості використання розроблених рекомендацій з удосконалення системи ТО та ремонту автомобілів під час реалізації державних програм, спрямованих на підвищення безпеки дорожнього руху;
- у визначенні параметрів потоку вимог на послуги з технічного обслуговування та ремонту автомобілів під час проектування нових та реконструкції діючих підприємств автосервісу за умови максимального задоволення потреби з технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

Відмінною рисою як індивідуального, так і комерційного парку автомобілів є незадовільний його технічний стан та досить низька конструктивна безпека. Вітчизняний парк автомобілів давно досяг критичного рівня зносу транспортних засобів, оскільки середній вік автомобілів складає 12 років.

Враховуючи високу небезпечність транспортних засобів, більшість видів транспорту (повітряний, морський, залізничний) зберегли регулюючу та контролюючу роль виконавчої влади, галузевих органів у сфері технічної експлуатації. Органи виконавчої влади у галузі автомобільного транспорту поки не визначили своєї позиції щодо обов'язків власників транспортних засобів проводити визначений комплекс дій, спрямованих на забезпечення як високого рівня роботоздатності, так і безпеки експлуатації. Як наслідок, втратили можливість управління технічним станом автомобільного парку через гнучку систему ТО і ремонту.

1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОННИМИ ЗАСОБАМИ АВТОМОБІЛЯ

1.1 Визначення напрямків реалізації сучасної концепції вдосконалення конструкції автомобілів

Сучасна концепція вдосконалення конструкції автомобілів реалізується в трьох стратегічних напрямках:

1) *зниження впливу автомобіля на навколишнє середовище (НС)* (зниження токсичності відпрацьованих газів, можливість максимальної утилізації окремих конструкційних елементів і т. д.);

2) *підвищення безпеки експлуатації автомобілів* (розвиток активної та пасивної безпеки);

3) *зниження металоємності і споживання енергетичних ресурсів* (збільшення питомої кількості деталей, що виготовлені з пластмас і полімерів, впровадження двигунів з керамічними елементами, двигунів, що працюють на альтернативних видах палива, застосування гібридних силових установок та ін.)

Досягнення максимального позитивного результату за кожним з цих напрямків можливо тільки завдяки широкій інтеграції електронних і мікропроцесорних систем в контур управління. Підкреслюючи цей факт, професор Говорущенко Н. Я. в одній зі своїх робіт, визначає роль широкого впровадження мікропроцесорів в системи управління двигуном як особливо важливу [4].

В даний час застосування електронних і мікропроцесорних систем йде в наступних напрямках:

— для заміни ними традиційних вузлів автомобільного електроустаткування (регуляторів напруги, блоків управління світловою і звуковою сигналізацією, регуляторів системи опалювання, тахометрів, спідометрів і т. д.);

- для безперервного контролю і видачі поточної інформації про експлуатаційні показники автомобіля (наприклад, поточна витрата палива, доцільність включення тієї або іншої передачі, оптимальний режим руху і т. д.); до цієї ж категорії відносяться системи діагностування стану агрегатів;
- для процесів управління запаленням, паливоподачею і пристроями, що забезпечують зниження токсичності відпрацьованих газів двигуна;
- для систем управління агрегатами трансмісії, гальмівними системами, підвіскою та іншими елементами.

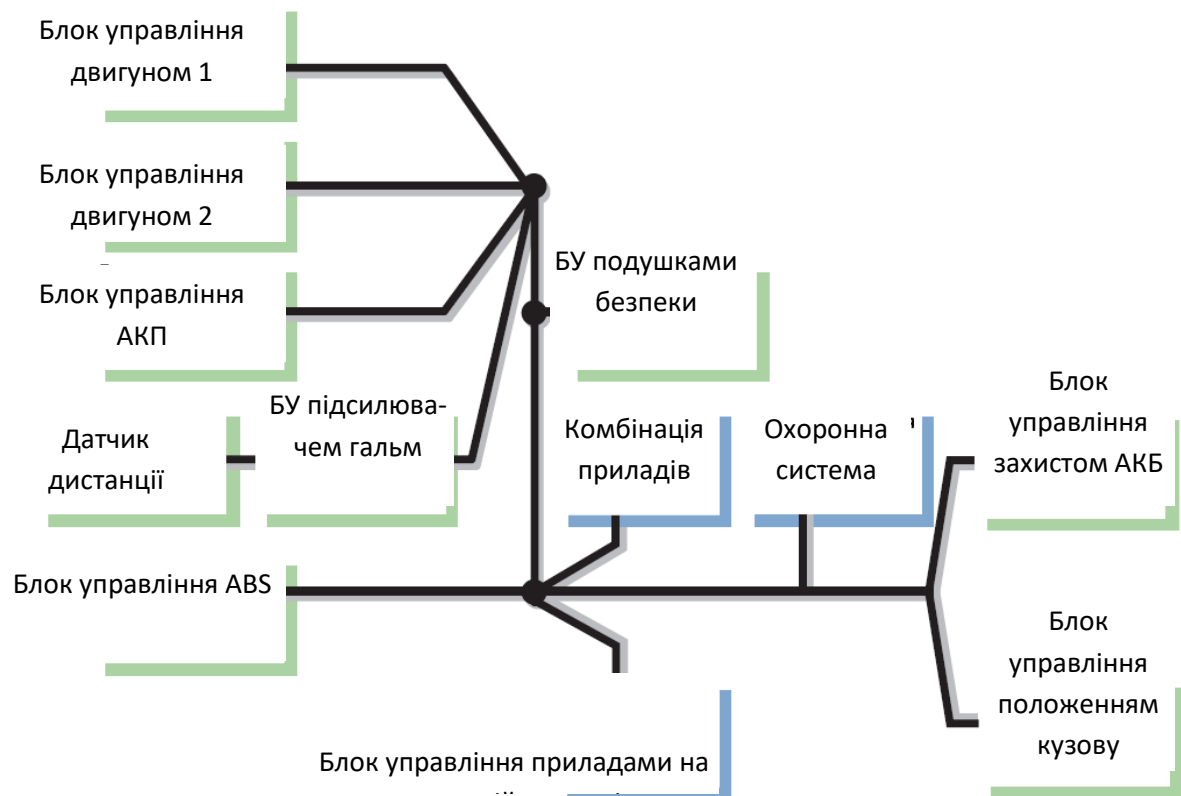


Рис. 1.1. Топологія контуру управління електронними блоками автомобіля Volkswagen Phaeton

Застосування електронної апаратури в системах управління агрегатами автомобіля заслуговує особливої уваги, оскільки створює можливість поліпшення їх показників і спричиняє за собою зміну конструкції самих агрегатів. Сучасна автомобільна електронна система управління фактично є комплексом власне електронної апаратури і керованих нею виконавчих пристроїв [5].

Електронні системи управління, що створюються на базі мікропроцесорів, можуть реалізовувати різні алгоритми управління унаслідок відповідної зміни запису команд в елементах пам'яті системи.

Стрімкі темпи еволюції інтегрованих електронних систем пояснюються необхідністю забезпечення:

- максимальної надійності (внутрішні і зовнішні перешкоди повинні бути обов'язково розпізнані);
- високої живучості (при виході з ладу одного з блоків управління система повинна продовжувати функціонувати, щоб забезпечувати обмін даними між її працездатними компонентами);
- високої щільності потоку даних (всі блоки управління винні в кожен момент часу мати в своєму розпорядженні однакову інформацію і отримувати однакові дані; при пошкодженні системи всі блоки управління повинні отримувати інформацію про її несправність);
- високої швидкості передачі даних (обмін даними між підключеними до мережі компонентами повинен проводитися можливо швидше, щоб забезпечити вимоги передачі в реальному часі) [5].

1.2 Особливості архітектури локальної мережі управління електронними засобами автомобіля (CAN)

Максимально задовольнити вимоги, що наведено вище, дозволяє використання на автомобілях шини **CAN - Controller Area Network** (локальна мережа, що зв'язує блоки управління) [5].

Дана шина дозволяє об'єднати в локальну мережу електронні блоки управління і ряд окремих складних датчиків, таких, наприклад, як датчик кута повороту рульового колеса.

Застосування системи CAN на автомобілі дає наступні переваги:

1) Обмін даними між блоками управління проводиться на уніфікованій базі. Цю базу називають протоколом. Шина CAN служить неначе магістраллю

для передачі даних.

2) Системи, що незалежно діють, наприклад, система курсової стабілізації ESP, можуть бути реалізовані з меншими витратами.

3) Спрощується підключення додаткового устаткування.

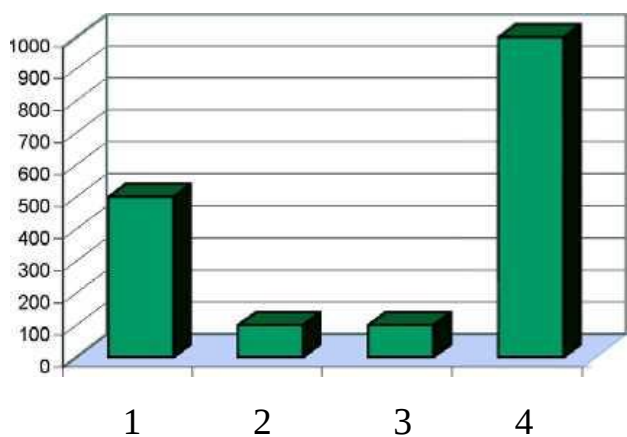
4) Шина даних CAN є відкритою системою, до якої можуть бути підключені як мідні дроти, так і скловолоконні провідники.

5) Діагностика електронних блоків управління проводиться за допомогою кабелю "К". Діагностика деяких компонентів устаткування салону автомобіля вже сьогодні проводиться через шину CAN (наприклад, це подушки безпеки і блоки управління в дверях автомобіля). В даному випадку мова йде про так званий віртуальний кабель "К" (див. далі). В майбутньому необхідність кабелю "К" повинно бути спростовано.

6) Можна проводити одночасну діагностику декількох блоків управління, що входять в систему [5].

До системи CAN паралельно підключені численні компоненти. При проектуванні системи враховуються наступні вимоги:

- забезпечення максимальної надійності: внутрішні і зовнішні перешкоди повинні бути обов'язково розпізнані.
- висока живучість: при виході з ладу одного з блоків управління система повинна продовжувати функціонувати, забезпечуючи обмін даними між її працездатними компонентами.
- висока щільність потоку даних: всі блоки управління винні в кожен момент часу мати в своєму розпорядженні однакову інформацію і отримувати однакові дані; при пошкодженні системи всі блоки управління повинні отримувати інформацію про її несправність.
- висока швидкість передачі даних: обмін даними між підключеними до мережі компонентами повинен проводитися якомога швидше, щоб забезпечити вимоги передачі в реальному часі.



1 – 500 кбіт/с: шина CAN силового агрегату

2 – 100 кбіт/с: шина CAN системи "Комфорт";

3 – 100 кбіт/с: шина CAN інформаційно-командної системи;

4 – 1000 кбіт/с: максимальна швидкість передачі даних.

Рис. 1.2. Швидкості передачі даних в системі CAN

Шина CAN є відособленою системою електронного устаткування автомобіля. Вона служить для обміну даними між підключеними до неї блоками управління.

1 – діагностичний роз'єм; 2 – шлюз у комбінації приладів; 3 – роз'єм на автомобілі; 4 – блоки управління, які передбачається встановити; 5 – діагностичний кабель «К»; 6 – віртуальний кабель «К».

Завдяки особливому виконанню й структурі ця система працює дуже надійно. Якщо виникають які-небудь несправності (у системах автомобіля), вони обов'язково фіксуються у відповідних реєстраторах несправностей і можуть потім бути зчитані за допомогою діагностичного приладу.

Блоки управління наділені функціями самодіагностики, за допомогою яких можуть розпізнаватися несправності, що пов'язані з функціонуванням шини CAN.

1.3 Оцінка ефективності самодіагностування в процесі підтримання та відновлення технічного стану автомобілів

Як відомо, серед засобів технічного діагностування (ЗТД) широкого використання набули вбудовані та зовнішні засоби. Процес самодіагностування забезпечують саме вбудовані ЗТД.

На сучасному етапі тривалої діагностики вбудовані засоби технічного діагностування – бортові комп'ютери, використовуються в якості невід'ємної ланки ланцюгу, в ролі якого виступає весь процес оцінки технічного стану автомобіля.

На сьогодні бортовий комп'ютер – це не блок управління окремою системою, а *потужний засіб діагностування* автомобіля в момент виконання роботи [12].

OBD II – бортова діагностична система з розширеними функціями, яка виконує у режимі реального часу перевірки та аналіз стану системи подачі палива та усіх інших конструктивних елементів, що безпосередньо впливають на паливну економічність, збільшення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах та безпеку руху.

OBD II дозволяє стандартизувати електричні параметри та протоколи зв'язку у автомобільній промисловості та уніфікувати засоби діагностування., використовувати єдину систему ідентифікації кодів несправностей. Поняття «протокол» визначає правила діалогу між електронними вузлами. Він включає до себе опис формату обміну даних, часові характеристики, послідовність сигналів та адреси, до яких потрібно звертатися для виконання конкретних команд.

Жодна система ТО і ремонту, що існує сьогодні

- по-перше, не в змозі у повному об'ємі забезпечити надійність експлуатації сучасного автомобіля;
- по-друге, не враховує функціональних можливостей використання мікропроцесорної техніки на автомобілі, в якості засобу внутрішньої діагностики.

Сучасна система ТО і ремонту автомобілів повинна враховувати можливість бортових систем автомобіля виконувати поточне діагностування та власне діагностування під час запуску. Реалізація такого підходу можлива, перед усім, за рахунок використання протоколів OBD II, які формують інформаційний потік.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ТО ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Вплив системи ТО та ремонту автомобілів на технічний стан автомобілів

На підставі експертного опиту фахівців були отримані значення (%) основних чинників першого ярусу дерева систем ТЕА, в залежності від наступних цілей - технічного стану парка (чисельник) і витрат на технічне обслуговування та ремонт (знаменник):

рухомий склад і експлуатаційні матеріали	25/21
система і організація ТО і ремонту	19/18
виробничо-технічна база	18/19
ефективність роботи персоналу	16/13
умови експлуатації	13/20
система постачання і резервування	9/9
всього	100/100

Оцінка впливу підчинників «Система і організація ТО і ремонту» на рівні працездатності (%):

ступінь виконання рекомендацій системи і нормативів ТО і Р	29
обґрунтованість і ефективність системи ТО і Р	26
рівень організації ТО і Р	17
забезпеченість нормативно-технологічною документацією	11
ступінь готовності АТК до прийому автомобілів нової конструкції	9
наявність і якість проектної документації	8
всього	100

Серед чинників, що визначають ефективність технічної експлуатації, ваговитість системи ТО і ремонту складає 25%. До головних підчинників системи ТО і ремонту (100%) належать: ступінь виконання рекомендацій і нормативів - 29%; обґрунтованість нормативів - 26%; технологія й організація ТО і ремонту - 17%; забезпечення робочих місць і виконавців раціональною

нормативно-технологічною документацією - 11%; адаптація інженерно-технічної служби до змін конструкції автомобілів, умовам експлуатації - 9%; інші - 8%.

Для рухомого складу автомобільного транспорту, що експлуатується в даний час, рівень впливу окремих елементів структури системи ТО і ремонту на витрати по забезпеченню працездатності наступний: обґрунтованість переліку профілактичних операцій і їх періодичності 80-87%; число ступенів (видів) ТО і кратність їх періодичності 13-20%.

Таким чином, головними чинниками, що визначають ефективність системи ТО і ремонту, є правильно визначені переліки (що робити) і періодичність (коли робити) профілактичних операцій, потім кількість видів ТО і їх кратність (як організувати виконання сукупності профілактичних операцій) [15].

2.2 Аналіз та оцінка особливостей сучасних систем технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Система ТО і ремонту рухомого складу автомобільного транспорту охоплює сукупність взаємопов'язаних засобів, документації ТО і ремонту та виконавців, потрібних для підтримування і відновлення якості виробів, що входять до цієї системи.

Виконання профілактичних і ремонтних робіт автомобільної техніки в заздалегідь запланований термін або після певного напрацювання не цілком задовольняє підвищені вимоги створення безпеки дорожнього руху та економічної експлуатації рухомого складу [16].

Не виключені випадки появи відмов і несправностей. Деякі профілактичні роботи виконують передчасно або із запізненням. Основною причиною такого стану є те, що більшість робіт з ТО і ремонту автомобільної техніки здійснюється без урахування фактичного технічного стану елементів автомобіля, а *головне – зовсім не враховуються сучасні функціональні*

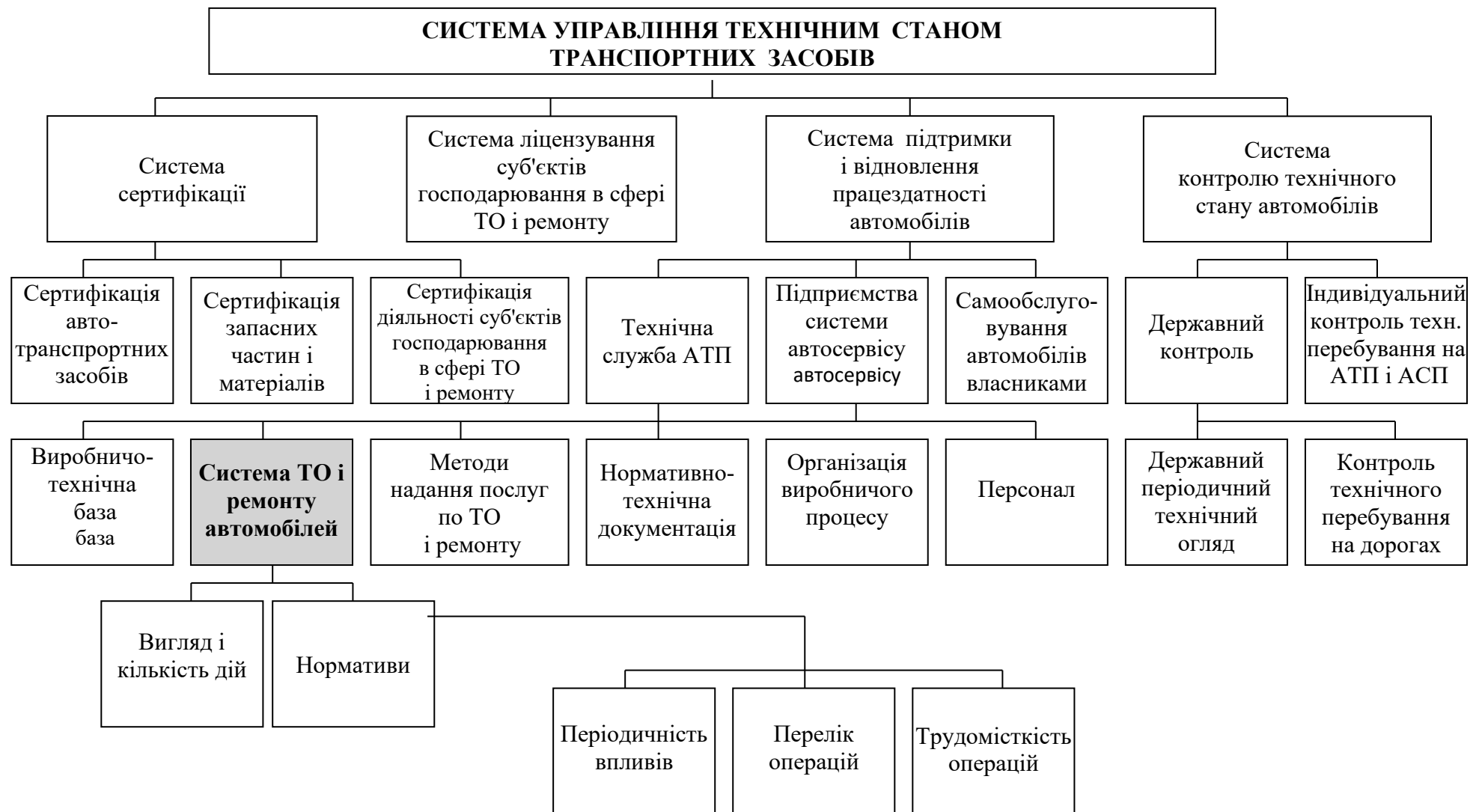


Рис. 2.1. Інтегрована система управління технічним станом транспортних засобів

можливості мікропроцесорних систем управління електронними засобами автомобіля, що забезпечують на сьогодні технічне діагностування на борту автомобіля.

У зв'язку з цим назріла потреба подальшого вдосконалювання системи ТО і ремонту автомобільної техніки.

Найдосконалішою системою ТО і ремонту автомобілів слід вважати таку, яка найповніше забезпечує взаємодію процесів зміни технічного стану автомобіля (тобто процесів зміни діагностичних параметрів) і процесів відновлення (рис. 2.1).

При обслуговуванні автомобілів застосовується дві основні тактики проведення профілактичних робіт: за напрацюванням; за технічним станом.

1. Система ТО і ремонту автомобіля «за напрацюванням» забезпечує більш високий рівень безпеки експлуатації, ніж система ТО і РА «за технічним станом».

2. Система ТО і Р «за ресурсом» є менш економічною на відміну від системи «за технічним станом», тому що: значна частина ресурсу не використовується; виконується комплекс робіт з ТО.

3. Сучасна система ТО і ремонту автомобілів потребує поєднання в собі високого рівня безпеки експлуатації та мінімальних витрат коштів на виконання технічного обслуговування. Враховуючи це, доцільним є використання *комбінованої системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів*. Тобто економічної системи, що задовольнить умовам безпеки, а також, за допомогою сучасних засобів діагностування на борту автомобіля, буде використовувати весь ресурс окремих агрегатів та вузлів, буде попереджувати про їх граничний стан або про залишок пробігу до певного виду обслуговування (в залежності від технічних особливостей автомобілю).

Зважаючи на світовий досвід найбільш ефективною є наступна, більш масштабніша тенденція, яка полягає у використанні практично всіма виробниками автомобільної техніки комбінованої системи ТО і ремонту автомобілів, в основі якої лежить зчитування даних з бази даних

мікропроцесорної системи автомобілів перед кожним ТО. Згідно інформації, що мається в базі даних робляться висновки про інтенсивність технічної експлуатації автомобілів, умовах експлуатації, стані окремих вузлів і агрегатів.

Уся необхідна для роботи системи інформація зберігається в енергонезалежній пам'яті. Сутність інформації залежить від конкретного автомобілю. Тобто до уваги береться тип двигуна, умови експлуатації, в яких буде використовуватись автомобіль та багато інших стандартних параметрів.

Комбінована система ТО і ремонту виправдовує себе на практиці у багатьох країнах світу. Використання цієї системи в нашій державі також можливо й необхідно та потребує змін у законодавстві стосовно технічного обслуговування автомобілів.

3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТО І РЕМОНТУ

3.1 Інтегрування процесів самодіагностування до системи ТО та ремонту

Враховуючи функціональні можливості системи самодіагностики автомобілів, є доцільним інтегрувати систему ТО і ремонту за ресурсом у процес самодіагностування в вигляді функції поточної діагностики, таким чином, реалізувати концепцію комбінованої системи ТО і ремонту (рис. 2.2).

Інтегрування слід проводити з урахуванням існуючих систем ТО і ремонту, що були розглянуті в пункті 2.1. Їх схеми наведено нижче.

$$1. \begin{cases} TO-1 \\ TO-2 \end{cases} \Rightarrow PR; \quad 2. \begin{cases} TO-1 + Д1 \Rightarrow PR; \\ TO-2 + Д2 \Rightarrow PR; \end{cases} \quad 3. \{OP \Rightarrow Д \Rightarrow УН\}.$$

1. Система за напрацюванням. Класична схема системи за напрацюванням, яка враховує певну кількість видів ТО-1 та ТО-2 до наставання технічного ремонту (ТР). А такому випадку діагностиці не приділялася особлива увага.

2. Система за напрацюванням з інтегрованим процесом діагностування. В цьому випадку вже йдеться розподіл робіт з діагностики. ТО-1 супроводжується комплексом робіт з Д-1 діагностування, в основному механізмів, що забезпечують безпеку руху автомобіля. Діагностування Д-1 називають **експрес-діагностикою**. А перед ТО-2 і ПР передбачено проведення **поглибленої поелементної діагностики (Д-2)** агрегатів і механізмів та систем автомобіля [21].

3. Система за технічним станом (ОРДУН). Передбачає виконання обов'язкових робіт (ОР), які поділяють на ОР-1 і ОР-2, виконання діагностичних робіт (Д), які також поділяються на Д-1 та Д-2. При ОР-1 і ОР-2 в обов'язковому порядку і в певному об'ємі повинні виконуватися змащувальні, кріпильні, шинні і інші роботи, У разі проведення робіт по Д-1 контролюється в основному технічний стан систем і механізмів, що

забезпечують безпеку руху; по Д-2 - технічний стан всіх агрегатів і систем автомобіля, уточнюється перелік і об'єм робіт по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів.

Якщо при Д-1 і Д-2 виявлені відмови, автомобіль направляють в зону усунення несправностей (УН), Виявлені відмови усувають відразу або через один-два дня після діагностики [19].

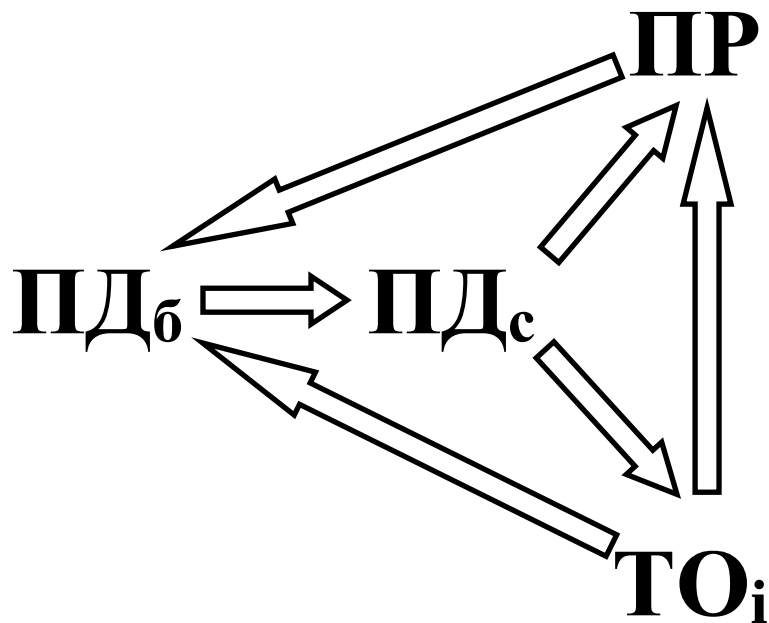


Рис. 3.1. Схема комбінованої системи ТО і ремонту автомобілів:

ПД_б – поточне діагностування;

ПР – поточний ремонт;

ПД_с – поглиблена діагностика;

ТО_і – технічне обслуговування і-того виду

Таким чином, наявність поточної діагностики в загальній схемі системи ТО і ремонту дозволяє виконувати технічне обслуговування за необхідністю, згідно з даними ТД. Це дає змогу **зменшити трудомісткість виконуваних робіт на 40%**, а отже й **витрати на утримання транспортного засобу**.

Значна частина вузлів та деталей має приналежність до процесу змінення технічного стану у залежності від часу або пробігу автомобіля. Цей процес має повільний, монотонний характер, що призводить до виникнення поступових відмов. Закономірності змінення технічного стану за

напрацюванням автомобіля належать до так званих закономірностей *першого виду*. Вони характеризують тенденцію змінення параметрів технічного стану (математичне сподівання випадкового процесу), а також дозволяють визначити середні напрацювання до моменту досягнення граничного або заданого стану.

3.2 Розробка методики визначення періодичності ТО з урахуванням інформаційного потоку OBD II

Функція самодіагностування дозволяє реалізовувати можливість визначення періодичності ТО з урахуванням параметрів робочих процесів автомобіля. Такий напрямок застосовується відомими світовими виробниками.

Для автомобілів іншомовного походження існує декілька варіантів визначення періодичності технічного обслуговування та ремонту. При чому кожен виробник має свою систему. Нижче представлено три з таких систем.

1. Система Long Life Service компанії Volkswagen, що поширюється на всі автомобілі концерну Volkswagen Group. Сутність цієї системи полягає у визначенні (скороченні або збільшенні) міжсервісних інтервалів, що пов'язано зі збільшенням терміну служби оливи в двигуні, аналізом фактичних умов експлуатації та режиму водіння автомобіля. У регламент кожної технічної дії, реалізованої із збільшеною періодичністю, обов'язково включається зміна масла. Фіксованих інтервалів між технічними діями немає [23].

Робочий процес для автомобіля з бензиновим двигуном. Після включення запалення визначається відстань, що пройдено за кожні 3 секунди руху. Цей параметр зіставляється з витратою палива і приростом температури масла за той же час. У результаті визначається параметр старіння моторного масла під дією термічних навантажень. Виходячи з цього, обчислюється пробіг до чергового обслуговування.

Після досягнення відповідних граничних значень на дисплеї виводиться

попередження (із зворотним відліком пробігу) або обов'язкова вимога з нагадуванням про настання терміну чергового обслуговування.

Робочий процес для автомобіля з дизельним двигуном. Початкові дані про температуру мастила і частоту обертання колінчастого валу зіставляються з трьохпараметричною характеристикою термонавантаженості. За підсумками зіставлення обчислюється параметр старіння масла під дією термічних навантажень, що має розмірність пробігу.

Аналогічним чином, початкові дані про частоту обертання і навантаження двигуна зіставляються з трьохпараметричною характеристикою забруднення масла частинками сажі. За підсумками зіставлення обчислюється параметр забруднення мастила, що також має розмірність пробігу.

Два розрахункові параметри зносу мастила і безпосередньо визначуваний параметр пробігу підсумовуються в трьох незалежних накопичувачах інформації.

По названих трьох параметрах і тактовій частоті блок управління обчислює пробіг до чергового обслуговування.

Після досягнення відповідних граничних значень на дисплей виводиться попередження (із зворотним відліком пробігу) або обов'язкова вимога з нагадуванням про настання терміну чергового технічного обслуговування.

2. Система Active Service System концерну Mercedes-Benz. Концепція цієї системи полягає у визначенні бортовим комп'ютером терміну сервісного обслуговування на підставі внутрішнього алгоритму, в якому згідно нижче приведеної формули прораховується кількість миль, що проїхав автомобіль. Інформація про термін ТО подається на панель приладів [24].

$$e = a(1 + t + r) \quad (3.1)$$

де e - відстань, що розраховується бортовим комп'ютером (пробіг двигуна);

a - дійсний пробіг;

t - коефіцієнт температури двигуна ($t = 1$, якщо температура двигуна в режимі експлуатації нижча за робочу оптимальну температуру, в інших випадках $t = 0$);

r - коефіцієнт частоти обертання колінчастого валу ($r = 0,5$, якщо двигун перевищує частоту обертання в 4500 об/хв., в інших випадках $r = 0$).

3. Система GM Long Life концерну General Motors. В основу цієї системи покладено принцип розрахунку періодичності ТО на підставі наступних даних: відстань, що пройшов автомобіль; частота обертів двигуна; крутний момент двигуна; кількість впорскувань палива (тільки для дизельних двигунів); кількість пусків двигуна (при чому ведеться особливий підрахунок кількості холодних пусків, що значно впливає на коригування періодичності ТО); температура охолоджувальної рідини; температура мастила в двигуні.

Враховуючи досвід світових лідерів автомобілебудування та спираючись на невід'ємність кожного з параметрів, що контролюються у різних системах самодіагностики, для підвищення надійності, безпеки й економічності, необхідно взяти нову вдосконалену систему технічного обслуговування і ремонту автомобілів, до якої інтегровано процеси поточного діагностування їх систем управління.

3.3 Розробка моделі прогнозування потоку вимог

Під час визначення параметру потоку відмов за параметрами робочих процесів доцільним є прийняття наступного припущення. Заїзд до АСП для проведення ТО є відказом (припиняється використання автомобіля за призначенням). Відповідно до цього припущення маємо:

$$N(t) = \begin{cases} \frac{\bar{L}_{PII}}{L_{TO}^N - \sum_{i=1}^n L_{II_i} \cdot k_m}; \\ \frac{\bar{L}_{PII}}{L_{TON} - L_{T_{50\%}}(1 + k_n)}; \\ \frac{\bar{L}_{PII}}{Q_{\max} - \sum_{i=1}^n L_{II_i} \cdot Q_{II}}. \end{cases} \quad (3.2)$$

Параметри робочих процесів окремих систем автомобіля формують інформаційний потік OBD II. Відповідно до аналізу інформації для досліджень

обираємо три параметра: стан мастила в двигуні, стан гальмівних накладок, витрата палива за пробіг, що досліджується.

Стан мастила в двигуні. Моторне мастило є достатньо об'єктивним носієм інформації про технічний стан двигуна внутрішнього згоряння. Наукові дослідження, що проведені в багатьох країнах, підтвердили високу надійність діагностичних прогнозів несправностей двигунів, які ґрунтуються на результатах аналізу працюючого моторного мастила [28].

В порівнянні з іншими методами діагностики аналіз мастила, що працює в двигуні, має ряд істотних переваг: не потрібно виводити машини з роботи; діагностику виконують без розбирання і візуального огляду; несправності двигуна виявляються на ранній стадії виникнення; не потрібна доставка діагностичної апаратури до місць експлуатації техніки або перегін техніки на пости діагностування; аналіз дає можливість замінювати мастило при дійсній втраті ним працездатності, а не після закінчення заданої кількості мотогодин; аналіз дозволяє отримати великий об'єм інформації; трудомісткість виконання аналізу невелика.

Аналіз чотирьох (або більш) проб дає можливість встановити динаміку зміни складу і показників працездатності мастила, залежно від часу роботи. Якщо зміни протікають закономірно, двигун справний, якщо виявлена аномальна зміна одного або декількох взаємозв'язаних показників – це сигнал тривоги. Методи інфрачервоного, спектрального і феррографічного аналізу відносяться до методів лабораторної трібодіагностики. Вони дозволяють діагностувати несправності вузлів тертя, що змащуються.

Стан гальмівних накладок. Гальмівний механізм автомобілю належить до систем, які забезпечують безпеку руху автомобіля. Тому у процесі експлуатації постійно контролюється ступінь зносу гальмівних накладок до 50% і до гранично допустимого значення (рис. 3.2).

Витрата палива за пробіг. Як було вже зазначено вище, витрата палива за пробіг є одним з параметрів робочих процесів. Мікропроцесорна система

управління автомобілем визначає час проведення його ТО за принциповою схемою, яка наведена на рисунку 3.3.

3.4 Розробка моделі визначення періодичності ТО автомобіля

Для аналізування та визначення пробігу до технічного обслуговування відповідно до наведених схем пропонуємо наступну систему рівнянь.

$$L_{TO} = \begin{cases} L_{TO_N} - \sum_{i=1}^n L_{\Pi_i} \cdot k_m; \\ L_{TO_N} - L_{T_{50\%}} (1 + k_n); \\ Q_{\max} - \sum_{i=1}^n L_{\Pi_i} \cdot Q_{\Pi}. \end{cases} \quad (3.3)$$

де L_{TO} - залишковий пробіг до сервісного обслуговування;

L_{TO_N} - нормативний пробіг до сервісного обслуговування, визначається заводом виробником, км;

L_{Π_i} - цикловий пробіг автомобіля, визначається внутрішніми електронними компонентами;

$L_{T_{50\%}}$ - пробіг, у момент спрацьовування 50% датчика зносу гальмівних накладок, км. Необхідний для коректування періодичності сервісного обслуговування, на підставі динаміки використання гальмівних механізмів;

$Q_{\max}$ - гранично допустима витрата палива, л. Обмежується інтенсивністю використання двигуна, а також ступенем засмічення продуктами шламоутворення масляного фільтру, і спрацьованістю диспергуючих присадок;

Q_{Π} - циклова кількість спожитого двигуном палива, л. Визначається за допомогою внутрішніх систем управління двигуном;

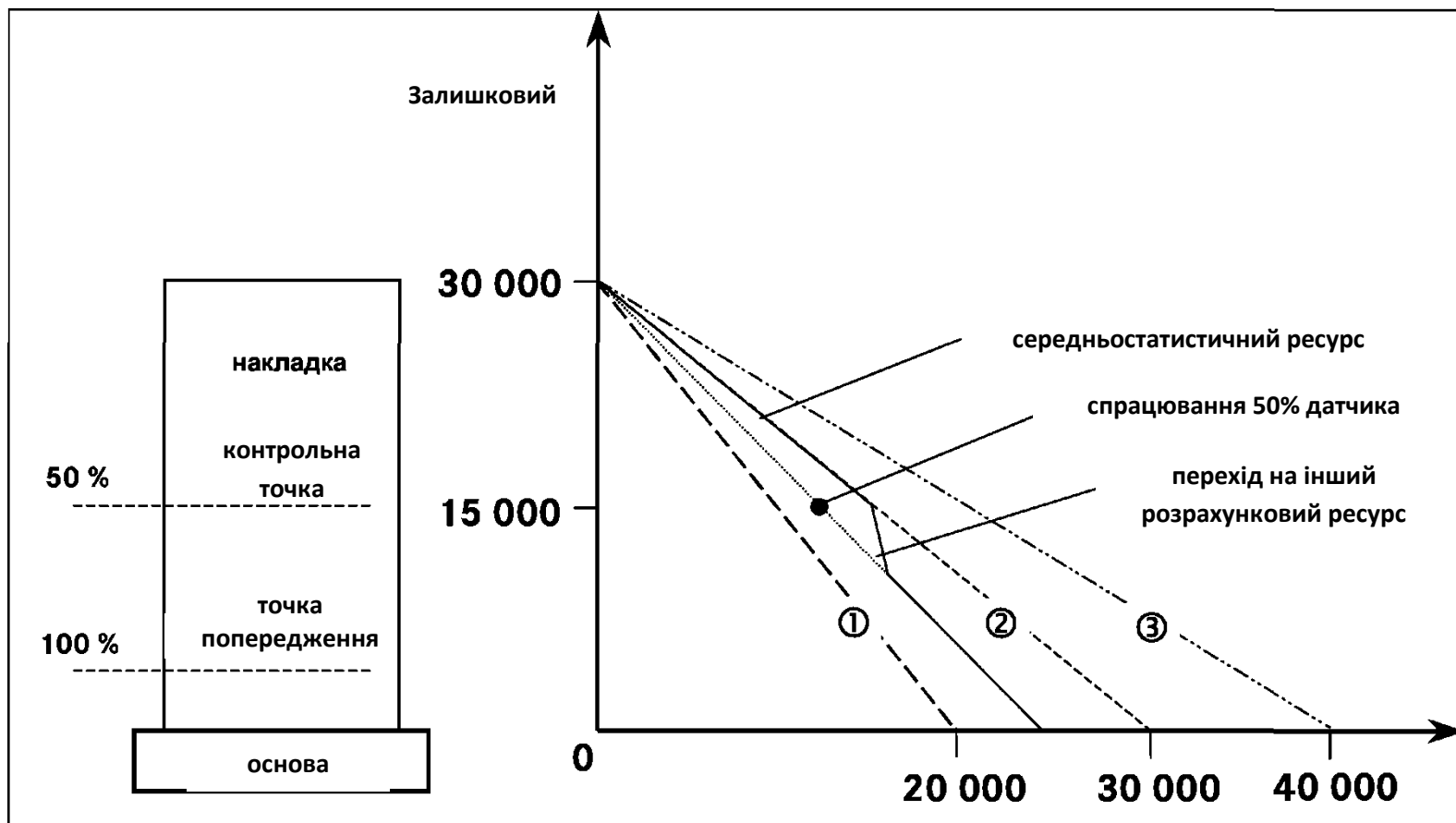


Рисунок 3.2 – Вплив управління автомобілем на періодичність технічного обслуговування:

1 – активний водій; 2 – середньостатистичний водій; 3 – обережний водій.

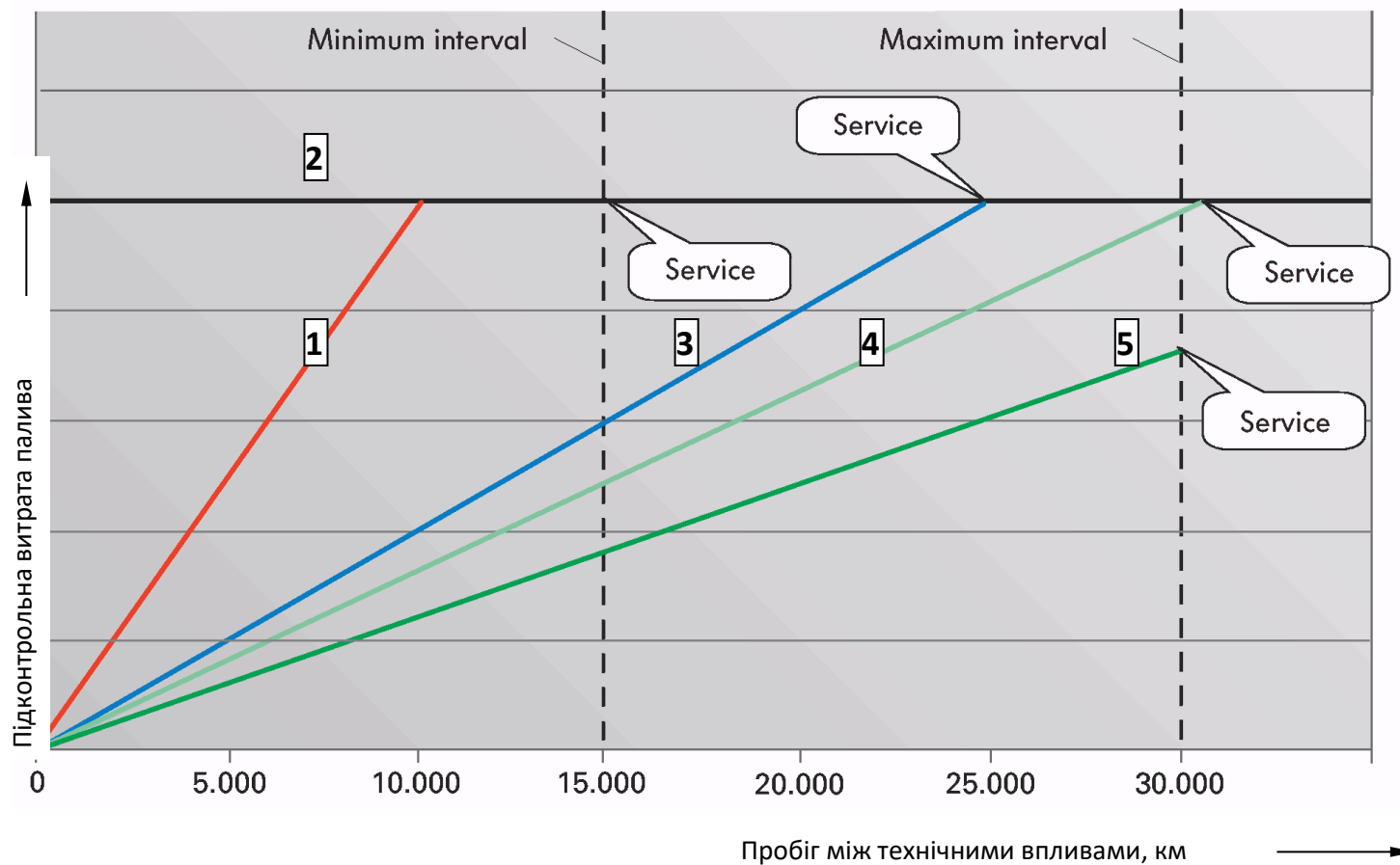


Рисунок 3.3 – Вплив якості управління двигуном на періодичність технічного обслуговування.

1

Поїздки на короткі відстані з непрогрітим двигуном

3

Нормальний режим

5

Поїздки на великі відстані з водінням у економічному режимі

2

Максимальна витрата палива

4

Поїздки на великі відстані

k_m - інтегральний коефіцієнт, який характеризує стан моторної оливи;

k_n - коефіцієнт, що характеризує стан гальмівних механізмів;

Інтегральний коефіцієнт k_m , який характеризує стан моторної оливи:

$$k_m = f(\tau_1, \tau_2, N) \quad (3.4)$$

де τ_1 - тривалість роботи (кількість циклів) двигуна, коли температура мастила виходить за границі діапазону, що рекомендований виробником (як правило температура залежить від типу мастила, але в середньому можна вважати нормальним діапазон температур від 46⁰С до 120...150⁰С);

τ_2 - тривалість роботи (кількість циклів) двигуна, коли кількість обертів виходить за межі діапазону нормальної роботи двигуна на певній передачі (згідно часово-швидкісній характеристиці);

N – кількість холодних запусків двигуна.

Основними причинами зниження якості оливи є окислення, забруднення та спрацювання присадок.

Параметром, що характеризує окислення оливи є кислотне число – показник корозійної і захисної здатності масел, що вказує кількість міліграм КОН, який витрачається на нейтралізацію всіх кислих компонентів, що містяться в 1г випробуваного мастила. Виражається міліграм КОН/г. Кислотне число є стандартним показником, що характеризує наявність в моторних оливах продуктів окислення. Чим менше його абсолютне значення, тим краще умови роботи масла в двигуні і тим більше його залишковий ресурс.

Деталі, що виготовлено із сталей і, особливо, сплавів кольорових металів при хімічній взаємодії з кислими продуктами піддаються корозії. В процесі зберігання і експлуатації в результаті окислення кислотне число росте, а корозійна агресивність масел збільшується.

Параметром, що характеризує забруднення оливи є коефіцієнт забрудненості, що вказує на ступінь забруднення змащувальних масел і присадок. Виражається в міліграм на 100 г оливи або присадки. Характеризує

кількість продуктів високотемпературного окислення, присутніх в оливі в розчиненому стані. В першу чергу вказує на ступінь старіння базового масла. Показник використовується, головним чином, для контролю ступеня очищення оливи і якості присадок, що вводяться в оливу для підвищення їх експлуатаційних властивостей.

Параметром, який характеризує спрацювання присадок є лужне число, яке вказує на кількість присадок, що додаються до базової оливи для вирішення експлуатаційних задач. Однією з найважливіших є нейтралізація кислот, що утворюються в маслі в процесі роботи.

Лужне число - кількість лугу, виражене в міліграм КОН еквівалентне змісту всіх лужних компонентів в 1 г випробовуваного масла. Виражається міліграм КОН/Г.

Основний фактор швидкості окислення - температура (рис.%;) і тиск, при яких працює олива. Так, питомий тиск у шатунних підшипниках за останні роки підвищився приблизно в 2 рази, в парі поршневе кільце-поршень - у 2-3 рази і т. п. Підвищення тиску супроводжується підвищенням температури. Крім того, зменшення об'єму оливної системи також веде до підвищення температури і прискорення окислення оливи. За умов поганого технічного стану ЦПГ та сильного прориву газів у картер температура поршня в зоні першої канавки різко збільшується.

Олива під впливом високих температур зазнає інтенсивного окислення, полімеризації, конденсації, розкладу, коксування. Наприклад, при температурі 50 °С треба в 1700 разів більше часу для окислення оливи до тієї ж глибини, що і при температурі 150 °С. Моторна олива додатково підлягає впливу нагрітих до високої температури газів, що прориваються в картер. Температура газів, що потрапляють в оливний картер у зоні ЦПГ на такті стиснення, сягає 450 °С для бензинових двигунів, 500 °С і вище - для дизелів.

Найбільш інтенсивно олива окислюється в перші години роботи. На початковій стадії утворюються головним чином продукти розкладу пероксидів - кислоти, альдегіди, кетони, ефіри тощо, а потім - продукти більш глибокого окислення, які можуть випадати в осад. При температурах до 300 °С

спостерігається в основному окислення, при більш високих температурах - розрив вуглеводнів (крекінг).

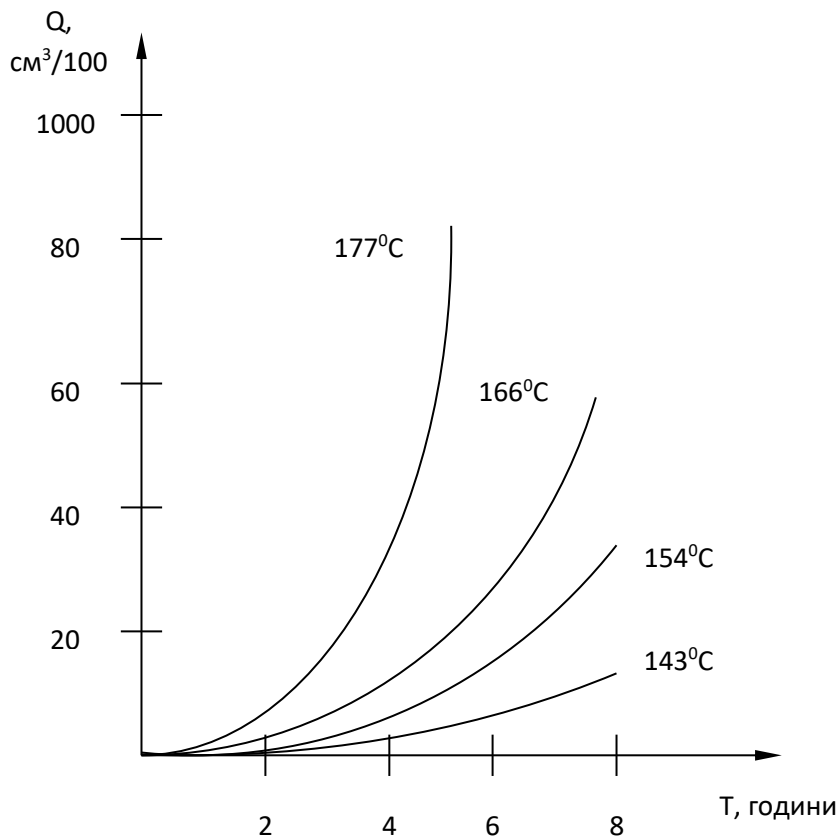


Рис. 3.4. Вплив температури на швидкість окислення (поглинання кисню - Q , $\text{см}^3/100$ з оливи) високо-очищеної оливи SAE 10 з індексом в'язкості 112

Підвищення тиску повітря, площини контакту з ним прискорює окислення оливи. В камері згоряння олива підлягає дії кисню і температури до 2000°C і вище. Олива, що попадає в камеру згоряння, зазнає коксування з утворенням твердих продуктів (коксу, золи). Це призводить до погіршення тепловідводу від деталей двигуна, внаслідок чого може бути оплавлення та розтріскування поршнів, прогар випускних клапанів. В утворенні нагарів, коксу може брати активну участь паливо. В циліндро-поршневій групі створюються найгірші умови для роботи оливи. Тут олива знаходиться у вигляді тоненької плівки і зазнає дії температур від 150 до $300\text{--}350^\circ\text{C}$ від гарячих стінок циліндра і поршня, відпрацьованих газів. При цьому випаровується легка частина оливи. [10].

Параметром, який характеризує спрацювання присадок є лужне число. Тому для представлення інтегрального показника якості оливи, на наш погляд,

доцільно використати співвідношення значення лужного числа нової оливи λ_n до поточного значення цього числа λ_{II} .

$$k_m = \frac{\lambda_n}{\lambda_{II}} \quad (3.5)$$

Для визначення цього коефіцієнту доцільно використати механізм кореляційно-регресійного аналізу [32].

$$k_m = a_0 + a_1 \tau_1^z + a_2 \tau_2^v + a_3 N^c \quad (3.6)$$

Коефіцієнт, що характеризує стан гальмівних механізмів k_n , характеризується визначеною функцією, тому його пошук доцільніше зробити за допомогою також кореляційно-регресійного аналізу [32].

$$k_n = \frac{S_H}{S_{II}} \quad (3.7)$$

де S_H - товщина гальмівної накладки номінальна, мм;

S_{II} - товщина гальмівної накладки поточна, мм.

Математичне представлення коефіцієнту k_n визначається кореляційно-регресійним рівнянням:

$$k_n = \frac{S_H}{S_{II}} = a_0 + a_1 \cdot l^m, \quad (3.8)$$

де l – значення незалежної змінної або фактора (пробіг автомобіля, км);

a_1, a_0 – параметри рівняння;

m - коефіцієнт криволінійності.

Ця формула дає змогу встановити певну залежність спрацювання гальмівної накладки від пробігу автомобіля, на основі експериментальних даних (розділ 3).

ВИСНОВКИ

1. Інтенсивна інтеграція мікропроцесорної техніки у конструкцію сучасного автомобіля дозволила значно розширити діапазон параметрів робочих процесів, що контролюються під час роботи окремих вузлів та агрегатів. На підставі отриманих значень вказаних параметрів реальною стала можливість вже у поточному режимі досить точно визначати технічний стан систем та механізмів двигуна, гальмівної системи, автоматичної коробки передач та ін. Це внесло значний деструктив у процеси реалізації, як систем технічного обслуговування та ремонту автомобілів за ресурсом, так і за їх фактичним станом.

2. Жодна система ТО і ремонту, що існує сьогодні

- по-перше, не в змозі у повному об'ємі забезпечити надійність експлуатації сучасного автомобіля;
- по-друге, не враховує функціональних можливостей використання мікропроцесорної техніки на автомобілі, в якості засобу внутрішньої діагностики.

3. Сучасна система ТО і ремонту автомобілів повинна враховувати можливість бортових систем автомобіля виконувати поточне діагностування та власне діагностування під час запуску. Реалізація такого підходу можлива, перед усім, за рахунок використання протоколів OBD II, які формують інформаційний потік.

4. Враховуючи досвід світових лідерів автомобілебудування та спираючись на невід'ємність кожного з параметрів, що контролюються у різних системах самодіагностики, для підвищення надійності, безпеки й економічності, необхідно вжити нову вдосконалену систему технічного обслуговування і ремонту автомобілів, до якої інтегровано процеси поточного діагностування їх систем управління

5. Періодичність ТО автомобілів повинно виконуватися у час, який визначається системою самодіагностування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; За заг. Ред. А. М. Редзюка. – К.: ДП “ДержавтотрансНДІпроект”
2. Транспорт і зв'язок України: Стат. Збірник / Державний комітет статистики України – К., 2006 – 247 с.
3. Говорущенко Н. Я., Волков В. П., Шаша И. К. Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 361 с.
4. Говорущенко Н. Я. Автомобіль. Яким він буде завтра?-Харків: ХНАДУ, 2003 - 54 с.
5. <http://www.volkswagen.ru>.
6. <http://www.vwts.info.ru>.
7. Современный автосервис.-2006.-№5, с. 52-57.
8. <http://www.injectorcar.ru>.
9. <http://www.ask-1.ru>.
10. <http://www.ardio.ru>; <http://www.autoprospect.ru>.
11. Автомобильный справочник BOSCH, 2-е изд. : «За рулём»
12. <http://www.LUGASCAN.COM.UA>
13. <http://www.bosch-auto.ru>
14. [http:// www.autostat.ru](http://www.autostat.ru)
15. Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.
16. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/Под ред. Г. В. Крамаренко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1983.-488с.
17. Российская автотранспортная энциклопедия. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств.– Т.3. – М.:РООИП – «За социальную защиту и справедливое налогообложение», 2000.-

456с.

18. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання – Прес, 2003. – 511 с.

19. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей. - Харьков: Вища школа. Изд.-во при Харьк.ун-те, 1984.-312 с.

20. Джонс И.С. Влияние параметров автомобиля на дорожно-транспортные происшествия. - М.: Машиностроение, 1979. -207 с,

21. Хасанов Р. Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.

22. Кузнецов Е. С., Воронов В. П., Болдин А. П. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов; Под ред. Кузнецова Е. С.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт 1991. -413с.

23. <http://www.volkswagen.sevice.ru>

24. <http://www.mercedes-benz.ru>

25. <http://www.gm.opele.ru>

26. [http:// www.at.amobil.ru.](http://www.at.amobil.ru)

27. Лукинский В. С., Бережной В. И., Бережная Е. В. и др. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели. – М.: Финансы и статистика, 2000. - 280 с.

28. Колосюк Д.С., Зеркалов Д. В. Експлуатаційні матеріали.–К: Арістей, 2005.-241 с

29. Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. д.т.н., проф. Л. Б. Миротина. — М.: Издательство «Экзамен», 2004. — 320 с.

30. Сошникова Л. А., Тамашевич В. Н., Уебе Г., Шеффер М. Многомерный статистический анализ в экономике: Учебное пособие для вузов / Под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.-598 с.

31. Калинина В. Н., Соловьев В. И. Введение в многомерный статистический анализ: Учебное пособие / ГУУ. – М., 2003. – 66 с.

32. Галушко В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. – К.: «Вища школа», 1976, 232 с.