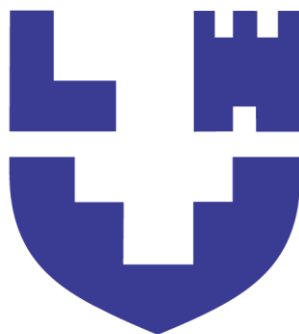


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка»
галузі знань 17 (G5) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
спеціальності 171 Електроніка
(Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка)
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 621.3(07)

T38

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ
Директор бібліотеки _____ Наталія ПОЛЩУК

Рекомендовано до видання вченою радою факультету комп'ютерних та інформаційних технологій ЛНТУ, протокол № _____ від «__» _____ 2026 року.

Голова вченої ради ФКІТ _____ Інна КОНДІУС

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ, протокол № _____ від _____ 2026 року.

Завідувач кафедри ЕіТК _____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ, к.т.н., доцент кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ
(підпис)

Укладачі: _____ Віктор ЛИШУК, к.т.н., доцент кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ
(підпис)

Рецензент: _____ Віталій ГРАБОВЕЦЬ, к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій ЛНТУ
(підпис)

Відповідальний за випуск: _____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ, к.т.н., завідувач кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ
(підпис)

Технічне обслуговування електронних систем автомобілів.
Т38 Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 (G5) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 171 Електроніка (Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання / уклад. В.В. Лишук. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 94 с.

Конспект лекцій з дисципліни «Технічне обслуговування електронних систем автомобілів» містить комплекс лекційного матеріалу для розширення необхідних теоретичних знань в області технічного обслуговування транспортних засобів. Призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» денної та заочної форм навчання.

В.В. Лишук, 2026

Зміст

Вступ.....	4
Тема 1. Поняття про систему ТО автомобілів.....	5
Тема 2. Технологія ТО в автотранспортних підприємствах	12
Тема 3. Визначення періодичності ТО автомобілів.....	18
Тема 4. Трудомісткість ТО.....	23
Тема 5. Застосування математичних методів і моделей при організації ТО	32
Тема 6. Класифікація випадкових процесів при ТО.....	39
Тема №7. Обслуговування систем електронного керування агрегатами автомобіля.....	44
Тема 8. Технічне обслуговування АКБ АТЗ з двигунами внутрішнього згорання та електромобілів з тяговими акумуляторними батареями (ТАБ)	50
Тема 9. ТО системи запалювання, генератора, реле-регулятора і стартера.....	56
Тема 10. Електричні схеми автомобілів. ТО приладів освітлення і контрольно-вимірювальних приладів.....	70
Тема 11. Зарядні станції для електромобілів та їх обслуговування.....	75
Тема 12. Обладнання для проведення діагностичних робіт.....	86
Список використаної літератури.....	94

ВСТУП

Основними завданнями досліджень технічного обслуговування і діагностики при проектуванні є недопущення конструктивного дефекту, на етапі виробництва – технологічного дефекту як кожної невідповідності проекту. Проектування і виготовлення включає в частину своїх діагностичних завдань недопущення несправностей і відмов в експлуатації, недопустима зміна заданих технічних властивостей об'єктів автомобіля в гарантійний період.

Проектний рівень діагностичного забезпечення та обслуговування автомобіля визначається достатньою кількістю і закладеною глибиною діагностування несправностей, їх параметрів, рівнем доводки бортової діагностичної системи до заданої надійності та достовірності діагностування. Однак частка діагностування та обслуговування електронних систем зовнішніми засобами через недостатнє діагностування бортовими системами продовжує залишатися дуже великою.

При діагностуванні та обслуговуванні автомобіля в експлуатації основними вимогами до суб'єкта вирішення завдання є хороші знання будови та робочих процесів електричних та електронних систем, закономірностей зміни його технічного стану в експлуатації, можливих відмов і несправностей, їх діагностичних параметрів, методів, засобів і процесу діагностування. Рівень таких знань систем автомобіля визначає кваліфікацію конструктора, спеціаліста-діагноста та фахівця з технічного обслуговування.

Знання робочих процесів в різних системах автомобіля, типових несправностей, їх діагностичних параметрів і методів діагностування дають можливість побудувати математичні моделі об'єктів діагностування, діагностичні матриці, таблиці, структурно-наслідкові схеми та у необхідному обсязі математичний апарат алгоритму діагностування.

ТЕМА 1 ПОНЯТТЯ ПРО СИСТЕМУ ТО АВТОМОБІЛІВ

1.1 Види технічного обслуговування

Необхідність підтримки високого рівня працездатності вимагає, щоб більша частина несправностей і відмов була попереджена, тобто працездатність виробу була відновлена до появи несправності, тому в даному випадку завдання полягає головним чином в попередженні виникнення відмов і несправностей. Це вимагає регламентації ТО, тобто регулярного (за планом) виконання визначених операцій із встановленою періодичністю і трудомісткістю.

В Україні ТО і ремонт автомобілів, так само як і інших механізмів (сільськогосподарських машин, верстатів, транспортних засобів і т.д.), проводять на планово-запобіжній основі.

Відповідно до неї ТО носить попереджувальний характер і виконується регулярно після певного напрацювання (пробігу) автомобіля, а ремонт, як правило, виконується по потребі, тобто після виникнення несправності. Таким чином, дана стратегія підтримки працездатності машин носить профілактичний характер для попередження несправностей і відновлення технічного стану автомобілів до початкового або близького до нього.

Технічне обслуговування (ТО) – це комплекс операцій для підтримання автомобіля в працездатному чи справному стані під час використання його за призначенням, стоянки, зберігання або транспортування. ТО як профілактичний захід здійснюється примусово в плановому порядку через точно встановлені періоди використання автомобіля.

За періодичністю, переліком і трудомісткістю виконуваних робіт розрізняють такі види ТО автомобілів:

- щоденне технічне обслуговування (ЩО) (проводиться щоденно після заїзду в парк);

– технічне обслуговування № 1 (ТО-1);

– технічне обслуговування № 2 (ТО-2);

– сезонне технічне обслуговування (СО) проводиться навесні і восени при переході на літній та зимовий періоди експлуатації.

Щоденне технічне обслуговування (ЩО) передбачає:

– контроль стану автомобіля;

– підтримання належного зовнішнього вигляду;

– заправлення паливом, мастильним матеріалом та охолоджувальною рідиною.

Для автомобілів зі спеціальними кузовами в ЩО входить санітарне оброблення кузова. ЩО виконують після закінчення роботи автомобіля або перед виїздом його на лінію. В разі зміни водіїв на лінії автомобіль оглядають і перевіряють його технічний стан.

Перше (ТО-1) та друге (ТО-2) технічні обслуговування передбачають такі роботи:

- контрольні-діагностичні;
- кріпильні;
- регулювальні;
- мастильні;

– інші, спрямовані на запобігання та виявлення несправностей автомобіля, зниження інтенсивності спрацьовування його деталей, економію палива, мастильних матеріалів, зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, забезпечення безвідмовної роботи автомобіля в межах установлених пробігів.

Періодичність ТО-1 і ТО-2 визначається пробігом автомобіля, що встановлюється залежно від умов його експлуатації (табл.1.1). В період обкатування нового авто встановлюють менший пробіг між ТО-1 та ТО-2.

Таблиця 1.1 – Періодичність ТО

№ п\п	Автомобілі	Періодичність ТО (км. пробігу)	
		ТО-1	ТО-2
1	легкові	4000	16000
2	вантажні	3500	14000
3	автобуси	3000	12000

Сезонне технічне обслуговування (СТО) виконують двічі на рік для підготування автомобілів до експлуатації в холодну й теплу пори року й, як правило, суміщують з черговим ТО. СТО передбачає:

- заміну сезонних мастильних матеріалів і охолоджувальних рідин;
- промивання відповідних систем;
- установлення або зняття утеплювачів і приладів передпускового підігрівання двигунів;
- інші роботи.

Усі роботи, пов'язані зі ЩО та ТО-1 рухомого складу, слід здійснювати у міжзмінний час.

Для виконання технічного обслуговування на автотранспортних підприємствах (АТП) є спеціально пристосовані й обладнані приміщення-профілакторії.

1.2 Організація технічного обслуговування

На виробничо-технічній базі ТО й ремонту, що обслуговує великий парк рухомого складу, існує необхідність виконання робіт на спеціалізованих постах. Спеціалізований пост – це пост, на якому

реалізується типовий технологічний процес певного виду. Наприклад, пости мащення, ТО-2, поточного ремонту по заміні агрегатів, діагностики і т.п.

Спеціальні пости організують для особливих технологічних процесів, специфічних робіт або рухомого складу (санітарна обробка, вимірювання об'єму цистерн, застосування пристосувань для ТО й ПР автомобілів особливо великої вантажопід'ємності й ін.).

Завдяки спеціалізації виробництва досягаються більш високі показники якості виконуваних робіт і продуктивності праці. На кожному із спеціалізованих постів встановлюється однорідне встаткування й підбираються виконавці з відповідною кваліфікацією. Спеціальні й спеціалізовані пости мають найбільший рівень механізації робіт і рівень пропускної здатності, але на них можна виконувати технологічні операції обмеженої номенклатури. Тому спеціальні й спеціалізовані пости організують на автотранспортних підприємствах з великою чисельністю рухомого складу, на спеціалізованих виробництвах і головних підприємствах автотранспортних об'єднань.

Перевагою технічного обслуговування на універсальних постах є можливість виконання на кожному пості різного об'єму робіт, обслуговування автомобілів різних моделей, виконання ТО й ПР різної тривалості.

Недоліки даної форми організації робіт:

- необхідність багаторазового дублювання технологічного обладнання, що обмежує можливість оснащення підприємства високопродуктивними засобами праці;

- підвищення витрат на ТО й ПР автомобілів і технологічне обладнання; потрібні ремонтники більш високої кваліфікації із поєднанням суміжних професій.

Експлуатація легкових автомобілів, що належать населенню в порівнянні з експлуатацією легкових автомобілів загального користування має ряд особливостей, до яких належать:

- менша інтенсивність експлуатації;
- незначні середньорічні пробіги;
- менші швидкості руху й навантаження;
- тривалі простой в умовах безгаражного зберігання;
- значно більший термін служби автомобілів;
- більші відстані туристських поїздок у літню пору року;
- більш низька кваліфікація водіїв;
- ретельний догляд за зовнішнім виглядом автомобілів, часткове проведення ТО й ремонту силами власників, застосування в основному індивідуального методу ремонту агрегатів і вузлів;
- заміна зношених агрегатів і вузлів на нові.

Основою організації робіт на станціях ТО автомобілів є Положення про технічне обслуговування й ремонті легкових автомобілів.

Дане положення обов'язкове для всіх станцій ТО автомобілів, що мають ліцензію на виробництво ТО й ремонт таких автомобілів.

Технічне обслуговування на станції ТО автомобілів включає наступні види робіт: контрольні-діагностичні, кріпильні, регулювальні, електро-технічні, роботи по системі живлення, заправні, мастильні й ін.

По періодичності, переліку й трудомісткості виконання робіт з ТО легкових автомобілів поділяються на ті ж види: щоденне технічне обслуговування (ЩО); періодичне технічне обслуговування (ТО), сезонне обслуговування (СО).

Щоденне обслуговування включає заправні роботи й контроль, спрямований на щоденне забезпечення безпеки й підтримка належного зовнішнього вигляду автомобіля. Здебільшого ЩО виконується власником автомобіля перед виїздом, у дорозі або після повернення на місце стоянки. Технічне обслуговування передбачає виконання певного об'єму робіт через встановлений експлуатаційний пробіг автомобіля.

Сезонне обслуговування передбачає виконання ТО й додаткові операції по підготовці автомобіля до зимової або літній експлуатації згідно з рекомендаціями заводів-виготовлювачів.

Для якісного виконання ТО й ПР станції ТО автомобілів оснащуються необхідними постами, обладнанням, приладами, пристосуваннями, інструментом і оснащенням, технічною документацією.

У нашій країні, як і в більшості закордонних країн, режим ТО легкових автомобілів регламентується сервісною книжкою, виданою при продажі автомобіля. Сервісна книжка є основним документом, що визначає режим обслуговування автомобіля, а також взаємини між заводом-виготовлювачем або його торговим підрозділом і власником автомобіля. У книжці приводяться: дані про автомобіль і його власника; дата продажу й найменування організації, що продала автомобіль, умови гарантії; рекомендації з обслуговування автомобіля, талон передпродажної підготовки; талони із вказанням пробігу в кілометрах, при якому необхідно проводити обслуговування, і перелік операцій, встановлених заводом-виготовлювачем. Режимми ТО встановлюються заводами-виготовлювачами.

Сезонне обслуговування (СО) включає роботи, проведені при підготовці автомобіля до зимової або літній експлуатації.

В основу організації виробництва СТОА покладена єдина для всіх станцій функціональна схема. Автомобілі, що прибувають на станцію для проведення ТО й ремонту, проходять мийку й надходять на дільницю приймання для визначення технічного стану, необхідного об'єму й вартості робіт.

При прийманні автомобілів на ТО й у ремонт, а також при видачі автомобілів СТО повинні керуватися наведеними в Положенні «Технічними вимогами на здачу й випуск із ТО й ремонту легкових автомобілів, що належать громадянам».

Якщо при прийманні в процесі діагностування будуть виявлені несправності автомобіля, що загрожують безпеці руху, то вони підлягають усуненню на СТО за узгодженням із власником автомобіля. У випадку неможливості виконання цих робіт (з технічних причин або при відмові власника) станцією повинна ставитись відмітка в наряді-замовленні «Автомобіль несправний, експлуатації не підлягає».

Після приймання автомобіль направляють на відповідну дільницю. При цьому роботи технічного ремонту (ТР) передують роботам ТО.

Після завершення робіт автомобіль надходить на дільницю видачі. Перед видачею власникові автомобіль, що пройшов ТО або ремонт, повинен бути прийнятий технічним контролером. У випадку неякісного виконання ТО або ремонту власник автомобіля може пред'явити станції рекламацію. Терміни гарантій на роботи ТО й ПР визначені Положенням: по ТО – 10 днів, по ПР – 30 днів і по фарбуванню кузова – 6 міс.

Станціями ТО звичайно виконуються всі види ТО й ПР автомобілів, а на великих СТО – і капітальний ремонт агрегатів. Виявлені несправності усуваються станцією за узгодженням із власником автомобіля. Капітальний ремонт агрегатів на станціях, як правило, виконується індивідуальним методом. Для скорочення простою автомобілів ремонт може здійснюватися знеособленим методом, шляхом заміни несправних агрегатів справними вузлами.

Крім того, СТО можуть проводити передпродажну підготовку автомобілів по договорах з торгівельними організаціями, а також продавати запасні частини, автомобільні приналежності й матеріали й організувати пости для ТО й ремонту силами власників, а також спеціальні пересувні майстерні для надання технічної допомоги поза станцією.

Визначення технічного стану автомобіля, його агрегатів і вузлів, виявлення схованих несправностей, а також контроль якості виконаних робіт здійснюються за допомогою засобів діагностування. Діагностування проводиться за заявкою власника автомобіля або відповідно до технології робіт і виконується на спеціалізованих постах діагностування або безпосередньо на робочих постах. Результати діагностування фіксуються в «Карті контрольно-діагностичного огляду автомобіля», яка видається власникові автомобіля.

При оформленні замовлення на вимогу власника автомобіля СТО може виконувати неповний обсяг робіт ТО, відмічаючи це в наряді-замовленні відповідним записом.

У зв'язку з тим що поступаючі на СТО автомобілі вимагають проведення всіляких по найменуванню й об'єму робіт ТО й ПР, організація виробництва станції повинна забезпечувати виконання будь-якої їхньої комбінації, тобто мати достатню гнучкість технологічного процесу ТО й ПР. На практиці ця вимога задовольняється застосуванням методу виконання ТО й ремонту на універсальних постах.

У зв'язку із складністю механізації й автоматизації робіт ТО й ремонту автомобілів, ергономічні вимоги в цей час є не менш важливими, чому розглянуті техніко-економічні.

Автосервіс – це інфраструктура, яка забезпечує використання, експлуатацію, підтримку й відновлення роботи автомобіля протягом усього циклу його життя.

Автосервіс у вузькому розумінні слова – це підсистема підтримки працездатності й відновлення автомобіля протягом усього строку експлуатації. Її складовими є: інформаційна підсистема про клієнтуру й для клієнтури; підсистема керування запасами; підсистема обслуговування клієнтури; підсистема продажу автомобілів, запасних частин і матеріалів; підсистема технічного обслуговування й ремонту автомобілів.

Протягом усього строку експлуатації ця система повинна забезпечити в межах вимог клієнтури й технічних вимог до автомобіля його справність, безвідмовність і максимальний коефіцієнт технічної готовності, а також мінімальні витрати часу клієнта на підтримку й відновлення роботи його автомобіля.

Автосервіс включає в собі кілька систем забезпечення (рис.1.1).

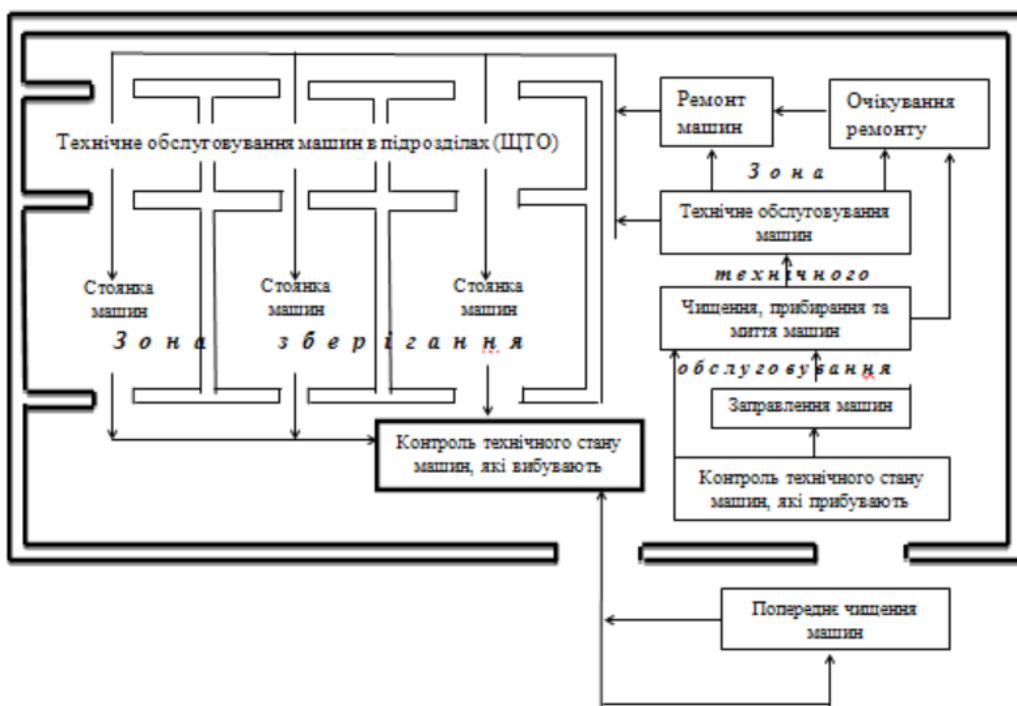


Рисунок 1.1 – Схема автосервісу

Вимоги до автосервісу як інфраструктури автомобільного транспорту впливають із соціально-економічної функції автомобіля: інфраструктура повинна забезпечити саме повне використання його можливостей. Якість автосервісу й у широкому, і у вузькому розумінні принципово оцінюється конкурентоспроможністю виробників автомобілів, ефективністю використання автомобілів їх власниками, розвитком транспортних можливостей суспільства з усіма позитивними наслідками, які впливають із цього, забезпеченням безпеки руху й усуненням шкідливих наслідків, ефективною роботою підприємств автосервісу й одержанням ними доходу.

1.3 Фірмові системи ТО

Фірмові системи, які організуються виробниками автомобілів, призначені для проведення ТО й ремонту переважно на сервісних і ремонтних підприємствах, що працюють за згодою про привілеї із заводами-виготовлювачами: дилери із продажу нових автомобілів, уповноважені (authorized) СТО й ремонтні підприємства.

На практиці знаходять застосування різні варіанти й методи забезпечення працездатності автомобілів закордонного виробництва.

Власник автомобіля закордонного виробництва за своїм розсудом або досвідів може вибрати будь-який варіант забезпечення працездатності автомобіля (I – попередження, II – усунення відмов і несправностей) або їх комбінації, а саме:

- дотриманням рекомендацій фірми протягом усього або частини строку експлуатації автомобіля з їхньою реалізацією на уповноважених заводом-виготовлювачем сервісних підприємствах;

- виконання на замовлення клієнта на будь-яких сервісних підприємствах конкретних видів ТО, ремонту або окремих робіт (наприклад, зміна масла, балансування коліс, перевірка й регулювання токсичності відпрацьованих газів тощо);

- виконання частини робіт поза існуючими сервісними підприємствами: самотужки або залучаючи незалежних фахівців – виконавців.

При такому варіанті обслуговування фірми-виробники автомобілів юридичну гарантію якості виконаних робіт практично ігнорують; звертання до сервісних підприємств тільки для усунення відмов і несправностей (стратегія II). Однак при всіх розглянутих варіантах власник відповідно до закону «Про безпеку дорожнього руху» несе відповідальність за підтримання автомобілів, що приймають участь у дорожньому русі, у технічно справному стані.

Системи ТО й ремонту автомобілів закордонного виробництва по змісту й нормативам аналогічні відповідним до систем, прийнятих в Україні. Ці системи застосовуються в основному незалежними (від заводів-виготовлювачів) сервісними підприємствами й передбачають виконання

певних видів ТО (ЩО, ТО-1, ТО-2, СО) і ремонту з регламентованими переліками операцій, трудомісткістю й іншими нормативами, необхідними для планування й організації роботи підприємства й розрахунків із клієнтурою.

У закордонній практиці види ТО позначаються буквами: А, В, С, D, і кожний з них має рекомендації виробників. За прийнятою схемою власник транспортного засобу може закріпити свій автомобіль до сервісного підприємства для комплексного обслуговування й ремонту протягом певного наробітку (абонентне обслуговування) або звернутися за конкретною послугою, наприклад, зробити заміну масла, ТО-2 і т.п.

ТЕМА № 2 ТЕХНОЛОГІЯ ТО В АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

2.1 Основні положення, означення та характеристика нормативно-технічних регламентів системи технічного обслуговування

Основні положення, означення Законом України «Про автомобільний транспорт» передбачено вимоги до технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів (стаття 22). Технічне обслуговування і ремонт транспортних засобів та їх складових виконують з метою підтримання їх у належному стані та забезпечення встановлених виробником технічних характеристик під час використання, зберігання або утримання протягом періоду експлуатації.

Виконавцями технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів є суб'єкти господарювання, які відповідають таким вимогам:

- мають власні або орендовані засоби технічного обслуговування і ремонту, що відповідають установленим законодавством вимогам;
- роботи з технічного обслуговування і ремонту здійснює персонал необхідного рівня професійної кваліфікації відповідно до видів цих робіт;
- мають виробничі споруди, засоби технічного обслуговування і ремонту, що відповідають встановленим законодавством вимогам.

Вимоги до виконавця технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів та надаваних ним послуг (виконуваних робіт) встановлюються технічним регламентом з підтвердження відповідності, затвердженим у встановленому законодавством порядку.

Технічне регулювання у сфері технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів здійснює центральний орган виконавчої влади з питань автомобільного транспорту, а саме Мінтранс транспорту та зв'язку України. Технологічні норми проектування виробничих споруд і підприємств автомобільного транспорту затверджує центральний орган виконавчої влади з питань автомобільного транспорту. Порядок проведення

технічного обслуговування і ремонту дорожніх транспортних засобів, що розповсюджується на юридичних та фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, які здійснюють експлуатацію, технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів (за винятком тролейбусів, мопедів і мотоциклів) незалежно від форм власності визначається Положенням про технічне обслуговування і ремонт транспортних засобів («Положенням-98») (наказ Міністерства транспорту України від 30 березня 1998 року № 102).

За призначенням, змістом операцій, місцем виконання система передбачає такі види ТО автомобілів:

- передпродажне;
- під час обкатування АТЗ, під час їх консервації (зберігання);
- сезонне обслуговування (СО);
- щоденне (ЩО);
- обслуговування №1 (ТО-1);
- обслуговування №2 (ТО-2).

Три останні займають в експлуатаційному циклі АТЗ найвагомніше місце, оскільки виконанням операцій саме цих профілактичних ТО забезпечується щоденна якість та працездатність автомобільної техніки. Дотримання відповідної періодичності виконання ТО, основних регламентів щодо операцій зумовило присвоєння системі ТО і ремонту АТЗ статусу планово-запобіжної (заплановане виконання ТО з метою запобігання непередбачуваних втрат, працездатності АТЗ на лінії).

Підготовка до продажу здійснюється торговельною організацією з метою уведення ДТЗ в експлуатацію. Вона виконується на спеціалізованих пунктах чи підприємствах, які реалізують продукцію та здійснюють фірмове обслуговування. У разі відсутності сервісного обслуговування підготовку ДТЗ до експлуатації здійснює покупець. Перелік та обсяг робіт з підготовки до продажу встановлюється виробником і наводиться у сервісній документації ДТЗ. Підготовка до продажу обов'язково містить такі роботи, як зняття з консервації, очищення, регулювання, заправлення, змащування, кріплення, а також перевірку комплектності та роботоздатності. Перелік та обсяг робіт технічного обслуговування в період обкатки ДТЗ встановлюється виробником і наводиться у сервісній документації.

Щоденне обслуговування проводиться після роботи з метою підготовки ДТЗ до подальшої експлуатації. Воно передбачає:

- перевірку технічного стану;
- виконання робіт щодо підтримування належного вигляду;
- заправлення експлуатаційними рідинами; -усунення виявлених несправностей;
- санітарну обробку ДТЗ.

– прибирально-мийні роботи виконуються за потребою, але обов'язково перед технічним обслуговуванням чи ремонтом.

Оброблення кузовів автомобілів спеціального призначення здійснюється відповідно до вимог та інструкцій на перевезення даного виду вантажів. Перевірка технічного стану здійснюється щоденно відповідним технічним персоналом після повернення ДТЗ на місце постійної стоянки, а також водієм перед виїздом на лінію та під час зміни водіїв на лінії. Якщо ДТЗ експлуатуються без повернення в кінці робочого дня на місце постійної стоянки, перевірка їх технічного стану проводиться водієм щодня перед початком роботи. Технічне обслуговування ДТЗ виконується у планово-обов'язковому порядку, включаючи визначений Положенням 98 та інструкціями виробників перелік обов'язкових робіт.

Щоденне обслуговування, технічне обслуговування та сезонне технічне обслуговування ДТЗ не належать до реконструкції, модернізації, технічного переозброєння та інших видів поліпшення ДТЗ. Перше технічне обслуговування рекомендується здійснювати з періодичністю згідно з таблицею 1 [10]. Примірний перелік операцій ТО-1 наведено в додатку А Положення 98 [10]. Друге технічне обслуговування рекомендується здійснювати з періодичністю згідно з таблицею 1 Положення 98 і проводити разом з черговим ТО-1. Примірний перелік операцій ТО-2 наведено в додатку Б Положення 98. Сезонне технічне обслуговування здійснюється двічі на рік (весною та восени), включає роботи, які наведені в додатку В Положення 98, і проводиться разом з черговим ТО-2.

2.2 Виробничий і технологічний процеси ТО та ремонту АТЗ й місця їх реалізації

Перед розглядом особливостей процесів технічного обслуговування та ремонту АТЗ, варто докладніше ознайомитись з поняттями і означеннями «виробничий процес», «технологія», «технологічний процес», їх різновидами та складовими елементами. Терміни ці стандартизовані і поширюються не лише на сферу обслуговування, ремонту, але й, передусім на процеси виготовлення машин. Фактично ця термінологія перейшла у сферу ремонту і обслуговування з машинобудування. Отже, згідно із стандартом 14.004-83, виробничий процес – це сукупність усіх дій, виконавців та знарядь праці, необхідних на розглядуваному підприємстві для виготовлення, ремонту і обслуговування продукції (машин, обладнання, приладів тощо).

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані, у встановленому порядку, дії щодо зміни і (або) визначення технічного стану предмета праці. Предметом праці в даному разі є повнокомплектні АТЗ, їх агрегати та інші конструктивні елементи, які

підлягають ремонту або ТО. Близьким до технологічного процесу є термін «технологія».

Отже, технологія (ремесло, наука; поняття, уміння) – це сукупність знань про способи та методи реалізації цілеспрямованих дій щодо зміни чи визначення технічного стану АТЗ. Отже, технологія технічного обслуговування (ремонт) АТЗ не одне і те ж, що їх технологічний процес. Технологією можна володіти, однак цього недостатньо, щоб реалізувати технологічний та виробничий процеси.

Залежно від призначення виробничі процеси поділяються на основні, допоміжні та обслуговувальні. Основні – це такі, які призначені для безпосередніх змін (відновлення) форми чи експлуатаційних (фізико-механічних) властивостей деталей АТЗ, та його агрегатів, механізмів і систем, які становлять основу продукції ремонтно-обслуговувальних підприємств. Для їх виробничо-технічної бази (ВТБ) – це обслужені або відремонтовані АТЗ. Допоміжні виробничі процеси служать для виготовлення продукції, яка споживається (використовується) безпосередньо підприємством (АТП), що випускає основну продукцію. Наприклад, для цієї ж ВТБ – виготовлення запасних частин, металовиробів (кріпильні та закладні деталі), пристроїв, інструментів тощо.

Обслуговувальні процеси забезпечують функціонування основних та допоміжних виробничих процесів. До них належать транспортні та складські процеси (транспортування предметів праці – АТЗ та їх конструктивних елементів по відповідних робочих місцях, постах, зонах, дільницях, міжопераційне пролежування їх, очікування обслуговування тощо).

Однією з важливих складових технологічного процесу є операція. Згідно із стандартом 3.1109-82, операція – це закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці. Перелік та послідовність виконання операцій, їх тривалість визначає тривалість окремого технологічного процесу. А перелік і послідовність, тривалість виконання усієї сукупності технологічних процесів визначають тривалість (як правило у годинах, робочих днях або змінах) виробничого процесу, наприклад ТО чи ремонту АТЗ.

Усю сукупність технологічних процесів і супровідних операцій, які реалізуються у виробничій зоні автотранспортного підприємства, становить його виробничий процес. Очевидно, що головним стрижнем виробничого процесу АТП є його технологічні процеси. Виробничі процеси ТО і ПР можуть реалізуватися як безпосередньо в АТП, так і на авто-обслуговувальних підприємствах (див. рис.2.1).

Якщо технічні обслуговування і ПР автомобілів виконуються у виробничо-технічній базі АТП, то останні належать до комплексних. Тобто, вони виконують, у першу чергу, відповідні обсяги транспортних робіт та усі

види ТО і ПР, а також зберігання АТЗ. Це підприємства, розмірами 200-400 одиниць автотранспортних засобів. Якщо АТП коопероване (на 700-1000 одиниць автомобілів) і має у своєму складі кілька філій АТП (автотранспортні об'єднання – АТО), то ТО-2 і ПР виконують на головному підприємстві, ЩО, ТО-1 – на філіях.

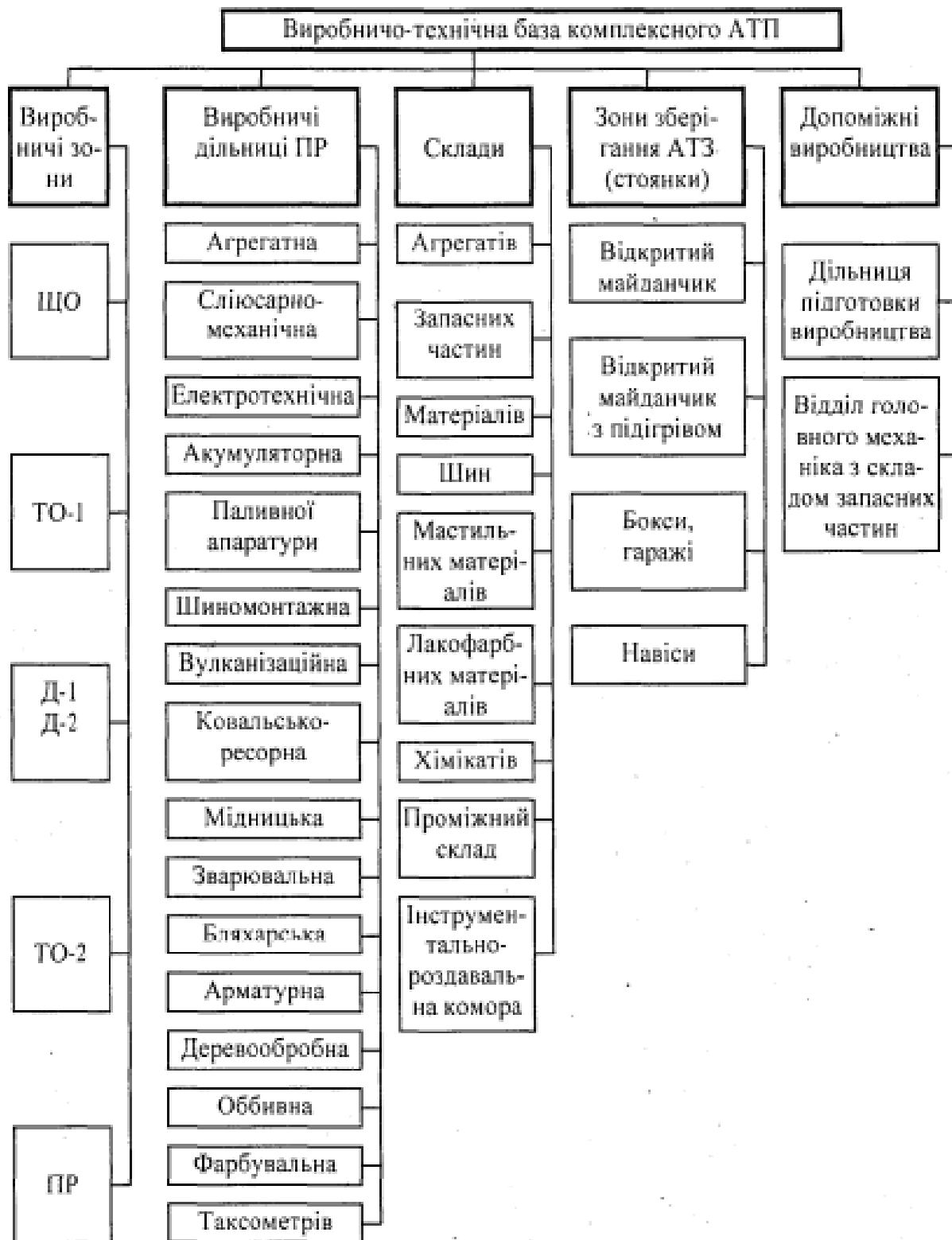


Рисунок 2.1 – Система ТО і ремонту АТЗ та особливості її реалізації

Ремонтно-обслуговувальні дії виконують і на спеціалізованих підприємствах: бази централізованого технічного обслуговування (БЦТО), станції ТО (СТО) гаражі (стоянки), автозаправні станції. Бази централізованого ТО призначені для централізованого виконання складних видів ТО та значних трудомісткостей ПР автомобілів, які експлуатують у невеликих АТП, що не мають належної ВТБ. Потужність БЦТО вимірюється кількістю приписаних до неї автомобілів. Вважають, що оптимальною є потужність - 1000-2000 одиниць АТЗ. БЦТО за призначенням поділяються на бази для виконання РОД вантажних автомобілів, легкових, автобусів та змішані. Тут може бути організовано централізований ремонт окремих агрегатів та відновлення їх деталей.

Залежно від місць розміщення, вони поділяються на міські та придорожні. Гаражі і стоянки призначені, головню, для зберігання автомобілів (переважно індивідуального користування). До них відносять також кемпінги, мотелі. На цих об'єктах можуть виконуватись нескладні операції ТО і ПР, а також продаж запасних частин, експлуатаційних матеріалів.

Переліки операцій усіх технологічних процесів ТО і ПР можна об'єднати у наступні види робіт: 1) прибирально-мийні (прибирання кузова, миття автомобілів, сушіння і полірування кузова); 2) контрольно-діагностувальні та регулювальні роботи; 3) кріпильні (розбирання і складання різьбових з'єднань, стопоріння з'єднань, захист різьб тощо); 4) підйомно-транспортні; 5) розбирально-складальні; 6) слюсарно-механічні; 7) ковальські; 8) зварювальні; 9) бляхарські; 10) мідницькі; 11) змащувально-заправні та очисно-промивні роботи; 12) акумуляторні; 13) вулканізаційні; 14) фарбувальні роботи.

Перелічені роботи виконуються у відповідних зонах, дільницях, відділках і робочих місцях виробничо-технічної бази автотранспортних підприємств з використанням обладнання, пристроїв, інструментів спеціалізованого і універсального призначення. До універсального належать металорізальні і деревообробні верстати, кран-балки, підйомно-транспортне обладнання (монорейки, електротельфери, електрокари, конвеєри, вантажні візки і таке інше), зварювальні апарати тощо.

До спеціалізованих обладнання та пристроїв відносять підйомно-оглядове обладнання (оглядові канапи, естакади, підйомники, перекидачі, гаражні домкрати); мийне обладнання (струменеві, щіткові, шлангові мийні машини); діагностувальне обладнання (для перевірки ефективності гальм, гальмівні стенди інерційного та силового типів, димоміри, мотор-тестери, для перевірки фаз газорозподілу, карбюраторів, витратоміри палива, компресометри, для перевірки (контролю) кутів установки коліс); змащувально-заправне обладнання.

ТЕМА 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТО АВТОМОБІЛІВ

3.1 Методи визначення норм нормативів технічної експлуатації автомобілів

Норматив – це кількісний та якісний показник, що використовується для влаштування процесу прийняття та реалізації рішень. По призначенню нормативи поділяють на регламентовані:

- властивість виробу (надійність, продуктивність, вантажопідйомність, маса, габаритні розміри та інше);
- склад виробів (номінально допустимі та крайові значення параметрів технічного стану) і матеріалів (щільність, в'язкість, вміст компонентів, сумішів та т.п.);
- ресурсне забезпечення (кошторис, витрата матеріалів, запасних частин, трудових ресурсів);
- технологічні вимоги, що визначають порядок проведення окремих операцій та робіт по ТО і ремонту.

По рівню нормативи поділяють на:

- державні стандарти (державні норми технічного проектування), норми витрати запасних частин, трудових ресурсів;
- міжгалузеві (положення про ТО і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту та т.п.);
- галузеві (типові технологічні та методичні вказівки, галузеві стандарти та т.п.);
- внутрішньогалузеві та господарські (нормативи якості ТО та ремонту, стандарти підприємств.)

Нормативи використовуються при визначенні рівня роботоздатності автомобілей та автомобільного парку, планування об'ємів робіт, визначення необхідної кількості виконавців, споживання у виробничій базі, в технологічних розрахунках. До найважливіх нормативів технічної експлуатації відносяться – періодичність ТО, ресурс виробів до ремонту, витрати запасних частин та експлуатаційних матеріалів. Визначення нормативів здійснюється на основі даних про надійність виробів, витрати матеріалів, тривалість та вартість проведення робіт по ТО і ремонту.

Періодичність технічного обслуговування – це нормативне напрацювання (кілометри пробігу або години роботи) між двома послідовно однорідними роботами, що проводяться при ТО.

При проведенні обслуговування використовують два методи, що доводять вироби до потрібного технічного стану. При першому методі (напрацювання) встановлюється визначена періодичність, що дає змогу відновити виріб до заданого рівня згідно технічної документації при досягненні встановленого напрацювання. При другому методі (по параметрам технічного стану) при заданій періодичності спочатку

проводиться контроль технічного стану і приймається рішення про проведення попередніх технічних дій (доведення технічного стану виробу до встановленого рівня).

Таким чином ТО складається з двох частин – контрольної та виконавчої. Це необхідно враховувати при визначенні трудомісткості t_n операцій ТО:

$$t_n = t_k + kt_b, \quad (3.1)$$

де t_k і t_b – трудомісткість контрольної та виконавчої частин профілактичних операцій; k – коефіцієнт повторюємості ($k=1$).

Кошторис проведення профілактичних операцій визначається за формулою:

$$d_n = d_k + kd_b, \quad (3.2)$$

де d_k , d_b – вартість контрольної та виконавчої частин операцій.

Методи визначення періодичності ТО поділяються на:

- прості (метод аналогії по прототипу); аналітичні, що засновані на результатах спостережень і основних закономірностях ТЕА;
- імітаційні, які засновані на моделюванні випадкових процесів.

3.2 Метод визначення періодичності ТО за припустимим рівнем безвідказності

Цей метод заснований на виборі такої раціональної періодичності, при якій імовірність відказу F елемента не перевищує попередньо заданої величини (рис.3.1) і називається ризиком

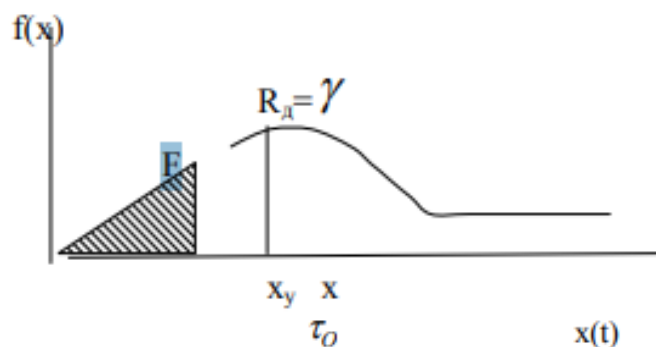


Рисунок 3.1 – Визначення періодичності ТО за допустимим рівнем безвідказності

Імовірність безвідказної роботи визначається за формулою:

$$P_D(x_i \geq l_0) \geq R_D = \gamma, \quad (l = x_\gamma). \quad (3.3)$$

де x_i – напрацювання на відказ; P_d – допустима імовірність безвідказної роботи; $\gamma = 1 - F$; l_0 – періодичність ТО; x_γ – гамма-відсотковий ресурс.

Для агрегатів та механізмів, що забезпечують безпеку руху, $R_d = 0,9 \div 0,98$; для інших вузлів та агрегатів $R_d = 0,85 \div 0,9$. Визначена таким чином періодичність значно менша середнього напрацювання на відказ та пов'язана з нею таким чином: $l_0 = \beta_x$, де β_x – коефіцієнт раціональної періодичності, що враховує величину і характер варіації напрацювання на відказ, а також прийняту допустиму імовірність безвідказної роботи.

Таким чином, чим менше варіація випадкової величини, тим більша періодичність ТО при інших рівних умовах. Жорсткі вимоги до безвідказності знижують раціональну періодичність проведення ТО.

3.3 Техніко-економічний метод (ТЕМ)

Цей метод полягає у визначенні сумарних питомих витрат на ТО і ремонт з метою їх мінімізації. Оптимальна періодичність l_0 ТО витікає з мінімальних витрат.

При цьому питомі витрати на ТО визначаються за формулою:

$$c_i = d/l. \quad (3.4)$$

де l – періодичність ТО; d – кошторис виконання операцій ТО.

При підвищенні періодичності разові витрати на ТО d залишаються незмінними або незначно збільшуються або питомі витрати значно зменшуються. Збільшення періодичності ТО приводить до зниження ресурсу деталі або агрегату і росту питомих витрат на ремонт:

$$C_n = c/L. \quad (3.5)$$

де c – витрати на ремонт; L – ресурс автомобіля, агрегату або деталі до ремонту.

Рівняння $u = C_1 + C_n$ – є цільовою функцією, де екстремальне значення свідчить про оптимальне рішення (рис.3.2).

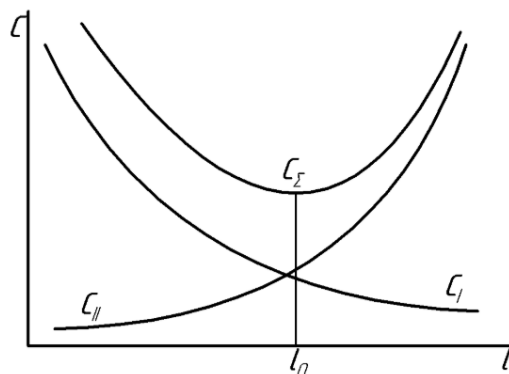


Рисунок 3.2 – Визначення періодичності ТО техніко-економічним методом

3.4 Економіко-імовірний метод

Цей метод враховує економічні та імовірні фактори, узагальнює попередні методи і дозволяє порівнювати різні стратегії підтримання та відновлення роботоздатності автомобіля.

Питомі витрати при цьому визначаються як:

$$U_n = C_n = \frac{l}{x} = \frac{c}{\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} xf(x)dx}, \quad (3.6)$$

де x , x_{\min} , x_{\max} – середнє, мінімальне та максимальне напрацювання на відказ; c – разові витрати на ремонт.

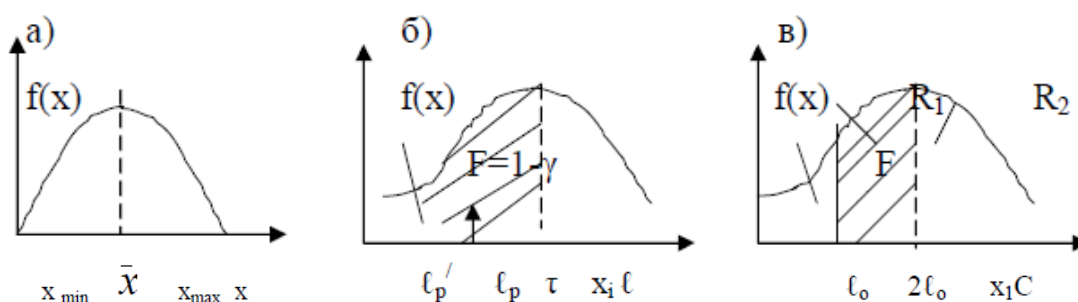


Рисунок 3.3 – Визначення періодичності ТО економіко-імовірний методом: а) ремонт за необхідністю; б) ТО з напрацювання; в) ТО по технічному складу

Економіко-імовірний метод дозволяє розраховувати раціональну періодичність ТО, враховуючи задане зменшення потоку відказів в міжоглядові періоди (рис.3.3.). Так як теоретичний відказ може здійснитися при будь-якій малій періодичності, то стратегія реалізується у такому виді: допускається мала імовірність відказів, а періодичність попереджувального обслуговування або ремонту:

$$x_{\min} < l_p < \bar{x}, \quad (3.7)$$

При цьому ті відкази, що виникли попередньо l_p (тобто $x_i < l_p$), усуваються по мірі їх виникнення. Середнє напрацювання, при якому будуть усунені ці відкази, визначаються таким чином:

$$l'_p = \frac{\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} lf(l)dl}{\int_{x_{\min}}^{l_p} f(l)dl}, \quad (3.8)$$

Переваги цієї стратегії спостерігаються в наступному:

- гарантований визначений рівень надійності роботи виробу;
- разові витрати на підтримання справного стану, як правило, нижчі, ніж при відказі ($d < c$), який супроводжується додатковими витратами (виклик технічної допомоги на лінію, буксировка несправного автомобіля, санкції при порушенні графіка перевезень);
- попереджувальний характер сприяє для планової організації ТО та ремонту.

Ці переваги компенсують недоліки даної стратегії, що складаються в невикористанні ресурсу виробу, так як періодичність попереджувальних робіт менша, ніж середнє напрацювання на відказ ($l_p < x$).

При цій стратегії питомі витрати визначаються, як співвідношення середньої вартості однієї операції до середнього напрацювання з урахуванням відказу частини виробів:

Економіко-імовірний метод визначає раціональні шляхи вдосконалення організації ТО автомобілів.

Таким чином, відповідно до техніко-економічного методу під оптимальним режимом технічного обслуговування розуміється такий режим, який забезпечує надійну та безпечну роботу рухомого складу за мінімальних витрат матеріалів, засобів та робочої сили на технічне обслуговування та ремонт, віднесених на одиницю пробігу або транспортної роботи.

Раціональним режимом технічного обслуговування слід вважати такий режим, який у даних умовах експлуатації забезпечує порівняно з раніше прийнятим режимом збільшення безвідмовності та безпеки роботи рухомого складу та зниження витрат матеріалів, засобів та робочої сили на технічне обслуговування та ремонт, а також скорочення простоїв рухомого складу в обслуговуванні та ремонті.

Техніко-економічний метод за його розробкою знайшов широке застосування при обґрунтуванні оптимальних режимів технічного обслуговування різних машин і механізмів. При цьому він застосований як для визначення оптимальних або раціональних режимів щодо окремих видів робіт (наприклад, мастильних), так і для порівняльної оцінки ефективності режиму в цілому.

3.4 Метод статистичних випробувань

Цей метод оснований на імітації (моделюванні) реальних випадкових процесів ТО, що дає змогу прискорити випробування, виключити вплив побічних факторів, суттєво знизити вартість експериментів, провести при необхідності дослідження з метою вибору найбільш привабливого варіанта. Блок схема алгоритму за методом статистичних випробувань показана на рисунку 3.4.

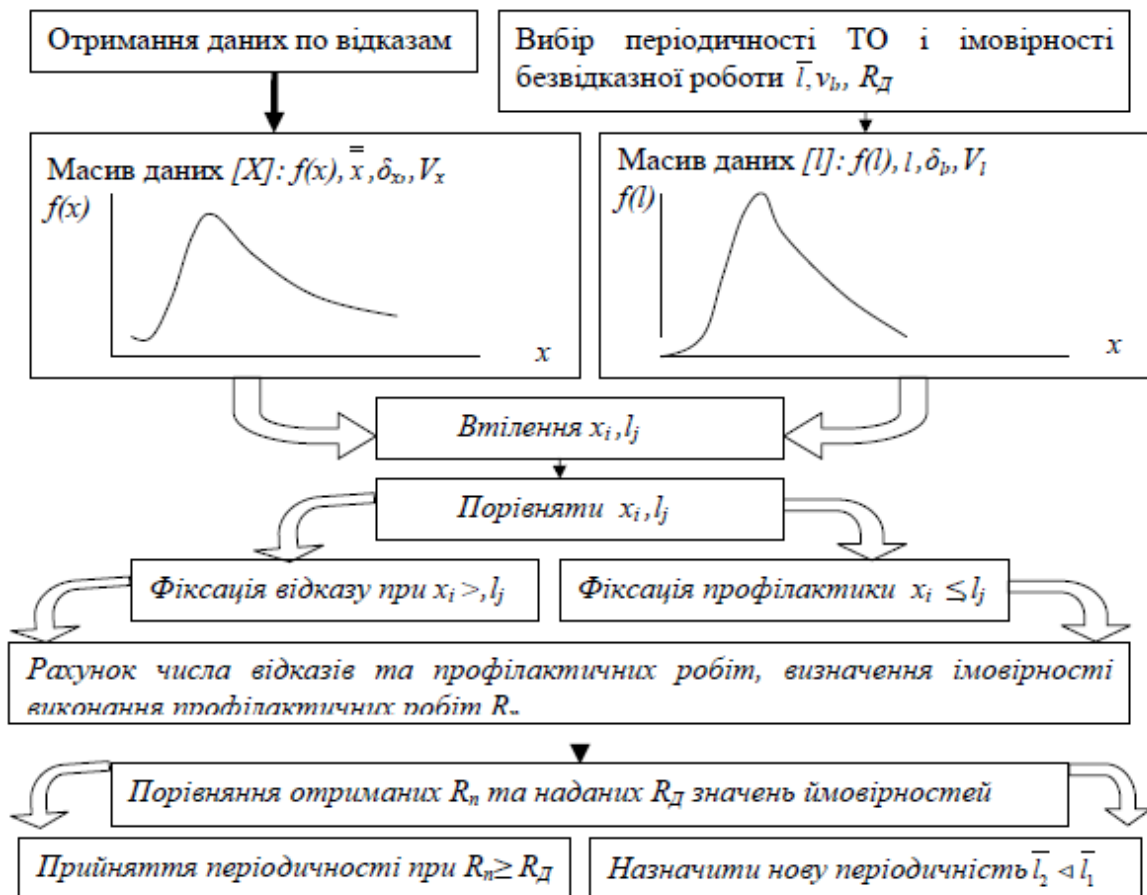


Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритму за методом статистичних випробувань

Моделювання може проводитися з використанням комп’ютерної техніки. Вихідними даними для моделювання є фактичні дані, що отримані при спостереженні, а також закони розподілу випадкових величин.

ТЕМА 4 ТРУДОМІСТКІСТЬ ТО

4.1 Основні поняття

Трудомісткість – це витрати праці на виконання операцій або групи операцій технічного обслуговування або ремонту автомобілів, що вимірюється у чоловіко-годинах, або нормо-годинах.

Норматив трудомісткості потрібен для визначення кількості виконавців та платні за фактично виконану працю з урахуванням кваліфікації робітника (тарифної ставки). На автомобільному транспорті використовуються наступні норми: диференційовані, які встановлюються на окремі операції з урахуванням їх поділ на переходи, прийоми та робочий рух; збільшені (або комплексні при бригадній формі організації труда) – на групу операцій або робіт, вид обслуговувань і ремонт; питомі – що

відносяться до виконання роботи чи напрацювання (чол. год/1000 км пробігу автомобіля).

Останні два вида норм коректуються в залежності від умов експлуатації, пробігу та інших факторів. Нормативи трудоміскості обмежують трудоміскість зверху. Фактична трудоміскість повинна бути не більше нормативної при умовах якісного виконання робіт. Норма трудоміскості виконання операцій ТО або ремонту НГ визначається з урахуванням коефіцієнта повторення (К) та складається з часу виконання наступних робіт: підготовчо-заключних, оперативних, з обслуговування робочого місця, а також перерв на відпочинок та особисті потреби:

$$H_{\Gamma} = t_{оп} \cdot k \left(1 + \frac{a_{п.з} + a_{обс} + a_{від}}{100} \right) \quad (4.1)$$

де $t_{оп}$ – оперативний час, чол. год.;

$a_{п.з}$ – частка підготовчо-заключного часу, %;

$a_{обс}$ – частка часу обслуговування робочого місця, %;

$a_{від}$ – частка часу на відпочинок та особисті потреби, %.

Підготовчо-заключний час необхідний для ознайомлення виконавця з отриманою роботою, підготовки робочого місця та здачі наряду, інструменту, матеріалів.

Операційний час – час для виконання виробничої операції (основна та допоміжна).

Час обслуговування робочого місця необхідний для обслуговування робочого місця, обладнання інструментом (прибирання або установки інструменту, розміщення приладу чи обладнання).

Фактичний час або трудоміскість виконання ТО і ремонту є випадковою величиною і має великі варіації, що залежать від технічного стану та терміна служби автомобіля, умов виконання роботи, обладнання, кваліфікації персоналу. Норма оперативного часу визначається середніми значеннями хронометражних спостережень.

4.2 Визначення ресурсів та норм витрат запасних частин

При нормуванні ресурсів використовуються показники і середній та гаммавідсотковий ресурси, які визначаються по результатам спостережень або за звітними даними.

Норми за вказаними показниками встановлюються для наступних випадків: ресурс автомобіля або агрегата до 1ГО капітального ремонту при роботі у встановлених умовах експлуатації; середній термін служби (1 рік) або ресурс автомобіля до списання норми обмежують ресурс знизу. Фактичні ресурси повинні бути з визначеною імовірністю не нижче ніж нормативні.

В якості норм витрат запасних частин та матеріалів, які необхідні при плануванні їх виробництва та визначення об'єму заказа, запасів, а також витрат на запасні частини для даного АТП, використовуються збільшені та номенклатурні норми витрат.

Збільшені норми витрат на запасні частини і матеріали служать для планування ТО і ремонту (запасні частини складають 40%, а матеріали – 15% при поточному ремонті автомобілів).

Указані нормативи носять галузевий характер і можуть коректуватися на АТП. Номенклатурна норма встановлює середні витрати запасних частин (по кожній деталі) в штуках на 100 автомобілів за рік. В загальному випадку норма витрат запасних частин (Н) визначається з використанням функції потоку заміни випадкової деталі:

$$H = \frac{\Omega(t)}{t}, \quad (4.2)$$

де t – тривалість періода (за рік), для якого отримано значення $\Omega(t)$ та визначається відповідна норма.

Для оцінки фактичних норм використовуються приблизні методи.

Метод I – по ресурсу до 1-ї заміни:

$$H_p = \frac{L_p}{\eta L_1}, \quad (4.3)$$

де L_p – річний пробіг автомобіля;

L_1 – ресурс до 1-ї заміни або відновлення;

η – коефіцієнт відновлення ресурсу ($\eta=0,6$).

Метод II – за числом заміни деталі за термін служби t_a автомобіля:

$$H_p = \frac{100}{\eta} \cdot \left(\frac{L_p}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right), \quad (4.4)$$

Метод III – за числом заміни з урахуванням варіації ресурсу деталі:

$$H_{III} = \frac{L_p t_a - t_1}{\eta L_1} + 0,5 \left(\frac{V^2}{\eta} + 1 \right) \cdot \frac{100}{t_a}. \quad (4.5)$$

Витрати заказаних частин збільшуються при зменшенні ресурсу деталей при наступних замінах. Вони зменшуються.

Таким чином для визначення норм витрат запасних частин необхідні відомості про надійність деталей, інтенсивність експлуатації та термін служби автомобіля до його скасування.

4.3 Розподіл річних обсягів робіт за видами і місцем виконання

Крім основного ТО розрізняють питому сумарну тривалість та трудомісткість ТО (ПР). Це відношення середньої сумарної тривалості (трудомісткості) ТО (ПР) до заданого пробігу автомобіля (год./тис.км, люд.-год./тис.км). Послідовність та зміст операцій ТО визначається потребами виконання тих або інших робіт, залежно від технічного стану автомобіля, його марки, умов та режимів експлуатації. Однак, з метою спрощення нормувань, спеціалізовані проектні організації розробили типові технологічні процеси, які легше і дешевше прив'язати до конкретних умов експлуатації АТЗ та ВТБ. Розроблення (прив'язка) і дотримання вимог технологічних процесів ТО і ПР є гарантією оптимізації матеріально-технічних засобів, трудозатрат грошових коштів, безпеки праці, якості проведених робіт.

В даний час ТО і ремонт автомобілів на підприємствах автосервісу проводиться на базі готових деталей, вузлів і механізмів, тому в основному роботи (послуги) з ТО і ПР виконуються на робочих постах. Відокремлені (окремі) виробничі приміщення (з робочими постами) зазвичай передбачаються для виконання ПМР, кузовних, фарбувальних і протикорозійних робіт.

Виконання таких робіт, як електротехнічні, ремонт приладів системи живлення, знятих з автомобіля, обслуговування АКБ, шиномонтаж, балансування коліс, і тому подібні, передбачається як в зоні робочих постів, оснащених відповідним обладнанням та оргоснастки, так і у відокремлених (окремих) приміщеннях з дотриманням необхідних протипожежних та санітарно-гігієнічних вимог. Вибір того чи іншого варіанта визначається обсягом робіт, кількістю працюючих, компоновочним рішенням планування і організацією робіт.

На СТО, особливо великих, можуть бути організовані окремі виробничі ділянки з ремонту агрегатів (двигунів, коробок передач і ін.). Для розробки таких ділянок в завданні на проектування вказується програма і трудомісткість окремих видів робіт або чисельність виробничих робітників. Для вибору розподілу обсягу робіт проекрованої СТО попередньо визначаємо число робочих постів. Число робочих постів визначаємо з наступного виразу:

$$X = \frac{T \cdot \varphi \cdot k_n}{D_{p.дн} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot P_n \cdot \eta_n}, \quad (4.6)$$

де T – загальний річний обсяг робіт СТО, люд.-год.; φ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на СТО ($\varphi = 1,15$); k_n – частка постових робіт в загальному обсязі (0,75...0,85); $D_{роб.р}$ – число робочих днів у році;

$T_{зм}$ – тривалість зміни; C – число змін; $P_{п}$ – середня кількість робітників, що одночасно працюють на посту ($P_{п} = 0,9...1,1$); $\eta_{п}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста ($\eta = 0,9$).

Виконуємо розподіл річного обсягу робіт ТО і ПР проекрованої СТО за видами і місцем виконання (табл. 1.2). Розподіл обсягу робіт ТО і ПР за видами робіт приймаємо з таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розподіл річного обсягу робіт ТО і ПР за видами і місцем виконання

Види робіт	Розподіл обсягу робіт ТО і ПР за видами		Розподіл обсягу робіт ТО і ПР за місцем виконання			
			на робочих постах		на виробничих ділянках	
	%	люд.-год.	%	люд.-год.	%	люд.-год.
Діагностичні	4		100			
ТО в повному обсязі	15		100			
Масильні	3		100			
Регулювальні з установки кутів коліс	4		100			
Ремонт і регулювання гальм	3		100			
Електротехнічні	4		80		20	
З приладів системи живлення	4		70		30	
Акумуляторні	2		10		90	
Шиномонтажні	2		50		50	
Ремонт систем. вузлів і агрегатів	8		30		70	
Кузовні й арматурні (бляхарські, мідницькі, зварювальні)	25		75		25	
Фарбувальні	16		100		–	
Шпалерні	3		50		50	
Слюсарно-механічні	7				100	
Разом	100					
Прибирально-мийні			100			
Протикорозійні			100			
Приймання та видача автомобілів			100			
Передпродажна підготовка			100			

Загальний об'єм постових робіт згідно табл.4.1 складає:

$$T_n = T_{pp} + T_{пм} + T_{пк} + T_{пв} + T_{пш}, \quad (4.7)$$

де $T_{п}$, T_{pp} , $T_{пм}$, $T_{пк}$, $T_{пв}$, $T_{пш}$ – відповідно загальний обсяг робіт, обсяг на прибирально-мийні, протикорозійні, приймання та видачу автомобілів та передпродажну підготовку відповідно, люд.-год.

Уточнюємо кількість постів за формулою (4.1).

4.4 Розрахунок кількості виробничих робітників

При розрахунку чисельності виробничого персоналу, необхідного для виконання річної виробничої програми, визначаємо технологічно необхідну (штатну) $P_{ш}$ і явочну $P_{я}$ кількість робітників по формулах:

$$P_{ш} = \frac{\Sigma T}{\Phi_p}; \quad P_{я} = \frac{\Sigma T}{\Phi_m} \quad (4.8)$$

де ΣT – річний обсяг виробництва по даній зоні, ділянці, люд.-год.; $\Phi_p = 1820$ год. річний фонд часу робітника; $\Phi_m = 2070$ год. річний фонд часу робочого місяця.

Для спеціальностей з шкідливими умовами праці (малярна ділянка) встановлено фонди $\Phi_p = 1560$ год. і $\Phi_m = 1780$ год.

Результати розрахунку загальної чисельності, виробничих робітників СТО (ТО і ПР, ПМР, приймання та видача автомобілів, протикорозійний обробка кузовів і передпродажна підготовка) заносяться в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку загальної чисельності виробничих робітників СТО

Види робіт	Річний обсяг робіт, люд.-год.	$P_{ш}$		$P_{я}$	
		розрахункове	прийняте	розрахункове	прийняте
ТО і ПР					
ПМР					
Приймання та видача автомобілів					
Протикорозійна обробка кузовів автомобілів					
Передпродажна підготовка автомобілів					
Разом					

Результати розрахунку чисельності виробничих робітників ТО і ПР за видами робіт і місцем виконання заносимо в табл. 4.3.

Крім цих робіт з обслуговування автомобілів, виконуються роботи допоміжного напрямку. До них ставляться роботи зі змісту й ремонту технологічного устаткування, слюсарно-механічного й енергетичного устаткування, а також по змісту будинків, споруджень, інженерних комунікацій, по виготовленню й ремонту інвентарю, пристосувань, інструмента, нестандартного устаткування.

Обсяг допоміжних робіт становить 15...20 % від обсягу виробничих робіт. Чисельність допоміжних робітників приймаємо в розмірі 15...20 % від числа виробничих робітників і розподіляємо їх по видах.

4.5 Розрахунок кількості постів й автомобілів-місць

Пости й автомобілі-місця по своєму технологічному призначенню підрозділяються на робочі пости, допоміжні й автомобіля-місця очікування й зберігання.

Робочі пости – це автомобіля-місця, оснащені відповідним технологічним устаткуванням і призначені для технічного впливу на автомобіль для підтримки й відновлення його технічно справного стану й

зовнішнього вигляду (пости ПМР, діагностування, ТО, ПР, кузовних, фарбувальних і протикорозійних робіт).

Для даного виду робіт ТО й ПР число робочих постів:

$$X = \frac{T_{\Pi} \phi}{\Phi_{\Pi} P_c}, \quad (4.9)$$

де T_{Π} – річний обсяг постових робіт, люд.-год.;

$\phi = 1,15$ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на СТО;

Φ_{Π} – річний фонд робочого часу поста, год.;

P_c – середнє число робітників, що одночасно працюють на пості.

Річний фонд робочого часу поста:

$$\Phi_{\Pi} = D_{\text{роб.дн}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot C \cdot \eta, \quad (4.10)$$

де $D_{\text{роб.дн}}$ – число робочих днів у році, дні;

η – коефіцієнт використання робочого часу пост ($\eta = 0,85 \dots 0,9$);

ТЗМ – тривалість зміни, год.;

C – число змін.

Для двозмінної роботи: $\Phi_{\Pi} = 365 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,85 = 4964$ год.

Для однозмінної роботи: $\Phi_{\Pi} = 365 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,85 = 2482$ год.

Середнє число робітників на одному пості ТО й ПР приймаємо – 2 люд., а на постах кузовних і фарбувальних – 1,5 люд.

Число постів для виконання ПМР визначаємо за формулою:

$$X_{\text{ПМР}} = \frac{N_d \cdot \phi_{\text{ПМР}}}{T_{\text{об}} \cdot N_y \cdot \eta}, \quad (4.11)$$

де N_d – добове число заїздів автомобілів для виконання прибирально-мийних робіт;

$\phi_{\text{ПМР}}$ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на ділянку прибирально-мийних робіт (для СТО приймаємо – 1,3);

$T_{\text{об}}$ – добова тривалість роботи прибирально-мийної ділянки, (1 чи 2 зміни по 8 год.);

N_y – потужність мийної установки (по паспортних даних 5 авт./год.);

η – коефіцієнт використання робочого часу поста ($\eta = 0,9$).

Добове число заїздів автомобілів на СТО визначаємо за формулою:

$$X_{\text{ПМР}} = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot d}{D_{\text{роб.д}}}, \quad (4.12)$$

де $N_{\text{СТО}}$ – число автомобілів, які обслуговуються

проектованим СТО в рік;

d – число заїздів на СТО одного автомобілів у рік ($d = 2$).

Число постів для виконання ПМР розраховуємо за формулою (4.12).

4.6 Розподіл обсягів робіт і виконавців по постах, робочих місцях і кваліфікації

Розподіл об'ємів робіт і виконавців по робочих місцях доцільно виконувати паралельно з вибором технологічного обладнання для зони (дільниці, поста), що проектується. Тобто, необхідно попередньо вибрати основне технологічне обладнання згідно з загальним технологічним процесом, а після розподілу визначити повний перелік технологічного обладнання, оснастки та інструменту

Залежно від кількості та рівня спеціалізації робочих постів розрізняють дві форми організації виконання робіт з ТО і ремонту автомобілів: на універсальних і спеціалізованих робочих постах.

При ТО і ПР автомобілів на універсальних постах комплекс даного виду ТО або ремонту виконується на одному робочому посту. На універсальному посту роботи можуть виконуватись групою робітників усіх спеціальностей (слюсарів, мастильників, електриків) або робітників-універсалів високої кваліфікації. Перевага обслуговування на універсальних постах – можливість виконання на кожному посту різного обсягу робіт (або обслуговування автомобілів різних марок), а також виконання супровідного поточного ремонту при ТО. Вадами такої форми організації є: забруднення повітря відпрацьованими газами в процесі маневрування автомобіля при заїзді на пости і з'їзді з них; великі втрати часу на маневрування; потреба багаторазового дублювання однакового устаткування; обмеження можливості застосовувати високопродуктивне гаражне устаткування; утруднення механізації та автоматизації виробничих процесів; підвищення затрат на ТО і поточний ремонт автомобілів; відсутність можливості поділу праці і спеціалізації працюючих.

При обслуговуванні і ремонті автомобілів на спеціалізованих постах на кожному з них виконується визначена частина комплексу робіт ТО або ремонту, це потребує спеціалізованого устаткування і відповідної спеціалізації робітників. Організація виконання робіт на спеціалізованих постах усуває недоліки, властиві обслуговуванню і ремонту на універсальних постах.

Розподіл проводиться на основі визначеної кількості постів ТО-ПР, їхнього рівня спеціалізації і розробленого загального технологічного процесу в зоні ТО і ПР.

Розподіл трудомісткостей робіт по постах зони, що проектується можна проводити по двох ознаках: по-перше - по видах робіт (наприклад: пост №1 – розбірно-складальні, пост №2 – кріпильні і регулювальні тощо); по-друге – по агрегатах і системах автомобіля (наприклад: пост №1 – роботи по двигуну, пост №2 – по агрегатах трансмісії тощо). Можливий змішаний варіант розподілу, тобто: розподіл проводиться по агрегатах

автомобіля, а деякі види робіт (як правило діагностичні, мастильні) виносяться на окремий пост.

Послідовність проведення розподілу може бути такою:

1. Виходячи з вибраного раніше методу організації технологічного процесу в зоні, що проектується прийняти метод розподілу робіт по постах (1- по видах робіт, 2- по агрегатах і системах автомобіля, 3- змішаний), даючи перевагу другому і третьому. При цьому можна користуватись розробленими типажми зон ТО і ПР.

2. Знаючи кількість постів в зоні, розділити весь обсяг робіт по постах зони ТО і ПР.

3. Шляхом розподілу трудомісткостей ТО і ПР поділити кожний пост на кілька робочих місць, і визначити які роботи будуть проводитись на кожному робочому місці і в якому обсязі.

4. Виходячи з обсягу робіт, визначити розрахункову кількість робітників на кожне робоче місце (аналогічно визначенню чисельності робітників для зони в цілому).

5. Групуючи трудомісткості виконання різних робіт, добитись, щоб кількість виконавців на робочих місцях була близька до цілого числа. Користуючись тарифно-кваліфікаційними довідниками вибрати необхідні спеціальності і розряди робочих.

При виконанні ТО і ПР на універсальних постах необхідно визначити долю загального обсягу постових робіт, яка припадає на один типовий (універсальний) пост і провести в межах цього поста розподіл обсягів робіт і виконавців по робочих місцях. Всі інші пости вважаються аналогічними. При виконанні робіт на спеціалізованих постах, розподіл по постах зони проводиться, в основному, по агрегатах і системах автомобіля (як виключення, можливе проведення деякого виду робіт по цілому автомобілю на окремому посту (контрольно-діагностичні, мастильні). Доля трудомісткостей постових робіт, яка приходить на окремий агрегат чи систему автомобіля, визначається з довідкової літератури.

При проектуванні дільниць ПР розподіл обсягів робіт проводиться в межах тільки цієї дільниці по робочих місцях. При цьому необхідно врахувати, що один робочий може працювати на декількох робочих місцях.

Розподіл можна проводити в такій послідовності:

1. Користуючись типовими плануваннями дільниць ПР, на основі розробленого загального технологічного процесу, виконати попереднє планування дільниці з розташуванням вибраного технологічного обладнання.

2. По попередньому плануванню дільниці визначити кількість і місця розташування робочих місць на ній.

3. Знаючи загальний обсяг і технологію проведення робіт на дільниці, визначити які роботи і в якому об'ємі будуть виконуватись на кожному робочому місці.

4. Виходячи з обсягу робіт, визначити розрахункову кількість робочих на кожне робоче місце (аналогічно визначенню чисельності робочих для цілої дільниці).

5. Групуючи трудомісткості виконання різних робіт, добитись, щоб кількість виконавців на робочих місцях була близька до цілого числа. Користуючись тарифно-кваліфікаційними довідниками вибрати необхідні спеціальності і розряди робочих.

ТЕМА 5 ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ ПРИ ОРГАНІЗАЦІІ ТО

5.1 Організація ТО автотранспортних засобів як системи масового обслуговування

Роботоздатність АТЗ підтримується шляхом виконання профілактичних та ремонтних робіт. Характерною особливістю організації цих робіт є потік вимог (заявок клієнтів), який змінюється в часі, а також змінні трудомісткість і тривалість виконання.

Системи, в яких змінними і випадковими є моменти надходження вимог на обслуговування і тривалість власне обслуговувань, називаються системами масового обслуговування (СМО). Прикладами СМО в області технічної експлуатації автомобілів є пости і лінії ТО, ремонтні дільниці, склади запасних частин частин.

Застосування методів теорії масового обслуговування в організації технологічних процесів ТО дає змогу за короткий час на базі математичного апарату знаходити найбільш оптимальні рішення.

Система масового обслуговування складається з певної кількості основних елементів, як показано на рисунку 5.1.

Вхідним потоком є сукупність вимог на задоволення потреб в проведенні певних робіт. Заявки поступають в деякі випадкові моменти часу. Тому число вимог, що поступають в систему за одиницю часу, має випадковою величиною, а вхідним потоком є випадковий процес, який як правило описується законом Пуассона. Вимоги можуть бути однорідними і неоднорідними.

Обслуговуючі апарати – це сукупність окремих працюючих, ланок, бригад з необхідним обладнанням та інструментом. Черга утворюється в тому випадку, коли пропускна здатність обслуговуючих апаратів недостатня по відношенню до вхідного потоку вимог. Величина вхідного потоку має варіацію щодо математичного сподівання.

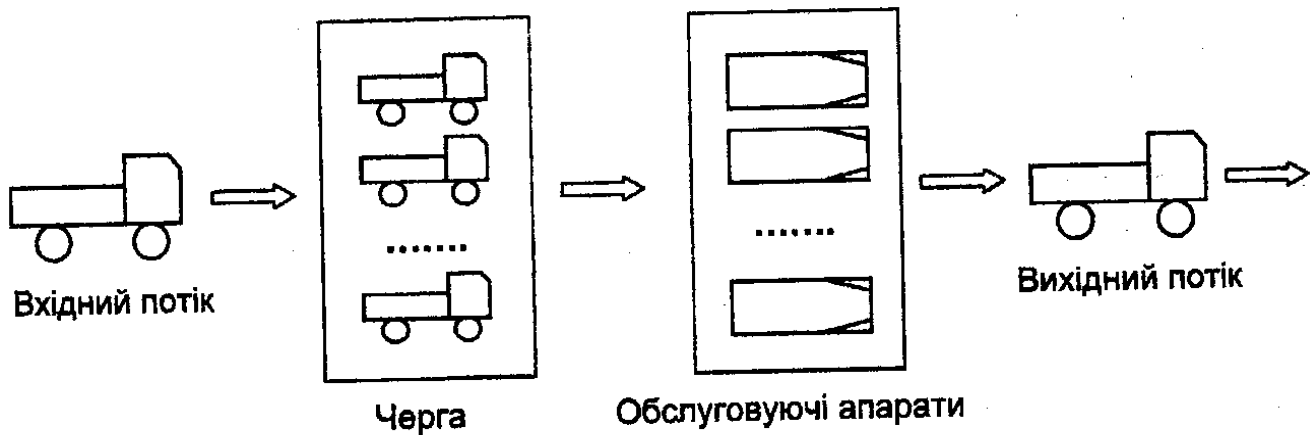


Рисунок 5.1 – Схема СМО

Вхідний потік залежно від характеристики СМО складають в загальному випадку вимоги, які пройшли та не пройшли обслуговування. Але для автомобілів обов'язковим є виконання необхідних робіт з обслуговування та ремонту, тобто вихідний потік повинен складатися тільки з вимог, що пройшли обслуговування, тобто зі справних автомобілів.

Системи масового обслуговування класифікуються наступним чином:

- за обмеженнями на довжину черги – з втратами, без втрат і обмеженням по довжині черги;
- за кількістю каналів обслуговування – одно- і багатоканальні;
- за типом обслуговуючих апаратів – однотипні (універсальні) та багатотипні (спеціалізовані);
- за порядком обслуговування – одно- і багатофазові. Однофазові це такі системи, в яких вимога обслуговується на одному посту. При багатофазовому обслуговуванні вимога послідовно проходить декілька обслуговуючих апаратів, наприклад, на потоковій лінії ТО;
- за пріоритетністю обслуговування – з пріоритетом і без пріоритету;
- за взаємозв'язком обслуговуючих апаратів – з взаємодопомогою і без неї. У системах без взаємодопомоги параметри пропускної здатності і продуктивності обслуговуючих апаратів постійні і не залежать від завантаження або простою інших апаратів;
- за величиною вхідного потоку вимог – з обмеженим і необмеженим потоком;
- за структурою системи – замкнуті і відкриті.

Стосовно технічної експлуатації автомобілів найбільше поширення знаходять замкнуті і відкриті, одно- і багатоканальні СМО, із однотипними або спеціалізованими обслуговуючими апаратами, з одно- або багатофазовим обслуговуванням, без втрат або обмеженням на довжину черги чи перебування в ній.

5.2 Показники ефективності організації ТО

Показниками ефективності застосування системи масового обслуговування є такі величини:

– інтенсивність обслуговування характеризує здатність обслуговуючих апаратів (постів чи ліній ТО);

$$\mu = 1/t_o, \quad (5.1)$$

де t_d – тривалість обслуговування однієї вимоги.

– зведена густина потку вимог

$$\rho = \omega/\mu, \quad (5.2)$$

де ω – параметр потоку вимог.

Абсолютна пропускна здатність, яка показує кількість вимог, що надходять за одиницю часу:

$$A = \omega g, \quad (5.3)$$

де g – відносна пропускна здатність, яка визначає частку вимог, що пройшли обслуговування, від загальної кількості вимог;

Ймовірність того, що всі пости P_0 , характеризує такий стан системи, при якому всі об'єкти справні і не потребують прведення обслуговування, тобто вимоги відсутні.

Ймовірність відмови в обслуговуванні $P_{відм}$ має смисл для СМО з втратами або з обмеженнями по довжині черги чи часу перебування в ній. Цей показник показує частку втрачених для системи об'єктів. Такі випадки можливі на станціях ТО.

Ймовірність утворення черги визначає такий стан системи, при якому всі обслуговуючі апарати зайняті, і наступні вимоги займають чергу з числом вимог, що знаходяться в черзі r .

Якщо структура СМО передбачає обслуговування всіх вимог без обмежень або з обмеженнями по довжині черги чи часу перебування в ній, то показники ефективності визначаються за формулами, наведеними нижче (для одно каналної системи).

Середній час перебування в черзі:

$$t_{черг} = r/\omega. \quad (5.4)$$

В залежності від структури СМО показники функціонування визначаються по різному. Для системи масового обслуговування з втратами

(черга відсутня, $r = 0$) ці показники визначаються за формулами, наведеними в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Показники ефективності СМО з втратами

Тип СМО	Відносна пропускна здатність, g	Ймовірність того, що всі пости вільні, P_0	Ймовірність відмови при обслуговуванні, $P_{відм}$	Число зайнятих апаратів обслуговування, $n_{зайн}$
Одно-канальна ($n = 1$)	$g = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_0 = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_{відм} = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$n_{зайн} = \frac{\mu}{\omega + \mu}$
Багато-канальна ($n > 1$)	$g = 1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0$	$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}}$	$P_{відм} = \frac{\rho^n}{n!} P_0$	$n_{зайн} = \rho g$
Багато-канальна ($n > 1$) $\mu_{бр} = n\mu$	$g = \frac{\mu_{бр}}{\omega + \mu_{бр}}$	$P_0 = \frac{\mu_{бр}}{\omega + \mu_{бр}}$	$P_{відм} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{бр}}$	$n_{зайн} = \frac{\omega}{\omega + n\mu}$

Кількість вимог, пов'язаних з системою:

$$k = r + n_{зайн}, \quad (5.5)$$

де $n_{зайн}$ – число зайнятих апаратів обслуговування.

Ймовірність того, що пост вільний

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{m+2}}, \quad (5.6)$$

де m – обмеження черги по довжині;

Ймовірність утворення черги

$$P = \rho^2 P_0. \quad (5.7)$$

Ймовірність відмови в обслуговуванні

$$P_{відм} = \frac{\rho^{m+1} (1 - \rho)}{1 - \rho^{m+2}}, \quad (5.8)$$

Відносна пропускна здатність:

$$\rho = 1 - P_{відм}. \quad (5.9)$$

Середня кількість зайнятих постів

$$n_{\text{зайн}} = \frac{\rho - \rho^{m+2}}{1 - \rho^{m+2}}. \quad (5.10)$$

Середня кількість вимог, що знаходяться в черзі:

$$n_{\text{зайн}} = \frac{\rho^2 \cdot [1 - \rho^m (m + 1 - m\rho)]}{(1 - \rho^{m+2})(1 - \rho)}. \quad (5.11)$$

5.3 Впровадження математичних методів при ТО

Розвиток електронних систем автомобіля вимагає нових підходів до їх діагностики та технічного обслуговування. Планування ТО без використання математичних методів часто призводить до перевитрати ресурсів, зайвих витрат і простою транспорту.

Математичні моделі дозволяють обґрунтувати інтервали обслуговування, визначити імовірність відмови та підвищити надійність електронних систем. Використання сучасних методів аналізу надійності та оптимізації ТО дозволяє створювати ефективні системи управління технічним станом автомобіля.

Математичні методи відіграють ключову роль у системі технічного обслуговування, оскільки забезпечують можливість кількісного опису процесів старіння, відмов та деградації елементів. До основних методів належать статистичний аналіз, теорія ймовірностей, методи оптимізації та математичне моделювання технічних процесів. Математичні залежності дозволяють визначати оптимальні терміни проведення технічних робіт, оцінювати ефективність профілактики та прогнозувати ресурс компонентів.

На рисунку 5.1 показано залежність загальних витрат від інтервалу ТО.

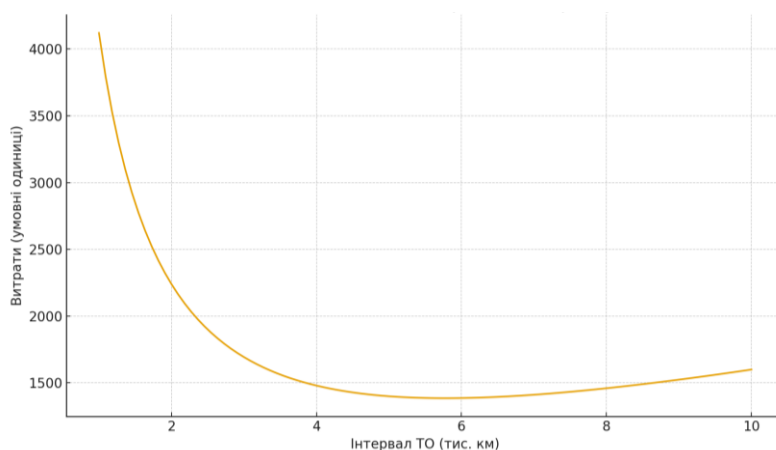


Рисунок 5.1 – Залежність загальних витрат від інтервалу ТО

Імовірнісні моделі надійності застосовуються для опису процесів відмов у електронних системах автомобіля. Одним з базових показників є ймовірність безвідмовної роботи $R(t)$, яка для експоненціального розподілу визначається як $R(t) = e^{(-\lambda t)}$, де λ — інтенсивність відмов. Моделі Вейбулла, Ерланга та Пуассона застосовуються для опису складніших випадків, коли швидкість відмов змінюється з часом. Для електронних систем це особливо актуально, оскільки багато елементів мають фазу «старіння», у якій ризик відмови зростає.

На рисунку 5.2 показано криву надійності електронного елемента.

Організація технічного обслуговування базується на принципі мінімізації сумарних експлуатаційних витрат, які складаються з вартості ремонтів, простоїв і профілактичних робіт. Для цього використовуються економіко-математичні моделі, що дозволяють визначити оптимальні інтервали ТО. Методи оптимізації включають класичні алгоритми (градієнтний пошук, динамічне програмування) та сучасні підходи (генетичні алгоритми, нейронні мережі). Використання цих методів дозволяє прогнозувати технічний стан системи на основі зібраних діагностичних даних. На рисунку 5.4 показано порівняння планового та фактичного ТО.

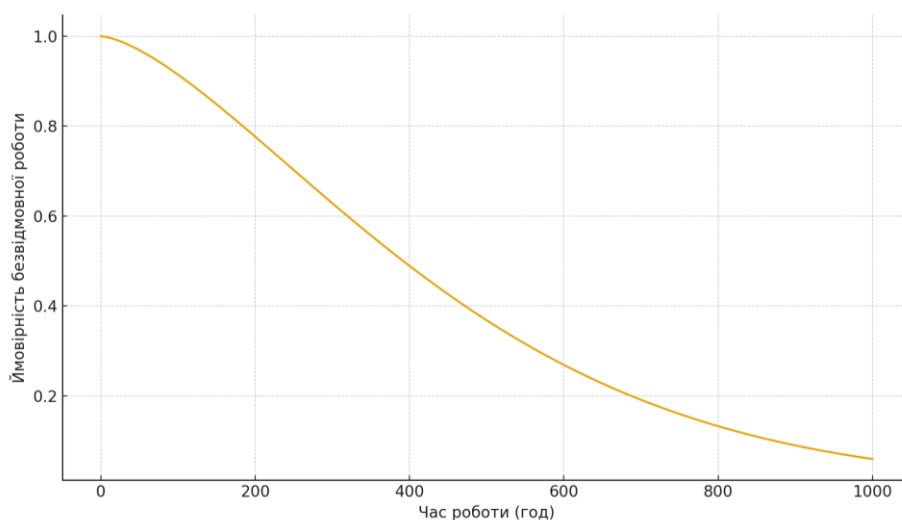


Рисунок 5.2 – Крива надійності електронного елемента

На рисунку 5.3 показано інтенсивність відмов у часі.

Аналітичні моделі діагностики базуються на побудові математичних описів алгоритмів керування, передачі сигналів та ідентифікації станів системи. Наприклад, для діагностики електронного блока керування (ECU) використовуються моделі систем рівнянь, що описують взаємозв'язок між сигналами датчиків і виконавчих механізмів.

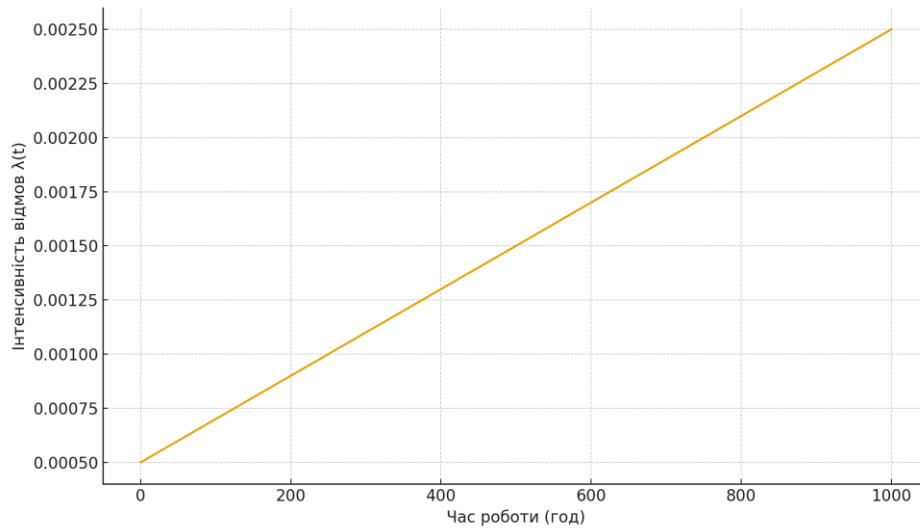


Рисунок 5.3 – Інтенсивність відмов у часі

Методи математичної ідентифікації дозволяють виявляти несправності, які не проявляються явно, зокрема короточасні збої в роботі сенсорів або нестабільність напруги живлення. У сучасних автомобілях аналітична діагностика реалізована через стандарти UDS (ISO 14229) і CAN-шину, що забезпечує взаємодію між усіма модулями системи.

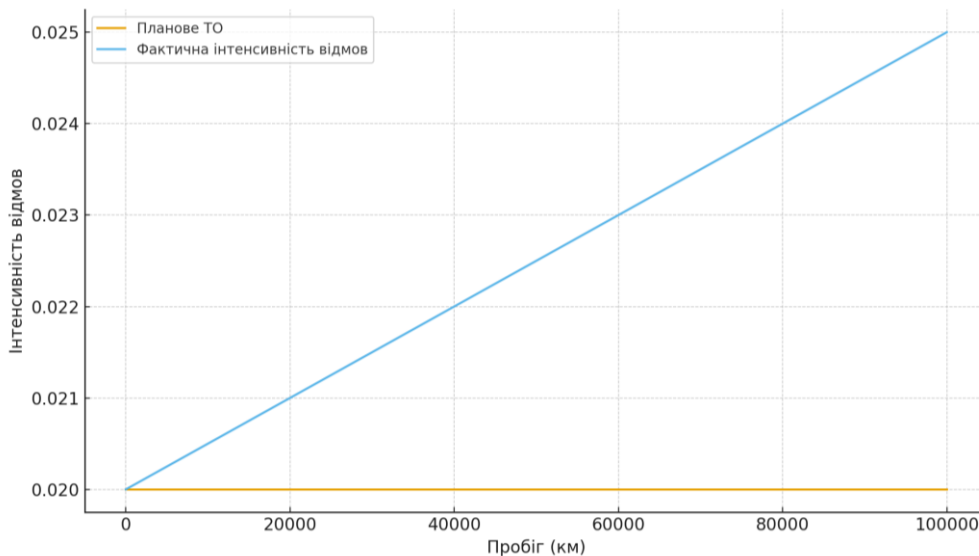


Рисунок 5.4 – Порівняння планового та фактичного ТО

Використання математичних методів у системі технічного обслуговування електронних систем автомобіля забезпечує: зменшення ймовірності відмов, підвищення надійності, збільшення міжремонтних інтервалів та економію ресурсів.

Завдяки статистичному аналізу та прогнозуванню відмов можливо переходити до концепції «predictive maintenance» – прогнозного обслуговування, яке дозволяє планувати сервісні дії не за фіксованими

строками, а за фактичним технічним станом системи. Це підвищує ефективність експлуатації, скорочує витрати і знижує ризики аварійних ситуацій.

Отже, математичні методи і моделі є основою раціонального технічного обслуговування електронних систем автомобілів. Вони забезпечують можливість прогнозування відмов, оптимізації витрат, підвищення ефективності експлуатації та автоматизації контролю стану.

Поєднання класичних методів теорії надійності з сучасними технологіями машинного навчання формує новий рівень розвитку сервісних систем автомобіля, де головну роль відіграє аналітика даних і моделювання технічних процесів.

ТЕМА 6 КЛАСИФІКАЦІЯ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ТО

6.1 Загальне поняття та класифікація випадкових процесів у технічній експлуатації

Випадковий процес – це такий процес, який залежить від випадку. Якщо говорити точніше, це функція часу, значення якої в будь-який момент є випадковою величиною.

Коли мова йде про технічну експлуатацію автомобілів, можна виділити кілька важливих випадкових процесів, які класифікують за їхньою фізичною природою та математичними методами опису.

1. Процеси зміни технічного стану.

Автомобіль або його частина можуть бути в різних станах у будь-який момент часу (наприклад: «справний», «на діагностиці», «в ремонті», «на технічному обслуговуванні»). Перехід з одного стану в інший відбувається у випадкові моменти часу. Для опису таких процесів зазвичай використовують Марковські процеси.

2. Процеси виникнення відмов (потоки відмов).

Коли розглядається суть про послідовність відмов схожих елементів (наприклад, поломка певної деталі), то це уявляється як потік випадкових подій. Для опису таких ситуацій часто використовують Пуассонівські процеси, які є найпростішими потоками.

3. Процеси обслуговування та ремонту.

Приїзд автомобілів на пункти технічного обслуговування або ремонту, а також час, який вони проводять на обслуговуванні, є випадковими величинами. Такі системи можна описати за допомогою теорії масового обслуговування, яка також спирається на теорію випадкових процесів та статистичних даних.

6.2 Марковські процеси в моделюванні технічного обслуговування

Роботоздатність автомобіля в наступному залежить тільки від технічного стану окремого автомобіля, від умов його використання та експлуатації. У теорії технічної експлуатації найчастіше використовуються ланцюги Маркова та Марковські процеси. Ланцюг Маркова – це цікавий випадковий процес, де перехід системи в наступний стан залежить лише від її поточного стану, а не від того, як вона туди потрапила (немає «пам'яті» або «післядії»). У ланцюгах Маркова стани системи чітко визначені (S_i, S_j). Перехід з одного стану в інший відбувається в певні моменти часу t_1, t_2, \dots, t_k і залежить від ймовірностей переходу.

Більш зручною моделлю для технічного обслуговування автомобілів є Марковські процеси з дискретними станами та неперервним часом. У цій моделі система (автомобіль) має чітко визначені стани, але перехід між ними відбувається випадковим, неперервним чином. Наприклад, це може бути виникнення відмови або несправності. Такі процеси зручно ілюструвати за допомогою графа станів, де прямокутники представляють стани системи, а стрілки вказують напрями переходів.

Марковські процеси з дискретним складом і безперервним часом характеризують функціонування систем, у котрих перехід із стану в стан проходить у випадковий час, а сам стан є дискретним, наприклад, поява відказу або несправностей. Цей процес, що відображений графами, розглядається за допомогою густини ймовірностей λ , переходів системи за час Δt із стану S_1 в стан S_2 .

На рисунку 6.1 представлена схема стану для даного процесу.

Система може перебувати в чотирьох станах:

- S_1 : Діагностування;
- S_2 : Робота на лінії;
- S_3 : Технічне обслуговування;
- S_4 : Усунення несправностей.

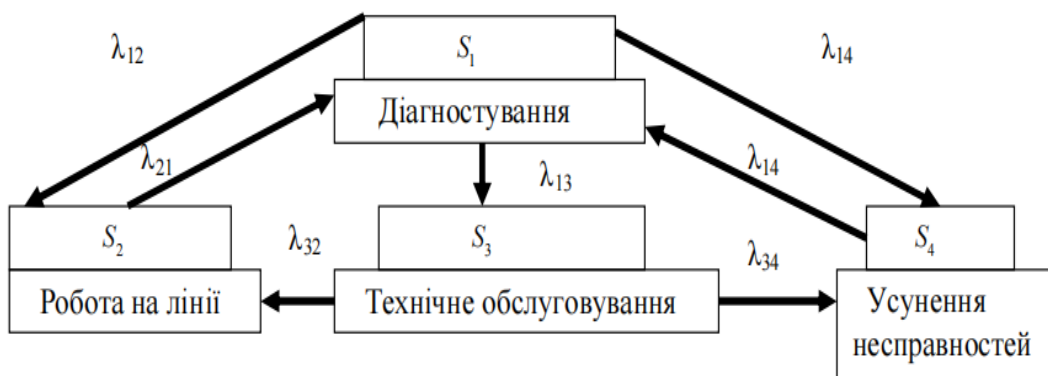


Рисунок 6.1 – Схема креслення стану для марковського процесу з безперервним часом

Переходи між станами (позначені стрілками) характеризуються щільністю ймовірностей переходів λ_{ij} . Наприклад, λ_{12} – це інтенсивність переходу системи зі стану S_1 в стан S_2 .

Вона визначається як границя відношення ймовірності переходу P_{12} за малий проміжок часу Δt до тривалості цього проміжку:

$$\lambda_{12} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{12}(\Delta t)}{\Delta t}. \quad (6.1)$$

Знаючи інтенсивності переходів λ_{ij} можна розрахувати ймовірності перебування системи (P_1, P_2, P_3, P_4) в кожному зі станів у будь-який момент часу t . Ці ймовірності знаходяться з системи диференціальних рівнянь Колмогорова.

Правила складання рівнянь:

- у лівій частині записується похідна ймовірності звітного стану по часу;
- права частина містить стільки членів, скільки стрілок пов'язано з даним станом на графі;
- члени рівнянь, що відповідають переходу в даний стан, беруться зі знаком «+»;
- члени рівнянь, що відповідають виходу з даного стану, беруться зі знаком «-»;
- кожен член рівнянь є добутком інтенсивності переходу λ_{ij} на ймовірність того стану, з якого здійснюється перехід.

На рисунку 6.1 система рівнянь має вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{dP_1}{dt} &= -(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14})P_1 + \lambda_{21}P_2 + \lambda_{41}P_4; \\ \frac{dP_2}{dt} &= \lambda_{12}P_1 + \lambda_{32}P_3 - \lambda_{21}P_2; \\ \frac{dP_3}{dt} &= \lambda_{13}P_1 - (\lambda_{32} + \lambda_{34})P_3; \\ \frac{dP_4}{dt} &= \lambda_{14}P_1 + (\lambda_{34} + \lambda_{43})P_3 - \lambda_{41}P_4. \end{aligned}$$

Особливий інтерес представляє межовий стан при ($t \rightarrow \infty$), коли ймовірності станів стабілізуються. У цьому випадку всі похідні dP_i/dt дорівнюють нулю.

Розв'язуючи отриману систему алгебраїчних рівнянь з умовою, що сума всіх ймовірностей ($P_1 + P_2 + P_3 + P_4$) = 1, можна знайти фінальні ймовірності.

Ці фінальні імовірності мають важливе практичне значення: вони характеризують середній час перебування системи у кожному стані. Наприклад, імовірність P_2 в межовому стані – це коефіцієнт технічної готовності (середня частка часу, яку автомобіль проводить у робочому стані).

Стационарним є потік, при якому імовірність виникнення подій (відказів) у терміні визначеного часу залежить тільки від відстані проміжності і не залежить від початку рахунку часу.

6.3 Найпростіші (Пуассонівські) потоки

Найбільш поширеним випадком Марковського процесу з дискретним станом та неперервним часом є найпростіший потік. Він має три властивості:

1) стаціонарність, тобто імовірність виникнення події (наприклад, відмови) залежить тільки від тривалості проміжку часу, а не від моменту початку відліку;

2) ординарність, тобто імовірність того, що за малий проміжок часу відбудеться дві або більше подій (події відбуваються поодиноці);

3) відсутність наслідків: події в проміжках часу, що не перетинаються, є незалежними (те, що відбулося в минулому, не впливає на майбутнє).

Такий потік подій також відомий як Пуассонівський процес. Він є фундаментальною моделлю для опису потоку відказів або потоку заявок на обслуговування в системах масового обслуговування.

Ключові аспекти експлуатації, такі як виникнення несправностей, зміна технічного стану та прибуття автомобілів на обслуговування, мають стохастичний (випадковий) характер. Для їх ефективного аналізу та прогнозування необхідне застосування відповідного математичного апарату.

Основним інструментом для моделювання функціонування системи технічної експлуатації було визначено Марковські випадкові процеси. Було показано, що систему «автомобіль» можна описати як систему з дискретними станами (наприклад, «Робота на лінії», «Діагностування», «Технічне обслуговування», «Усунення несправностей») та неперервним часом. Переходи між цими станами описуються за допомогою графа станів і характеризуються інтенсивностями переходів λ_{ij} .

Для знаходження імовірностей перебування системи в кожному зі станів у будь-який момент часу використовується система диференціальних рівнянь [3].

Особливе практичне значення мають фінальні (межові) імовірності станів, які знаходять шляхом розв'язання системи рівнянь Колмогорова для стаціонарного режиму ($t \rightarrow \infty$). Ці імовірності характеризують середню частку часу, яку автомобіль проводить у кожному стані. Зокрема,

імовірність перебування у стані «Робота на лінії» безпосередньо визначає найважливіший показник – коефіцієнт технічної готовності.

Також було зазначено, що найпростіший (Пуассонівський) потік є фундаментальною моделлю для опису потоку відмов або потоку заявок на обслуговування, що є основою для моделей теорії масового обслуговування при розрахунку постів технічного обслуговування та ремонту.

Таким чином, застосування методів теорії випадкових процесів дозволяє математично описати функціонування автотранспортного підприємства, прогнозувати його показники та знаходити оптимальні рішення щодо управління виробничими ресурсами, мінімізації простоїв та підвищення загальної ефективності транспортної роботи.

6.4 Оптимізація числа оборотних агрегатів методами теорії масового обслуговування

Раціональне управління виробництвом і розподілом оборотного фонду запасних частин, вузлів і агрегатів, що використовуються при ремонті автомобілів, має важливе виробниче значення.

Одним з методів вирішення поставленого завдання може служити математичний апарат теорії масового обслуговування, що описує процеси, які протікають в СМО. У системах масового обслуговування потік вимог є випадковим. Випадковим є і час обслуговування.

Робота СМО протікає нерегулярно – то утвориться черга на обслуговування, то відбувається простій постів (апаратів) обслуговування. Завдання теорії масового обслуговування – встановити оптимальну (з мінімальними простоями) залежність між характером потоку вимог, числом постів та їх продуктивністю (часом обслуговування), правилами роботи системи обслуговування.

Найбільш часто в якості критеріїв – показників ефективності роботи систем масового обслуговування – використовуються показники середнього часу очікування вимоги початку обслуговування; середнього розміру черги на обслуговування; ймовірності того, що в системі обслуговування перебуватиме певна кількість вимог; середнє число апаратів, зайнятих або вільних від обслуговування, і ряд інших.

Однак найбільш доцільно використовувати економічні показники оцінки ефективності функціонування систем масового обслуговування, які дають узагальнену характеристику виробничого процесу.

У цьому випадку в якості критерію ефективності функціонування СМО зазвичай вибираються загальні грошові витрати, пов'язані з простоями автомобілів в очікуванні обслуговування, і витрати на створення та експлуатацію постів (апаратів).

ТЕМА 7 ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО КЕРУВАННЯ АГРЕГАТАМИ АВТОМОБІЛЯ

7.1 Функції систем електронного керування

У сучасних автомобілях електроніка відіграє вирішальну роль у забезпеченні ефективності, безпеки та комфорту руху. Якщо ще кілька десятиліть тому основні функції керування здійснювалися механічними або гідравлічними системами, то сьогодні більшість агрегатів автомобіля контролюються за допомогою мікропроцесорних блоків. Системи електронного керування дозволяють оптимізувати роботу двигуна, трансмісії, гальмів, підвіски, а також систем стабілізації руху, клімат-контролю й допоміжних засобів безпеки.

З розвитком технологій автомобільна електроніка стала більш складною та взаємопов'язаною. Мережеві протоколи обміну даними, такі як CAN, LIN, FlexRay, забезпечують координацію роботи численних електронних блоків. Унаслідок цього підвищується точність керування процесами, зменшується витрата пального, знижується рівень шкідливих викидів, а також покращується динаміка та комфорт водіння.

Однак складність і багаторівнева структура електронних систем створюють нові вимоги до технічного обслуговування автомобілів. Будь-який збій у роботі датчика, роз'єму або мікропроцесора може призвести до порушення функціонування всієї системи. Тому обслуговування систем електронного керування є невід'ємною частиною технічного супроводу сучасного автомобіля.

Метою засвоєння даної теми є дослідження принципів функціонування систем електронного керування агрегатами автомобіля, вивчення основних методів їх діагностики та обслуговування, а також визначення типових несправностей і способів їх усунення. Завдання роботи полягає у розкритті значення технічного обслуговування для забезпечення надійної роботи транспортного засобу та підвищення його експлуатаційних та динамічних характеристик.

Сучасний автомобіль є високотехнологічним об'єктом, у якому більшість механічних і гідравлічних систем доповнені або повністю замінені електронними. Завдяки розвитку мікропроцесорної техніки, сенсорних елементів та цифрових протоколів зв'язку стало можливим точне регулювання процесів, які раніше виконувалися механічно або вручну.

Системи електронного керування агрегатами автомобіля забезпечують автоматичний контроль і оптимізацію роботи всіх основних систем транспортного засобу: двигуна, трансмісії, гальмівної системи, підвіски, систем безпеки, освітлення та комфорту. Вони аналізують інформацію з численних датчиків, обробляють її у реальному часі та приймають рішення щодо необхідних дій виконавчих пристроїв.

Основні функції систем електронного керування:

Основними завданнями теперішніх електронних систем є:

– забезпечення економічності функціонування двигуна. Точне дозування пального й повітря сприяє зменшенню витрат і шкідливих викидів;

– підвищення безпеки пересування. Електронні системи ABS, ESP, Airbag допомагають уникнути аварійних ситуацій;

– автоматизація та комфорт. Електроніка регулює клімат-контроль, освітлення, позицію сидінь, дзеркал тощо;

– збір діагностичних даних. ECU зберігають інформацію про несправності та сприяють при технічному обслуговуванні.

Таким чином, електронні системи є «нервовою системою» автомобіля, яка забезпечує узгоджену роботу всіх агрегатів.

7.2 Структура системи електронного керування

Будь-яка система електронного управління складається з трьох основних груп елементів – датчиків, блоку керування та виконавчих механізмів (актуаторів).

Датчики реєструють параметри навколишнього середовища й роботи агрегатів – температуру охолоджувальної рідини, тиск у паливній системі, оберти двигуна, положення педалі акселератора та інше.

Найпоширеніші типи датчиків:

– датчик положення колінчастого вала (ДПКВ);

– датчик положення дросельної заслінки (ДПДЗ);

– датчик температури охолоджувальної рідини (ДТОЖ);

– кисневий датчик (лямбда-зонд);

– датчики детонації, швидкості, тиску тощо.

Електронний блок керування (ECU) – це мікроконтролер, який аналізує дані та обробляє їх за допомогою спеціальних алгоритмів і видає команди на виконавчі механізми. Блок керування має вбудовану пам'ять, де зберігаються програми управління, картки параметрів і коди помилок. Залежно від призначення, ECU може працювати автономно або бути частиною мережі з іншими блоками через CAN-шину чи LIN-шину.

Виконавчі механізми (актуатори) реалізують команди ECU у вигляді конкретних дій: відкривають або закривають клапани, регулюють подачу палива, змінюють кут запалювання, вмикають охолоджувальний вентилятор тощо.

До актуаторів належать:

– електромагнітні форсунки;

– регулятори холостого ходу;

– соленоїди коробки передач;

– електроприводи заслінок і клапанів;

– реле та електродвигуни допоміжних систем.

Робота системи ґрунтується на принципі замкненого циклу управління (зворотного зв'язку).

Процес відбувається у декілька етапів:

– збір інформації. Датчики зчитують фізичні параметри та передають електричні сигнали на ECU;

– обробка даних. Блок керування аналізує інформацію, порівнює її з еталонними значеннями, враховує режими роботи двигуна чи інших систем;

– формування керуючого сигналу. ECU визначає необхідні корективи і надсилає команди на виконавчі механізми;

– реакція системи. Актуатори змінюють параметри роботи агрегату;

– зворотний зв'язок. Нові дані з датчиків надходять у блок керування для уточнення режимів.

Таким чином, система безперервно контролює стан агрегатів і підтримує оптимальні параметри їхньої роботи.

Сучасні автомобілі мають десятки електронних блоків, які взаємозв'язані між собою через комунікаційні шини. Наприклад, блок керування двигуном (ECM) взаємодіє з блоком керування трансмісією (TCM) для узгодження моменту перемикання передач. Система стабілізації (ESP) отримує дані від датчиків ABS і датчика кута повороту керма. Система клімат-контролю отримує інформацію про температуру охолоджувальної рідини з ECM для регулювання подачі тепла в салон.

Обмін даними між блоками забезпечує узгоджене керування всіма підсистемами автомобіля, скорочує дублювання сенсорів і покращує ефективність роботи транспортного засобу.

Система електронного керування двигуном є однією з найважливіших. Вона контролює процеси подачі палива, запалювання, наддуву, рециркуляції відпрацьованих газів та роботи системи нейтралізації вихлопу. Основні підсистеми EMS:

– паливна система забезпечує точне дозування палива у форсунки;

– система запалювання визначає оптимальний момент іскроутворення;

– система управління холостим ходом: стабілізує оберти двигуна;

– система контролю викидів знижує кількість шкідливих речовин.

Перевагою електронного управління є здатність пристосовуватися до різних умов експлуатації – температури, тиску, висоти над рівнем моря та якості палива.

7.4 Методи обслуговування та діагностики систем електронного керування

Системи електронного керування автомобіля потребують регулярного технічного обслуговування, оскільки їх працездатність безпосередньо впливає на ефективність і безпеку роботи транспортного засобу.

На відміну від механічних систем, електронні компоненти не мають рухомих частин, проте є чутливими до вологи, температури, вібрацій і забруднень. Несправність одного датчика або поганий контакт у роз'ємі може призвести до серйозних порушень у роботі всього автомобіля.

Метою обслуговування є підтримання систем електронного керування у справному стані шляхом:

- профілактичного контролю контактних з'єднань і проводки;
- перевірки напруги живлення, опору та цілісності ланцюгів;
- очищення роз'ємів і клем від пилу, вологи й окислення;
- оновлення програмного забезпечення блоків керування (прошивки);
- періодичної комп'ютерної діагностики для виявлення помилок;
- контролю параметрів датчиків і виконавчих механізмів.

Регулярність обслуговування залежить від типу автомобіля, умов експлуатації та рекомендацій виробника. Зазвичай діагностику систем електронного керування проводять під час кожного планового техогляду або при появі індикатора Check Engine на панелі приладів.

Одним із найважливіших етапів обслуговування є комп'ютерна діагностика. Вона дозволяє отримати інформацію про стан електронних систем без розбирання елементів. Для цього використовуються діагностичні сканери, які під'єднуються до OBD-II роз'єму автомобіля.

Процес діагностики складається з кількох етапів:

- підключення діагностичного обладнання до автомобіля;
- визначення типу електронного блоку керування та зчитування кодів помилок;
- аналіз показників у реальному часі – температури, обертів двигуна, тиску, напруги датчиків тощо;
- видалення застарілих помилок та перевірка працездатності системи після обслуговування.

Серед популярних діагностичних приладів — Bosch KTS, Autel MaxiSys, Launch X431, Delphi DS150E. Вони підтримують роботу з більшістю сучасних автомобілів та дозволяють оновлювати програмне забезпечення блоків керування.

Хоча більшість процесів керується електронікою, візуальна перевірка лишається базовим елементом обслуговування:

- огляд стану проводки, кабелів, роз'ємів, ізоляції;
- перевірка фіксації датчиків та наявності механічних пошкоджень;
- контроль рівня герметизації корпусів блоків керування;
- очищення поверхонь від пилу, оливи та реагентів, що можуть викликати корозію.

Дуже важливо використовувати спеціальні діелектричні мастила для контактів, щоб запобігти окисненню та покращити надійність з'єднань.

Датчики є одними з найвразливіших елементів електронних систем. Найчастіше перевіряються:

- датчик температури охолоджувальної рідини (перевіряється опір при різних температурах);
- датчик положення дросельної заслінки (перевіряється плавність зміни напруги при відкритті);
- лямбда-зонд (оцінюється зміна напруги сигналу між 0,1–0,9 В);
- датчик детонації (вимірюється рівень сигналу при роботі двигуна).

Для тестування використовують мультиметри, осцилографи, а також стенди для перевірки паливних форсунок і котушок запалювання. Виконавчі механізми (соленоїди, клапани, реле) перевіряють на відповідність номінальному опору та реакцію на подачу керуючої напруги.

Сучасні системи мають можливість оновлення програмного забезпечення для виправлення помилок або покращення характеристик. Цю процедуру проводять спеціалісти за допомогою дилерського обладнання. Після заміни окремих елементів (наприклад, дросельної заслінки чи блоку ABS) часто потрібна адаптація – процес, під час якого ECU «навчається» новим параметрам і калібрує сенсори. Невиконання адаптації може призвести до нестабільної роботи системи або появи помилок.

У процесі діагностики важливу роль відіграють електронні каталоги, схеми підключення та технічні бази даних. Такі ресурси, як Autodata, Alldata, Mitchell, Bosch ESItronic, надають точну інформацію про параметри систем, розташування елементів, методи перевірки та коди несправностей. Фахівці-діагностувальники користуються цими базами для економії часу й зниження ризику помилок під час ремонту.

Системи електронного керування автомобіля є складними багатокомпонентними структурами, де навіть незначна відмова одного елемента може спричинити збій у роботі всього агрегату або автомобіля в цілому. Найчастіше причинами несправностей стають порушення електричних з'єднань, вихід з ладу датчиків, програмні збої або механічні пошкодження.

Несправності електронних систем автомобіля можна умовно поділити на кілька груп:

1. Електричні несправності:

- обриви або короткі замикання проводів;
- пошкодження ізоляції;
- окислення або ослаблення контактів у роз'ємах;
- нестабільне живлення ECU.

2. Електронні (компонентні) несправності:

- вихід із ладу мікросхем, транзисторів чи резисторів у блоці керування;
- порушення в роботі процесора або пам'яті;

– збої у програмному забезпеченні.

3. Датчикові несправності:

- некоректні сигнали від сенсорів (занижені/завищені значення);
- пошкодження корпусу або роз'єму датчика;
- забруднення чутливого елемента.

4. Механічні несправності:

- підтікання рідин у роз'єми;
- вібрації, що спричиняють розхитування контактів;
- корозія корпусів або заземлень.

Система керування двигуном (EMS) є найбільш навантаженою, тому несправності трапляються найчастіше саме в ній. Занесемо взаємозв'язок основних проблем, причин та методів усунення в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 – Взаємозв'язок основних проблем, причин та методів усунення

Основні проблеми	Причини:	Метод усунення:
нестабільна робота двигуна на холостому ходу	несправний датчик положення дросельної заслінки, підсмоктування повітря, забруднення клапана холостого ходу	очищення вузла, перевірка датчика, калібрування ECU.
підвищена витрата палива	некоректна робота лямбда-зонда або датчика температури охолоджувальної рідини	перевірка опору датчика, вимірювання напруги сигналу, заміна несправного елемента
проблеми із запуском двигуна	несправний датчик положення колінчастого або розподільного вала, відсутність сигналу із системи запалювання	перевірка цілісності проводки, тест сигналу осцилографом, заміна датчика.
нестабільна робота під навантаженням	збої у роботі паливних форсунок, низька напруга живлення, пошкодження котушок запалювання	перевірка тиску палива, тестування форсунок на стенді, перевірка опору котушок.
загоряння індикатора ABS на панелі приладів	обрив або коротке замикання датчика швидкості колеса, пошкодження зубчастого кільця	очищення датчика, перевірка опору, заміна елемента.
помилки у системі Airbag (SRS)	ослаблення контактів у роз'ємах під сидіннями, пошкодження шлейфу в рульовій колонці	перевірка проводки, очищення контактів, заміна шлейфу.
відмова системи ESP або TCS	збої у роботі датчика прискорення або кута повороту керма.	калібрування через діагностичний прилад, оновлення ПЗ блоку керування.

Для виявлення несправностей електронних систем використовують кілька методів:

- візуальний контроль. Дозволяє швидко виявити пошкодження проводки, корозію контактів, розгерметизацію датчиків;
- комп'ютерна діагностика. Зчитування кодів помилок DTC, аналіз «живих» даних, тестування окремих компонентів;
- функціональні випробування. Використання осцилографа для перевірки форми сигналів від датчиків і виконавчих механізмів;
- метод заміни. У разі сумнівних показників несправний елемент замінюють на завідомо справний для перевірки.

Розглянуті методи технічного обслуговування та діагностики засвідчили, що головним завданням спеціаліста є вчасне виявлення і попередження несправностей. Для цього необхідно використовувати сучасні діагностичні сканери, осцилографи, тестери та спеціалізоване програмне забезпечення. Особлива увага приділяється комп'ютерній діагностиці, яка дозволяє оперативно визначати стан датчиків, виконавчих механізмів і модулів керування.

Аналіз типових неполадок довів, що більшість збоїв у роботі електронних систем виникає через порушення контактів, окислення з'єднань, несправність датчиків або програмні помилки. Тому регулярна профілактика, правильне підключення електричних ланцюгів та дотримання рекомендацій виробника – це підґрунтя стабільної роботи автомобіля.

В сучасних умовах розвитку автомобільної промисловості роль фахівця з обслуговування систем електронного керування стає дедалі більш ваговою. Від його знань та вмінь залежить не лише технічний стан автомобіля, а й безпека дорожнього руху загалом.

Отже, вивчення структури, засад роботи та методів обслуговування систем електронного керування є невід'ємною складовою підготовки майбутніх інженерів і техніків з автомобільної електроніки.

ТЕМА 8 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АКБ АТЗ З ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ З ТЯГОВИМИ АКУМУЛЯТОРНИМИ БАТАРЕЯМИ (ТАБ)

8.1 Класичні акумуляторні батареї

Акумуляторна батарея (АКБ) забезпечує електричним струмом всі споживачі, поки двигун не працює або працює на дуже малих обертах, також є резервним джерелом живлення в разі виходу з ладу генератора.

За принципом необхідності обслуговування акумуляторні батареї поділяють на обслуговувані і необслуговувані. Одним із підтипів обслуговуваних є малообслуговувані АКБ. Основа свинцево-кислотних АКБ

– рідкий електроліт. Однак технології виробництва батарей зробили значний крок уперед, і нині досить часто можна зустріти АКБ, виконані на базі технології AGM, в якій сам електроліт абсорбований у скляних волокнах. Також не варто забувати і про гелеві АКБ (GEL), що набирають популярності, у них електроліт загущений за допомогою силікагелю до гелеподібного стану.

8.2 Тягові акумуляторні батареї

Однією з найважливіших складових частин силового агрегату в гібридних електромобілях є акумулятор, оскільки він є найбільш обмеженим. Його складне обмеження робить його однією з найбільш досліджуваних технологій. Розглядаються технології батарейок: нікель-металеві батареї та літій-іонні батареї. Очевидно, що існує багато інших типів акумуляторів, але ці дві технології представляють у всьому світі ринок силових акумуляторів в автомобільному секторі.

Завдання акумулятора – зберігати достатню кількість енергії для забезпечення дальності руху на електроенергії, а також здатність подавати високу потужність протягом коротких періодів. Характеристики прискорення безпосередньо залежать від того, як батарея справляється з цими короткими великими зарядами. Вага та об'єм акумулятора – також ключові параметри. Його потужності енергії поглинання та розсіювання мають великий вплив на його використання для підтримки швидкої зарядки або фази скидання, які можуть відбутися.

Іншим важливим питанням, яке слід згадати, є старіння властивості акумулятора, оскільки автомобіль, як правило, призначений для експлуатації протягом декількох років або навіть кількох десятиліть. Те, що в повсякденному житті називають батареєю, насправді слід називати акумулятором. Акумуляторна батарея складається з декількох модулів, а модуль являє собою збірку комірок. Кількість елементів та організація в модулі визначають основні характеристики акумуляторної батареї. Кілька комірок можна розмістити послідовно та/або паралельно, щоб сформувати модуль. Більш високу напругу можна отримати при використанні комірок у послідовних гілках, тоді як паралельні гілки спрямовані на збільшення вихідного струму. Цей вибір організації чи архітектури модуля є основною відмінністю між акумуляторами високої потужності та батареями високої енергії.

Батареї високої потужності здатні приймати високу потужність під час фаз зарядки та розрядки, що може бути під час високої прискорення або уповільнення (важлива фаза гальмування). Високоенергетичні батареї, як правило, оптимізують накопичення енергії, щоб збільшити дальність поїздки на автомобілі. Акумуляторна батарея може характеризуватися кількома факторами [4], найважливішими з них є:

- стан заряду (SOC) акумулятора (зазвичай виражається у відсотках, SOC дає рівень енергії, що залишився в батареї, порівняно з її максимальною ємністю накопичення енергії);
- глибина розряду (DOD) акумулятора (відображає, наскільки близька до розряду батарея);
- життєвий цикл, який відповідає кількості циклів зарядки-розрядки, який батарея може витримати в певному режимі експлуатації, перш ніж не зможе досягти цілей продуктивності;
- календарний термін.

Діаграма Рагона показана на рисунку 8.1, яка дозволяє порівняти різні системи накопичення енергії, беручи до уваги питому енергію та потужність.

Діаграма Рагона – це графік, який використовується для порівняння щільності енергії різних накопичувачів енергії. На такій діаграмі наведені значення питомої енергії (у Вт·год /кг) проти питомої потужності (у Вт/кг). Обидві осі є логарифмічними, що дозволяє порівнювати характеристики різних пристроїв.

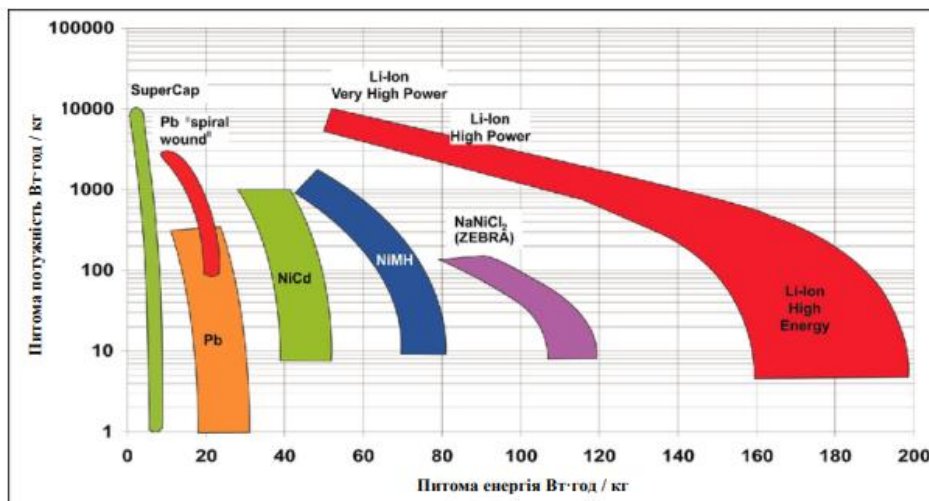


Рисунок 8.1 – Діаграма Рагона

Графіки Рагоне можуть розкривати інформацію про гравіметричну щільність енергії, але не передають подробиць про об'ємну щільність енергії. Як видно з діаграма Рагоне, вона чітко вказує на високу ефективність літій-іонної технології порівняно з іншими.

8.3 Технічне обслуговування АКБ і ТАБ

Технічне обслуговування (ТО) акумуляторних батарей проводиться з періодичністю ТО всього автомобіля через кожні 3-4 тис. км пробігу виконують роботи, що належать до номенклатури робіт ТО-1, а через кожні 12-14 тис км – роботи ТО-2 для акумуляторних батарей

Під час ТО-1 акумуляторну батарею очищують від пилу й бруду, а електроліт, наявний на її поверхні, витирають сухою ганчіркою, змоченою 10%-м розчином кальцинованої соди чи нашатирного спирту. Перевіряють надійність кріплення батареї, окислені наконечники й виводи зачищають, знімаючи мінімальний шар металу. Слід також урахувати, що проводи не повинні мати великий натяг, оскільки можуть поламатися виводи чи кришки акумуляторів.

Наконечники проводів і виводи батарей доцільно змазувати технічним вазеліном. Під час ТО-1 автомобіля перевіряють і, в разі потреби, доводять до нормального рівня електроліт – 10-15 мм вище запобіжного щитка. Рівень електроліту вимірюють скляною трубкою діаметром 5-8 мм, яку занурюють до упору в запобіжний щиток, потім затулюють зверху пальцем і піднімають. Якщо рівень електроліту нижчий від нормального, то в акумулятори доливають дистильовану воду, а коли вищий, то електроліт забирають гумовою грушею, щоб він не розплескувався під час експлуатації автомобіля. Воду в акумулятори доливають безпосередньо перед запусканням двигуна або під час його роботи, бо інакше вона може замерзнути або може прискоритися саморозрядження через різні густини електроліту у верхній та нижній частинах акумулятора.

Слід пам'ятати, що після доливання води без заряду густину електроліту вимірювати недоцільно оскільки результати будуть неправильні. Не можна доливати в акумулятор електроліт – це може призвести до підвищення його густини. Це роблять тільки тоді, коли він витікає (наприклад, коли батарея перекинулася). По кольору електроліту у вимірювальній трубці можна побачити, наскільки він забруднений. Наприклад, коричневий колір свідчить про обсіпання активної речовини з «плюсових» електродів акумулятора. Надмірно швидке зниження рівня рівня електроліту є ознакою перезарядження батареї коли зарядний струм протікає крізь повністю заряджену батарею. Під час перезарядження електроліт вибрикується на її поверхню. Перезарядження шкідливе для батарей, оскільки зменшує термін їхньої служби. А тому, при виникненні перших його ознаках треба перевірити, чи справна генераторна установка.

Під час ТО-2, крім перелічених робіт, додатково перевіряють ступінь зарядженості акумуляторної батареї за густиною електроліту (до доливання води) і робото здатність батареї за напругою акумуляторів під завантаження.

Густина електроліту в кожному акумуляторі вимірюють денсиметром або густиноміром, проте денсиметр має більшу точність. Щоб виміряти густину електроліту, потрібно за допомогою гумової груші набрати його в піпетку кілька разів (щоб видалити з її стінок бульбашки повітря) до спливання. Не виймаючи піпетки з акумулятора і не даючи денсиметрові торкатися її стінок, за нижньою частиною меніска електроліту в ній на шкалі денсиметра знаходять густину електроліту. Припустиме відхилення густини

електроліту в акумуляторах однієї батареї – не більш як $0,01 \text{ г/см}^3$. Якщо воно більше, батарею потрібно зарядити.

Ступінь розрядженості батареї визначають за ступенем розрядженості акумулятора, який має найнижчу густину електроліту. Батареї, які мають ступені розрядженості 25% взимку або 50% влітку потрібно знімати з автомобіля і заряджати. Напругу кожного акумулятора під навантаженням, яке наближається до стартерного, вимірюють акумуляторним пробником або навантажувальною вилкою.

Випробують акумулятор, плавно притискуючи вістря ніжок до його виводів, і наприкінці п'ятої секунди визначають напругу за вольтметром. На дуже окислених виводах потрібно зробити подряпини ніжками приладу, щоб створити електричний контакт. Оскільки сила струму розрядження наближається до стартерної, то повторні вимірювання напруги під навантаженням будуть менші внаслідок часткового розрядження акумуляторів.

Справний і повністю заряджений акумулятор наприкінці п'ятої секунди під час перевірки навантажувальною вилкою повинен мати напругу не менш як 1,7 В, а пробником – не менш як 1,4 В. Напруга всіх акумуляторів має відрізнятися не більш як на 0,1 В. За менших напруг батарея до експлуатації непридатна, і її потрібно заряджати чи ремонтувати в електроцеху. Перевіривши роботоздатність окремих акумуляторів пробником чи навантажувальною вилкою, можна дійти висновку про придатність до експлуатації всієї батареї.

Обслуговування та ремонт акумуляторних батарей в акумуляторних цехах АТП проводять спеціально підготовлені люди, тобто акумуляторники. Акумуляторний цех повинен мати чотири приміщення: для приготування та зберігання електроліту, для розташування випрямних пристроїв, приладів і обслуговуючого персоналу; для заряджання й зберігання батарей; для поточного ремонту батарей. Акумуляторні батареї, доставлені в АТП, до надання їм робочого стану можуть перебувати на зберіганні. Максимальний термін зберігання батарей у сухому вигляді повинен не перевищувати трьох років. Робочого стану акумуляторній батареї надають, заливаючи в неї електроліт, який можна приготувати з концентрованої сірчаної кислоти, густиною $1,83 \text{ г/см}^3$, і дистильованої води.

Електроліт готують у такій послідовності: в кислотостійку посудину спочатку наливають необхідний об'єм дистильованої води, а потім поступово невеликим струменем наливають туди відповідний об'єм сірчаної кислоти. Рекомендується застосовувати пластмасовий чи керамічний посуд, а скляним користуватися слід обережно, щоб уникнути розбивання й опіків електролітом.

Акумуляторні батареї випускають у сухо- та несухозарядженому виконаннях. Необслуговувані батареї надходять в експлуатацію залиті

електролітом і повністю заряджені. Сухозаряджені батареї заливають електролітом. Якщо батареї зберігали понад один рік чи з наданням їм робочого стану при темне пізніше, ніж за 2 год. після заливання електроліту виміряти його густину. Якщо густина знижується не більш, як на $0,03 \text{ г/см}^3$ порівняно з густиною заливаного електроліту, то батареї можна приймати в експлуатацію.

Тягова акумуляторна батарея (ТАБ) є основним компонентом електромобіля, що потребує особливої уваги. Вона відповідає за зберігання та постачання енергії для руху автомобіля. Стан батареї безпосередньо впливає на дальність поїздки та загальну продуктивність автомобіля. Так як високовольтна акумуляторна батарея є тяговою, то вона виділяє тепло під час періодично повторюваних циклів зарядки і розрядки, для забезпечення її нормальної роботи застосовується спеціальна система охолодження.

На рисунку 8.2 показано тягову електричну батарею електромобіля.



Рисунок 8.2 – ТАБ електромобіля

Підвищення ефективності охолодження забір повітря проводиться через спеціальні повітряні забірники, які в основному розташовані під сидінням автомобіля. В окантовці повітряного забірника охолоджуючого повітря передбачений повітряний фільтр. Під боком заднього сидіння є повітрязабірник, що забезпечує охолодження акумуляторної батареї гібридної системи. Якщо вентиляція блокується, то гібридна батарея може перегрітися, що призведе до зниження ефективності гібридного автомобіля, і може призвести до пошкоджень.

Для запобігання перегріву акумуляторної батареї гібридної системи слід регулярно очищати повітрязабірник. Не допускається попадання в повітрязабірник води і сторонніх матеріалів, оскільки це може викликати коротке замикання і пошкодження акумуляторної батареї гібридної системи. Не допускається перевозити в автомобілі великі обсяги води, наприклад,

бутлі для охолоджувача води. Якщо вода проллється на акумуляторну батарею гібридної системи батарея може бути пошкоджена.

При знятті затиску сервісного розмикача кола, перед виконанням будь-яких перевірок і обслуговування, високовольтний коло буде розірвано, забезпечуючи безпеку під час технічного обслуговування. Після відключення кіл високої напруги високовольтний конденсатор в перетворювачі-інверторі залишається зарядженим. Після зняття затиску сервісного розмикача ланцюга при обслуговуванні автомобіля з гібридним приводом необхідно почекати не менше 10 хвилин, щоб конденсатор розрядився до початку робіт.

Затиск сервісного розмикача кола ні в якому разі не повинен зніматися, коли система знаходиться в стані готовності READY. Включення живлення (READY) при зняттю сервісного розмикачі ланцюга може стати причиною несправності. Затиск сервісного розмикача кола включений в розрив ланцюга модуля акумуляторної батареї і дозволяє вручну відключити ланцюг високої напруги. Цей захід гарантує безпеку обслуговування. Затиск сервісного розмикача ланцюга забезпечений вимикачем блокування. Коли затиск розблоковано, вимикач блокування вимкнений, і ЕБУ гібридної системи вимикає головні реле системи. Однак з міркувань безпеки необхідно вимикати живлення перед тим, як знімати затиск сервісного розмикача ланцюга. З часом акумуляторна батарея електромобіля втрачає свою ємність, що призводить до зменшення запасу ходу та продуктивності автомобіля. Це пов'язано з природними процесами деградації хімічних елементів всередині батареї. Втрата ємності батареї є однією з найбільших проблем, з якою стикаються власники електромобілів. Заміна батареї може бути дуже дорогою процедурою, тому важливо забезпечити її належне обслуговування для максимального подовження строку служби.

Регулярна діагностика батареї дозволяє виявити початкові ознаки деградації та вчасно вжити заходів для її збереження. Деякі виробники пропонують програми повторного використання або переробки старих батарей, що може допомогти зменшити витрати на заміну.

ТЕМА 9 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ, ГЕНЕРАТОРА, РЕЛЕ-РЕГУЛЯТОРА І СТАРТЕРА

9.1 Призначення систем запалювання та їх класифікація

Систему запалювання застосовують у бензинових (газових) двигунах. Вона призначена для створення високовольтного іскрового розряду між електродами свічки запалювання, розподілу цих імпульсів по свічках циліндрів відповідно до порядку їх роботи та фаз газорозподілу, частоти

обертання та навантаження на двигун, а також надійного і своєчасного запалювання робочої суміші.

Система запалювання має забезпечувати такі основні вимоги:

- високу вторинну напругу з відповідним запасом у всіх режимах роботи двигуна, включаючи його пуск за низької температури навколишнього середовища та безперебійне іскроутворення (до 20 000 іскор за хвилину);

- запалювання збідненої робочої суміші, коли $\alpha = 1,1 \dots 1,2$, для забезпечення економічної роботи двигуна;

- швидкість зростання вторинної напруги має забезпечувати надійне іскроутворення, зокрема за наявності нагару на ізоляторі свічки, що утворюється в процесі експлуатації;

- автоматичне встановлення оптимального кута випередження запалювання залежно від швидкісних і навантажувальних режимів роботи двигуна, якісних показників паливної суміші та інших параметрів двигуна;

- електронні пристрої та елементи системи запалювання мають надійно працювати і витримувати електричні, температурні та механічні перевантаження впродовж усього ресурсу експлуатації автомобіля;

- малу токсичність випускних газів;

- не створювати перешкод радіо- і телепередачам та засобам зв'язку;

- конструкція елементів системи запалювання повинна мати мінімальні розміри і масу, низьку трудомісткість і вартість виготовлення, бути зручною для обслуговування та діагностування.

Подальше вдосконалення систем запалювання пов'язане з підвищенням вимог до двигунів, необхідністю збільшення їх економічності, зниження токсичності відпрацьованих газів, зменшення періодичності й трудомісткості обслуговування в процесі експлуатації. Досягнення економічності та зниження токсичності здійснюють як шляхом збіднення робочої суміші, збільшення ступеня стискання, удосконалення камер згоряння та впускних трубопроводів, створення умов для завихрення робочої суміші, так і оптимізацією іскрового зазору у свічках, використанням режимів роботи в зонах, близьких до детонаційних, застосуванням турбонаддуву тощо, що досягається через систему запалювання.

На сучасних нових марках автомобілів установлюють і досконаліші мікропроцесорні системи запалювання, які максимально автоматично враховують інформацію про технічні параметри роботи двигуна в різних режимах його роботи. Для оброблення цієї інформації, що надходить від різних датчиків, двигуни обладнують спеціальними мікро-ЕОМ, які за відповідними програмами забезпечують корекцію роботи систем як запалювання, так і живлення.

Існують ще складніші конструкції системи запалювання. Так, фірма «Bosch» застосовує систему, коли кожний циліндр має свою Індукційну котушку, яка керується одним з вихідних каскадів контролера. Котушка запалювання подає на свічку напругу до 32 кВ. Система дає змогу швидко змінювати кут випередження запалювання в кожному циліндрі незалежно від інших. Завдяки відсутності обертових частин робочий діапазон регулювання кута випередження запалювання збільшений приблизно на 10° і становить 59° по колінчастому валу для кожного циліндра.

9.2 Технічне обслуговування систем запалювання

Технічне обслуговування елементів систем запалювання (переривника-розподільника, котушки, комутатора і свічок запалювання) здійснюють під час кожного чергового ТО-2 автомобіля з поглибленим діагностуванням технічного стану.

У процесі щоденного технічного обслуговування і ТО-1 перевіряють справність вимикача запалювання, надійність електричних контактів, стан високовольтних проводів та їх ізоляції, кріплення всіх приладів запалювання. Потрібно систематично змащувати вальниці у рухомого валика, деталі відцентрового регулятора випередження запалювання, вісь рухомого контакту і кулачкової муфти та фільц кулачка.

У контактній системі запалювання відбувається підгоряння і електроерозія контактів переривника, що врешті збільшує опір у первинному колі індукційної котушки і зменшує кут замкнутого стану контактів. Для усунення цих недоліків слід своєчасно очищати їх від нагару і бруду та регулювати зазор між ними.

У процесі експлуатації потрібно утримувати високовольтні деталі системи запалювання в чистоті і не допускати потрапляння на них вологи, пилу та бруду, що може призвести до часткового шунтування й витoku струму, пробою високовольтних деталей або поверхневого перекриття.

Свічки запалювання викручують під час ТО-2 спеціальним ключем, попередньо очищаючи гніздо стиснутим повітрям, і перевіряють відсутність тріщин та нагару на ізоляторі. Величину зазору між електродами перевіряють круглим щупом і регулюють, відгинаючи бічний електрод.

Випалювати свічки забороняється, оскільки при цьому на ізоляторі з'являються мікротріщини, що призводить до погіршення роботи та відмови іскрових свічок запалювання.

Під час технічного обслуговування слід перевірити, чи не переплутані проводи, які приєднують до клем котушки запалювання, додаткового опору і транзисторного комутатора, що може призвести до пошкодження останнього.

Спрощена перевірка роботи приладів запалювання на автомобілі. Для виявлення причин відсутності іскри між електродами свічок без застосування спеціальних контрольних приладів необхідно:

- зняти кришку і ротор розподільника, вийняти з накривки центральний провід високої напруги і розмістити його на відстані 5-7 мм від «маси»;

- повернути колінчастий вал до замикання контактів, увімкнути запалювання і пальцем руки декілька разів розімкнути контакти.

Під час розмикання контактів між центральним проводом високої напруги і «масою» має з'являтися сильна іскра. Якщо ж така іскра є, а між проводами свічок і «масою» іскри немає, несправність потрібно шукати в накривці або роторі розподільника.

Для перевірки первинного кола слід увімкнути запалювання (решту споживачів вимкнути) і, прокручуючи колінчастий вал рукояткою, стежити за показами амперметра на щитку приладів. У справній системі лід час замикання контактів розрядний струм зростатиме на 6 – 7 А, під час розмикання – відповідно зменшуватиметься. Додаткову перевірку, якщо в цьому виникає потреба, можна виконати за допомогою контрольної лампи. Для цього слід:

- під'єднати один провід лампи А12-1 на «масу», а другий до клеми комутатора, який не маркують;

- зняти накривку розподільника, вийняти з неї провід високої напруги і розмістити його торець на відстані 5...7 мм від «маси» (або замкнути на «масу»);

- увімкнути запалювання, прокручувати рукояткою колінчастий вал і стежити за лампою.

Якщо первинне коло і котушка запалювання справні, лампа гасне в разі замикання контактів і спалахує і разі розмикання з повним розжарюванням. Між проводом високої напруги та «масою» пробігає синювата іскра (відсутність іскри вказує на несправність котушки запалювання).

Якщо лампа не гасне ні у разі зімкнення контактів, ні у разі замикання клеми Р комутатора на «масу», то транзистор комутатора несправний і комутатор потрібно замінити; якщо лампа гасне тільки у разі замикання клеми Р на «масу», то окиснені чи заоливлені контакти або несправне коло низької напруги розподільника (обрив, погані контакти).

Коли ж за ввімкненого запалювання і розімкнених контактів лампа не горить, а в разі від'єднання проводу від клеми Р комутатора спалахує, слід виявити й усунути коротке замикання в колі низької напруги розподільника.

Якщо лампа не горить ні у разі роз'єднання контактів, ні у разі від'єднання приводу від клеми Р, потрібно за допомогою тієї самої контрольної лампи послідовно перевірити всі ділянки кола низької напруги, починаючи із вимикача запалювання.

Поглиблену перевірку технічного стану розподільників проводять через 45...50 км пробігу автомобіля після демонтажу їх із двигунів (на стендах). Визначають зміни характеристик і параметрів, які водій не відчуває під час роботи двигунів.

Як уже зазначалося, технічне обслуговування іскрових свічок запалювання полягає в огляді, регулюванні зазору між електродами та перевірці безперебійності іскроутворення (здійснюють з інтервалом 10 тис. км пробігу автомобіля). Основні причини, що призводять до виходу з ладу свічок: нагароутворення на поверхні теплового конуса ізолятора; утворення між електродами електропровідного містка, який закорочує електроди; збільшення зазору внаслідок електроерозійного зношення поверхонь електродів; пошкодження ізолятора, електродів, корпусу; порушення герметичності з'єднань.

Іскрові свічки накопичують інформацію про технічний стан двигуна, бо процеси, що відбуваються в камерах згоряння, відбиваються на зовнішньому вигляді свічок. Порівнянням демонтованих свічок можна визначити, як працює кожен циліндр, де в камеру згоряння потрапляє олива, де просочується повітря, що збіднює суміш, де через пошкоджену прокладку просочується охолодна рідина тощо.

У свічки, що працює нормально, колір теплового конуса ізолятора змінюється від світло-сірого до світло-коричневого, що зумовлено наявністю невеликої кількості нашарувань продуктів згоряння.

Коли ізолятор має нормальний колір, а крайки бічного й центрального електродів округлені внаслідок ерозійного зношення і зазор збільшений – можливі ускладнення із запуском двигуна (особливо холодного) і підвищені витрати палива. Такі свічки потрібно замінити.

Коли ізолятор і електроди мають вологі нашарування чорного кольору й свічка пахне бензином – це свідчить про те, що на певних режимах роботи двигуна система живлення готує багату суміш, яка не згоряє повністю й утворюється кіптява, можливі перебої в іскроутворенні. Таку свічку можна відновити до нормального стану промиванням у бензині, очищенням мідною щіткою та просушуванням (однак потрібно ліквідувати й причину несправності).

Шлакові покриття оливистого вигляду на електродах та ізоляторах свічок засвідчують, що в камеру згоряння потрапляє олива. Це може бути викликано насамперед зношенням напрямних втулок клапанів, оливознімних поршневих кілець. Неістотне забруднення можна ліквідувати очищенням свічки мідною щіткою в бензині та просушуванням, а двигун потрібно ремонтувати.

Занадто великий та занадто малий кут випередження запалювання можуть призвести до таких неполадок.

Кут випередження запалювання занадто великий (раннє запалення):

- утруднений запуск холодного двигуна;
- «хлопки» в карбюраторі (зазвичай добре чутні з-під капота під час спроб запуску двигуна);
- втрата потужності двигуна (машина погано «тягне»);
- перевитрата палива;
- перегрівання двигуна (індикатор температури охолоджувальної рідини активно прямує до червоного сектору);
- підвищений вміст шкідливих речовин у вихлопних газах.

Кут випередження запалювання менше норми (пізніше запалювання):

- «постріли» в глушнику;
- втрата потужності двигуна;
- перевитрата палива;
- перегрів двигуна.

Встановлення моменту запалювання виконують у разі знімання з двигуна переривника-розподільника, розподільного вала або заміни зубчастого паса приводу розподільного вала. Перед установкою запалювання перевіряють стан контактів переривника і зазор між ними (в КСЗ і КТСЗ), за потреби зачищають контакти та регулюють зазор.

Незалежно від марки автомобіля встановлювати запалювання починають з перевірки «трьох відповідностей». У момент запалювання мають перебувати у певному положенні один відносно одного: колінчастий і розподільний вали та валик переривника-розподільника. Для взаємної орієнтації колінчастого і розподільного валів застосовують різні позначки: виступи, штифти, запресовані кульки, риски, канавки, ямки тощо.

На однорядних двигунах установлення запалювання виконують у такій послідовності. Викручують свічку першого циліндра, гніздо закривають паперовим короком і, обертаючи колінчастий вал двигуна, визначають такт стиску (корок вискакує зі свічкового отвору). Припиняють обертання колінчастого вала, коли поршень першого циліндра не дійде до ВМТ на встановлений кут випередження запалювання, який визначається в одних двигунах за запресованою в маховик кулькою зі стрілкою в картері маховика, в інших – збігом позначки на шківі колінчастого вала зі штифтом або середньою позначкою на кришці газорозподільного механізму.

Рухому пластину октан-коректора встановлюють на нульову позначку шкали нерухомої пластини і скріплюють їх.

Переривник-розподільник встановлюють у своє гніздо і вводять у зачеплення з механізмом урухомника. З'єднують клеми низької напруги переривника і котушки запалювання (або транзисторного комутатора) і до однієї з них під'єднують провід контрольної лампи, а другий провід від лампи – до корпусу (на «масу»). Вмикають вимикач запалювання і обережно повертають корпус переривника спочатку в бік обертання кулачка до замикання контактів (лампа гасне), потім – у протилежний з одночасним

натисканням у цей бік ротора (для усунення зазорів у механізмі приводу) до початку розмикання контактів або моменту спалахування лампочки. В такому положенні закріплюють нижню пластину коректора на двигуні. Встановлюють на місце накривку розподільника, закручують свічку першого циліндра і р'єднують її проводом високої напруги з гніздом накривки розподільника над ротором. Наступні проводи по ходу обертання ротора з'єднують зі свічками циліндрів відповідно до порядку їх роботи (для чотирициліндрових двигунів – 1-2-4-3, шестициліндрових – 1-5-3-6-2-4; восьмициліндрових – 1-5-4-2-6-3-7-8).

Встановлення кута випередження запалювання перевіряють за допомогою лампочки, спалах якої має збігатися з моментом проскакування іскри від проводу високої напруги свічки першого циліндра, або за допомогою стробоскопа. У разі застосування стробоскопа його під'єднують одним проводом «+» до клеми ВКБ (Б) котушки запалювання, іншим – до корпусу двигуна («маси»). Між проводом високої напруги і свічкою першого циліндра встановлюють перехідник, до якого під'єднують стробоскопічну лампу. Відповідну позначку на шківі колінчастого вала (або маховику) наносять крейдою для кращого визначення.

Перевірку здійснюють на холостому ході двигуна і миготливий потік спрямовують на позначку. Якщо момент запалювання встановлений правильно, видима позначка на шківі (маховику) знаходиться навпроти відповідної позначки (штифта) кришки шестерень газорозподілу (або маховика).

Під час установа моменту запалювання на V-подібних двигунах вище переліченим операціям передують встановлення приводу переривника-розподільника. У такому положенні урухомник у зборі вставляють у гніздо блока циліндрів, стежачи, щоб до моменту початку зачеплення шестірні урухомника з шестернею розподільного вала отвори нижнього фланця корпусу урухомника збіглися з отворами в блоці. Після встановлення урухомника розподільника на своє місце валик має повернутися, а його проріз – стати паралельно осі отворів у верхньому фланці. Якщо зубці шестерень не збігаються, потрібно обережно повернути колінчастий вал до першого і повного зачеплення зубців.

На двигуні ЗМЗ урухомник розподільника встановлюють у гніздо так, щоб проріз на валику урухомника був уздовж осі двигуна зі зміщенням за ходом автомобіля вліво. При цьому кронштейн з нарізним отвором на корпусі урухомника має бути спрямований назад і ліворуч на 23° відносно поздовжньої осі двигуна. У такому положенні корпус урухомника розподільника закріплюють гайкою.

На автомобілях ЗАЗ «Таврія» з БТСЗ позначки, що визначають положення колінчастого вала (ВМТ у 1 і 4-му циліндрах), нанесені з двох його боків: на маховику і на картері муфти зчеплення та на шківі

колінчастого вала і передній накривці зубчастого ременя (рис. 9.1). Останню використовують для встановлення моменту запалювання, коли двигун знятий з автомобіля.

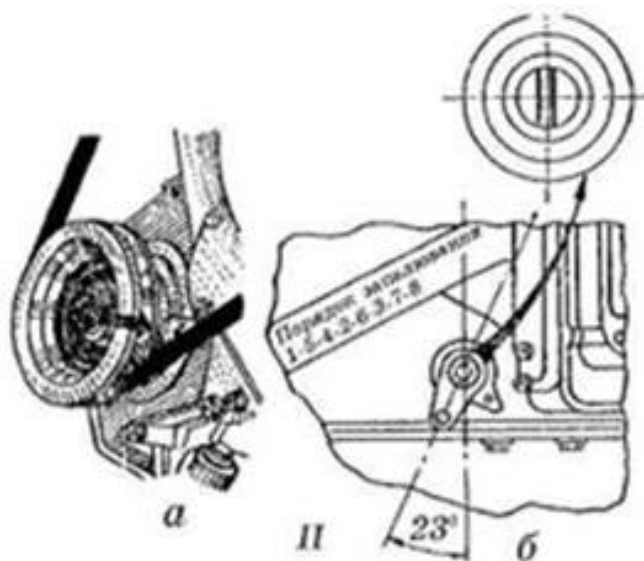


Рисунок 9.1 – Позначки верхньої мертвої точки (ВМТ) і момент запалювання двигуна

У разі БТСЗ з датчиком Холла встановлення запалювання здійснюють з використанням індикатора, стробоскопа або мотор-тестера. Проводи індикатора припаюють до триклемної колодки, подібної до тієї, що приєднується на автомобілі до датчика-розподільника -запалювання.

Порядок установа моменту запалювання з індикатором розглянемо на прикладі автомобілів ВАЗ-2108 чи ВАЗ-2109. Кут випередження запалювання ($1^{\circ} \pm 1^{\circ}$) встановлюють за позначкою і шкалою у вікні картера муфти зчеплення. При цьому зовнішній контакт ротора має знаходитися навпроти контакту першого або четвертого циліндра накривки датчика-розподільника (рис.9.2).

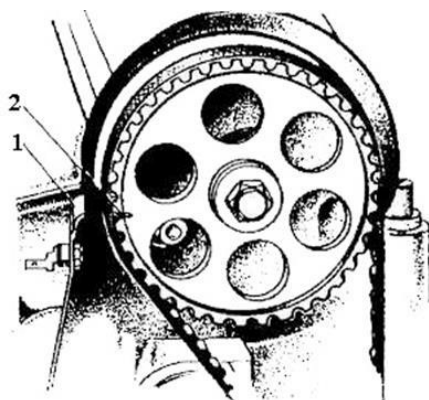


Рисунок 9.2 – Перевірка збігу позначок на зірочці розподільного вала і корпусі вальниць: 1 – позначка (виступ) на задній накривці паса; 2 – позначка (заглиблення) на шківі розподільного вала

Послаблюють гайки кріплення корпусу датчика-розподільника і приєднують до клемної колодки датчика Холла індикатор, виконаний за однією із схем, зображених на рисунку 9.3.

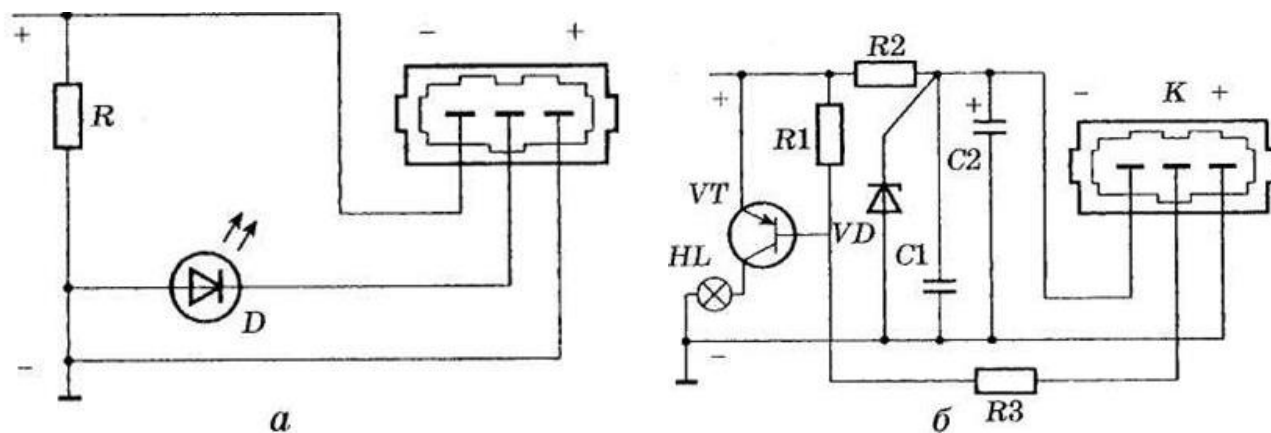


Рисунок 9.3 – Схеми підключення індикаторів для встановлення моменту запалювання: а – із світлодіодом; б – з контрольною лампою;

D – світлодіод АЛ307Б; R – резистор 5 кОм; HL – лампа А12 (3 Вт); VT – транзистор КТ816Б (КТ814Б); R1 – резистор МЛТ (1 Вт, 910 Ом); R2 – резистор МЛТ (1 Вт, 330 Ом); VD – стабілітрон Д814А; C1 – конденсатор КЛС1 (6,8 мкФ); C2 – конденсатор К53-14 (2,2 мкФ, 20 В); R3 – резистор МЛТ (1 Вт, 910 Ом); R – колодка, приєднана до датчика Холла

Якщо ввімкнути вимикач запалювання, світлодіод або лампа можуть при цьому загорітися. Повільно повертаючи корпус розподільника в бік "+" (випередження), якщо світлодіод чи лампа горить, або в бік «-» (запізнення), перевіряють місце спалаху. Для зручності регулювання моменту запалювання на фланці датчика-розподільника є позначки і знаки «+», «-», а на корпусі допоміжних агрегатів – виступ. Одна позначка на фланці відповідає повороту колінчастого вала на 8°.

Правильність установа кута випередження запалювання в експлуатації можна перевірити на слух під час руху автомобіля на прямій передачі зі швидкістю 50 км/год. Якщо за різкого натискання на акселератор виникає легкий стук, який швидко зникає, це означає, що запалювання встановлене правильно.

9.3 Види технічного обслуговування генератора

У сучасних автомобілях зазвичай застосовується генератор змінного струму з обмоткою збудження, що розташована на роторі. Обмотка збудження, що обертається, з'єднується із зовнішнім електричним колом за допомогою контактних кілець на роторі та графітових щіток, що розташовуються нерухомо на кришці генератора або інтегрованих з регулятором напруги. Такий тип збудження має місце у синхронних

генераторах змінного струму, які працюють із паралельною обмоткою збудження.

Технічне обслуговування генератора спрямоване на підтримання його працездатності та запобігання передчасним поломкам. Воно поділяється на щоденне та планове.

Щоденне обслуговування (перед виїздом):

- візуальний огляд: перевірка надійності кріплення генератора до двигуна, відсутності тріщин на корпусі та кронштейнах;

- контроль індикатора заряду АКБ: після запуску двигуна контрольна лампа заряду на панелі приладів повинна погаснути. Якщо вона продовжує горіти або мерехтить, це свідчить про несправність;

- перевірка наявності сторонніх шумів: при працюючому двигуні від генератора не повинно доходити нехарактерних звуків (скрегіт, гул, свист).

Періодичне технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2):

- планове обслуговування проводиться згідно з регламентом виробника автомобіля, зазвичай кожні 15-30 тис. км пробігу;

- перевірка та регулювання натягу приводного ремня. Занадто слабкий натяг призводить до прослизання ремня та недостатньої віддачі потужності, а надто сильний – до прискореного зносу підшипників генератора;

- очищення генератора від бруду, пилу та масляних відкладень. Це покращує тепловідведення та запобігає короткому замиканню;

- перевірка стану контактних з'єднань. Клеми та дроти повинні бути надійно зафіксовані, без слідів окислення. Окислені контакти зачищаються дрібнозернистим наждачним папером;

- діагностика на стенді (при ТО-2 або при появі ознак несправності): генератор знімають з автомобіля для поглибленої перевірки..

Основні несправності генератора показано в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Несправності генератора.

Ознака несправності	Можливі причини
Контрольна лампа заряду горить/мерехтить при працюючому двигуні	Обрив або прослизання приводного ремня, знос щіток, несправність реле-регулятора, вихід з ладу діодного моста, обрив або замикання в обмотках.
Акумулятор постійно недозаряджений (швидко розряджається)	Недостатній натяг ремня, несправність реле-регулятора (низька напруга), пробій діодів, замикання в обмотці статора.
Акумулятор перезаряджається (википає електроліт)	Несправність реле-регулятора (зависока напруга).
Тьмяне світло фар, нестабільна робота електроприладів	Низька напруга в бортовій мережі через несправність генератора або реле-регулятора.
Сторонній шум від генератора (свист, гул, скрегіт)	Свист: прослизання ремня. Гул: замикання в обмотці статора («електричний» гул). Скрегіт/шум: знос або руйнування підшипників.

9.4 Діагностика та методи усунення несправностей генератора

Діагностику можна умовно поділити на два етапи: без зняття з автомобіля та зі зняттям (стендова).

Діагностика на автомобілі:

– перевірка напруги. За допомогою мультиметра вимірюється напруга на клеммах АКБ. При працюючому двигуні на середніх обертах (близько 2000-3000 об/хв) і вимкнених потужних споживачах напруга повинна бути в межах 13,8-14,5 В. Якщо напруга нижча, це свідчить про недозаряд, якщо вища – про перезаряд;

– перевірка під навантаженням. Вмикаються потужні споживачі (дальнє світло, обігрів скла, вентилятор пічки). Напруга може незначно просісти, але повинна залишатися в межах 13,6-14,2 В. Значне падіння напруги вказує на неспроможність генератора забезпечити потрібну потужність;

Діагностика знятого генератора:

– перевірка діодного моста. Мультиметром в режимі "продзвонки діодів" перевіряється кожен діод. В одному напрямку він повинен пропускати струм (показувати падіння напруги), в іншому – ні;

– перевірка обмотки ротора. Вимірюється опір між контактними кільцями. Він повинен відповідати специфікації виробника (зазвичай в межах 2...5 Ом). Нескінченний опір вказує на обрив, а близький до нуля – на міжвиткове замикання;

– перевірка обмотки статора. Перевіряється опір між виводами обмоток (має бути низьким, близько 0,2 Ом) та відсутність замикання на корпус (опір має бути нескінченним).

Методи усунення несправностей:

– заміна приводного ремня при його зносі, тріщинах або розтягненні;
– заміна щіткового вузла (часто разом з реле-регулятором) при зносі щіток;

– заміна підшипників при появі шуму або люфту;

– заміна діодного моста при виході з ладу хоча б одного діода;

– ремонт або заміна ротора/статора при обривах чи замиканнях в обмотках (часто економічно доцільніше замінити генератор в зборі).

9.5 Типи реле-регуляторів та особливості їх обслуговування, характерні несправності

Реле-регулятор напруги (рис. 9.4) – це електронний або електро-механічний пристрій, призначений для автоматичної підтримки напруги в бортовій мережі автомобіля в заданих межах, незалежно від частоти обертання ротора генератора та величини навантаження.



Рисунок 9.4 – Реле-регулятор

Принцип дії полягає в керуванні струмом в обмотці збудження ротора.

Регулятор напруги у вітчизняних та зарубіжних автомобілях і підтримує напругу бортової мережі у заданих межах у всіх режимах роботи при зміні частоти обертання ротора генератора, електричного навантаження та температури навколишнього середовища. Крім того, він може виконувати додаткові функції – захищати елементи генераторної установки від аварійних режимів та перевантажень, автоматично включати в бортову мережу силове коло генератора або обмотку збудження.

1. Контактно-транзисторні та вібраційні (електромеханічні) – застарілі типи, що використовувалися на старих автомобілях. Вони потребували періодичної перевірки та регулювання зазорів між контактами, а також зачищення контактів від ерозії.

2. Інтегральні (електронні) – сучасний тип регуляторів, виконаний на напівпровідникових елементах. Вони нерозбірні, не підлягають ремонту та регулюванню. Найчастіше конструктивно об'єднані зі щітковим вузлом генератора.

Особливості обслуговування:

– інтегральні регулятори не потребують профілактичних робіт. Їх технічне обслуговування зводиться до візуального огляду на предмет механічних пошкоджень, корозії та надійності контактів;

– планова заміна. Деякі виробники рекомендують заміну реле-регулятора (часто разом зі щітками) кожні 50 000 – 100 000 км пробігу, оскільки це вузол, що піддається зносу.

Несправності реле-регулятора проявляються в порушенні стабільності напруги бортової мережі.

Недозаряд АКБ: Напруга в мережі нижча за норму (менше 13,8 В). Це призводить до постійного недозаряду акумулятора, ускладненого запуску двигуна, особливо в холодну пору року.

Перезаряд АКБ: Напруга значно вища за норму (більше 14,8 В). Це небезпечний режим, який призводить до "википання" електроліту, руйнування свинцевих пластин акумулятора та може вивести з ладу електронні блоки керування (ЕБК), лампи та інші чутливі споживачі.

Коливання напруги: «Мерехтіння» світла фар, нестабільна робота приладів.

Причини виходу з ладу:

- коротке замикання в бортовій мережі;
- потрапляння води або технічних рідин;
- природний знос електронних компонентів або щіток (якщо інтегрований);
- вихід з ладу діодного моста генератора.

9.6 Методи діагностики та заміни реле-регулятора

Основний метод діагностики – вимірювання напруги в бортовій мережі.

1. Запустити двигун.
2. Підключити мультиметр до клем АКБ.
3. Дати двигуну попрацювати на холостих обертах. Напруга має бути в межах 13,8-14,5 В.
4. Збільшити оберти до 3000-4000 об/хв. Напруга не повинна суттєво зростати (не більше 14,8 В).
5. Увімкнути навантаження (фари, обігрів). Напруга не повинна падати нижче 13,6 В.

Якщо напруга стабільно низька, висока або сильно «плаває» при зміні обертів, а сам генератор (обмотки, діодний міст) справний, то з високою ймовірністю несправне саме реле-регулятор.

Заміна реле-регулятора:

1. Відключити клему «мінус» від акумулятора.
2. Демонтувати генератор з автомобіля (у більшості випадків, хоча на деяких моделях авто заміна можлива без повного зняття).
3. Зняти задню захисну кришку генератора.
4. Від'єднати дроти та відкрутити гвинти, що кріплять реле-регулятор (щітковий вузол).
5. Встановити новий реле-регулятор, перевіривши стан контактних кілець ротора.
6. Зібрати генератор та встановити його на автомобіль у зворотному порядку.
7. Після підключення АКБ провести контрольний замір напруг.

9.7 Технічне обслуговування системи запуску

Стартер – це електродвигун постійного струму, призначений для короткочасного розкручування колінчастого вала двигуна до частоти обертання, необхідної для його самостійного запуску.

На відміну від генератора, стартер не потребує частого планового обслуговування. Його ТО носить переважно профілактичний та діагностичний характер.

Підтримка АКБ в зарядженому стані. Справний та заряджений акумулятор – головна умова надійної роботи стартера. Недостатня напруга АКБ збільшує навантаження на стартер.

Очищення та перевірка силових клем та проводів, що йдуть від АКБ до стартера. Поганий контакт є однією з найпоширеніших причин відмови системи запуску. Контакти повинні бути чистими та щільно затягнутими.

Уникання тривалої роботи стартера. Не рекомендується тримати стартер увімкненим довше 5-10 секунд. Між спробами запуску необхідно робити паузи (30-60 секунд) для охолодження обмоток.

Періодична діагностика на СТО. При проходженні планового ТО рекомендується включати перевірку роботи стартера.

Поширені несправності стартера та їх ознаки показані в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Несправності стартера

Ознака несправності	Можливі причини
Стартер не реагує на поворот ключа (повна тиша)	Розряджена або несправна АКБ, поганий контакт на клеммах АКБ або стартера, несправність замка запалювання, обрив в обмотці втягуючого реле.
Чутні клацання втягуючого реле, але стартер не обертається	Розряджена АКБ (не вистачає сили струму для прокручування), підгоряння контактних болтів всередині втягуючого реле, знос щіток стартера, замикання в обмотці якоря.
Стартер обертається, але двигун не прокручується (чути "дзижчання")	Несправність бендикса (прослизання обгінної муфти), знос зубів шестірні бендикса або вінця маховика.
Повільне та важке обертання колінчастого вала	Розряджена АКБ, поганий контакт в силовому ланцюзі, знос втулок (підшипників ковзання) стартера, що викликає перекид якоря.
Сторонній шум (скрегіт) під час або після запуску двигуна	Знос зубів шестірні або маховика, несправність бендикса (шестірня не виходить із зачеплення з маховиком після запуску).

9.8 Діагностика та усунення несправностей стартера

Діагностика завжди починається з перевірки акумулятора та силових контактів.

1. Перевірити напругу на АКБ без навантаження (має бути $> 12,4$ В) та під час спроби запуску (не повинна падати нижче 10 В).

2. Оглянути та зачистити клеми АКБ, клему на втягуючому реле та точку кріплення «маси» двигуна до кузова.

Якщо АКБ та контакти в нормі, переходять до перевірки самого стартера.

Діагностика втягуючого реле. Можна подати «+» від АКБ напругу на керуючий контакт реле. Якщо реле клацає і стартер починає працювати, проблема в ланцюзі керування (замок запалювання, проводка). Якщо клацає, але не обертає, ймовірно, підгоріли силові контакти всередині реле.

Діагностика на знятому агрегаті. Стартер знімають для детальної дефектовки:

Оцінка стану щіток (мінімальна довжина) та колектора якоря (чистота, відсутність підгоряння).

Перевірка бендикса: шестірня повинна вільно рухатись по валу, а обгінна муфта – обертатись лише в один бік.

Перевірка втулок на предмет зносу.

Перевірка обмоток на обрив та замикання на корпус.

Ремонт стартера полягає в заміні несправних компонентів:

- заміна втягуючого реле;
- заміна бендикса;
- заміна щіткового вузла;
- заміна втулок (підшипників);
- проточка або шліфування колектора якоря.

У випадках серйозних пошкоджень (згорілі обмотки) ремонт може бути економічно не вигідним, і раціональніше буде замінити стартер на новий або відновлений.

Тема 10 ЕЛЕКТРИЧНІ СХЕМИ АВТОМОБІЛІВ. ТО ПРИЛАДІВ ОСВІТЛЕННЯ І КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

10.1 Призначення електричних схем

Електричне та електронне обладнання сучасних автомобілів – це складний комплекс джерел електричної енергії, пристроїв запалювання, електричних двигунів, контрольних приладів, приладів зовнішнього освітлення та сигналізації, різних комутаційних пристроїв, датчиків, блоків, з'єднувальних проводів, об'єднаних в спільну електричну систему.

Споживачі великої потужності, і які працюють короткочасно, а також прилади, робота яких потрібна в аварійних ситуаціях, з'єднуються безпосередньо з акумуляторною батареєю, в решті випадків використовується однопровідна система подачі струму до споживачів («-» – корпус автомобіля, «+» – провідник). Це стартер, прилади термостата та передпускового підігріву, аварійна сигналізація, переривачів поворотів,

розетка для переносного ліхтаря. Інші споживачі під'єднуються до лінії амперметр-генератор.

З метою скорочення контактних з'єднань та зменшення витрат проводів на автомобілях застосовують груповий засіб захисту електричних кіл, коли одним запобіжником захищаються декілька електричних кіл. З метою підвищення надійності роботи системи електрообладнання не захищаються кола заряду акумуляторної батареї, пуску, системи запалювання.

Маркуються виводи виробів електрообладнання за допомогою цифр та літер. Залежно від функціонального призначення та уніфікації виробів електрообладнання автомобільні фірми різних країн беруть таке позначення: електропостачання – 30; система запалювання – 15; стартер – 50; склоочисник – 53; покажчик повороту – 49; перемикач світла фар – 56; дальнє світло фар – 5ба; ближнє світло фар – 5бв; габаритні ліхтарі – 58; обмотка електромагнітного реле – 85, 86; корпус автомобіля – 31.

На рисунку 10.1 показано найпростішу схему системи освітлення автомобіля.

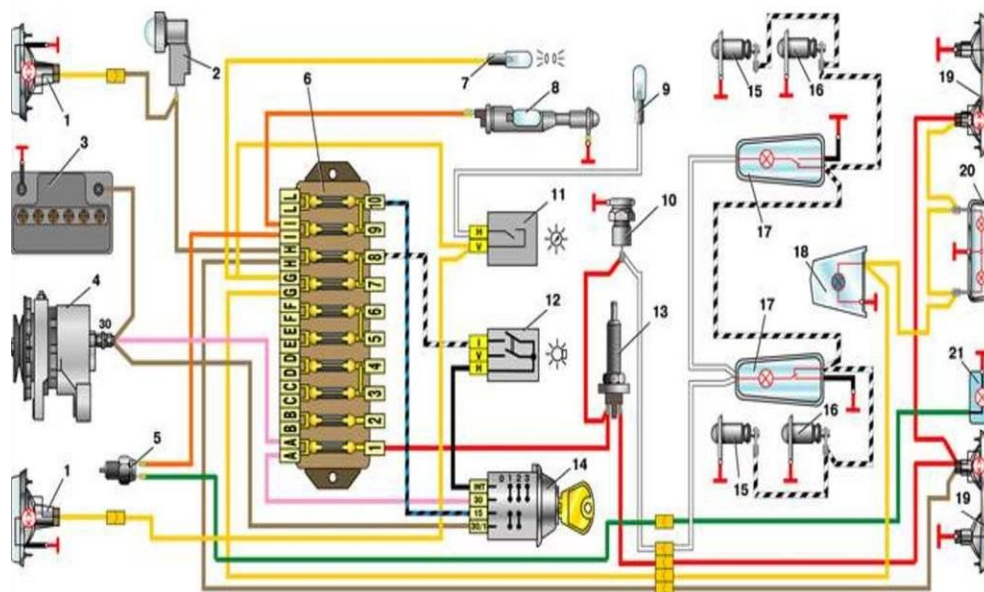


Рисунок 10.1 – Найпростіша електрична схема освітлювальних приладів автомобіля

Щоб полегшити монтаж, знаходження несправностей та ремонт електричних мереж на автомобілях застосовують проводи різного кольору: білого, жовтого, оранжевого, червоного, рожевого, синього, зеленого, коричневого, чорного, сірого та фіолетового. Зверху суцільного кольору допускається нанесення додаткового кольору у вигляді кілець або смужок (білого, чорного, червоного, голубого). Ізоляцією автомобільних проводів є полівінілхлоридний пластикат. Він масло-, бензо- та кислотостійкий, не поширює горіння, працює при високих та низьких температурах.

Вибираючи переріз проводу, потрібно враховувати силу струму з розрахунку нагрівання, напругу в колі, механічну міцність та спосіб прокладання (одинокий чи в пучку). Залежно від типу проводу переріз його жили може бути, мм²: 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16; 25; 35; 50; 70 та 95. Нижче в таблиці 11.1 наведено залежність між перерізом проводу, його опором та допустимою силою струму при тривалому навантаженні і при температурі навколишнього середовища 80° С.

Таблиця 10.1 – Допустимі струмові навантаження на проводи

Переріз проводу, мм ²	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	16,0
Електричний опір, Ом/м·10 ⁻²	3,7	2,5	1,85	1,2	0,72	0,46	0,29	0,1
Допустима сила струму, А при t=80°С	9,5	12,5	15,0	19,0	26,0	35,5	47,0	88,5

Проводи на кінцях мають наконечники під гвинт або штекерне з'єднання. Наконечники з'єднуються з проводом методом паяння або пресування.

Для автомобільного електрообладнання застосовуються два типи електричних схем: принципова та схема з'єднань. На автомобільних заводах використовують також монтажні схеми, необхідні для правильного встановлення виробів електрообладнання на автомобіль, а також креслення жгутів, що показують, які проводи входять в жгут, геометричні розміри жгута, затискні колодки та наконечники жгута.

Принципова схема призначена для полегшення пошуку несправностей, розуміння дії системи електрообладнання і її контролю. Вона має давати уявлення про взаємодію всіх виробів, що належать до схеми, та про можливість простежити шляхи струму в електричних колах.

10.2 Технічне обслуговування системи освітлення

Справний стан системи освітлення і світлової сигналізації є необхідною умовою безпеки руху. Це вказує на важливість регулярного профілактичного обслуговування освітлювальних приладів.

Під час щоденного ТО перед виїздом перевіряється стан приладів освітлення за різних положень комбінованого перемикача фар головного освітлення, передніх і задніх ліхтарів, клавішних перемикачів протитуманних фар, клавішних вимикачів ліхтарів автопоїзда. Протираються забруднені розсіювачі приладів зовнішнього освітлення і сигналізації.

Під час ТО-2 відрегульовуються фари. Світловий потік фар регулюється на рівному майданчику (рис.10.2) і твердим покриттям (асфальт, асфальтобетон тощо). Автомобіль має бути в спорядженому стані, але без вантажу. Тиск у шинах автомобіля доводиться до норми.

Плоский экран з матовою поверхнею шириною не меншою 3 м устанавлюється перпендикулярно до поверхні площадки. Відхилення екрана від перпендикулярності має бути не більше 1° . Лінії розмітки, нанесені на екран з допуском $\pm 0,5$ см, мають бути добре помітні.

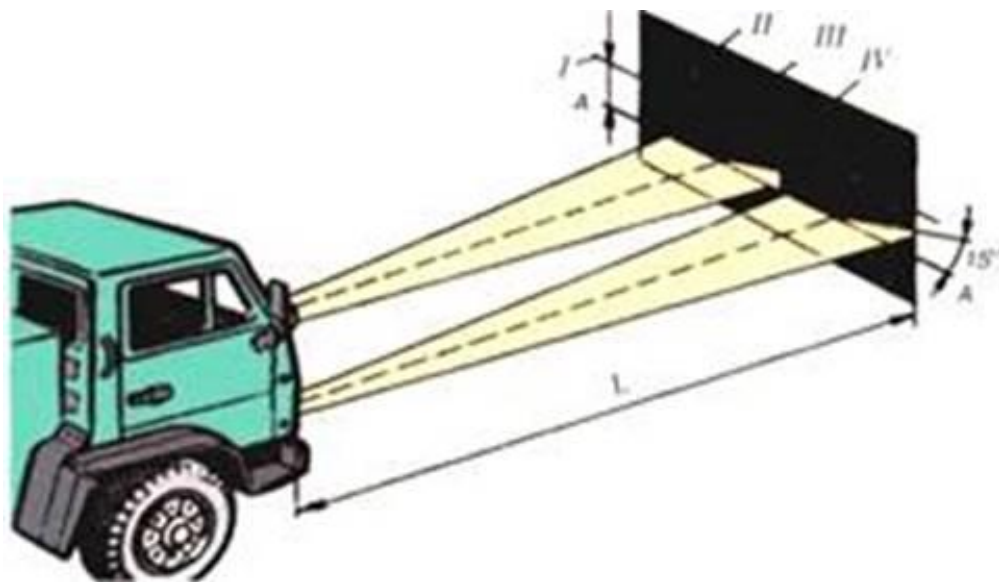


Рисунок 10.2 – Схема регулювання фар

Автомобіль устанавлюється так, щоб його подовжня вісь була перпендикулярною до екрана, а лінія III збіглася з подовжньою площиною симетрії автомобіля. Допустимий відхил подовжньої симетрії щодо лінії III, не більше ± 5 см. Лінії II і IV мають збігатися з проекцією центрів фар автомобіля на площину екрана. Лінія I має знаходитися на рівні висоти центра фар.

Відстань від екрана до центрів зовнішньої поверхні розсіювачів фар становить 10 м. Допускається зменшення цієї величини до 7,5 і 5 м.

Під час устанавлення автомобіля на віддаленні $10 \pm 0,05$ м, 7,5 і 5 м відстань від лінії I до лінії A відповідно має бути 250, 190 і 125 мм.

Світло фар можна регулювати також за допомогою реглоскопа К-203.

Під час регулювання світла протитуманних фар устанавлюється екран на відстані 5 м від автомобіля і проводиться на ньому горизонтальна лінія, що має бути нижче лінії висоти центрів фар на 100 мм. Відпускається гайка кріплення протитуманної фари до кронштейна й устанавлюється фара так, щоб верхня межа світлової плями збігалася на екрані з горизонтальною лінією.

Падіння напруги можна перевіряти безпосередньо мілівольтметром, забезпечивши подачу напруги до плюсового виводу амперметра і штекерного виводу нитки дальнього світла. На внутрішній поверхні колб ламп іноді з'являється наліт вольфраму, що випаровується, який різко

зменшує силу світла. Такі лампи потрібно замінити. Після їхньої заміни обов'язково регулюють напрямок світлового потоку.

Заміна ламп проводиться в приміщенні, де немає пилу. Не можна тривалий час залишати оптичний елемент відкритим після того, як виймуть патрон з лампою, що не працює. Заброняється торкатись пальцями до поверхні відбивача. У разі забруднення відбивача він промивається чистою теплою водою. Очищення проводиться круговими рухами з невеликим зусиллям. Після промивання оптичний елемент просушується.

10.3 Технічне обслуговування контрольно-вимірювальних приладів

В основу роботи приладів (показчиків тиску масла, температури охолодної рідини і рівня палива) покладено принцип логометра. Зміна опору датчика залежно від значення контрольованого параметра визначає силу струму, що протікає обмотками показчика, що, у свою чергу, впливає на відхилення стрілки шкали приладу.

Несправності, що виникають у приладах цього типу, викликані переважно або поломкою датчика, або порушенням контакту в колі датчик – показчик. Якщо стрілка показчика температури або тиску відхиляється вліво за межі шкали, а в показчику рівня палива зашкалює вправо, то це свідчить про обрив проводу, що з'єднує датчик і показчик, або про те, що на показчику переплутані клеми «Б» і «Д».

Як результат короткого замикання в колі датчик – показчик можливе зашкалення стрілки показчика температури охолодної рідини і тиску масла вправо, а показчика рівня палива – вліво. Несправність визначають за відхиленням стрілки приладу. У разі від'єднання проводу від датчика стрілка приладу не змінить свого положення, то це свідчить про наявність у колі короткого замикання.

Відзначимо одну особливість тахометра, що помилково можна визнати за несправність. Вона пов'язана з коливаннями стрілки за вимкнених споживачів електроенергії. У разі ввімкнення фар або інших споживачів показання приладу нормалізуються. Пояснюється це періодичним ввімкненням обмотки збудження генератора, коли акумуляторні батареї не потребують підзарядки. При цьому на вхід показчика тахометра не надходять імпульси фази генератора. Під час щоденного ТО перед виїздом з парку перевіряється працездатність спідометра і тахометра за показниками стрілки показчика і лічильника пройденого шляху.

Під час ТО-2 перевіряється стан і працездатність датчиків ввімкнення міжосьового диференціала і стоп-сигналу.

Для контрольної перевірки спідометрів і тахометрів потрібно мати установку, за допомогою якої можна одержувати різні фіксовані значення частоти обертання на валах приладів: того, що перевіряється і контрольного.

Під час перевірки датчиків приймача спідометра або тахометра вимикається почергово контрольний датчик і той, який перевіряється.

Під час перевірки приймачів спідометра або тахометра необхідно мати контрольний датчик. Перевірку можна також проводити методом порівняння. До приладів, що перевіряються, і до контрольних під'єднується живлення від джерела живлення відповідно, зі схемою під'єднання на автомобілі. Під час перевірки технічного стану амперметра з'ясовується точність його показань порівнянням з показаннями контрольного амперметра, який разом з реостатом для регулювання сили струму вмикається у коло послідовно з приладом, що перевіряється. Перевірка проводиться за прямого і зворотного напрямків струму при таких значеннях: 10, 20 і 30 А. Допустима погрішність амперметра 7% від суми кінцевих значень шкали за температури навколишнього повітря $+20 \pm 5$ °С.

Покажчики тиску в системі змащення двигуна перевіряються разом з датчиком (порівнюючи з показаннями контрольного манометра), встановлюючи їх у резервуар з регульованим тиском і вмикаючи живлення аналогічно схемі ввімкнення на автомобілі. Допустима погрішність покажчика $\pm 7\%$ від верхньої межі вимірів у діапазоні робочих тисків від 0 до 0,7 МПа і $\pm 10\%$ у діапазоні пісків понад 0,7 МПа за температури навколишнього повітря плюс 20 ± 5 °С.

Покажчик і датчик температури охолодної рідини перевіряються порівнянням з показаннями ртутного термометра. Датчик разом з термометром поміщується у резервуар з водою, температура якої поступово збільшується. Приєднується покажчик до датчика відповідно зі схемою ввімкнення, корпус датчика з'єднується з мінусовим виводом батареї. Контрольно-вимірні прилади перевіряють також на контрольній установці типу Е204 та аналогічних.

ТЕМА 11 ЗАРЯДНІ СТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ЇХ ОБСЛУГОВУВАННЯ

11.1 Режими та особливості систем заряджання електромобілів

Зарядний пристрій, розташований усередині автомобіля, називається бортовим зарядним пристроєм. Його головна перевага полягає в тому, що він є невід'ємною частиною транспортного засобу, що спрощує процес заряджання від стандартної розетки або зарядної станції.

Зовнішній зарядний пристрій, розташований поза автомобілем, зазвичай є частиною стаціонарної інфраструктури зарядних станцій і забезпечує вищу потужність зарядки, що дає змогу суттєво скоротити час

заряджання. У різних країнах використовуються стандартизовані типи роз'ємів для заряджання електромобілів (рис. 12.1).

Тип 1 – поширений у Північній Америці, використовується переважно для заряджання змінним струмом на низькій потужності.

Тип 2 – стандарт для європейських країн, сумісний із заряджанням змінним і трифазним струмом, що забезпечує більшу гнучкість і швидкість заряджання.

Тип 3 – застосовується у Франції та Італії, розроблений для високого рівня безпеки, включаючи захисні шторки на роз'ємі. Кожен із цих роз'ємів має кілька контактів живлення:

- L1 – для однофазного підключення, яке зазвичай використовується для побутових зарядок;

- L2 – для двофазного підключення, що підвищує потужність зарядки;

- L3 – для трифазного підключення, яке забезпечує максимальну потужність заряджання;

- N – нейтральний провід, який служить для створення замкнутого електричного кола;

- PE – захисне заземлення, яке забезпечує безпеку під час заряджання.

Крім контактів живлення, для взаємодії між автомобілем, зарядним кабелем і зарядною станцією використовуються два сигнальні контакти:

- CP (control pilot) – контакт, який регулює процес заряджання, передаючи інформацію між зарядною станцією та електромобілем, зокрема про рівень потужності та стан зарядного пристрою;

- PP (proximity pilot) — контакт, що інформує про переріз кабелю, а також перевіряє правильність підключення зарядного штекера до роз'єму, забезпечуючи додатковий рівень безпеки.



Рисунок 11.1 – Типи роз'ємів: 1 (США), 2 (Європа), 3 (Франція та Італія)

Сучасні зарядні станції можуть підтримувати декілька типів роз'ємів, забезпечуючи сумісність із різними моделями електромобілів. Крім того,

деякі станції оснащені функціями швидкого заряджання постійним струмом (DC), що дозволяє зарядити батарею до 80% ємності за 20–30 хвилин, що є зручним для тривалих подорожей.

Автоматичний контроль та віддалене управління процесом зарядки через мобільні додатки додають комфорту користувачам і забезпечують максимальну ефективність зарядного обладнання. Доступні також швидкі зарядні пристрої (рис. 11.2), які працюють із високими струмами та забезпечують значно коротший час зарядки завдяки використанню спеціалізованих роз'ємів. Серед основних стандартів швидкого заряджання постійним струмом виділяються такі:

- CHAdeMO – міжнародний стандарт для швидкої зарядки постійним струмом, що підтримується багатьма виробниками електромобілів у всьому світі. Цей стандарт забезпечує високу стабільність зарядного процесу та використовується, зокрема, в Японії та інших країнах Азії;

- CCS Combo Тип 1 – стандарт, розроблений для ринку Північної Америки. Він поєднує контакти змінного та постійного струму, що дає змогу використовувати як стандартні, так і швидкі зарядні пристрої;

- CCS Combo Тип 2 – європейський стандарт, який, аналогічно до Типу 1, підтримує заряджання як змінним, так і постійним струмом;

- CCS Combo Тип 2 широко використовується завдяки універсальності та сумісності з більшістю зарядних станцій у Європі. Окрім згаданих стандартів, сучасні швидкі зарядні станції забезпечують потужність до 350 кВт, що дозволяє зарядити акумулятор електромобіля на 80% лише за 15–30 хвилин. Такі зарядні пристрої особливо актуальні для автомобілів із великим запасом ходу, а також для міжміських поїздок.



Рисунок 11.2 – Швидкі зарядні роз'єми: CHAdeMO, CCS combo 1 (Північна Америка), CCS combo 2 (Європа)

Крім того, швидкі зарядні пристрої постійного струму інтегруються з системами моніторингу та управління зарядкою, що дозволяє віддалено контролювати процес заряджання, отримувати інформацію про стан батареї та оптимізувати використання енергії. Інтеграція з мобільними додатками та платіжними системами підвищує зручність для користувачів.

Автомобіль можна підключати до зарядної станції в різних режимах зарядки, кожен з яких має свої особливості та переваги. Перший режим (Mode 1) передбачає безпосереднє підключення автомобіля до звичайної електромережі через стандартну розетку. Цей режим забезпечує базовий рівень зарядки і не включає додаткових систем захисту, окрім стандартного запобіжника. Він використовується для заряджання в домашніх умовах, але має значні обмеження за швидкістю зарядки через низьку потужність. Другий режим (Mode 2) застосовується при використанні стандартних зарядних станцій, що працюють із змінним струмом.

Ці станції зазвичай використовуються вдома або на публічних електрозаправках. Кабель у цьому режимі оснащений комунікаційним пристроєм, який контролює та налаштовує максимальний струм заряджання, що дозволяє зменшити ризики перегріву або перевантаження. Цей режим є більш безпечним і зручним для домашнього використання, оскільки забезпечує більшу стабільність процесу заряджання.

Третій режим (Mode 3) є найпотужнішим серед зарядних станцій зі змінним струмом. У цьому режимі зарядні пристрої постійно підключені до електромережі та можуть автоматично налаштовуватися під вимоги конкретної мережі, що дозволяє досягти більш високої потужності зарядки. Цей режим використовується на спеціалізованих заправках та публічних зарядних станціях, де необхідна більша швидкість заряджання для зручності користувачів, що швидко хочуть отримати повний заряд.

Четвертий режим (Mode 4) забезпечує найшвидшу зарядку за допомогою постійного струму. У цьому випадку використовуються спеціалізовані роз'єми та потужні зарядні станції, які здатні забезпечити високий струм, що дає змогу зарядити батарею на 80% всього за кілька десятків хвилин. Така швидка зарядка особливо зручна для тривалих подорожей, де час є важливим фактором.

Цей режим часто зустрічається на швидкісних заправках і дозволяє значно скоротити час, необхідний для заряджання автомобіля. Крім цього, варто зазначити, що для безпеки користувачів і ефективності процесу зарядки всі ці режими використовують різні системи захисту, включаючи автоматичне вимикання зарядки в разі несправності, контроль температури та напруги, а також функції моніторингу стану батареї.

Вибір відповідного режиму залежить від типу електромобіля, інфраструктури та потреб користувача. Коли електричний струм проходить через провідник, виникає тепло через його опір. Щоб збільшити силу

струму, використовуються кабелі з більшим поперечним перерізом, оскільки це дозволяє знизити опір і зменшити виділення тепла. Вибір відповідного перерізу провідників важливий для забезпечення безпеки та ефективності електричної системи.

Стандарти для поперечного перерізу провідників та максимальної сили струму виглядають наступним чином: 1,5 мм² – до 13 А, 2,5 мм² – до 20 А, 6 мм² – до 32 А, 16 мм² – до 63 А. Чим більший поперечний переріз провідника, тим більша його здатність передавати електричний струм без перегріву. Однак при виборі кабелів важливо також враховувати інші фактори, такі як довжина провідника, температура навколишнього середовища та тип навантаження, щоб забезпечити належний рівень безпеки та ефективності. Для коректної роботи системи електричного живлення транспортного засобу важливо, щоб автомобіль отримував точну інформацію про поперечний переріз провідників, через які проходить струм. Це дозволяє автоматично налаштовувати параметри заряджання та уникати перевантаження проводів.

Завдання контролю над силою струму і відповідним підбором кабелів виконує резистор, розташований в роз'ємі між контактами керування режимами заряджання (CP) і захисного заземлення (PE). Значення резистора вказує на діаметр провідника та максимальну силу струму, який може безпечно пройти через кабель. Ці резистори мають наступні значення: 1500 Ом – до 13 А, 680 Ом – до 20 А, 220 Ом – до 32 А, 100 Ом – до 63 А.

Таке управління допомагає системі заряджання вчасно визначити необхідну потужність і запобігти виникненню аварійних ситуацій, таких як перегрів кабелів чи розриви контактів. Крім того, це дає можливість оптимізувати процес заряджання для різних типів акумуляторів і забезпечити ефективне використання енергії.

Налаштування системи в залежності від поперечного перерізу кабелю дозволяє створити більш ефективну і надійну інфраструктуру для заряджання електричних транспортних засобів, що важливо для безпеки користувачів і довговічності обладнання.

11.2 Технічне обслуговування зарядних станцій для електромобілів

Електричні зарядні станції мають вирішальне значення для інфраструктури зарядки електромобілів (EV). Їх належне функціонування має важливе значення для підтримки ефективності та безпеки зарядки. Регулярне технічне обслуговування не тільки продовжує термін служби обладнання, але також покращує його продуктивність і знижує ймовірність проблем.

Регулярна перевірка станцій для зарядки електромобілів і кабелів є життєво важливою для запобігання можливим збоям і загрозам безпеці.

Зношені або пошкоджені кабелі можуть знизити ефективність заряджання або спричинити проблеми з електробезпекою. Для цього потрібно провести:

- візуальний огляд: огляньте зарядну станцію та кабелі на наявність видимих ознак зносу, тріщин або пошкоджень;
- перевірка підключення: переконайтеся, що кабельні з'єднання надійні та не мають ослаблених місць або корозії;
- для перевірки провідності та ізоляції кабелів використовуйте спеціалізовані електричні інструменти.

На рисунку 12.3 показано зовнішній вигляд зарядної станції.

підтримки хорошого електричного контакту та запобігання погіршенню продуктивності через пил і бруд.

Для цього необхідно протерти поверхню зарядної станції чистою м'якою тканиною, уникаючи корозійних засобів для чищення, від'єднати зарядну станцію від джерела живлення перед чищенням, щоб запобігти ураженню електричним струмом або іншим проблемам безпеки, регулярно перевіряти порти зарядної станції, щоб переконавшись, що на них немає пилу та сміття.

Стабільні з'єднання живлення і доглянуті розетки є важливими для належної роботи служб зарядки електромобілів. Нестабільні з'єднання можуть вплинути на роботу зарядної станції. Для нормального її функціонування необхідно переконавшись, що розетки та кабельні з'єднання не ослаблені та мають надійний контакт.

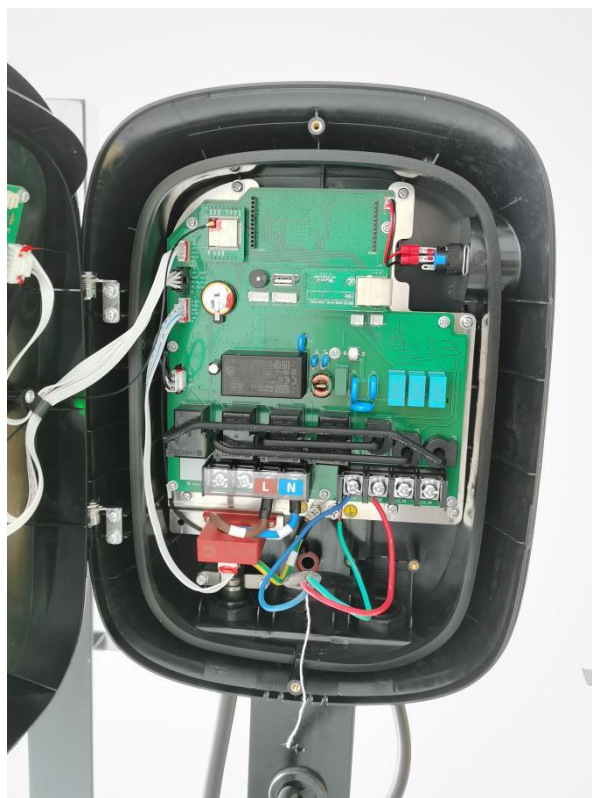


Рисунок 11.3 – Зовнішній вигляд зарядної станції

Екстремальні умови навколишнього середовища можуть вплинути на продуктивність і довговічність зарядних станцій. Високі температури, низькі температури або висока вологість можуть негативно вплинути на обладнання. Проаналізуємо вплив несприятливих умов на роботу зарядних станцій. Це показано в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 – Вплив несприятливих умов на роботу зарядних станцій

Вплив	Опис конкретного впливу
Висока температура	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проблеми з тепловідводом: Високі температури можуть погіршити розсіювання тепла, що призведе до перегріву та зниження продуктивності. 2. Знос батареї: Внутрішні батареї (якщо вони є) можуть страждати від надмірного розряду та прискореного старіння за високих температур. 3. Старіння ізоляційного матеріалу: Високі температури прискорюють старіння ізоляційних матеріалів, знижуючи безпеку. 4. Несправність електронного компонента: Високі температури можуть призвести до виходу з ладу електронних компонентів або їх нестабільної роботи.
Низька температура	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нижча швидкість заряджання: Низькі температури можуть уповільнити швидкість заряджання, вплинувши на ефективність. 2. Зниження ефективності батареї: Батареї повільніше реагують на низькі температури, що впливає на загальну ефективність зарядної станції. 3. Проблеми з конденсацією: Низькі температури можуть спричинити конденсацію всередині обладнання, що вплине на роботу електронних компонентів. 4. Проблеми з кабелем і роз'ємом: Низькі температури можуть зробити кабелі та роз'єми крихкими, потенційно спричинивши поломку або поганий контакт.
Висока вологість	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проблеми з корозією: Висока вологість може призвести до корозії внутрішніх металевих компонентів, що вплине на термін служби обладнання. 2. Електричні короткі замикання: Волога може спричинити коротке замикання електричних компонентів, що вплине на функціональність. 3. Порушення ізоляції: Висока вологість може погіршити ізоляційні матеріали, збільшуючи ризик електричних збоїв. 4. Зростання цвілі: Волога може призвести до появи цвілі, впливаючи на внутрішнє середовище та безпеку обладнання.

Щоб забезпечити надійність у різних умовах навколишнього середовища, виберіть зарядне обладнання з адаптованістю до навколишнього середовища та виконувати належне технічне обслуговування та регулярні перевірки. Ці заходи допоможуть продовжити термін служби обладнання та забезпечити його ефективність.

Для цього слід зберігати зарядну станцію в сухому місці з контрольованою температурою, щоб уникнути впливу екстремальних погодних умов. Під час використання зарядної станції на відкритому повітрі слід вивкористовувати захисні кришки або інші заходи для запобігання вологи чи перегріву. Поширені проблеми із зарядними станціями та рішеннями для електромобілів занесемо у таблицю 11.2.

Таблиця 11.2 – Поширені проблеми із зарядними станціями

Зарядна станція не запускається	Перевірка підключення живлення	Візуальний огляд: Огляд на видимі пошкодження, такі як тріщини, знебарвлення або підгоріли. Перевірка на дотик: Перевірка, чи розетка не перегрівається, що може свідчити про поганий контакт або перевантаження. Перевірка розетки: Використання тестера розеток, щоб переконатися, що напруга в нормі та надійність заземлення та нейтралі.
	Огляд кабелів	Візуальний огляд: Перевірка кабелів на наявність ознак зносу, тріщин або порізів. Тест на вигин: Згинання кабелю у різних точках, щоб виявити будь-які аномалії. Перевірка підключення: Перевірка кінців кабелю (на зарядній станції та в розетці), щоб переконатися, що роз'єми надійні та не окислені.
	Перевірка підключення зарядної станції	Внутрішня перевірка: Відкриття корпусу зарядної станції і перевірка внутрішньої проводки на наявність надійних з'єднань і ознак пошкодження. Перевірка функцій: Після повторного підключення до джерела живлення проводиться перевірка зарядної станції, щоб переконатися, що вона запускається та працює правильно. Перезавантаження пристрою: Перезапуск станції, щоб перевірити, чи вона відновить роботу.
Нижча швидкість заряджання	Огляд кабелів	Огляд кабелів: Перевірка кабелів на зном та пошкодження і очистка точки підключення. Перевірка обладнання: Пересвідчення, що налаштування та функції зарядної станції нормальні, і очистка портів.

Очищення точок підключення зарядних станцій для електромобілів має важливе значення для забезпечення належної роботи та продовження терміну служби обладнання.

Зарядні станції можуть нагріватися під час використання, але надмірне або незвичне нагрівання може вказувати на проблеми з обладнанням.

Поширені причини перегріву занесемо в таблицю 11.3.

Таблиця 11.3 – Причини перегріву зарядного пристрою

Умова використання	Можлива причина	Опис
Висока потужність зарядки	Надмірна передача потужності	Висока потужність заряджання (наприклад, рівень 2 або швидка зарядка постійним струмом) може генерувати значне тепло через процеси перетворення енергії
Тривала зарядка	Розширена експлуатація	Безперервне заряджання протягом тривалого часу може призвести до перегріву внутрішніх компонентів через тривалу роботу
Висока температура навколишнього середовища	Вплив на навколишнє середовище	Високі зовнішні температури можуть перешкоджати здатності обладнання розсіювати тепло, що призводить до перегріву
Перевантажені кабелі та роз'єми	Перевантаження кабелю	Перевантаження кабелів або роз'ємів може призвести до надмірного нагрівання, що вплине на загальну температуру зарядної станції
Несправність обладнання або погане обслуговування	Внутрішня несправність	Несправні внутрішні компоненти або невідповідна система охолодження (наприклад, проблеми з вентилятором) можуть призвести до перегріву
Погане з'єднання	Підвищений контактний опір	Погані з'єднання можуть збільшити опір, утворюючи додаткове тепло
Зовнішня обструкція	Погана вентиляція	Зовнішні бар'єри (наприклад, пил, сміття) можуть перешкоджати розсіюванню тепла, викликаючи перегрів

Старіння або пошкодження деталей	Старіння компонентів	Зношені або пошкоджені деталі (наприклад, кабелі, вилки) можуть спричинити накопичення тепла
----------------------------------	----------------------	--

Отже, технічне обслуговування та обслуговування зарядних станцій для електромобілів має вирішальне значення для забезпечення їх продуктивності та безпеки. Розуміючи та впроваджуючи ці процедури технічного обслуговування можна оптимізувати використання зарядної станції для електромобілів і скористатися перевагами надійних рішень для зберігання акумуляторів.

ТЕМА 12 ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ

12.1 Засоби технічного діагностування тягових властивостей

Стенди технічного діагностування (СТД) автомобілів і їхніх агрегатів, об'єднані в певні групи на підставі наступних класифікаційних ознак: 1) за функціональним призначенням; 2) за принциповим конструктивним виконанням; 3) за ступенем рухливості; 4) за ступенем автоматизації виконання операцій діагностування; 5) за видом енергії носія сигналів у каналі зв'язку; 6) за видом джерела енергії.

Основними класифікаційними ознаками стендів тягових якостей є: 1) спосіб навантаження; 2) вид вимірюваних діагностичних параметрів; 3) призначення стенда згідно типу діагностуемого автомобіля; 4) тип навантажувального пристрою; 5) тип опорноприводного пристрою.

Згідно типу автомобілів, що проходять діагностику, розрізняють стенди для легкових, вантажних автомобілів і автобусів. Основними показниками при цьому є реалізована тягова сила (потужність), швидкість і навантаження на вісь. За функціональним призначенням СТД підрозділяють на комплексні для діагностування автомобіля в цілому та СТД для поглибленого діагностування. Діагностування автомобіля в цілому проводять для визначення рівня показників його експлуатаційних властивостей: потужності, паливної економічності, безпеки руху й впливу на навколишнє середовище. Виявивши погіршення цих показників у порівнянні із нормативними, проводять поглиблене (поелементне) діагностування з використанням устаткування для діагностування окремих агрегатів, вузлів і інших елементів автомобіля.

За принциповим конструктивним виконанням СТД підрозділяють на зовнішні й бортові. До зовнішніх відносяться традиційні СТД, що представляють самостійні прилади й пристрої, що підключаються до

автомобіля тільки на момент проведення діагностування, у тому числі й СТД зі спеціальними штекерами-розніманнями для підключення до автомобілів, оснащених системою убудованих датчиків. У цій групі СТД підрозділяють за ступенем рухливості на стаціонарні, пересувні й переносні. Бортові СТД установлюють на автомобілі постійно як його додаткове обладнання. За ступенем автоматизації виконання операцій діагностування СТД можуть бути: автоматичні, напівавтоматичні, неавтоматизовані (з ручним або ножним керуванням), комбіновані.

За видом енергії носія сигналів у каналі зв'язку СТД підрозділяються на: механічні, електричні, магнітні, електромагнітні, оптичні, пневматичні, гідравлічні й ін., а також комбіновані. За видом джерела енергії, яка забезпечує функціонування, СТД класифікують на стенди, що працюють від: 1) джерела електричної енергії; 2) джерела стисненого повітря; 3) джерела вакууму; 4) мас, що рухаються й обертаються (механічні); 5) генератора звукових (або ультразвукових) коливань і т.д.; 6) комбіновані

12.2 Інерційні стенди визначення тягових властивостей автомобілів

Інерційні стенди для визначення тягових якостей автомобілів (рис.12.1) є найбільш простими

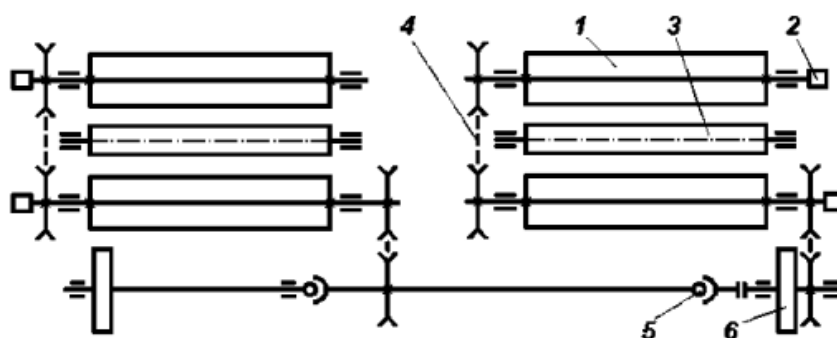


Рисунок 12.1 – Схема інерційного стенда тягових якостей автомобіля:
1 – барабан; 2 – тахогенератор; 3 – ролик для виміру сходження коліс;
4 – ланцюгова передача; 5 – карданна передача; 6 – маховик

Стенд динамічно-потужностний роликівий М-108 (рис.12.2) призначений для визначення динамічних, тягово-швидкісних характеристик легкових автомобілів, оцінки стану вузлів, агрегатів і систем автомобіля, а також визначення параметрів гальмової системи, які впливають на безпеку дорожнього руху.

Будова випробувального стенда (рис. 12.2): 1) основа; 2) два блоки роликів (передній – рухомий, задній – нерухливий), які включають у себе по два комплекти здвоєних роликів, установлених на рухомій і нерухливій рамах; 3) механізм автоматичного регулювання колісної бази (привода

рухомого блоку роликів); 4) заслінки для відводу відпрацьованих газів; 5) лотки для збору/видалення конденсату й диму з відсіку двигуна. Рама станда; роликів установка; датчик зусилля ручного гальма; датчик педальний; стійка приладова; пульт керування; кабіна станда; настил у кабіні; монітор кабіни станда; ворота кабіни.

Контролер SIMATIC S7; промисловий комп'ютер; монітор; монітор водія; зчитувач штрих-коду; принтер № 1; принтер № 2; піднімальні ліфти; обмежувальні ролики; пристрій контролю проковзування; заслінка відводу відпрацьованих газів; блокування роликів; система вентиляції; система керування дверима; система керування (СК) приводами; електронна система керування двигуном (ЕлСКД); система АВС; панель оператора; розгалужувач VGA. Кожний комплект здвоєних роликів поєднано із двигуном змінного струму векторного керування.

Завдяки перетворювачам частоти двигуни працюють окремо в режимі привода або генератора. Центральний блок керування виявляє необхідні параметри (наприклад, кількість обертів у хвилину, крутний момент) для незалежної синхронної роботи двигунів. Енергетичний обмін між двигунами здійснюється через DC-Контур. Надлишкова енергія повертається в енергосистему.

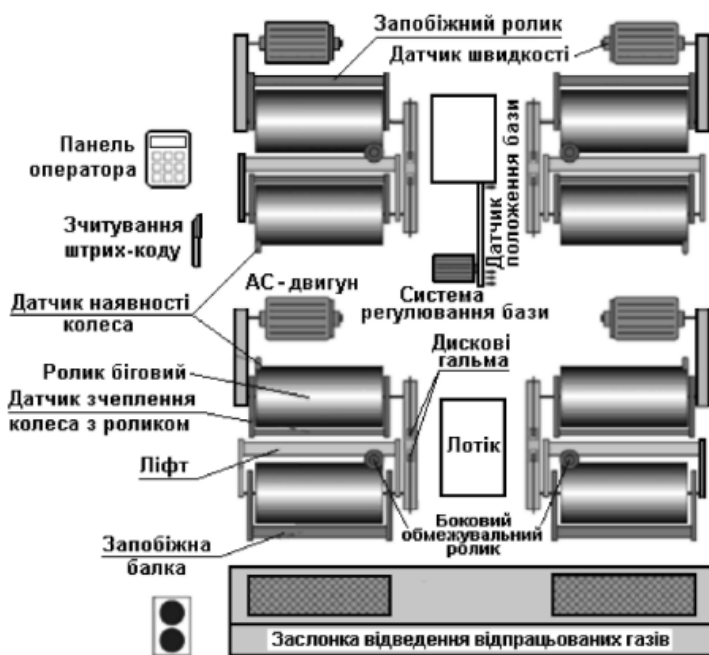


Рисунок 12.2 – Функціональна схема динамічного роликового станда М-108

Технічні характеристики станда. Параметри роликів установки, мм: діаметр роликів – 505; ширина роликів – 750; відстань між внутрішніми кромками роликів – 500. Відстань між осями комплектів роликів, мм – 595...625... Шорсткість поверхні роликів Rz 200 (може бути збільшена до Rz 1000). Твердість поверхні роликів 60 HRC. Діапазон регулювання бази

автомобіля, мм – 2200...2900... Мінімальний коефіцієнт зчеплення роликів 0,65. Діапазон моделювання махових мас від 400 кг до 1000 кг. Максимальне прискорення випробувального стенда 6 м/с². Діапазон виміру гальмової сили (тягового зусилля) на одному колесі, 0 ÷ 3000 Н. Діапазон виміру зусилля на органі керування становить від 0 до 1000 Н. Лінійна швидкість на окружності роликів, 0 ÷ 200 км/год.

12.3 Засоби діагностування двигунів автомобілів

Працездатність двигуна автомобіля визначається за його технічним станом. Як об'єкт діагностування використовують або двигун у цілому, або його системи і механізми: циліндропоршневу групу, кривошипно-шатунний механізм, газорозподільний механізм, системи живлення, змащення, запалювання (для бензинових двигунів).

Для кожного об'єкта діагностування призначають або прямий, або непрямий діагностичний параметр. Контроль працездатності двигуна здійснюється при розміщенні автомобіля на стаціонарні гальмові стенди з біговими барабанами, або безстендовими методами. На стендах здійснюють загальне діагностування двигуна за такими діагностичними параметрами, як потужність, витрата палива, склад відпрацьованих газів, нерівномірність роботи і т.д.

Діагностичними параметрами можуть бути також: компресія двигуна, проривши газів у картер, розрідження у впускному трубопроводі, витоки стисненого повітря із циліндра, вигар масла, тиск палива в плунжерній парі при пусковій частоті обертання колінчатого вала та ін. Комплексне діагностування двигунів здійснюється за показниками потужності (ефективна потужність; крутний момент; прискорення обертання колінчатого вала); витраті палива; вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах; тиску масла в головній масляній магістралі.

До числа основних вихідних показників двигунів відноситься ефективна потужність на колінчатому валу. Ефективну потужність автомобільного двигуна визначають по крутному моменту і частоті обертання колінчатого вала, обмірюваними за допомогою пристроїв стенда з біговими барабанами. Як правило, при визначенні потужності двигунів вимірюють зміну частоти обертання колінчатого вала при послідовному відмиканні кожного циліндра двигуна.

12.4 Засоби діагностування двигуна за параметрами герметичності

Діагностування за параметрами герметичності робочих об'ємів полягає у виявленні та кількісній оцінці витоків газів або рідин з робочих об'ємів. До таких об'ємів відносяться: камера згоряння, герметичність якої залежить від стану циліндропоршневої групи й клапанів газорозподілу, система охолодження; система живлення двигуна.

Діагностування за параметрами герметичності робочих об'ємів проводять за допомогою таких приладів: компресометра, приладу К-69 і його модифікацій, витратоміра прориву газів у картер КИ-4887-1, компресографа, манометра, вакуумметра, пневматичних калібрів і інших спеціальних пристроїв. Стан циліндропоршневої групи і клапанного механізму перевіряють за величиною тиску в циліндрі наприкінці такту стискування. Вимір роблять у кожному з циліндрів за допомогою компресометра. Подаючи стиснене повітря в циліндри не працюючого двигуна і вимірюючи витрати повітря, визначають наявність таких характерних дефектів, як знос циліндрів; знос, поломка і залягання поршневих кілець; негерметичність і прогоряння клапанів; задери по довжині циліндра; поломка пружин і зависання клапанів; прогоряння внутрішньої частини прокладки блоку циліндрів.

Для визначення токсичності відпрацьованих газів застосовуються спеціальні газоаналізатори для карбюраторних і димоміри для дизельних двигунів. Аналіз статистики відмов легкових автомобілів свідчить, що на частку двигунів припадає до 25 % відмов, спостерігаються зниження ефективної потужності двигунів більш ніж на 25 % і збільшення витрати палива до 30 %. Однак ці відхилення від номінальних значень не є об'єктивними показниками зношеності сполучень двигуна, тому не можуть бути підставою для капітального ремонту. Таке значне зниження потужності й підвищення витрати палива відбувається в основному завдяки розрегулюванню системи запалювання, живлення й газорозподілу, на частку яких припадає близько 70 % відмов по двигуну.

12.5 Мотор-тестери автомобільних двигунів

Для перевірки систем запалювання застосовують мотор-тестери. На рисунку 12.3 показаний загальний вигляд передньої панелі мотор-тестера. Стенди мають у своєму складі осцилограф 5 з пультом 8 для оцінки зміни напруги в електричних колах, набір приладів у різних комбінаціях, але, як правило, вони містять вольтметр 9, тахометр 6, вакуумметр 7, газоаналізатор 10, покажчик 11 кутів випередження запалювання в замкнутого стану контактів переривника. Крім того, є стробоскопічна лампа-пістолет 12 для визначення кута випередження запалювання.

Мотор-тестер будь-якої модифікації приєднується до системи запалювання чотирма датчиками 1...4, які не переставляються в процесі проведення всіх перевірок. Два датчики високої напруги й два – низької. Перший датчик (низької напруги) приєднується до первинного ланцюга системи запалювання клеми первинної обмотки котушки запалювання або клеми конденсатора на переривнику-розподільнику. Другий датчик (високої напруги) як правило, приєднується до вторинного ланцюга, у розрив центрального проводу розподільника. Третій датчик (низької напруги)

з'єднується з корпусом (масою), а четвертий (високої напруги) - зі свічею першого циліндра (у розрив проводу високої напруги).

Перші три датчики дозволяють отримати характеристики напруги в первинному й вторинному ланцюгах системи запалювання, а четвертий датчик синхронізує сигнал з роботою свічі першого циліндра. Внаслідок синхронізації на екрані осцилографа перша картинка належить першому циліндру, а інші відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна, що дає можливість локалізувати місце несправності.

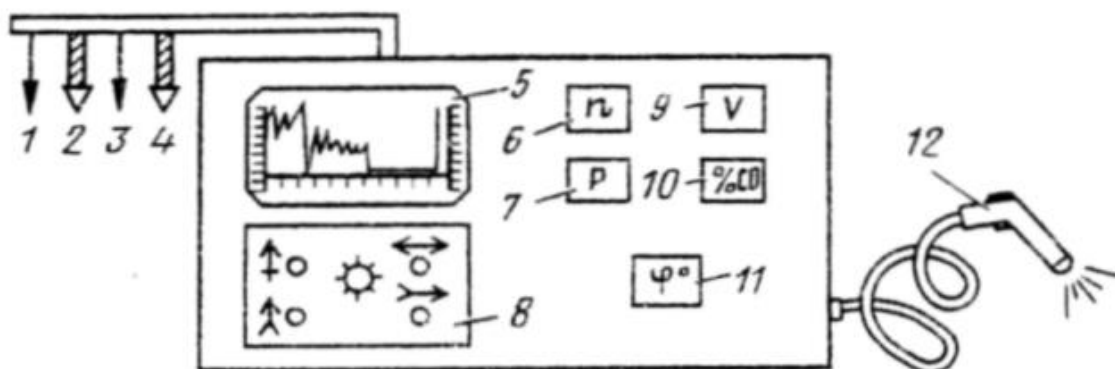


Рисунок 12.3 – Мотор-тестер для перевірки систем запалювання

Крім того, стробоскопічна лампа також управляється четвертим датчиком, мигаючи у мить проскакування іскри на свічі першого циліндра. Мотор-тестер за допомогою осцилографа методом порівняння з еталонними осцилограмами дозволяє визначити відхилення в роботі генератора змінного струму, стан конденсатора й первинної обмотки котушки запалювання, стан і зазор у контактах переривника, пробивну напругу на свічах і працездатність котушки запалювання, наявний у комплекті вольтметр дозволяє оцінити працездатність системи пуску й реле-регулятора. За допомогою стробоскопічної лампи вимірюють початковий кут випередження запалювання, характеристики відцентрового й вакуумного регуляторів.

Вакуумметр і тахометр дозволяють задавати й підтримувати тестові режими перевірок, оцінювати ефективність роботи циліндрів шляхом почергового вимикання запалювання в кожному циліндрі. Залежно від моделі мотор-тестера обираються набори комплексу приладів і змінюється перелік можливих перевірок, зокрема, за оцінкою системи живлення дизельних двигунів. Знаходять усе більш широке застосування мотор-тестери другого покоління – автотестери, у яких завдяки використанню мікропроцесорних систем повністю автоматизовані процеси діагностування й постановки діагнозу, а оператор за командами, виведеними на дисплей, задає необхідні тестові режими, виконуючи регульовальні роботи.

12.6 Методи визначення викидів шкідливих речовин

Викиди шкідливих речовин з ВГ автомобіля визначаються в процесі випробувань його зразка, який розміщується на роликівий гальмовий стенд, і до нього приєднується стандартизована вимірювальна система (рис. 12.4). Далі на гальмовому стенді відтворюється випробний їздовий цикл, у процесі якого беруться проби ВГ двигуна, які пропускаються через вимірювальну систему для визначення їхнього складу.

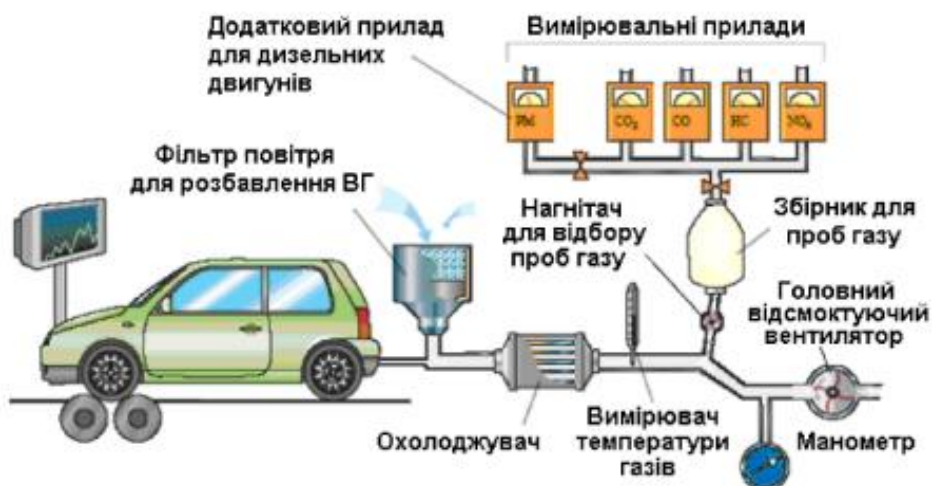


Рисунок 12.4 – Проведення вимірювань викидів шкідливих речовин відпрацьованими газами автомобіля

Для визначення вмісту CO широко поширені прилади, що визначають кількість теплоти від згоряння CO на каталітично активній платиновій спіралі. До об'єму газу, який відбирається для аналізу, у певному співвідношенні подають чисте атмосферне повітря. Відпрацьовані гази спалюють, нагріваючи платинову нитку. Підвищення їхньої температури в цей час за певних умов пропорційно вмісту CO у відпрацьованих газах. До таких приладів відносяться індикатор моделі І-СО, прилад «Елкон S-100» і деякі інші газоаналізатори, вбудовані в мотор-тестери. Точність виміру цих приладів недостатня для кваліфікованих досліджень токсичності відпрацьованих газів. Їх можна використовувати лише при регулюванні системи живлення. Іншу групу приладів називають альфаметрами. До них відносять газоаналізатори, принцип роботи яких пов'язаний зі зміною теплопровідності відпрацьованих газів (CO₂ і H₂).

У приладах цього типу частина газу пропускають через нагрітий платиновий дріт. Одночасно із цим через інший нагрітий платиновий дріт пропускають повітря. Зіставлення температур охолодження обох дрітів дозволяє оцінити вміст CO у відпрацьованих газах. Точність розглянутих приладів теж невисока, хоча й достатня для регулювання системи живлення двигуна.

Прилади працюють у такий спосіб. На сумішах у відпрацьованих газах двигуна міститься багато H_2 , який має великий коефіцієнт теплопровідності. У платинової нитки водень інтенсивно віднімає тепло, викликаючи підвищення її опірності й збільшення сили струму у вимірювальній системі. Альфаметри можуть застосовуватися для непрямой оцінки вмісту CO у відпрацьованих газах. Це найпростіший клас вимірювальної техніки. Основні з них – альфаметри $AST-70$ і $AST-76$ (РП), деякі прилади, вбудовані в мотор-тестери. Нині широко поширені більш точні газоаналізатори, що працюють за принципом інфрачервоного випромінювання. Дія таких газоаналізаторів заснована на принципі вибірного поглинання інфрачервоних променів у певних областях довжин хвиль (інфрачервоне випромінювання являє собою частину електромагнітного спектра в діапазоні довжин хвиль 2...8 мкм).

У закордонній літературі такий принцип позначають буквами ND/R . CO поглинає інфрачервоні промені з довжиною хвилі 4,7 мкм, а CO_2 – 4,3 мкм. На цьому принципі працюють стаціонарні газоаналізатори моделі $OA-2109$ для аналізу CO і моделі $OA-2209$ для аналізу CO_2 . Переносний прилад $DAI-1$ дозволяє контролювати вміст CO у відпрацьованих газах у дорожніх умовах. В ПАТ широко застосовується газоаналізатор «Елкон S-105» (рис. 12.5) для виміру вмісту CO у відпрацьованих газах двигунів.

Принцип його роботи заснований на дисперсійній інфрачервоній адсорбції. Це прилад безперервної дії. Діапазон виміру становить 0...8 %, похибка - менша 5 %. Прилад налаштовано на діапазон адсорбції CO довжиною хвилі 4,66 мкм.

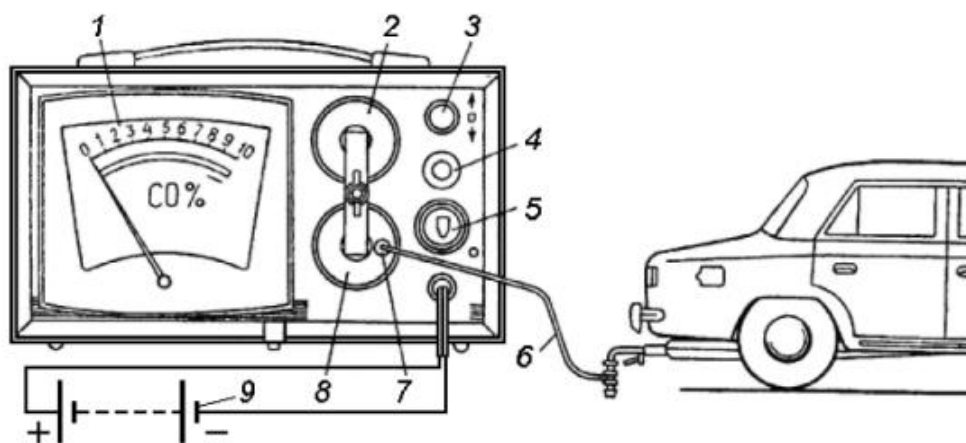


Рисунок 12.5 – Газоаналізатор «Елкон 8-105»: 1 – стрілочний прилад; 2 – повітряний фільтр; 3 – ручка потенціометра занулювання приладу; 4 – перемикач напруги живлення 6/12 В; 5 – запобіжник; 6 – трубка підведення газів від випускної труби глушника; 7 – зонд; 8 – газовий фільтр; 9 – акумуляторна батарея

Два джерела 6 інфрачервоного випромінювання через параболічні лінзи та обтюратор 7 формують пучок променів, які спрямовують в робочу камеру 5 і камеру порівняння 8, яка заповнена повітрям, що не поглинає інфрачервоне випромінювання. У робочій камері газ проходить під дією мембранного насоса 4, поглинаючи інфрачервоне випромінювання з довжинами хвиль 4,7 мкм. У приймач випромінювання 9 надходять два потоки різної інтенсивності. Чутлива мембрана приймача, що розділяє його камери, зазнає різницю тисків двох потоків випромінювань, прогинається у бік меншого тиску.

Переміщення мембрани сприймається датчиком з підсилювачем і далі передається в стрілочний (індикаторний) або записуючий прилади. Токсичність відпрацьованих газів перевіряють у двох режимах: холостого ходу двигуна та при різкому відкритті дросельних заслінок карбюратора.

Список використаної літератури

1. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.
2. Гащук П. Автомобіль. Теорія колісного рушія: навч. посіб. Київ : Кондор, 2021. 327 с.
3. Захарчук В. І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів : навч. посіб. Київ. Каравела, 2022. 235 с.
4. Лобатюк В.А., Мокін О.Б., Мокін Б.І. Математичні моделі оптимального руху електромобілів з електроприводом постійного струму. Монографія. ВНТУ: Вінниця, 2019. 135 с.
5. Мокін Б. І., Мокін О. Б., Горенюк В. В. Метод ідентифікації моделей оптимального руху електромобіля з асинхронним електроприводом. Вісник ВПІ, вип. 1, 2020. с. 32-38.
6. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник. 3-є вид., стер. Київ : Каравела, 2021. 399 с.
7. Мигаль В. Д., Корогодський В. А., Воронков О. І., Нікітченко І. М. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів : навч. посібник. Харків : ХНАДУ, 2021. 412 с.
8. Vorobiov B.V. Energy efficient asynchronous electric drive of an electromobile. Bulletin of the NTU “KhPI”. Series: Problems of automated electrodrive. No. 4 (1358), 2020. pp. 52-56.
9. Gillespie Thomas. Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE International, 2021. 480 p.
10. <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0268-98>.

T38

Технічне обслуговування електронних систем автомобілів.
Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 (G5) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 171 Електроніка (Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання / уклад. В.В. Лишук. Луцьк: ЛНТУ, 2025. 94 с.

Комп'ютерний набір
Редактор

В. В. Лишук
В. В. Лишук

Підп. до друку “_____” _____ 2026 р.
Формат 60x84/16.
Папір офс. Гарн. Таймс.
Ум. друк. арк.6,5. Обл.-вид. арк.7,0.
Тираж __ прим. Зам. ____.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ВІП Луцького НТУ

