

Розділ 2. ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АТЗ

2.1 Принципи побудування діагностичних приладів

2.1.1. Загальні зауваження

Електрообладнання АТЗ являє комплекс електромеханічних пристроїв, електричних апаратів, електронних блоків, датчиків та виконавчих пристроїв, поєднаних в електричні системи (електромеханічні, електронні, мікропроцесорні). Таким чином перелік діагностичних параметрів електрообладнання АТЗ складається з параметрів електричних сигналів (сила струму, значення напруги, частота, шпаруватість та тривалість періодичних сигналів), електричних кіл (опір, ємність, індуктивність) та параметрів неелектричних величин (зазори між контактними парами, пружність притискних пружин, щільність електроліту, частота обертання).

Електричні вимірювання електричних величин (апаратні методи) виконують контактним (гальванічним) або безконтактним способом, за допомогою перетворювачів електромагнітної енергії (датчиків електричних величин) та електричних вимірювальних приладів (вольтметрів, амперметрів, частотомірів, осцилографів, омметрів).

Електричні вимірювання неелектричних величин (апаратні методи) виконують тільки за допомогою перетворювачів неелектричної величини (впливу) до електричної (сигналу, параметру). Такі перетворювачі називають датчиками неелектричних величин (датчики температури, тиску, переміщення). Реєстрація неелектричної величини, в такому разі, здійснюється непрямо на підставі показань електричних індикаторів (вимірювальних приладів).

Неелектричні вимірювання неелектричних величин (інструментальні методи) виконують за допомогою вимірювального інструменту та вимірювальних пристроїв безпосередньої оцінки (щупи, динамометри, термометри, манометри, ареометри).

Неелектричні (механічні, гідравлічні, пневматичні, оптичні) пристрої та системи, в більшості випадків, діагностуються за допо-

могою електричних вимірювальних систем з використанням датчиків неелектричних величин.

Більшість приладів діагностування електрообладнання АТЗ будуються на базі електричних вимірювальних приладів загального застосування. Для тестування електронних блоків та систем, у якості імітаторів періодичних сигналів використовуються електронні релаксатори, які будуються на базі вимірювальних генераторів.

Адаптація універсальних вимірювальних приладів загального застосування до діагностування електрообладнання АТЗ з одного боку спрощує конструкцію (схемне рішення) приладу (за рахунок обмежених діапазонів вимірюваних параметрів), з іншого – підвищує витрати на їх реалізацію (за рахунок специфіки зняття і аналізу діагностичних параметрів).

Приклад. Універсальний комбінований вимірювальний прилад (тестер, мультиметр) має значні діапазони вимірювань опору, напруги (постійної і змінної) та обмежений діапазон вимірювання струму (постійного і змінного). Авто-тестером (автомобільним мультиметром) навпаки, достатньо вимірювати невелику напругу живлення борта та порівняно малі опори обмоток. При цьому в авто-тестері надана можливість вимірювати значні струми стартерної мережі. Крім того, в авто-тестері з'являються шкали вимірювань характерних параметрів (кута замкнутого стану контактів переривника, швидкості обертання ДВЗ, температури рідини). Автомобільний осцилограф на відзнаку від універсального багатоканального осцилографа має звужений діапазон вхідного атенюатора та специфічні види розгортки для спостереження растрових, послідовних та суміщених зображень електричних процесів по колах системи запалювання. Слід додати, що для підключення автомобільних вимірювальних приладів, в ряді випадків, застосовуються спеціальні вимірювальні адаптери (зонди, термопари, безконтактні датчики струму, високовольтні подільники напруги).

2.1.2. Класифікаційні ознаки засобів діагностування

Засоби діагностування можна розрізняти за декількома класифікаційними ознаками (рис. 2.1.1).

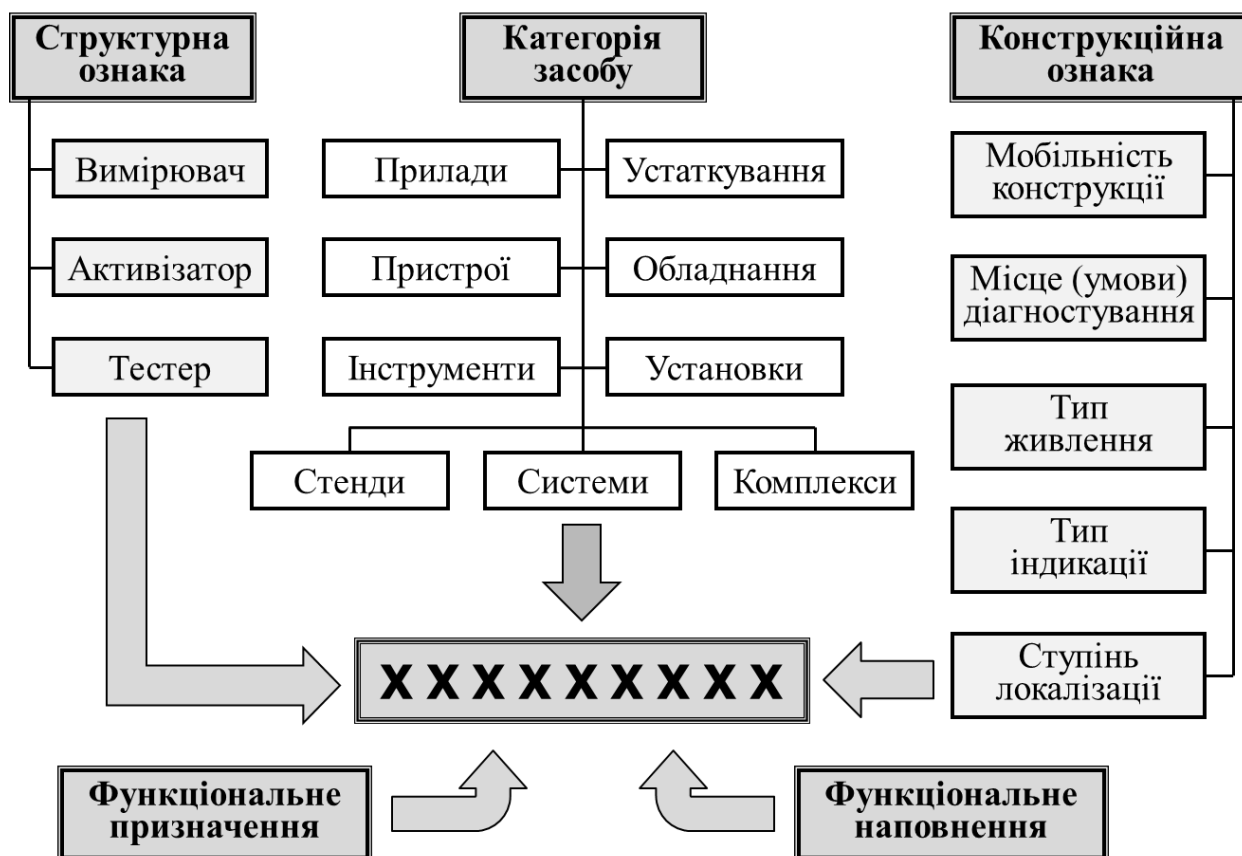


Рис. 2.1.1. Класифікаційні ознаки засобів діагностування

В технічному завданні на розробку, спочатку визначають функціональне призначення діагностичного засобу та його категорію, що комплексно характеризує конструкцію або композицію і прив'язку засобу до об'єкту діагностики. Потім уточнюють конструктивні атрибути та функціональне наповнення засобу діагностики. Далі розглядається клас (марки) транспортних засобів або їх складових (систем, агрегатів) для визначення переліку діагностичних параметрів, які підлягають аналізу, діапазонів та умов їх вимірювання (реєстрації). Перелічені ознаки є підставою для складання ідентифікаційних кодів в каталогах продукції, що реалізується. За першою ознакою розрізняють декілька категорій діагностичного засобу, які підпорядковані певним чином (рис. 2.1.2).

Діагностичний прилад – засіб діагностики, в якому вимірювання та реєстрація (індикація) діагностичного параметру (електричного або неелектричного) реалізується електричним способом.

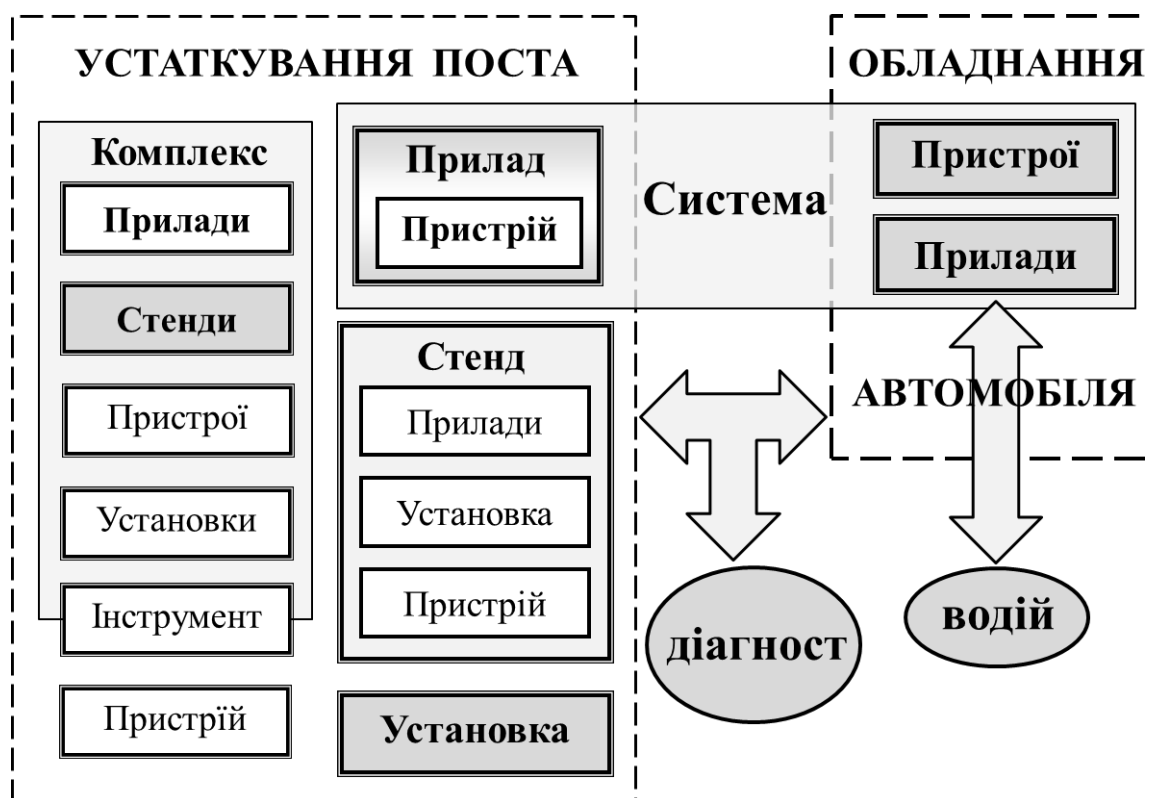


Рис. 2.1.2. Категорійна підпорядкованість засобів діагностування

Діагностичний пристрій – засіб діагностики, який входить до складу діагностичного приладу (стенду, комплексу), виконує певні функції перетворення, але не має операторської периферії (органів керування та індикаторів).

Діагностичне обладнання – засоби діагностики, які встановлюються на борту транспортного засобу або інтегроване в його агрегати чи системи (входить до складу транспортного засобу).

Діагностичне устаткування – засоби діагностики, які використовуються за межами борта транспортного засобу (не входить до складу транспортного засобу).

Діагностична установка – засіб діагностики, за допомогою якого активізується (стимулюється) об'єкт діагностики з метою проведення перевірок.

Діагностичний стенд – стаціонарне конструктивне та функціональне поєднання діагностичної установки і діагностичних приладів.

Діагностична система – засіб діагностики в якому реалізоване поєднання діагностичного обладнання та устаткування на функціональному (програмному) та апаратному рівні.

Діагностичний інструмент – простий неелектричний засіб діагностики, який призначено для вимірювання (реєстрації) неелектричного діагностичного параметру або налаштування вузлів та агрегатів.

Діагностичний комплекс – функціонально пов'язане діагностичне устаткування до складу якого входять діагностичні стенди та прилади різного призначення. (діагностичні пости, лінії).

Діагностичні прилади та устаткування для обслуговування автомобілів можна поділити на функціональні групи відповідно до призначення об'єктів діагностики (рис. 2.1.3).



Рис. 2.1.3. Класифікація електричних засобів діагностування АТЗ за призначенням

Стосовно традиційних (основних) систем електрообладнання АТЗ можна визначити прилади, які використовуються для діагностування певних пристроїв та систем електрообладнання і універсальні діагностичні прилади. До першої групи належать прилади спе-

ціального призначення: стробоскопи для діагностування автоматів випередження запалювання; реглоскопи – для контролю та регулювання світлових потоків фар головного освітлення; тестери АКБ – для визначення технічного стану АКБ. До універсальних приладів, які можуть застосовуватися для діагностування будь-якої електричної системи, слід віднести комбіновані вимірювальні прилади (автотестери) та автомобільні осцилографи. До цієї ж групи можна віднести імітатори сигналів датчиків електронних систем автомобіля.

Якщо діагностування електромеханічних агрегатів проводиться в знятому з автомобіля стані (агрегатна діагностика), можуть застосовуватися спеціальні випробувальні стенди для імітації механічних впливів на пристрій (агрегат).

Процес діагностування механічних систем автомобіля зазвичай потребує використання випробувальних стендів для імітації дорожніх умов автомобіля та вимірювальних комплексів для реєстрації неелектричних діагностичних параметрів.

Слід зазначити, що ДВЗ за функціональним складом являє сукупність механічних та електричних систем і тому прилади для діагностування ДВЗ (мотор-тестери) розглядаються, як комплекс вимірювальних приладів електричних та неелектричних параметрів систем ДВЗ. При цьому передбачається вимірювання діагностичних параметрів на робочих режимах ДВЗ.

2.1.3. Структура та конструкція діагностичних приладів

За структурною ознакою діагностичні прилади можна поділити на вимірювачі, активізатори і тестери (рис. 2.1.4).

Вимірювач (рис. 2.1.4, а) – діагностичний прилад, в якому інформаційний сигнал про діагностичний параметр формується за рахунок енергії об'єкту діагностики. При вимірюваннях електричних параметрів (напруги, частоти, струму), використовується енергія електричного кола об'єкту діагностики (амперметр, вольтметр, частотомір). При цьому може здійснюватися контактний (без датчика) або безконтактний (з датчиком електричної величини) спосіб відбору енергії. Якщо вимірюється неелектричний параметр (температура), використовується енергія його величини (теплота). В цьому випадку інформаційний сигнал формується датчиком відповідної не-

лектричної величини (датчиком температури). Слід додати, що прилад з структурою вимірювача, може мати додаткове джерело енергії для живлення датчика, перетворювача чи індикатора (цифрові вольтметри, амперметри).

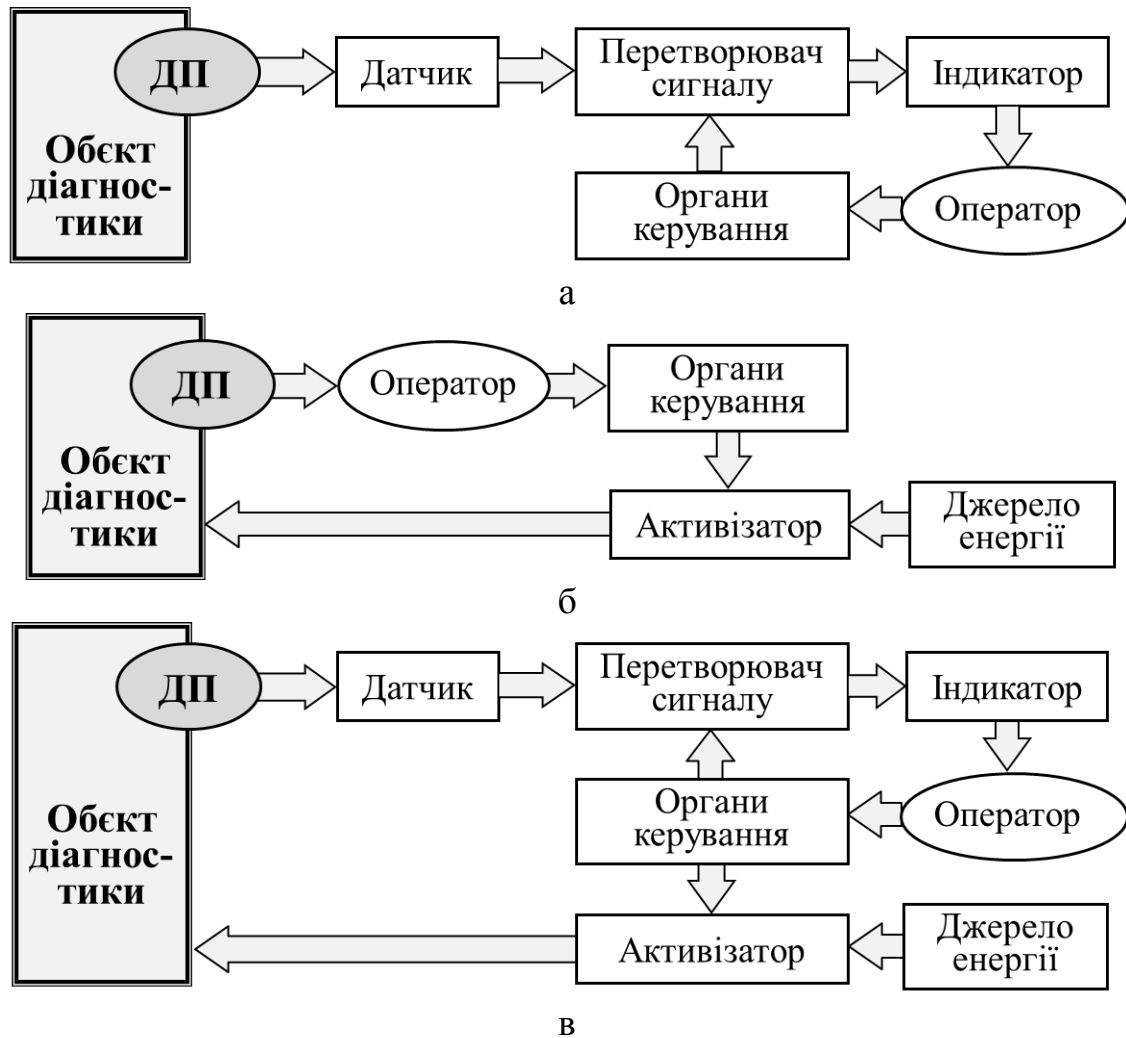


Рис. 2.1.4. Структурна схема діагностичного приладу:
а – вимірювача; б – активізатора; в – тестера

Активізатор (рис. 2.1.4, б) – діагностичний прилад, в якому діагностичний параметр формується об'єктом діагностики за рахунок впливу джерела енергії діагностичного приладу, а сприйняття (якісна та кількісна оцінка) діагностичного параметра здійснюється суб'єктивно оператором (без індикатора). Наприклад, назва приладу «стробоскоп» розуміється як слово складене з двох коренів «строб» - імпульсне підсвічування, «скоп» - спостерігати.

Тестер (рис. 2.1.4, в) – діагностичний прилад структура якого поєднує елементи (функції) вимірювача та активізатора (індукційний дефектоскоп, омметр).

На етапі розробки конструкції засобу діагностики обраної категорії, визначають та узгоджують конструкційні атрибути майбутнього виробу або обирають конструктивний прототип (аналог, попередню модифікацію чи базовий зразок). Синтез конструкції та схемного рішення засобу діагностики починають з вибору типу живлення, класу мобільності та виду індикації з урахуванням умов (місця) проведення діагностичних операцій (рис. 2.1.5).



Рис. 2.1.5. Класифікація засобів діагностики за конструкційними ознаками

В першу чергу з'ясовують місце проведення діагностичних робіт. За цим атрибутом розрізняють засоби, що використовуються: на борту автомобіля в стаціонарних умовах (діагностика за вихідними параметрами систем автомобіля) або в русі транспортного засобу (за структурними параметрами систем); в умовах діагностичного поста або лінії (за вихідними параметри автомобіля); в умовах електровідділення (за структурними параметрами агрегатів) або ді-

льниці відновлення електронних блоків (за структурними параметрами електронних блоків). Таке угруповання дозволяє проводити цілеспрямований підбір аналогів засобів діагностики по каталогам і довідникам з діагностичного устаткування. Крім того, перелічені умови експлуатації діагностичного засобу визначають наявність джерел живлення, потрібну мобільність та зручність користування засобом на робочому місці.

За класом мобільності розрізняють переносні, пересувні, стаціонарні, настільні й вмонтовані засоби діагностики.

До переносних конструкцій відносять портативні прилади та прилади у вигляді «діагностичної валізи». Другий варіант дозволяє розширити функціональні можливості (додатковими пристроями) та діапазони вимірювань параметрів.

Пересувні стенди мають роликові візки і комплектуються автономними АКБ або підключаються до промислової мережі. Пересувні стенди надають більш широкий діапазон вимірювань діагностичних параметрів, і можливість діагностування силових елементів (АКБ, стартер, генератор) безпосередньо на борту автомобіля.

Настільні прилади та стенди діагностування розраховані на живлення від промислової електромережі. Дозволяють використовувати різні типи індикаторів. Використовуються для випробувань елементів систем електрообладнання середньої потужності.

Стаціонарні стенди живляться від промислової електромережі і магістралі стисненого повітря. Не мають обмежень за споживаною потужністю та типом індикації. Використовуються для випробувань силових агрегатів автомобіля.

До вмонтованих засобів діагностики відносять системи вмонтованих датчиків (СВД) і бортові діагностичні системи (БДС). Застосування перших дозволяє скоротити час постановки діагнозу за рахунок скорочення часу підготовчих операцій (установка датчиків, підключення та налаштування приладів). Використання других – проводити моніторинг технічного стану систем автомобіля під час транспортного процесу та виключати аварійні ситуації в автоматичному режимі.

У засобах діагностування використовуються прилади з різним типом індикації (див. рис. 2.1.5).

Стрілочні індикатори (електромеханічні вимірювальні прилади) зручні для спостережень (вимірювань) діагностичних параметрів при стаціонарних змінах їх значень. До недоліків таких приладів слід віднести порівняно невисоку точність, недостатню стійкість до перешкод, певну орієнтацію приладу під час вимірювання, недостатню надійність і вібростійкість.

Цифропоказуючі індикатори дозволяють досягти високої точності та роздільної здатності, не вимагають певної орієнтації під час вимірювань, не чуттєві до зовнішніх впливів. Однак спостереження та аналіз показань при динамічних змінах параметра ускладнено через дискретизацію процесу виводу інформації.

Осцилографи дозволяють одержувати найбільш детальну (у ряді випадків надлишкову) інформацію про електричний сигнал. До обмежень використання осцилографів (особливо запам'ятовуючих) можна віднести їх порівняно високу вартість.

За допомогою стробоскопічних приладів вимірюються параметри, пов'язані з обертанням колінчатого валу ДВЗ. В таких приладах використовується простий спосіб спостереження (вимірювання) фазових зсувів у робочих процесах теплових двигунів.

Іноді для локалізації несправності достатньо визначити лише факт наявності сигналу (напруги живлення). В такому разі, найбільш доцільно застосовувати звичайні сигнальні індикатори.

Моніторні засоби індикації використовуються в комп'ютерних інформаційно-вимірювальних системах. Такі системи дозволяють модифікувати вимірювальну інформацію до зручного вигляду (таблиць, графіків, діаграм, діагностичних повідомлень).

Комп'ютерна база засобів діагностування дозволяє використовувати цифрові периферійні пристрої виводу інформації, зокрема друкуючі принтери. Застосування принтерів дозволяє документувати діагностичну інформацію безпосередньо в процесі діагностування, що значно підвищує оперативність і продуктивність процесів діагностування в умовах діагностичних постів і ліній.

Концептуальні системи індикації проекційного типу використовуються під час транспортного процесу. Поточна експлуатаційна, діагностична і сервісна інформація, а також інформація про дорожню ситуацію виводиться на лобове скло автомобіля у вигляді напівпрозорого, різнобарвного, асоціативного зображення. Причому ін-

формація чергується у визначеній послідовності та з різними інтервалами відображення. Порядок та інтенсивність висвічування тієї чи іншої інформації визначається комп'ютером залежно від важливості повідомлення. Така інтелектуальна система відображення дозволяє використовувати переваги і виключити недоліки всіх розглянутих індикаторів зорової інформації.

Використання на борту інформаційних приладів зі звуковою індикацією дозволяє зменшити навантаження зору оператора-водія під час руху автомобіля і підвищити безпеку руху.

2.1.4. Функціональність діагностичних приладів

За функціональним наповненням засоби діагностики можна поділити на окремі групи: найпростіші, спеціалізовані, спеціальні, універсальні, комбіновані, комплексні (рис. 2.1.6).



Рис. 2.1.6. Класифікація засобів діагностики електричних пристроїв та систем за функціональним наповненням

До найпростіших засобів відносять вимірювальні прилади безпосередньої оцінки (амперметр, вольтметр, омметр), пристрої (індикатор, пробник) і підручні засоби (перемичка, клемник).

Спеціалізовані прилади та установки призначені для діагностування і регулювання окремих елементів систем електрообладнання. Такі прилади мають цілком визначену функцію за призначенням (реглюскоп, навантажувальна вилка, дефектоскоп обмоток).

Більш широкі функціональні можливості мають спеціальні стенди та прилади, що використовуються для діагностування елементів та агрегатів окремих систем в майстернях (стенд перевірки елементів системи запалювання СПЗ, прилад перевірки елементів системи контрольно-вимірювальних приладів).

Для діагностування будь-якої електричної системи за параметрами електричних сигналів та кіл використовуються універсальні вимірювальні прилади загального призначення (осцилографи, мультиметри, генератори) та автомобільні універсальні прилади (автомобільні осцилографи, авто-тестери, імітатори сигналів).

Комбіновані засоби діагностики – прилади та стенди, які виконують функції декількох спеціальних приладів (мотор-тестери).

Комплексні засоби діагностики (діагностичні комплекси) – програмно-апаратні засоби та діагностичне устаткування, що призначені для контролю комплексу діагностичних параметрів автомобіля (пости і лінії діагностики).

З огляду на сказане, можна визначити переважні конструкційні атрибути засобу діагностики для визначених умов (місця) проведення діагностичних робіт.

На борту автомобіля в стаціонарних умовах перевага надається переносним універсальним приладам з цифровими індикаторами, які мають автономне живлення чи підключаються до АКБ автомобіля.

На борту в русі автомобіля використовуються універсальні та комбіновані прилади комп'ютерної периферії, що «спілкуються» з бортовою діагностичною системою. В таких приладах на відзнаку від попередньої групи виправдано застосування моніторних засобів індикації.

В умовах діагностичного поста є можливість використання діагностичних комплексів стаціонарного або пересувного базування прилади яких мають широку функціональність і операторську периферію (індикатори та органи керування). Живлення діагностичних комплексів передбачається від промислових мереж напруги та стисненого повітря.

В умовах електровідділення, зазвичай, використовуються спеціальні діагностичні стенди в стаціонарному та настільному виконанні та спеціалізовані прилади, які живляться від напруги промислової

мережі. В такому діагностичному устаткуванні достатньо обмежитись використанням стрілочних та світлосигнальних індикаторів.

В умовах дільниці відновлення електронних блоків виправдано використання універсальних вимірювальних приладів зі штатними індикаторами, які живляться від напруги промислової мережі.

2.1.5. Особливості діагностування електрообладнання АТЗ

При проектуванні нових або модернізації існуючих засобів діагностики слід враховувати особливості процесу діагностування електрообладнання АТЗ, пов'язані з альтернативністю методів і засобів діагностики, передбачених умов і місця проведення діагностичних операцій та необхідного ступеню локалізації несправності.

Під назвою методу діагностики, в загальному випадку, розуміють декілька ознак (аспектів), які можуть визначати: вид перевірок технічної системи; вид діагностичного параметра на підставі якого ставиться діагноз; принцип побудови вимірювальної системи; місце та умови проведення діагностичних операцій; засіб діагностики, який використовується.

Методи діагностування технічних систем за видом перевірок можна класифікувати за декількома загальними ознаками (див. рис. 1.1.3). Очевидно, що вид діагностичного параметра визначає можливі методи та відповідно і засоби його вимірювання. Зазначимо, що для контролю визначеного виду діагностичного параметру можуть використовуватися декілька різних приладів або методів вимірювання (варіантів побудови вимірювальної системи діагностичного приладу).

За глибиною локалізації або деталізації діагностичні перевірки розподіляють на елементні, модульні, групові і комплексні. Реалізація перевірок за цією ознакою в основному визначається конструкцією засобу діагностики, метою і місцем проведення діагностичних операцій.

Необхідна ступінь локалізації несправності визначає місце та умови проведення діагностичних операцій. І навпаки обране місце (умови) проведення діагностичних операцій визначає можливу ступінь локалізації несправності (рис. 2.1.7).

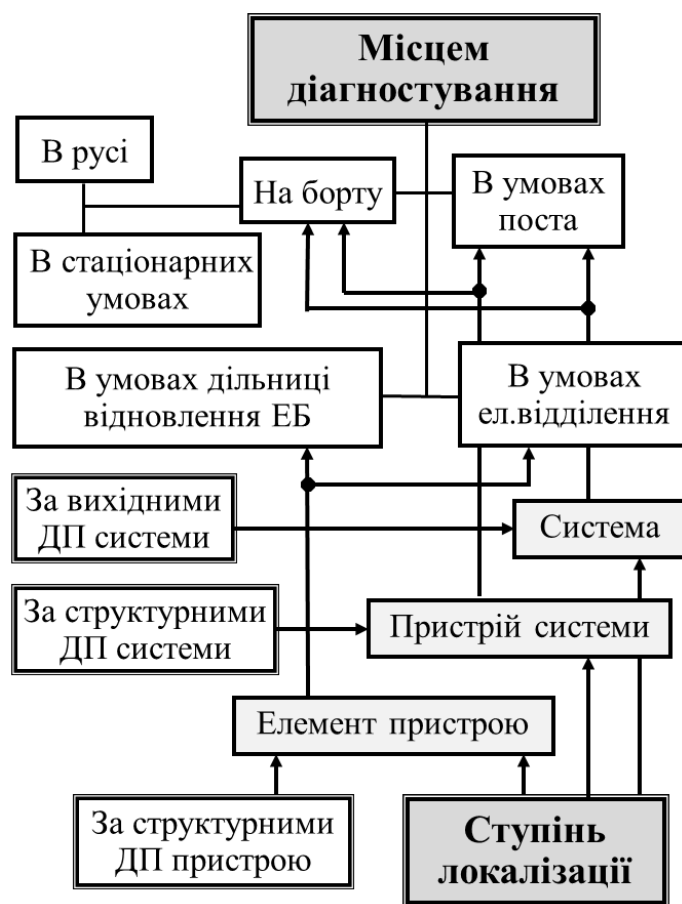


Рис. 2.1.7. Структура локалізації несправностей

Зазвичай на борту автомобіля несправність локалізують до рівня агрегату (модульні перевірки), а в електровідділенні – до рівня структурних елементів агрегату (елементні перевірки). В умовах поста в першу чергу перевіряються вихідні характеристики автомобіля за якими оцінюють працездатність всіх систем автомобіля (комплексні перевірки). За допомогою газоаналізатора (на посту або на борту) локалізуються несправності систем ДВЗ. Більш детально розглянемо діагностичні параметри та методи діагностування електричних систем автомобіля (рис. 2.1.8).

Діагностичні параметри електричних та електронних пристроїв можна поділити умовно на декілька груп: параметри постійних значень, параметри діючих значень, часові параметри, параметри форми.

До приладів оцінки параметрів постійних значень можна віднести вимірювачі електричного опору R (омметри), постійної напруги U (вольтметри) та струму I (амперметри).

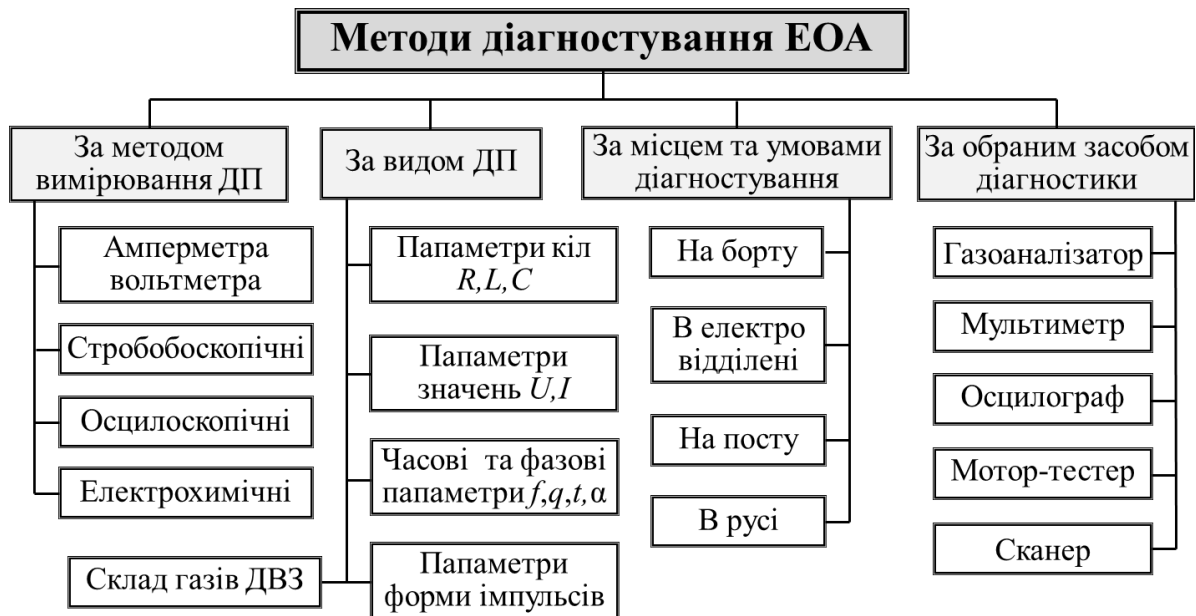


Рис. 2.1.8. Класифікація методів діагностики електричних систем автомобіля

Омметри використовуються для «холодної» перевірки кіл та дискретних елементів схеми (прилад, що перевіряється, вимкнено). Вольтметри та амперметри використовують для оцінки діагностичних параметрів при ввімкненому об'єкті діагностики («гаряча» перевірка кіл).

Діагностичні параметри діючих значень, до яких відносять напругу змінного струму та змінний струм, вимірюються амперметрами та вольтметрами змінного струму (генератори змінного струму, сигнальні кола електронних блоків).

Часові параметри електричних сигналів (частота f , тривалість імпульсу t_s та їх шпаруватість q) дозволяють оцінювати роботу часозадавальних, формувальних та релаксаційних кіл і каскадів електронних пристроїв систем керування, вимірюються за допомогою частотомірів та осцилографів.

Параметри форми сигналу (амплітуда, крутизна фронтів, нерівність вершини імпульсу), використовуються для оцінити значень розподілених реактивних параметрів імпульсних кіл (електронні блоки, система запалювання), вимірюються за допомогою осцилографів.

Фазовий зсув між періодичними гармонійними сигналами однакової частоти (напруги та струму) характеризує реактивну складо-

ву опору кола змінного струму, вимірюється за допомогою осцилографів. В імпульсних пристроях фазовий зсув періодичних сигналів взагалі розглядається як функціональний параметр. Інформація про фазові зсуви у робочих процесах ДВЗ (кути випередження α запалювання, подачі палива, випуску газів) дозволяє оцінити оптимальність функціонування його систем (вимірюються за допомогою стробоскопів).

В електричних системах АТЗ застосовуються перетворювачі електричної енергії різного призначення (прилади освітлювання, нагрівачі, актуатори та т. і.), тому до переліку діагностичних параметрів можна додати параметри світлового пучка головних фар, температуру нагрівальних елементів, робочі зазори та т. і.; до переліку методів вимірювання – оптоелектричні, термоелектричні, тензометричні та т.і.; до переліку діагностичних приладів – реглоскоп, стробоскоп, термометр, динамометр, ареометр, та т. і.

При виборі методу вимірювання визначеного діагностичного параметру та розробці відповідного діагностичного приладу прагнуть отримати найбільш ефективне рішення. При цьому слід врахувати, що вартість діагностичного приладу є складовою вартості постановки діагнозу. З цих позицій розглядають альтернативні та безальтернативні прилади (методи) діагностування.

Альтернативні прилади (універсальні) – певна несправність може бути локалізована за допомогою різних діагностичних приладів (при різних витратах на постановку діагнозу та різній інформативності параметру). Наприклад, напругу живлення можна контролювати за допомогою індикатора напруги (наявність) або мультметру (середнього рівня напруги) або осцилографа (рівні напруг регулювання, величини пульсацій випрямлення і регулювання).

Безальтернативні прилади (спеціалізовані) – певна несправність може бути локалізована тільки за допомогою певного діагностичного приладу. Наприклад, орієнтацію світлових пучків головних фар перевіряють тільки за допомогою реглоскопу.

Слід додати, що при діагностуванні транспортного засобу, його систем і агрегатів, поряд із застосуванням інструментальних методів діагностики (апаратної діагностики), використовуються органолептичні методи діагностики на підставі симптомів та ознак несправностей (суб'єктивна діагностика).