

## 2.3. Характеристика засобів діагностики електрообладнання АТЗ

### 2.3.1. Засоби бортової діагностики

За ознакою функціонального наповнення (див. рис. 2.1.6), засоби діагностування традиційного електрообладнання автомобілів можна поділити на окремі групи (рис. 2.3.1).

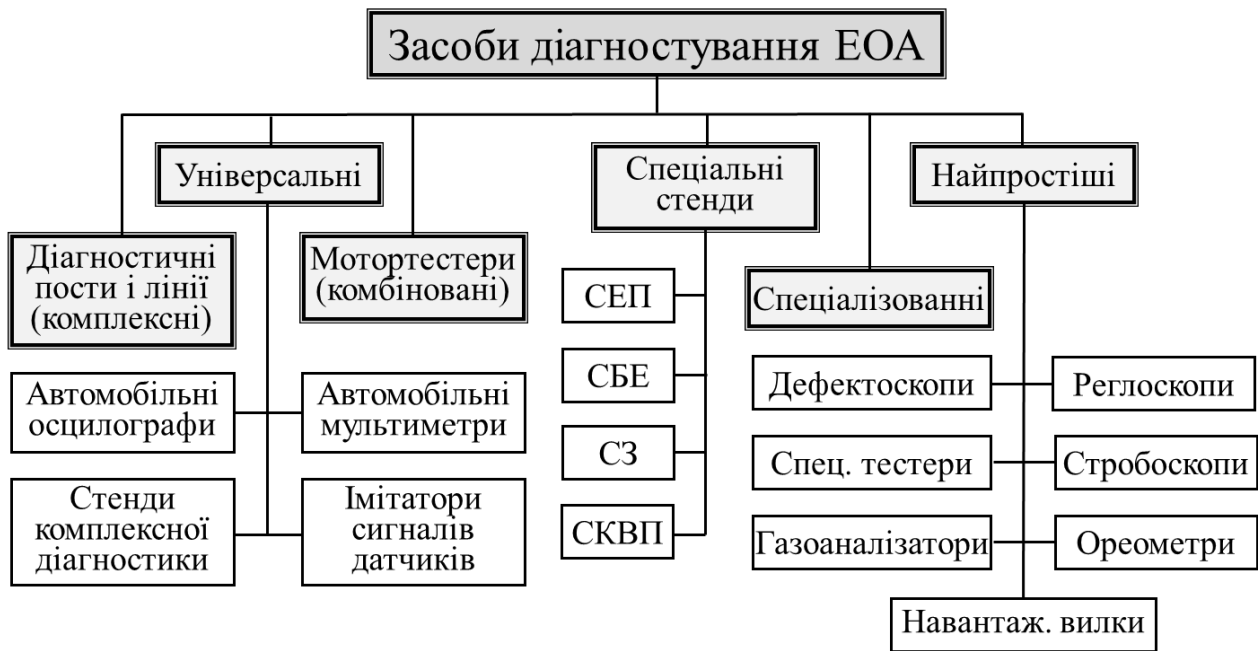


Рис. 2.3.1. **Класифікація** засобів діагностики електрообладнання АТЗ

В межах даної теми дамо стислу характеристику діагностичних приладів різного призначення та функціонального наповнення, які цілеспрямовано використовуються під час діагностування електрообладнання на борту автомобіля (бортова діагностика), в умовах діагностичного поста (комплексна діагностика) та електровідділення (агрегатна діагностика). Окрему увагу приділимо вмонтованим засобам діагностики, які можна розглядати як штатне обладнання автомобіля.

До засобів бортової діагностики відносяться діагностичні прилади різного призначення, що використовуються безпосередньо на борту автомобіля. Основна група приладів цього класу передбачає вимірювання діагностичних параметрів у стаціонарних умовах без

демонтажу елементів електрообладнання і електричного відключення від бортової електромережі. Підключення вимірювальних каналів приладів здійснюється гальванічним способом або за допомогою накладних (безконтактних) датчиків. Це дозволяє вимірювати значення діагностичних параметрів у робочому стані системи (пристрою) і при працюючому ДВЗ.

Як найпростіші прилади бортової діагностики використовуються вольтметри безпосередньої оцінки й індикатори напруги (логічні пробники). Для локалізації пошкоджень електричних кіл бортових мереж живлення, використовуються гальванічні перемички.

Індикатори напруги є найбільш універсальними і доступними приладами при діагностуванні електрообладнання автомобіля у дорожніх умовах. Як індикатор може використовуватися лампа накаливання потужністю до 3 Вт. Для діагностування електронних систем застосовують індикатори на світло-діодах, які мають високий вхідний опір (струм споживання 5...15 мА). Це дозволяє виключити перевантаження напівпровідникових приладів електронних пристроїв при діагностичних операціях.

Логічні пробники (рис. 2.3.2) можуть мати три індикатора (світлодіода) різного кольору (червоний, зелений, жовтий) або звуковий сигналізатор (зумер).



**Рис. 2.3.2. Зовнішній вигляд переносних діагностичних приладів:  
а – логічний пробник (індикатор); б – стробоскоп;  
в – навантажувальна вилка**

Крім того в таких пробниках передбачається перемикач діапазонів робочих напруг. Електронна схема пробника поділяє подану напругу на три зони: низька, середня й висока, що дозволяє ідентифікувати рівень напруги живлення.

Для підтвердження діагнозу в ряді випадків необхідно робити частковий демонтаж електричних кіл. Тоді склад найпростіших приладів може бути доповнений простим амперметром і омметром безпосередньої оцінки, які підключаються в розрив кола. Вимірювання неелектричних структурних параметрів, що характеризують технічний стан електромеханічних пристроїв автомобіля здійснюється за допомогою каліброваних щупів, динамометрів, вимірювального інструмента. Щільність електроліту в банках АКБ оцінюється за допомогою найпростіших приладів-денсиметрів (ареометрів). Вимірювання структурних діагностичних параметрів передбачає монтажні операції (зняття кришки розподільника, викручування свічок запалювання і пробок АКБ, зняття захисних кожухів) і додаткові витрати на їх проведення.

Перелічимо спеціалізовані прилади, що застосовуються при бортовому діагностуванні, й дамо їх характеристику.

*Стробоскоп* (рис.2.3.2, б) – прилад, призначений для перевірки функціонування відцентрового і вакуумного автоматів випередження запалювання на працюючому ДВЗ, вимірювання й установки початкового кута запалювання і вимірювання частоти обертання колінчатого вала. Вимірювання робиться візуально за положенням контрольних рисок на рухомій (маховик) і нерухомій (картер) частинах ДВЗ при їх імпульсному підсвічуванні. Імпульси підсвічування формуються від сигналу запалювання опорного циліндра. Підключення стробоскопа до високовольтного проводу здійснюється або гальванічним способом (у розрив кола), або безконтактним (через накладний датчик). Розрізняють стробоскопи безпосередньої оцінки і стробоскопи з лінією затримки. В останніх, вимірювання кута випередження запалювання робиться за положенням лімбу затримки, який розташований на стробоскопі. Конструкція – портативна, живлення від автономної батареї або АКБ автомобіля.

*Навантажувальна вилка* (рис.2.3.2, в) призначена для перевірки справності і ступеня зарядженості стартерних АКБ ємністю 40...135 А·год. на підставі результатів вимірювання напруги на окремих банках АКБ під навантаженням. Деякі моделі навантажувальних вилок (Е-107, Е-108) дозволяють перевіряти АКБ ємністю до 190 А·год. і робити тест-аналіз автомобільних генераторів. Прилад портативний, без живлення.

*Мигметр* (рис. 2.3.3, а) – прилад, призначений для визначення інтервалів часу між спалахами покажчика повороту і часу від моменту включення повороту до першого спалаху покажчика. Складається з фотоелектричного вимірювача частоти проблесків, таймера та пристрою індикації, підключається до сигнального кола реле покажчиків повороту. Переносний, живлення від автономної батарейки або АКБ автомобіля.

Під час проведення регламентних операцій ТО на борту автомобіля використовуються спеціалізовані переносні прилади контролю вихідних параметрів електронних систем і блоків керування (живлення від АКБ автомобіля), побудовані на базі електронних пристроїв (рис. 2.3.3).

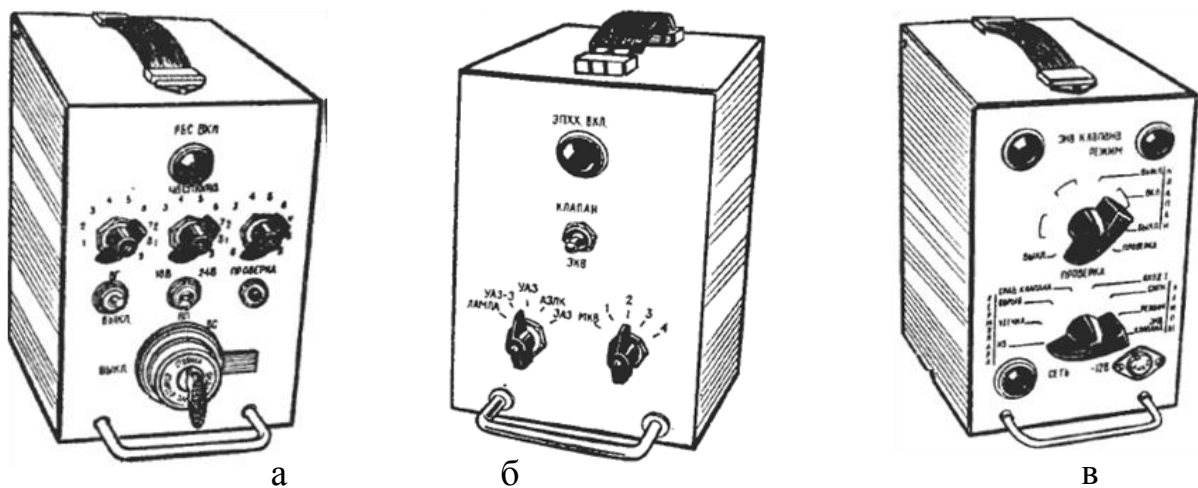


Рис. 2.3.3. Зовнішній вигляд спеціалізованих тестерів:

- а – реле блокування стартера;
- б – системи керування економайзером примусового холостого ходу;
- в – системи нейтралізації відпрацьованих газів

Під час перевірки означених параметрів, такі прилади підключаються до рознімання відповідного блоку керування, яке перевіряється та до кола бортової мережі електроживлення. При цьому, забезпечується режим, коли живлення «запалювання» увімкнено, ДВЗ не працює (не стартує).

*Прилад контролю реле блокування стартера* (рис. 2.3.3, а) містить вбудований релаксатор (генератор) з каліброваними частотами (імітатор датчика частоти обертання ДВЗ), резистивний еквіва-

лент навантаження (імітатор обмотки додаткового реле стартера) та схему сигналізації спрацьовування реле.

Прилад дозволяє визначати частоту сигналу відключення реле стартера, припустиме падіння напруги на виконавчому (вихідному) транзисторі електронного реле, перевіряти блокування спрацьовування реле (тригерну схему) при повторному включенні стартера, вразі наявності сигналу про обертання ДВЗ.

*Прилад контролю системи керування економайзером примусового холостого ходу* (рис. 2.3.3, б) має аналогічну будову та дозволяє визначати частоти вмикання і вимикання електромагнітного клапана, падіння напруги на виконавчому транзисторі блоку керування; перевіряти кола живлення обмотки клапана на обрив.

*Прилад контролю системи нейтралізації відпрацьованих газів* (рис. 2.3.3, в) дозволяє контролювати границі зон напруги термопари, що відповідають включенню і миготінню сигнальної лампи; перевіряти працездатність електромагнітного клапана, сигнальної лампи, датчика розрядження; виявляти короткі замикання і замикання на корпус термопари, порушення ізоляції.

До спеціалізованих приладів (пристроїв) також можна віднести тестери:  $\lambda$ -характеристик, запалювання, форсунок, пневмотестери та тестери для перевірки виконавчих пристроїв іншого призначення.

З групи спеціальних приладів, які можуть застосовуватися на борту автомобіля при демонтажу електричних кіл, можна виділити переносні *прилади для перевірки контрольних-вимірювальних приладів* (рис. 2.3.4). Прилади містять комбінований вимірювач електричних величин (напруги, струму, опору) з аналоговим індикатором (мікроамперметром); вимірювачі безпосередньої оцінки неелектричних величин (термометр, манометр, транспортир); еталонні та змінні резистори для імітації датчиків; пристрої, що активізують датчики неелектричних величин (електричний нагрівач, статичний насос). Прилади дозволяють перевіряти показники та калібрувати датчики неелектричних величин:

- термоелектричних імпульсних манометрів і термометрів;
- електромагнітних вимірювачів рівня палива;
- логометричних термометрів з терморезистором;
- сигналізаторів аварійного тиску.

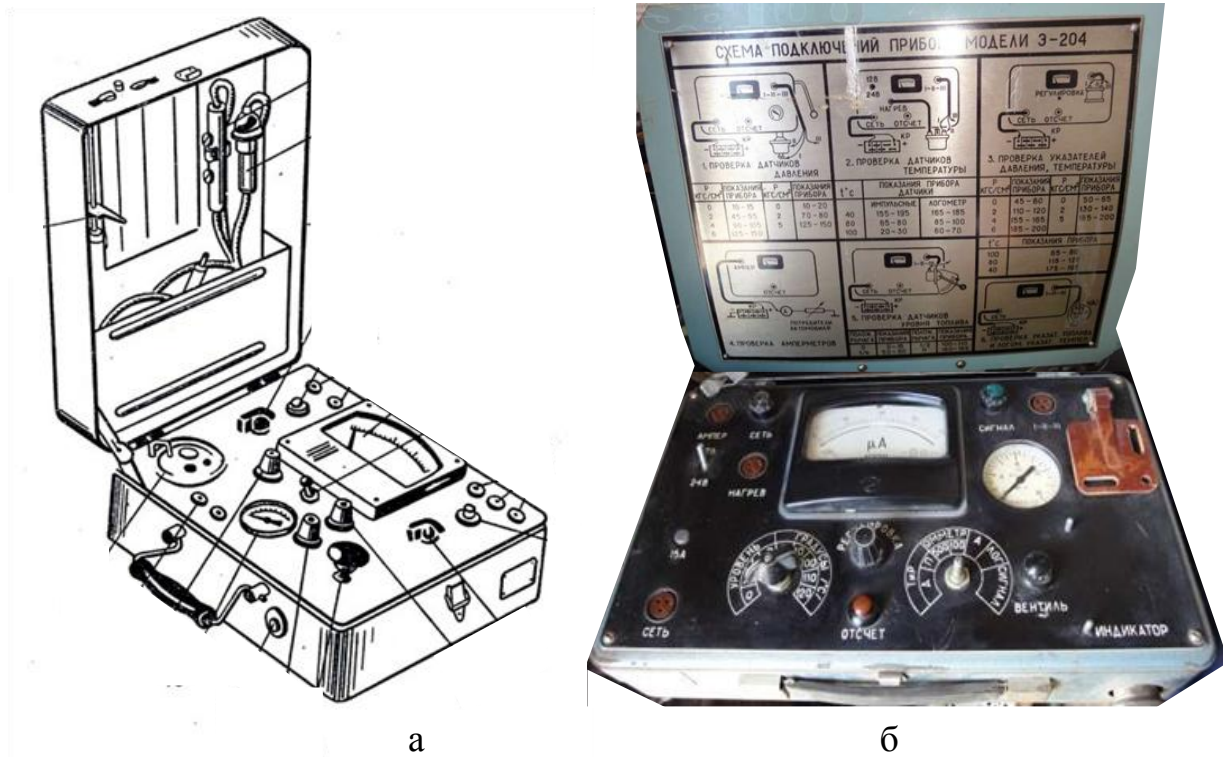


Рис. 2.3.4. Прилади для перевірки елементів систем контролю-вимірювальних приладів: а – моделі 531; б – типу Е-204

Наявність вимірювальних приладів безпосередньої оцінки забезпечує контроль стану автомобільних амперметрів та показчиків тиску.

Перевірки елементів системи контролю-вимірювальних приладів проводяться методом заміщення або дублювання несправного елемента та полягають у порівнянні показань контрольованого і еталонного показчиків (реакції контрольованого і еталонного датчика). Живлення приладів здійснюється від АКБ автомобіля.

*Авто-тестери* (рис. 2.3.5) – універсальні прилади для вимірювання комплексу параметрів електричних сигналів та кіл, що характеризують роботу систем електрообладнання.

Портативні авто-тестери аналогового типу (рис. 2.3.5, а) дозволяють вимірювати:

- напругу постійного струму до 40 В;
- опір постійному струму до 100 кОм;
- частоту обертання до 6000 хв<sup>-1</sup>;
- кут замкненого стану контактів переривника до 90°.



а



б



в

Рис. 2.3.5. Зовнішній вигляд автомобільних тестерів:  
а – портативний аналоговий (43102); б – портативний цифровий (мультиметр); в – типу «діагностична валіза» (Elkon S-220)

Прилади даного класу мають обмежений діапазон вимірювання параметрів, стрілочну індикацію, живляться від автономної батареї та від АКБ автомобіля, переносні в портативному виконанні.

Останнім часом розроблені авто-тестери цифрового типу (мультиметри) з рідино-кришталевим дисплеєм, побудовані на базі АЦП (рис. 2.3.5, б). Наявність бази часу в таких приладах дозволяє вимірювати частоту електричних імпульсів до 200 кГц та ємність конденсаторів до 10 мкФ. Автомобільні мультиметри мають розширені функції та діапазони вимірюваних параметрів. Такі тестери постачаються вимірювальними датчиками, завдяки чому додатково дозволяють вимірювати:

- постійний струм до 1000 А безконтактним способом;
- вторинну напругу до 40 кВ;
- електричний опір – 0,01 Ом...40 мОм;
- напругу змінного та постійного струму – 0,1 мВ...1000 В;
- постійний струм – 0,01 мА...2000 А;
- розрядження та тиск газів і рідини;
- температуру газів, рідин та твердих поверхонь до 1000°C.

Для живлення автомобільних мультиметрів зазвичай використовуються автономні джерела напруги.

Авто-тестери типу «діагностична валіза» (рис. 2.3.5, в) живляться від АКБ автомобіля, мають у складі навантажувальні реоста-

ти, високовольтні розрядники й укомплектовані засобами підключення до силових кіл електрообладнання автомобіля. Тестери мають розширені діапазони параметрів, що вимірюються, і дозволяють перевіряти технічний стан:

- генераторів потужністю до 350 Вт;
- регуляторів напруги;
- стартерів малої потужності;
- переривників-розподільників;
- котушок запалювання;
- АКБ і кіл низької напруги;
- ізоляції проводів високої напруги.

Під час екстреної діагностики автомобіля водієм у дорожніх умовах, найбільш переважним є використання портативного автотестера, адаптованого до борта конкретного автомобіля (класу автомобілів). Такі передумови ведуть до розробки штатних автотестерів, що входять до комплекту запасних частин, інструменту та приладів автомобіля.

### ***2.3.2. Засоби комплексної діагностики***

Під час діагностування автомобіля на посту (комплексна діагностика) можуть застосовуватися всі переносні прилади з автономним живленням, розглянуті у попередньому розділі. Особливістю діагностичних приладів та устаткування, які цілеспрямовано використовуються на посту є їх обмежена мобільність і прив'язка до промислової мережі живлення  $\sim 220/380$  В.

З метою перевірки тягово-швидкісних характеристик, гальмових якостей, системи керма, стану елементів трансмісії і підвіски автомобіля діагностичні пости і лінії обладнуються стаціонарними (рис. 2.3.6, а) або пересувними (рис. 2.3.6, б) установами (підйомниками, стендами з біговими барабанами, поворотними та віброплатформами), які дозволяють імітувати рух автомобіля в дорожніх умовах.

В АТП з великою кількістю рухомого складу і на діагностичних лініях великої пропускної здатності виправдане застосування автоматизованих і комп'ютеризованих діагностичних станцій (ліній), до складу яких входять перераховані стаціонарні установки,



мотор-тестер, сканер, газоаналізатор та реглоскоп, які поєднані мережею центрального комп'ютера в інформаційно-вимірвальний комплекс (рис. 2.3.6, в, г).



а



б



в



г

**Рис. 2.3.6. Діагностичні пости: а – стаціонарний, у приміщенні; б – пересувний, поблизу транспортної магістралі; в, г – на лінії експрес аналізу**

Застосування комп'ютерних технологій дозволяє не тільки підвищувати продуктивність і якість діагностування автомобіля, але і систематизувати індивідуальний контроль за технічним станом значного парку рухомого складу.

Електричні системи автомобіля перевіряються на посту за їх вихідними параметрами (значення та якість напруги бортової мережі, параметри іскрового розряду, орієнтація фар головного освітлення) або за комплексними показниками (потужність ДВЗ та склад відпрацьованих газів).

Концентрація і склад продуктів згоряння у відпрацьованих газах є вихідними діагностичними параметрами для оцінки технічного стану ДВЗ в цілому і зокрема електричних систем запалювання, по-

дачі та упорскування палива, газорозподілу, рециркуляції відпрацьованих газів, уловлювання випарів бензину. Дано загальну характеристику приладів, що використовуються переважно в умовах діагностичного поста.

*Газоаналізатори* (рис. 2.3.7) – прилади для вимірювання концентрації продуктів згоряння у відпрацьованих газах.



Рис. 2.3.7. Зовнішній вигляд сучасних газоаналізаторів промислових зразків: а – «АСКОН-02» б – AUTO 5; в – «ИНФРАКАР»

Розрізняють газоаналізатори принцип дії яких заснований на каталітичному допалюванні продуктів згоряння або на поглинанні недисперсного інфрачервоного випромінювання відпрацьованими газами (див. п.п. 2.2.5). Газоаналізатори мають переносний зонд (датчик) для забору відпрацьованих газів з вихлопної труби та відрізняються за кількістю компонентів, що реєструються (2-х компонентні СН, СО; 3-х компонентні СН, СО, СО<sub>2</sub>; 4-х компонентні СН, СО, СО<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>; 5-ти компонентні СН, СО, СО<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>). Додатково в структурі приладів передбачають канали вимірювання частоти обертання ДВЗ (тахометри), температури мастила (термометри) та індикацію розрахованого значення  $\lambda$ -параметру (якості паливоповітряної суміші). Інформація про склад відпрацьованих газів виводиться на цифрові індикатори (рис. 2.3.7, а, в) або рідинно-кристалеві дисплеї (рис. 2.3.7, б). Більшість сучасних газоаналізаторів мають виносний (рис. 2.3.7, б) або вбудований (рис. 2.3.7, в) принтер для документації результатів аналізу. Живлення приладів здійснюватися від автономних джерел 6 В, 12 В, або від мережі ~220 В залежно<sup>сті</sup> від типу. Слід додати що, газоаналізатори можуть входити до складу мотор-тестерів.

*Реглоскопи* (рис. 2.3.8) – фотоелектричні прилади (див. п.п. 2.2.5), призначені для перевірки (вимірювання сили світла) і регу-

лювання (установки, орієнтації світлового пучка) автомобільних фар головного освітлювання.



Рис. 2.3.8. Зовнішній вигляд регласкопів промислових зразків:  
а – Maha LITE3; б – Auto-SPIN HBA19D; в – Auto-SPIN HBA9601;  
г - VAST

Реглоскопи різних типів відрізняються за: схемою побудови вимірювальної (оптичної) системи; типом системи орієнтації (контактна, оптична з освітлювачем, оптична дзеркальна, система візування); базою орієнтації (вісь симетрії, вісь передніх коліс, вісь задніх коліс). Виконані як пересувні, живлення автономне чи від промислової мережі.

*Діагностичні сканери* – портативні прилади з живленням від АКБ автомобіля, призначені для діагностування автомобільних мікропроцесорних систем керування з інтегрованими системи діагностики. Підключення сканера до автомобіля здійснюється через діагностичне рознімання системи керування. Сканер забезпечує зчитування та стирання кодів несправностей, які формуються під час транспортного процесу. Додаткові функції сканера полягають в реєстрації даних про режимні параметри електричних кіл системи керування та забезпеченні тестових впливів на об'єкт керування, шляхом формування керуючих сигналів виконавчих пристроїв. Обмін

інформацією між сканером і бортовою системою керування (зчитування даних та керуючі команди) відбувається на цифровому рівні у вигляді модифікованих послідовних кодів, які формуються в середовищі електронного блоку керування. Тому, на відзнаку від мотор-тестера, сканер не дає жодних відомостей про параметри електричних процесів у високовольтній частини системи запалювання та стан механічних вузлів двигуна. Повнота діагностичної інформації, яка одержується за допомогою сканера та універсальність його застосування на автомобілях різних марок, залежить від розробників системи керування і сканера (рис. 2.3.9).



Рис. 2.3.9. Зовнішній вигляд діагностичних сканерів:  
а – DST-14; б – CAN OBD II; в – ST-6000

Сумісність діагностичного приладу і системи керування, яка перевіряється, визначається їх програмним забезпеченням (протоколом обміну) та типом (конфігурацією) діагностичного рознімання. З цього приводу розрізняють: сканери обмеженого ряду автомобілів (рис. 2.3.9, а); сканери, пристосовані до переліку функцій (режимів) міжнародних стандартів (рис. 2.3.9, б); універсальні сканери, розраховані на роботу з системами керування різного призначення на автомобілях різних марок (концернів). Програмна універсальність сканерів забезпечується використанням інформаційних картриджів (програмних носіїв), а апаратна – комплектом адаптерів підключення до діагностичних рознімань бортової системи.

*Програмні сканери* – являють комплект інформаційного диска з програмним забезпеченням, яке встановлюється на персональному комп'ютері та адаптеру підключення до діагностичного рознімання.

*Мотор-тестери* характеризуються високим функціональним наповненням і за своїми можливостями замінюють цілий ряд спеціалізованих і спеціальних приладів. Постачаються вимірювальними адаптерами (безконтактними датчиками струму, напруги, високої напруги, першого циліндра, тиску, температури) та адаптерами підключення (гальванічними конекторами). Реалізують функції авто-тестерів та аналізаторів ДВЗ (автомобільних осцилографів, стробоскопів, тахометрів), дозволяють діагностувати різні системи ДВЗ (електричні та неелектричні) без демонтажу електричних кіл, у робочому стані, на різних режимах. Отже до переліку параметрів, які контролюються за допомогою мотор-тестера базової комплектації слід віднести всі параметри, які перевіряються переліченими діагностичними приладами:

- значення напруги акумулятора;
- силу струму стартера та генератора;
- якість напруги бортової мережі живлення;
- параметри імпульсних напруг по колах системи запалювання;
- значення параметрів імпульсних сигналів датчиків;
- час накопичення енергії й значення струму розриву котушки запалювання;
- ефективну потужність ДВЗ;
- циклову витрату палива;
- тиск в паливній магістралі;
- розрядження у впускному трубопроводі;
- частоту обертання колінчатого вала;
- температуру мастила;
- кути замкнутого стану контактів переривника та випередження запалювання;
- величину розрядження у впускному колекторі.

В більш потужних мотор-тестерах діагностичні дані зчитуються і обробляються мікропроцесором та виводяться на монітор в модифікованому вигляді, зручному для аналізу і постановки діагнозу. Такі мотор-тестери додатково дозволяють реєструвати електричні параметри на цифровому рівні та оцінювати:

- відносну ефективну потужність;
- втрати потужності при несталих режимах;
- баланс циліндрів за відотною компресією;
- нерівномірність частоти обертання двигуна;
- кут випередження початку подачі палива;
- тривалість подачі палива;
- максимальний тиск упорскування палива;
- залишковий тиск у трубопроводі високого тиску.

Мотор-тестери останнього покоління використовуються для діагностування автомобілів з мікропроцесорними системами керування ДВЗ в яких застосовані інтегровані діагностичні системи (системи самодіагностики). Характерною ознакою таких мотор-тестерів є наявність в їх структурі (комплектації) діагностичного сканера, який підключається до діагностичного рознімання системи керування ДВЗ.

Мікропроцесорна будова мотор-тестерів дозволяє автоматизувати процес тестування не тільки електричних систем двигуна (тести якості згоряння палива, елементів системи запалювання, виявлення причин ускладненого пуску), а і його механічної частини (тести розгону, балансу потужності по циліндрах, механічних втрат, прогріву).

Сучасні мотор-тестери відрізняються за функціональним наповненням та конструктивним виконанням (рис. 2.3.10).



Рис. 2.3.10. Зовнішній вигляд мотор-тестерів різної конструкції:  
а – консольний; б – модульний; в – портативний

Функціональна відмінність сучасних мотор-тестерів визначається їх структурою (складом і периферійним оточенням) та особливістю функціональних перетворень (способами реалізації вимірювань і програмним забезпеченням). Мотор-тестер може забезпечувати режими: вимірювань мультиметра осцилографа і сканера; інформаційного монітору газоаналізатора і діагностичного конектора електронного блоку керування. Як периферійні, можуть використовуватися програмно-інформаційні пристрої (картриджі), потужні персональні комп'ютери, принтери.

*Автомобільні осцилографи* в структурі сучасного мотор-тестера (аналізatori ДВЗ, аналізatori системи запалювання) відрізняються від осцилографів попереднього покоління: наявністю декількох вимірювальних каналів; можливістю перетворення (модифікації) інформаційних сигналів та отримання зображення на цифровому рівні; здатністю працювати у режимі запам'ятовування зображення та даних. Поряд з цим мікропроцесорна будова приладу дає можливість автоматизувати процеси вимірювання та статистичної обробки вимірювальної інформації.

Програмне забезпечення мотор-тестерів характеризується: повнотою бази даних для різних моделей двигунів автомобілів; переліком тестів автоматичного виконання; досконалістю експертної системи (глибиною локалізації несправності) та інтерфейсу користувача (автоматичне настроювання режимів вимірювань, інтерактивний пошук несправностей, форма надання діагностичної інформації).

*Консольні мотор-тестери* (рис. 2.3.10, а) виконані на базі персональних комп'ютерів. Вимірювальні адаптери та адаптери підключення мотор-тестерів такої конструкції розташовані на спеціальній поворотній консолі для зручності їх підключення до двигуна в стаціонарних умовах.

*Мотор-тестери модульної конструкції* (рис. 2.3.10, б) являють комплект конструктивно-відокремлених пристроїв (модулів), основу яких складають пристрій інтерфейсу (модуль мотор-тестера) та персональний комп'ютер типу ноутбук з відповідним програмним забезпеченням. Електрично-поєднані конструктивні модулі приладу базуються на пересувному контейнері, що забезпечує зручність проведення операцій діагностування в стаціонарних умовах

(на посту). Вразі необхідності, окремі модулі приладу, залежно від поставленої задачі, можуть використовуватися безпосередньо на борту в стаціонарних умовах або під час руху автомобіля.

Окремі моделі приладів комплексної діагностики ДВЗ поєднують в собі атрибути консольних і модульних конструкцій мотор-тестерів (рис. 2.3.11).

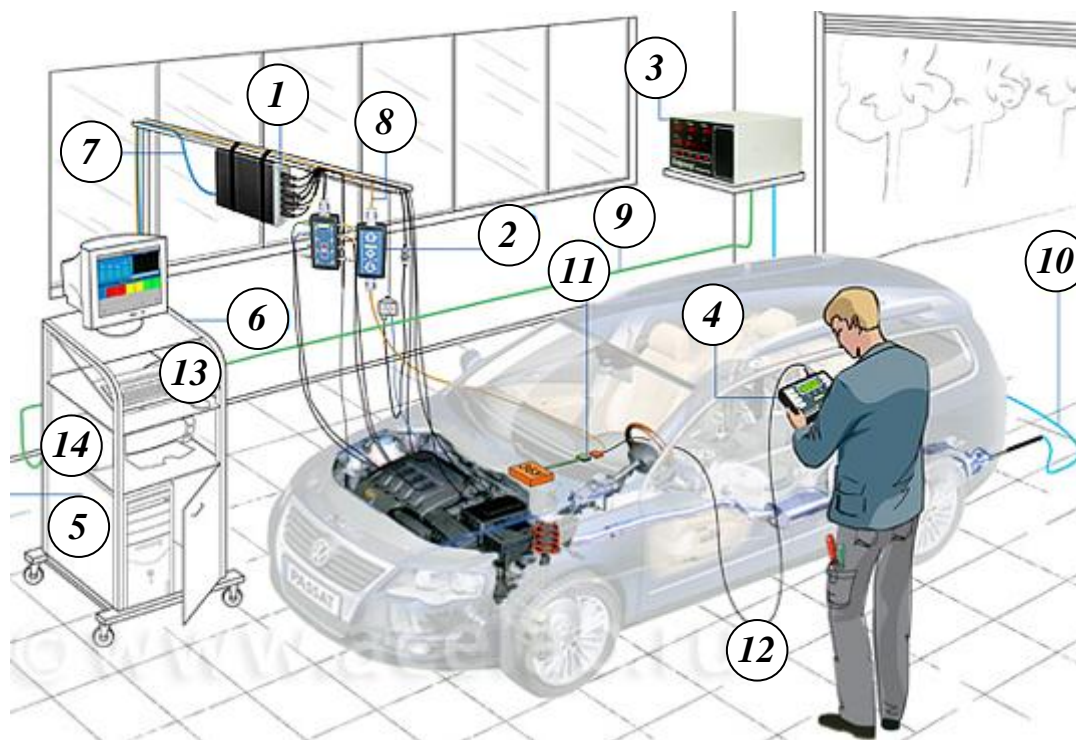


Рис. 2.3.11. Розташування діагностичних приладів на посту комплексної діагностики ДВЗ та систем керування

Згідно позиціям на рис. 2.3.11 позначено: 1 – модуль мотор-тестера; 2 – програмний сканер; 3 – газоаналізатор; 4 – портативний сканер; 5 – системний блок комп'ютера; 6 – пересувна консольна стійка; 7, 8, 9 – кабелі підключення мотор-тестера, адаптера програмного сканера та газоаналізатора до системного блоку; 10 – зонд відбору відпрацьованих газів; 11 – діагностичне рознімання автомобіля; 12 – адаптер підключення портативного сканера; 13 – клавіатура комп'ютера; 14 – принтер.

*Портативні мотор тестери* (рис. 2.3.10, в) живляться від бортової мережі автомобіля, що дозволяє їх використовувати під час руху автомобіля, спостерігати відхилення параметрів від допустимих значень та визначати приховані і непостійні несправності. Портатив-



ний прилад доречно використовувати як накопичувач оперативної діагностичної інформації з подальшим її детальним аналізом за допомогою персонального комп'ютера в стаціонарних умовах.

### **2.3.3. Засоби агрегатної діагностики**

Процес діагностування в електровідділенні (агрегатна діагностика), зазвичай складається з трьох етапів. Спочатку підтверджується або спростовується попередній діагноз, поставлений на борту автомобіля, шляхом його випробування в зібраному стані на спеціальних стендах. Потім несправність локалізується після розбирання агрегату та перевірки його структурних параметрів. Після усунення несправності чи відновлення елементів агрегату, його збирають та остаточно перевіряють працездатність і відповідність нормованим технічним характеристикам (параметрам).

На першому етапі агрегатної діагностики (за вихідними параметрами агрегату) використовуються спеціальні випробувальні стенди та стенди комплексних перевірок елементів електрообладнання (СКП). Спеціальні стенди розрізняють за призначенням (для перевірки елементів системи пуску, електропостачання, запалювання).

*Стаціонарні контрольно-вимірвальні стенди спеціального призначення* зазвичай поєднують установки та прилади для перевірки елементів системи пуску та електропостачання в одному корпусі. Основу конструкції означених стендів складає електропривод з контрольованою швидкістю обертання (живлення  $\sim 220/380$  В). На робочій панелі стенда передбачено універсальні пристосування для фіксації генераторів та стартерів різної потужності, які підлягають перевірці (рис. 2.3.12).

Стенди забезпечують робочі швидкісні (регулятор швидкості) та навантажувальні (гальма, пакет опорів) режими (імітацію умов борта) електричних машин (генераторів, стартерів) та індикацію (аналогову або цифрову) контрольованих параметрів (характеристик): струмів якоря та збудження (амперметри), швидкості обертання (фотоелектричний тахометр), крутного моменту (тензометричний динамометр) загальмованого стартера (див. п.п. 2.2.5).



Рис. 2.3.12. Зовнішній вигляд спеціальних стендів стаціонарного базування: а – Е-250-02; б – ЕВ-380; в – Е-242; г – АЕМ-2а

Живлення стартерів на стендах забезпечується вмонтованим мережним джерелом. Електростартери на стендах перевіряються у режимах холостого ходу та повного гальмування, а генератори – на обертах холостого ходу та під номінальним навантаженням. Додатково оснащуються омметром та пристроєм для перевірки якорів стартерів.

Стационарні стенди дозволяють перевіряти: генератори з номінальною напругою 12 В, 24 В під навантаженням до 160 А; стартери 12 В, 24 В, лівого і правого обертання, потужністю до 9 кВт; регулятори напруги та реле стартерів (тягові і додаткові) повного асортименту промислових зразків.

Спеціальні стенди перевірки елементів систем запалювання (рис. 2.3.13), призначені для перевірки елементів контактної, контактно-транзисторної і безконтактних систем запалювання.

Основу конструкції означених стендів складає електропривод з контрольованою швидкістю обертання для забезпечення робочих швидкісних режимів переривника-розподільника. На робочій панелі стенда передбачено універсальні пристосування для фіксації елементів систем запалювання (справних та тих, які перевіряються).



а



б

Рис. 2.3.13. Стенди перевірки елементів систем запалювання настільного базування: а – СПЗ-12; б – СПЗ-16 МЕ

Конструкція стендів поєднує окремі функціональні блоки (модулі) та пристосування:

- живлення силової та вимірної частини стенда;
- електроприводу та перетворювача підвищеної напруги для перевірки електричної міцності конденсаторів;

- вимірювальний стробоскопічний диск з лімбом, для спостереження кутових параметрів переривника та автоматів випередження запалювання в динамічному режимі;

- комбінований вимірювальний прилад (авто-тестер);

- вакуумний насос з манометром для імітації розрядження і перевірки вакуум-коректорів;

- блок підключення конденсаторів для вимірювання ємності та перевірки їх електричної міцності;

- блок високовольтних розрядників для спостереження за іскроутворенням.

До комплекту стендів входять еталонні елементи перерахованих систем (справні апарати запалювання). Стенди СПЗ дозволяють контролювати вихідні та структурні параметри систем (елементів) у статичному та динамічних режимах:

- кути замкненого і розімкненого стану контактів;

- кути чергування іскроутворення;

- кути випередження запалювання на робочих режимах ДВЗ;

- опір додаткових резисторів і резисторів, що демпфірують;

- ємність конденсаторів й електричну міцність їх ізоляції;

- спадання напруги на контактах переривника;

- струм, споживаний системою в швидкісному діапазоні;

- напругу на ділянках низьковольтного кола;

- рівень високої напруги вторинного кола (візуально);

- стан ізоляції кришки розподільника (візуально під напругою);

- безперебійність та асинхронність іскроутворення.

За результатами контролю параметрів переривника-розподільника на стенді виконуються регульовальні роботи (зазор між контактами, зусилля притискної пружини), виявляються зношення механічних вузлів і сполучень (кулачка розподільника, штовхальника і осі рухливого контакту).

Модифіковані конструкції стендів типу СПЗ різняться способом реалізації, компоновкою елементів та додатковими функціями. Так на стенді СПЗ-14 в порівнянні з СПЗ-12, вакуум-насос має електричний привод, еталонні котушки запалювання закріплені на панелі та підключені до стенда, додано функціональний блок навантажень системи запалювання (конденсатори та резистори, які імітують розподілену ємність високовольтного кола та нагар свічі запалювання).

лювання). Стенд СПЗ-16 ЕМ додатково дозволяє контролювати нормовані параметри комутаторів з нормуванням часу накопичення енергії.

Стосовно діагностики мікропроцесорних систем запалювання слід додати, що протягом певного періоду, в окремих автомобільних підприємствах використовувалися спеціальні стенди експериментальних зразків для перевірки блоків керування цифрових систем запалювання.

*Універсальні стенди комплексних перевірок (СКП)* – поєднують можливості розглянутих спеціальних стендів різного призначення. Являють собою конструктивно поєднаний на одному електроприводі, що імітує ДВЗ, комплект приладів і устаткування для перевірки (випробування) елементів електрообладнання автомобілів визначеного класу. Універсальні стенди СКП (рис. 2.3.14) виконують функції спеціалізованих приладів та спеціальних стендів різного призначення (див. рис. 2.3.4, рис. 2.3.12, рис. 2.3.13, рис. 2.3.15).



**Рис. 2.3.14. Універсальний стенд комплексних перевірок елементів систем електрообладнання типу Elkon U 400**

Універсальні стаціонарні стенди також живляться від промислової мережі (~220/380 В) та оснащені індикаторами різного типу.

На другому етапі агрегатної діагностики використовуються спеціалізовані, прилади призначені для детальної перевірки окремих вузлів та елементів систем (рис. 2.3.15).

*Прилад перевірки якорів (ППЯ) стартерів (рис. 2.3.15, а) індукційного принципу дії (див. п.п. 2.2.5) дозволяє перевіряти якірні (роторні) обмотки стартерів і машин постійного струму на обрив, короткозамкнені витки або пластини колектору, замикання на масу і якість ізоляції. Настільний варіант, живлення від мережі ~220 В.*



а



б



в

**Рис. 2.3.15. Зовнішній вигляд спеціалізованих переносних приладів, що використовуються в електровідділенні : а – перевірки якорів; б – перевірки свічок запалювання; в – перевірки спідометрів**

*Прилад дефектоскоп обмоток (ПДО) генераторів має аналогічну будову за принципом дії, але конструктивно виконаний, як портативний. ПДО призначений для перевірки якірних (статорних) обмоток автомобільних генераторів змінного струму, на короткозамкнені витки. Перевірка проводиться в розібраному стані генератора при вилученому роторі і відключених виводах обмоток (від випрямляча).*

*Прилад перевірки свічок запалювання (рис. 2.3.15, б) типу Э-203-П. Має вбудовані електромагнітний перетворювач (реактор з вібратором) високої напруги, насос та манометр безпосередньої оцінки. В герметичному корпусі приладу передбачено отвір для встановлення свічі, яка перевіряється, та отвір з дзеркальним відбивачем (ілюмінатор) для спостереження за іскрою на електродах свічі та витоків по її тепловому конусу. Дозволяє перевіряти свічі запалювання на безперебійність іскроутворення під тиском, втрати напруги по корпусу і герметичність корпусу свічі. Виготовлений як настільний, живлення від мережі ~220 В.*

Прилад для перевірки спідометрів (рис. 2.3.15, а) містить регульовані електропривод та релаксатор (генератор) імпульсів (імітатор сигналу датчика швидкості руху автомобіля) з контролем частоти обертання та надходження імпульсів (цифровий частотомір). Дозволяє перевіряти цифрові та приводні спідометри індукційного типу шляхом порівняння показань спідометра, який перевіряється, з показаннями індикатора частотоміра. Настільний варіант, живлення від мережі  $\sim 220$  В.

В приміщенні акумуляторного відділення де обслуговуються кислотні акумулятори (заряджаються, ремонтуються) та зберігається обмінний фонд і реактиви, забезпечується примусова вентиляція. На цій ділянці розташовані зарядні пристрої та прилади контролю стану АКБ (ореометри, навантажувальні вилки, тестери АКБ).

Тестери АКБ – прилади призначені для оцінки розрядної ємності та стартової потужності стартерних акумуляторних батарей. Типи (моделі) тестерів АКБ різняться за видом перетворення вимірювальної інформації, конструктивними ознаками та нормованими технічними характеристиками (рис. 2.3.16).



Рис. 2.3.16. Зовнішній вигляд тестерів АКБ: а – аналоговий переносний; б – цифровий настільний; в – цифровий портативний; г – цифровий з принтером

Аналогові тестери (рис. 2.3.16, а) побудовані аналогічно навантажувальній вильці (див. рис. 2.3.2, в), але мають пакет навантажувальних опорів більшого значення, що дозволяє суб'єктивно спостерігати змінення напруги на АКБ під навантаженням та в першому наближенні оцінювати її розрядну ємність. Час тестування складає декілька хвилин.

Вимірювальна частина цифрового тестера АКБ (рис. 2.3.16, б) являє собою швидкісний цифровий вольтметр (див. рис. 2.2.5, в), який керується мікропроцесором і відслідковує спадання напруги на АКБ під значними розрядними струмами (сотні ампер). Завдяки інтенсивному режиму розряду АКБ та малому періоду дискредитації вимірювань (значної опорної частоти мікропроцесора) вдається розрахувати значення розрядної (залишкової) ємності та стартової потужності (виконати тест стану АКБ) з достатньою точністю, протягом декількох секунд.

Сучасні тестери АКБ (рис. 2.3.16, в, г) дозволяють проводити тест стану АКБ та зарядних пристроїв номінальної напруги 6 В, 12 В, 24 В при холодному старті в діапазоні розрядних струмів 40...2000 А.

#### ***2.3.4. Вмонтовані засоби діагностики***

На сучасних автомобілях, діагностування більшості електричних систем (керування ДВЗ, коробкою передач і зчепленням, гальмівних систем, систем курсової стійкості) здійснюється під час руху автомобіля у дорожніх умовах з використанням вмонтованих діагностичних систем. Класифікація і склад вмонтованих систем діагностики наведені на рис. 2.3.17.

На панелі приладів сучасного автомобіля розміщені покажчики традиційних вимірювальних каналів (спідометр, тахометр, вольтметр, амперметр, манометр, термометр) і сигналізатори (рівнів охолоджуючої і гальмівної рідин, рівня мастила у двигуні, несправності ламп світлової сигналізації, спрацювання гальмівних колодок, засмічення повітряного фільтра, аварійного зниження тиску в шинах та ін.). Активізація сигналізаторів (ламп накаливання, світлодіодів) виконується за допомогою датчиків ключового типу через блок керування, що забезпечує необхідний алгоритм їх функціонування (миготіння при включенні, сигнал екстреної зупинки).

У якості датчиків сигналізаторів обриву кола застосовуються геркони (герметичні контакти), які керуються електромагнітним способом (датчики струму) та безконтактні датчики, побудовані на ефекті Холла.

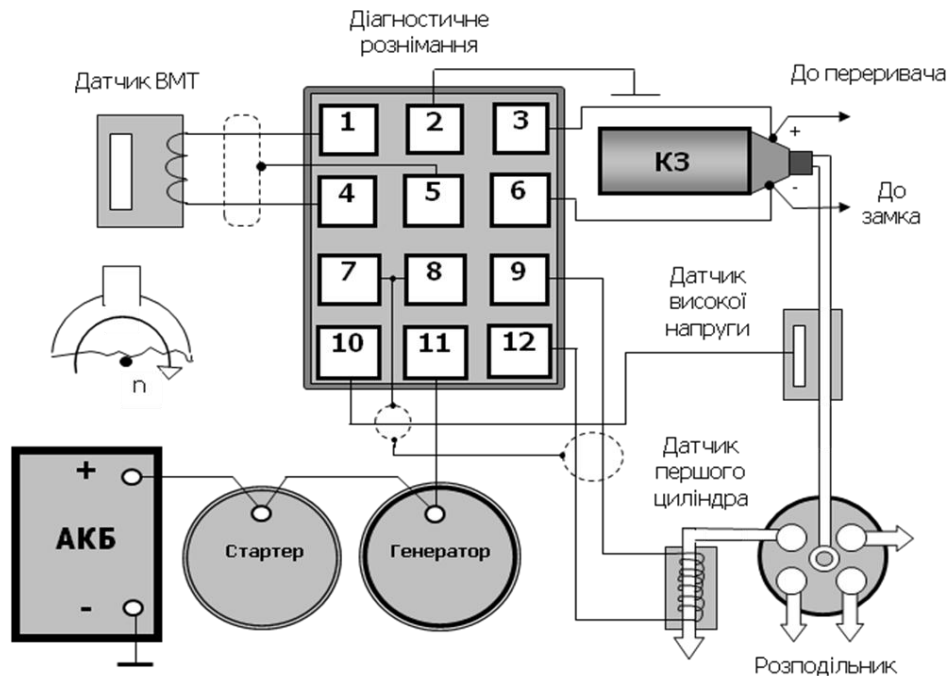




Рис. 2.3.17. Класифікаційна структура вмонтованих засобів діагностики автомобіля

Датчик сигналізатора спрацювання гальмівних колодок являє провідник, вмонтований у тіло гальмівної колодки. На момент зношення колодки до критичного розміру відбувається обрив провідника датчика і формується аварійний сигнал. Сигнал засміченого повітряного фільтра, зазвичай, формується блоком керування на підставі сигналів з датчиків масової витрати повітря і положення дросельної заслінки, що входять до складу системи керування інжекторними ДВЗ. Аварійне зниження тиску у шинах контролюється засобами безконтактної вимірювальної системи, яка носить назву транспордера (мініатюрний приймач-передавач).

Система вмонтованих датчиків (СВД) складається з трьох датчиків, які встановлені на ДВЗ. Виходи датчиків підключені до діагностичного рознімання. На клеми рознімання також виводяться контрольні точки кіл основних електричних систем (рис. 2.3.18).



**Рис. 2.3.18. Схема електричних підключень елементів системи вмонтованих датчиків**

Датчик верхньої мертвої точки (ВМТ) індукційного типу, призначений для формування імпульсів, що відповідають моменту проходження поршнем опорного (зазвичай першого) циліндра ВМТ. Розташований на картері маховика або на кронштейні напроти шків колінчастого валу. Штифти з магнітного матеріалу, що замикають магнітне коло датчика, запресовані в маховик чи шків привода вентиляційного ременя.

Датчик першого циліндра індуктивного або ємнісного типу призначений для формування імпульсів, що відповідають моменту запалювання в опорному циліндрі. Встановлений на високовольтному проводі свічки опорного циліндра. Виконаний конструктивно у вигляді цанги.

Датчик високої напруги ємнісного типу призначений для одержання імпульсного сигналу, який якісно характеризує параметри імпульсів вторинної напруги системи запалювання. Виконаний у вигляді двох роздільних латунних обкладень, концентрично розташованих навколо центрального високовольтного проводу. Внутрішня обкладка гальванічний зв'язок з центральним проводом, зовнішня підключена до діагностичного рознімання. Система вмонтованих датчиків дозволяє визначати:

- напругу АКБ на холостому ході та під навантаженням;
- рівень напруги, що регулюється;
- несправність діодів випрямляча генератора;
- напругу на котушці запалювання в статичному режимі, у режимі пуску і в робочому режимі ДВЗ;
- падіння напруги на контактах переривника;
- кут замкненого стану контактів переривника в статичному і динамічному режимах;
- стан елементів вторинного кола системи запалювання;
- асинхронність іскроутворення;
- кут установки запалювання;
- кут випередження запалювання;
- частоту обертання колінчатого вала та її зниження при відключенні запалювання окремих циліндрів.

Кількість і якість вимірюваних діагностичних параметрів та глибина локалізації несправності визначаються рівнем діагностичної апаратури, яка підключається до рознімання СВД.

*Бортові діагностичні системи (БДС)* складаються з електронного блока керування (ЕБК), на який надходять інформаційні сигнали від датчиків, розташованих на об'єктах діагностики автомобіля. ЕБК сприймає сигнали поточних параметрів, обробляє їх, порівнює з допустимими значеннями (експертна система) і модифікує в діагностичну інформацію, яка виводиться на монітор (інтерфейс користувача).

*Системи самодіагностики (ССД)* – бортові діагностичні системи, інтегровані в системах керування, об'єктами яких виступають самі системи керування. Контроль процесу діагностики здійснюється водієм через операторську периферію (монітор, клавіатуру). Операторська периферія може розташовуватися на панелі приладів автомобіля, як штатне обладнання, або відокремлюватися, як діагностичний прилад – сканер, який підключається до бортової системи через діагностичне рознімання (див. рис. 2.3.9, б). Зазвичай, в системі самодіагностики передбачається активна функція резервування елементів системи (апаратне заміщення) або їх сигналів (програмне заміщення) на випадок пошкодження основних датчиків чи виконавчих пристроїв системи керування.

## Контрольні запитання до розділу 2

1. За якими ознаками класифікуються засоби діагностики?
2. Як класифікують засоби діагностики за структурою?
3. Як класифікують засоби діагностики за категорією?
4. Як класифікують засоби діагностики за конструкцією?
5. Як класифікують засоби діагностики за призначенням?
6. Як класифікують засоби діагностики за функціональністю?
7. Визначте поняття «Діагностичний прилад», «Діагностичний пристрій», «Діагностична установка».
8. Визначте поняття «Діагностичне обладнання», «Діагностичне устаткування».
9. Визначте поняття «Діагностична система», «Діагностичний комплекс».
10. Як різняться прилади, які функціонують за структурою вимірювача, активізатора та тестера?
11. Як різняться діагностичні прилади за місцем діагностування, типом живлення та мобільністю?
12. Назвіть переваги та недоліки приладів з різним типом індикації.
13. Яким чином умови діагностування впливають на глибину локалізації несправності?
14. За якими ознаками класифікують методи діагностики електрообладнання автомобілів?
15. Назвіть параметри електричних систем, які розглядаються як діагностичні.
16. За якими загальними ознаками класифікуються вольтметри та амперметри?
17. Яким чином розширюють приділи вимірювань вольтметрів і амперметрів безпосередньої оцінки?
18. Назвіть типи датчиків безконтактної реєстрації напруги та струму в електричному колі.
19. Назвіть переваги електронних вольтметрів.
20. Поясніть принцип побудови цифрових вольтметрів.
21. Поясніть призначення вольтметрів середньоквадратичних значень.
22. Поясніть призначення пікових вольтметрів.

23. Поясніть призначення селективних вольтметрів.
24. Наведіть приклади застосування вольтметрів для діагностування електрообладнання АТЗ.
25. За якими загальними ознаками класифікуються імпульсні генератори?
26. Назвіть різновиди форм імпульсних сигналів, що виробляють вимірювальні генератори.
27. Назвіть параметри за якими нормується реальний прямокутний імпульс та його потужність.
28. За якими схемними рішеннями реалізуються генератори імпульсів?
29. За якими схемними рішеннями реалізуються вимірювачі частоти?
30. Наведіть приклади застосування вимірювальних генераторів та частотомірів для діагностування електрообладнання АТЗ.
31. Наведіть приклади застосування осцилографів для вимірювання діагностичних параметрів електрообладнання АТЗ.
32. Які режими розгортки використовуються при осцилоскопічних вимірюваннях у системі запалювання?
33. Які види зображень використовуються при осцилоскопічних вимірюваннях у системі запалювання?
34. Які діагностичні параметри вимірюються у первинному колі системи запалювання за допомогою осцилографа?
35. Які діагностичні параметри вимірюються у вторинному колі системи запалювання за допомогою осцилографа?
36. Яким чином оцінюють енергію іскрового розряду системи запалювання за допомогою осцилографа?
37. Наведіть перелік пошкоджень у колах системи запалювання, що визначаються за допомогою осцилографа?
38. Сигнали яких автомобільних датчиків аналізують осцилоскопічним способом?
39. Які діагностичні параметри вимірюються в мережі системи електропостачання за допомогою осцилографа?
40. Наведіть перелік пошкоджень в елементах системи електропостачання, що визначаються за допомогою осцилографа?
41. В чому полягає моторний метод осцилоскопічної діагностики автомобільного генератора?

42. В чому полягає безмоторний метод осцилоскопічної діагностики автомобільного генератора?
43. Назвіть переваги та недоліки безмоторного методу осцилоскопічної діагностики автомобільного генератора?
44. Назвіть різновиди вимірювачів електричного опору?
45. Опір яких елементів (кіл) електрообладнання перевіряється за допомогою вимірювального міста, омметра та мегомметра.
46. В чому полягає перевірка стану напівпровідникових приладів за допомогою омметра.
47. Яким чином вимірюються параметри світлових впливів?
48. Яким чином вимірюються силові параметри механічних систем?
49. Поясніть принцип побудови вимірювача крутного моменту.
50. Поясніть принцип побудови приладу для визначення витків котушки, які замкнуті між собою.
51. Поясніть принцип побудови фотометричних приладів для аналізу хімічного складу газів.
52. В чому полягає метод аналізу хімічного складу газів при їх каталітичному спалюванні.
53. Наведіть приклади найпростіших засобів діагностики електрообладнання автомобілів.
54. Наведіть приклади спеціалізованих засобів діагностики електрообладнання автомобілів промислових зразків.
55. Поясніть призначення навантажувальної вилки.
56. Поясніть призначення автомобільного стробоскопу.
57. Поясніть призначення автомобільного регласкопу.
58. Наведіть приклади спеціалізованих приладів для перевірки електронних блоків автоматичних систем автомобіля.
59. Поясніть будову спеціальних діагностичних приладів для перевірки контрольно-вимірювальних приладів автомобіля.
60. Як різняться автомобільні тестери за конструктивними ознаками.
61. Наведіть перелік параметрів, які вимірює портативний автомобільний тестер.
62. Наведіть перелік елементів, які контролюються за допомогою автомобільного тестера типу «діагностична валіза».
63. В чому полягає комплексна діагностика автомобіля?

64. Які прилади та устаткування використовуються в діагностичних комплексах на постах і лініях «експрес-діагностики»?
65. За якими показниками різняться автомобільні газоаналізатори?
66. За якими показниками різняться автомобільні реглоскопи?
67. За якими показниками різняться діагностичні сканери?
68. Яким чином забезпечується універсальність використання діагностичних сканерів?
69. Що собою являють програмні діагностичні сканери?
70. Які функції діагностичних приладів виконує мотор-тестер?
71. Як різняться мотор-тестери за конструктивною ознакою?
72. Наведіть перелік основних параметрів, які перевіряються за допомогою мотор-тестерів базової конструкції.
73. Які додаткові можливості надають мікропроцесорні мотор-тестери?
74. Назвіть переваги портативних мотор-тестерів.
75. Наведіть приклади контрольно-випробувальних стендів спеціального призначення.
76. Які параметри контролюються на стендах перевірки елементів систем пуску ДВЗ?
77. Які параметри контролюються на стендах перевірки елементів систем електропостачання автомобіля?
78. З яких функціональних блоків складається стенд для перевірки елементів систем запалювання?
79. Наведіть перелік параметрів систем запалювання, які перевіряються на спеціальному стенді.
80. Означте особливості будови стендів комплексних перевірок елементів автомобільних електричних систем.
81. Наведіть приклади спеціалізованих діагностичних приладів, які використовуються в електровідділенні.
82. За якими показниками різняться тестери АКБ?
83. Перелічіть системи вмонтованих засобів діагностування.
84. Які параметри дозволяє контролювати системи вмонтованих датчиків?
85. Наведіть склад та призначення елементів бортових діагностичних систем.