

Міністерство освіти та науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра автомобільної електроніки

Бороденко Ю.М., Дзюбенко О.А., Трунова І.С.

**КОМП'ЮТЕРИЗОВАНЕ УСТАТКУВАННЯ
ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ**

Навчальний посібник

Харків 2025

УДК 681.518.54

Б 00

Рецензенти: *Мігаль В.Д.*, д-р техн. наук, професор
Державний біотехнологічний університет
Далека В.Х., д-р техн. наук, професор
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
Мармут І.А., канд. техн. наук, доцент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Б 00 Бороденко Ю.М.

Комп'ютеризоване устаткування для контролю технічних характеристик автомобіля: навчальний посібник / Бороденко Ю.М., Дзюбенко О.А., Трунова І.С. – Харків: ХНАДУ, 2025. – 256 с.

Наведено загальні принципи побудови діагностичних систем. Систематизовано інформацію про комп'ютеризовані стенди та прилади для контролю вихідних характеристик і діагностичних параметрів механічних систем автомобіля. Дано порівняльну характеристику різних моделей комп'ютеризованого устаткування та програмного забезпечення контрольно-випробувальних стендів провідних виробників. Відзначено особливості побудови вимірювальних систем, організації інтерфейсів користувача та периферійного оточення стендів промислових зразків.

Матеріал розрахований на студентів електромеханічних і механічних спеціальностей автотранспортних навчальних закладів, корисний для інженерно-технічного та керівного персоналу у сфері автосервісу.

Іл. 149. Табл. 2. Бібліогр. 41 найм.

УДК 681.518.54

ISBN 978-617-8195-56-4

Бороденко Ю.М.,
Дзюбенко О.А.,
Трунова І.С., 2023
ХНАДУ, 2025

ПЕРЕДМОВА

Навчальний посібник складено у відповідності до окремих розділів робочих програм (силабусів) навчальних дисциплін «Діагностика мехатронних систем автомобіля», «Комп'ютерна діагностика транспортних засобів», «Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів», «Технічна експлуатація автомобілів», «Основи технічної діагностики автомобілів» для підготовки бакалаврів в галузях знань 14 «Електрична інженерія» і 27 «Транспорт» спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 274 «Автомобільний транспорт».

Навчальний посібник містить дев'ять тем. Перша тема торкається загальних питань побудування діагностичних приладів і систем. В наступних темах розглянуто принципи будови, конструктивні особливості і технічні характеристики комп'ютеризованих контрольних-випробувальних стендів і приладів певного призначення провідних виробників, які використовуються в автотранспортних підприємствах (АСП) на різних етапах технічного обслуговування і ремонту АТЗ.

Матеріал навчального посібника складено за оглядом сучасної навчальної і спеціальної технічної літератури, а також інтернет сторінок провідних автомобілебудівників і виробників діагностичного устаткування.

Зміст матеріалу орієнтований на фахівців електромеханіків і механіків та для його опанування потрібні певні знання з спеціальних дисциплін (розділів), що передують за навчальним планом: устрій автомобіля, двигуни внутрішнього згорання, електричні машини, електрообладнання автомобілів, дискретні пристрої автоматики, технічна експлуатація автомобілів.

Методологія викладення матеріалу передбачає послідовність інформації: призначення і класифікація об'єктів та засобів діагностики; структура та функціонування устаткування певного призначення; устрій силової і вимірювальної частин контрольних-випробувальних устаткування, приклади і технічні характеристики сучасних діагностичних стендів і приладів.

Для кращого засвоєння матеріалу, в навчальному посібнику наводяться структурні схеми та ілюстрації натуральних об'єктів і засобів діагностування. Текст навчального посібника супроводжується посиланнями на первинні та додаткові джерела інформації. Після кожної теми надано перелік контрольних запитань складених у форматі підсумкового контролю. Наприкінці навчального посібника наведено перелік прийнятих скорочень та іноземних аббревіатур.

ВСТУП

Розвиток автомобілебудування та підвищення інтенсивності експлуатації автотранспорту визначає актуальність питань, пов'язаних з його обслуговуванням. Зниження експлуатаційних витрат на технічне обслуговування автомобілів переважно забезпечують за допомогою удосконалення методів і засобів їх діагностування. Домінуючим напрямом розвитку діагностичного устаткування на різних етапах експлуатації автомобіля є застосування комп'ютерних технологій.

Поняття комп'ютерна діагностика автомобіля включає кілька напрямів та аспектів. Залежно від ступеню використання комп'ютерних технологій розрізняють комп'ютеризоване устаткування, комп'ютерні прилади та системи моніторингу технічного стану окремих пристроїв, агрегатів та систем [1].

Комп'ютерні діагностичні прилади (сканери) спільно з діагностичною системою, інтегрованою в системи керування агрегатами автомобіля, утворюють локальну комп'ютерну мережу, в якій керуючі сигнали і вимірювальна інформація формуються в цифровому (кодовому) наданні. Таким чином, прилади такого класу застосовуються тільки для діагностування мехатронних систем автомобіля, в яких використовується бортовий комп'ютер системи керування.

У комп'ютеризованому діагностичному устаткуванні активізуюча та вимірювальна частина діагностичної системи реалізуються на пристроях аналогової побудови, а діагностичний комп'ютер виконує допоміжні функції формування сигналів керування та обробки вимірювальної інформації. При цьому, узгодження цифрових та аналогових сигналів у діагностичній системі проводиться за допомогою відповідних перетворювачів. Таке обладнання використовується для діагностування механічних систем автомобіля. Слід зазначити, що технічний стан мехатронних систем, контрольований вихідними діагностичними параметрами, також зводиться до аналізу реакції механічного об'єкта керування на керуючі впливи виконавчих пристроїв системи керування.

Системи моніторингу технічного стану є вбудованими (штатними) системами автомобіля, побудованими на базі бортового комп'ютера. Такі системи виконують функції безперервного або систематичного контролю переліку діагностичних параметрів у процесі руху автомобіля та інформування водія у разі їх відхилення від допустимих значень.

Додатковою класифікаційною ознакою засобів комп'ютерної діагностики є сфера їх застосування: у процесі виконання транспортної роботи, у сфері автосервісу; на етапі промислових випробувань. На даний момент, в інформаційному полі є достатньо джерел з питань діагностичного устаткування для автомобілів у вигляді довідників (каталогів), технічних описів, інструкцій із застосування, комерційних пропозицій. Навчальна література даного напрямку представлена обмеженим переліком та в основному розрахована на фахівців механіків [2].

1. ЗАГАЛЬНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

1.1. Класифікаційні ознаки об'єктів діагностики та діагностичного обладнання

Діагностичні прилади та обладнання для обслуговування автомобілів, залежно від принципу побудови об'єкта діагностики, можна розділити на засоби діагностики електричних, неелектричних (далі за текстом – механічних) і мехатронних систем.

Мехатронна система містить у собі обидва компоненти – механічний об'єкт керування та електричну систему керування, які пов'язані між собою через загальні елементи – датчики, виконавчі пристрої та джерело енергії [1].

Механічна структура автомобіля, як об'єкта діагностики, може бути представлена на рівні сукупності частин, систем, агрегатів і вузлів, пов'язаних між собою (рис. 1.1).

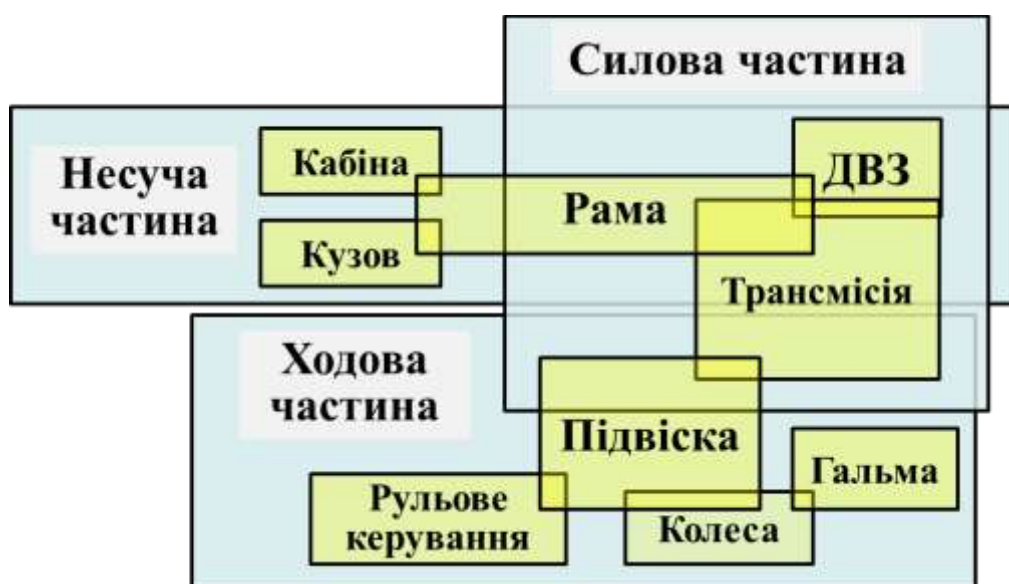


Рис. 1.1. Механічна структура автомобіля

Перелік діагностичних параметрів механічних систем визначається виходячи з їхнього призначення і рівня структури (агрегат, вузол, деталь), що розглядається (глибиною діагностики).

Електричне обладнання автомобілів являє собою комплекс електромеханічних пристроїв, електричних апаратів, електронних блоків, датчиків і виконавчих пристроїв, об'єднаних в електричні системи

(електромеханічні, електронні, мікропроцесорні). Перераховані елементи характеризуються діагностичними параметрами у вигляді параметрів електричних сигналів, електричних кіл і неелектричних величин.

Для контролю діагностичних параметрів систем автомобіля, як і будь-яких інших технічних систем, можна розглядати три способи їх вимірювання.

Електричні вимірювання виконують контактним (гальванічним) або безконтактним способом, за допомогою перетворювачів електромагнітної енергії (датчиків електричних величин). При цьому, контроль параметрів здійснюється за допомогою електричних вимірювальних приладів – вольтметрів, амперметрів, частотомірів, осцилографів, омметрів.

Електричні вимірювання неелектричних величин виконують тільки за допомогою перетворювачів неелектричної величини в електричну. Такі перетворювачі називають датчиками неелектричних величин (датчики температури, тиску, переміщення). Вимірювання неелектричної величини, у такому разі, здійснюється опосередковано на підставі показань електричних вимірювальних приладів.

Неелектричні вимірювання виконують за допомогою вимірювального інструмента і вимірювальних пристроїв безпосередньої оцінки (щупи, динамометри, термометри, манометри, ареометри). Неелектричні (механічні, гідравлічні, пневматичні, оптичні) пристрої та системи, здебільшого, діагностують за допомогою електричних вимірювальних систем з використанням датчиків неелектричних величин.

Засоби діагностики технічних систем розрізняють за загальними класифікаційними ознаками. Стосовно електричних засобів діагностики автомобіля (електричних і неелектричних систем) виділимо п'ять основних ознак (рис. 1.2).

Зазначимо що, залежно від призначення об'єкта діагностики, відмінні (додаткові) ознаки вибудовуються в різні класифікаційні структури.

Для перевірок механічних систем транспортного засобу діагностичне обладнання насамперед розрізняють за призначенням відповідно до елементів механічної структури автомобіля (див. рис. 1.1).



Рис. 1.2. Класифікація засобів діагностики автомобіля

При цьому, діагностичні стенди і комплекси, крім загальних конструкційних атрибутів і рівня автоматизації, класифікують за видом енергії вимірюваних сигналів (механічні, електричні, магнітні, електромагнітні, оптичні, пневматичні, гідравлічні, акустичні, комбіновані) і видом джерела енергії силової частини (електрика, стиснене повітря, розрядження, махові маси, ультразвукові коливання) [2].

Для діагностики традиційних систем електрообладнання автомобіля, засоби діагностики розрізняють за: призначенням пристрою або системи, що перевіряється, категорією виконання, структурною ознакою, функціональним наповненням і конструкційними атрибутами [3].

Для мехатронних систем, додатковими класифікаційними ознаками є: місце проведення діагностичних операцій, призначення за об'єктом керування і вид діагностичного параметра (електричний, неелектричний). При цьому, засоби комп'ютерної діагностики поділяють на прилади комп'ютерної діагностики, програмно-інформаційні

пристрої, комунікаційні пристрої зовнішнього підключення та бортові (інтегровані) діагностичні системи [1].

Категорія засобу діагностики комплексно характеризує конструкцію (композицію) і прив'язку засобу діагностики до об'єкта діагностики. Для електричних і мехатронних систем розрізняють кілька категорій виконання засобів діагностики, підпорядкованих певним чином [1, 3]:

- електричний діагностичний прилад;
- неелектричний діагностичний прилад;
- діагностичний пристрій;
- діагностичне обладнання;
- діагностичне устаткування;
- діагностична установка;
- діагностичний стенд;
- діагностична система;
- діагностичний комплекс.

Для діагностування механічних систем автомобіля (рульового керування, трансмісії, підвіски, ходової частини, гальм) зазвичай використовують випробувальні стенди, на яких імітують дорожні умови і транспортні режими (стенди з біговими барабанами, вібростенди, поворотні платформи). Поряд з активуючою частиною, такі стенди доповнюються вимірювальними системами для контролю неелектричних діагностичних параметрів [2, 3, 4].

Ознака функціональної структури здебільшого визначає перелік контрольно-діагностичних функцій, а отже, склад структури вимірювальної частини діагностичного устаткування. Так, для електричних систем розрізняють спеціалізовані прилади й установки, призначені для діагностування та регулювання окремих цілком певних елементів систем (регласкоп, стробоскоп, навантажувальна вилка, дефектоскоп обмоток), спеціальні стенди й прилади, що використовуються для перевірки елементів окремих систем (запалювання, пуску ДВЗ, електропостачання АТЗ) у майстернях, і універсальні вимірювальні прилади для діагностування будь-якої електричної системи (автомобільні осцилографи, авто-тестери, імітатори сигналів) [1, 3].

Оскільки мехатронні системи автомобіля (ДВЗ, ABS та ін.) за функціональним складом являють собою сукупність механічних та електричних систем, прилади для їхнього діагностування (мотор-тестери,

тестери ABS, тощо) розглядають як комбінацію вимірювальних приладів електричних і неелектричних параметрів.

Для контролю комплексу діагностичних параметрів автомобіля використовуються діагностичні (контрольно-вимірювальні) комплекси, що включають устаткування різного призначення та функціональної структури.

Зазначимо, що класифікаційні визначення – спеціальні, універсальні, комбіновані та комплексні засоби мають не однозначне трактування, і їх слід розуміти в контексті матеріалу. Так, під спеціальними приладами може розумітися сфера застосування (автомобільні, медичні), а під універсальними – застосовність (мультимарочні). Комбінований прилад можна розуміти як прилад, що вимірює комбінацію параметрів (мультиметр). Визначення комплексні засоби діагностики (діагностичні лінії) конкурує з визначенням діагностики за комплексними показниками (тягові характеристики, параметри іскрового розряду, склад вихлопних газів) [3].

На етапі розробки конструкції засобу діагностики обраної категорії, визначають і узгоджують конструкційні атрибути майбутнього виробу або обирають конструктивний прототип (аналог, попередню модифікацію чи базовий зразок).

Синтез конструкції та схемного (технічного) рішення контрольно-вимірювальної частини діагностичного устаткування починають із вибору типу живлення (автономне, АКБ автомобіля, промислова мережа), класу мобільності (стаціонарні, пересувні, переносні) та виду індикації (стрілочні, цифрові, осцилоскопічні, дисплейні, друкуючі, звукосигнальні). При цьому, враховується прив'язка до борту автомобіля (зовнішнього під'єднання, вбудовані) і особливості застосування (умови проведення діагностичних операцій).

Відмінною особливістю сучасних діагностичних приладів є їхня мікропроцесорна основа, яка дає змогу використовувати дисплейні засоби індикації в структурі приладу або універсальні засоби комп'ютерної техніки (монітор, клавіатуру, принтер), як периферійне оточення діагностичного устаткування. Автономність таких приладів у поєднанні з вбудованими засобами діагностики надає унікальну можливість використовувати їх під час тестування систем автомобіля в дорожніх умовах.

1.2. Структура діагностичних систем

Розрізняють системи тестового та функціонального діагностування. У системах тестового діагностування на об'єкт діагностики подаються спеціально організовані *тестові впливи* від засобів діагностування. При цьому, зазвичай, об'єкт діагностики не використовується за основним призначенням, а працює тільки для виконання завдань діагностики. У системах функціонального діагностування на об'єкт діагностики надходять *робочі впливи*, передбачені його алгоритмом функціонування за призначенням. У системах обох видів, системи діагностування сприймають і аналізують *відгуки* об'єкта на вхідні (тестові або робочі) впливи (*стимули*) та видають результат діагностування, тобто ставлять діагноз (об'єкт справний або несправний, працездатний або непрацездатний, функціонує правильно або неправильно, має певний дефект або в об'єкті пошкоджено окрему його частину).

Таким чином, у загальному випадку, діагностична система складається з активізуючої (діагностичної установки) і вимірювальної (діагностичного приладу) частин.

Діагностичні системи залежно від рівня автоматизації, як і системи керування, можуть бути неавтоматичними (активізація і контроль під керуванням оператора), автоматизованими (з оператором у контурі керування процесом діагностики) або автоматичними (без оператора в контурі керування). Для реалізації автоматизованого або автоматичного процесу діагностування зазвичай використовують комп'ютеризовані або комп'ютерні діагностичні системи.

У *некомп'ютерній діагностичній системі* не виключається застосування персонального комп'ютера (ПК) оператором з метою отримання довідкової діагностичної інформації про об'єкт діагностики, запам'ятовування та обробки результатів діагностування, оформлення звітів для замовника та ін. При цьому, ПК не має безпосереднього інформаційного зв'язку із засобами та об'єктами діагностики (рис. 1.3, а).

У *комп'ютеризованій діагностичній системі* комп'ютерні засоби використовуються для активізації об'єкта діагностики та отримання інформації про його технічний стан (рис. 1.3, б).

У таких системах програмно-апаратні засоби системи (датчики, актуатори, перетворювачі сигналів, комп'ютери) повністю розташовані за межами автомобіля (не є штатним обладнанням автомобіля).

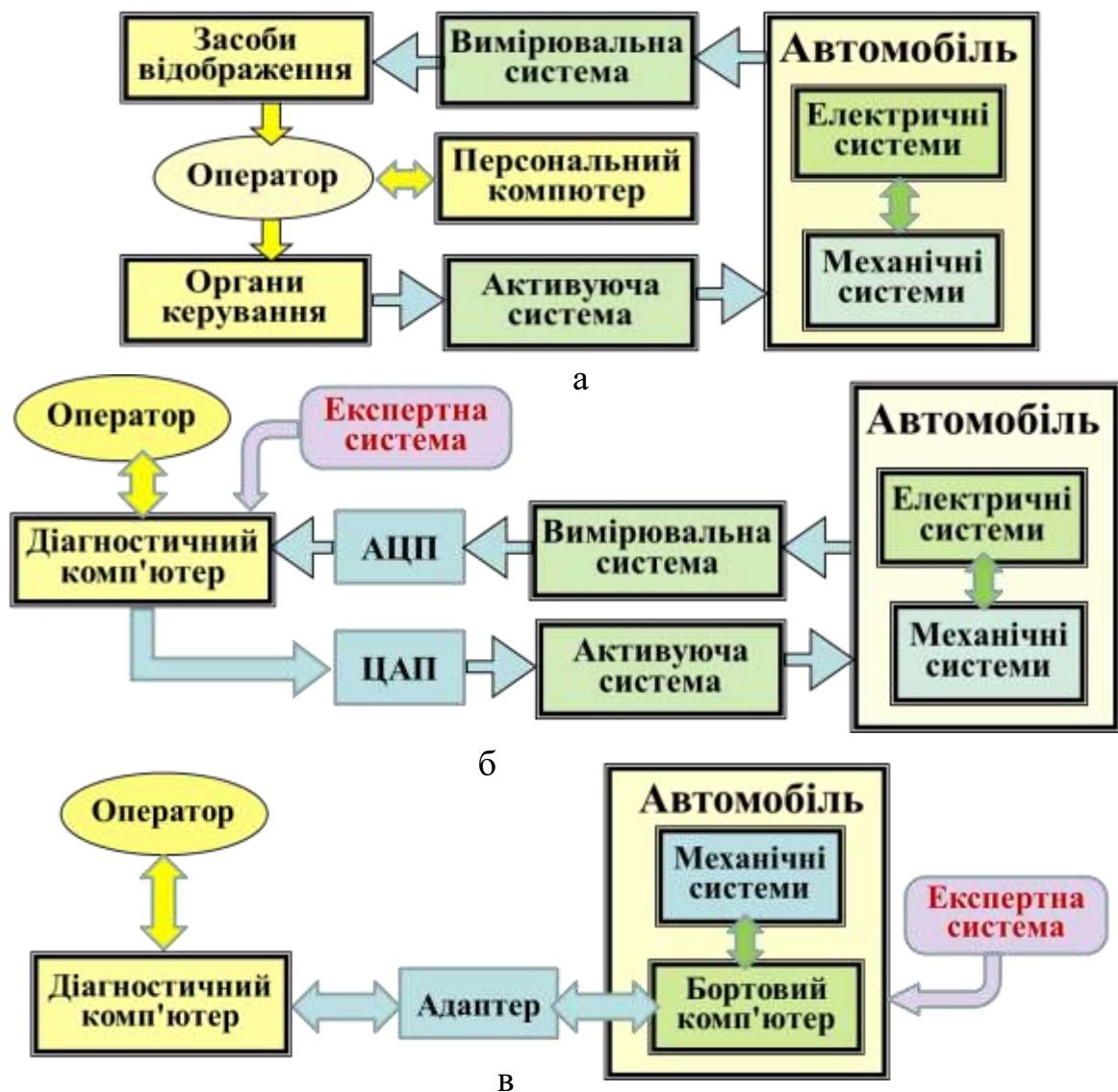


Рис. 1.3. Узагальнені структури діагностичних систем:
а – некомп'ютерної; б – комп'ютеризованої; в – комп'ютерної

Зазвичай, комп'ютеризована система створюється на базі звичайної електромеханічної діагностичної системи шляхом її комп'ютеризації. Для узгодження цифрових сигналів діагностичного комп'ютера з електромеханічними перетворювачами діагностичної установки, використовуються цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП). Для вимірювання аналогових сигналів електричних приладів вимірювальної частини системи діагностичним комп'ютером застосовуються аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП).

У комп'ютерній діагностичній системі (рис. 1.3, в) здійснюється обмін інформацією між діагностичним комп'ютером (як правило, зовнішнього підключення) і бортовим комп'ютером, на базі якого інтегровано бортову діагностичну систему. У таких системах основні

діагностичні функції реалізуються на базі елементів штатного устаткування автомобіля, а діагностичний комп'ютер (прилад), що під'єднується зовні, виконує, зазвичай, тільки функції операторської периферії (клавіатури, монітора, бази даних). Узгодження рівнів цифрових сигналів, утвореної таким чином локальної комп'ютерної мережі, здійснюється за допомогою спеціального адаптера.

Інтегровані діагностичні системи належать до класу вбудованих засобів діагностики, які реалізовано в мехатронних системах на програмному та апаратному рівнях. Інтегровані системи виконують кілька пасивних (спостереження, інформування) і активних (резервування, адаптація) функцій діагностики, будова яких ґрунтується на використанні експертної програми (системи).

Експертна система (ЕС) – програма, що використовує експертні знання (знання фахівців) для забезпечення ефективного розв'язання неформалізованих задач в інтерактивному режимі [5]. Для *неформалізованих задач* характерні певні ознаки:

- завдання не можуть бути задані в числовій формі;
- мету не можна виразити в рамках точно визначеної цільової функції;
- не існує алгоритмічного розв'язання задачі;
- наявність ознак помилковості, неоднозначності та суперечливості вихідних даних.

В основі функціонування ЕС лежить використання знань, а маніпулювання ними здійснюється на базі евристичних правил, які сформовані експертом. Експертні системи видають поради, проводять аналіз, виконують класифікацію, дають консультації та ставлять діагноз. На відміну від звичайних програм, які використовують процедурний аналіз, ЕС розв'язують задачі у вузькій предметній області на основі дедуктивних міркувань.

Крім функціонального призначення ЕС класифікують за кількома структурними ознаками [6]:

- способом формування рішення (аналізуючі або синтезуючі);
- часовим обліком (статичні або динамічні);
- видом даних і знань (детерміновані чи невизначені);
- кількістю джерел знань.

Основу ЕС становить *база знань* (формалізовані емпіричні знання), призначена для зберігання довгострокових даних, які описують об'єктну область та правила доцільних перетворень даних цієї

галузі. Аналіз об'єктної області в ЕС здійснюється шляхом вибору адекватного рішення з бази знань на час надання бази даних, які визначають окремі факти, що характеризують об'єкти, процеси та явища в предметній галузі.

Щодо діагностики автомобіля, як об'єктна область розглядається механічна, електрична або мехатронна система, а як предметна – її технічний стан. У такому разі, як база знань розглядаються допустимі (еталонні) значення діагностичних параметрів та алгоритми функціонування справної системи (далі за текстом – база даних), а як база даних – поточні (фактичні) значення діагностичних параметрів та алгоритми функціонування системи за фактом їх реалізації (далі по тесту – поточні дані). Безумовно, що вся поточна інформація про стан системи, що надходить і зберігається в ЕС, представляє параметри електричних величин (сигналів), які аналізуються в інтерпретованому (кодовому) вигляді і порівнюються між собою. При цьому, можна розглядати й апаратну складову ЕС (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Структурна схема діагностичної експертної системи

Залежно від призначення та режиму функціонування, інтегровані діагностичні системи мають різну структуру і поділяються на інформаційні системи, системи самодіагностики, адаптації та резервування [1]. *Інформаційна діагностична система* виконує пасивні функції діагностики (реєстрація відхилень ДП за межами допустимих значень). *Система самодіагностики* призначена для діагностування елементів системи керування і виконує пасивні функції діагностики (реєстрація факту та локалізація несправності). *Система резервування* підтримує працездатність мехатронної системи у разі виходу з експлуатації окремих її елементів і виконує активні функції діагностики (апаратна заміна елемента або програмне заміщення сигналу). *Система адаптації*

забезпечує підтримку оптимальних керуючих впливів на об'єкт діагностики, у разі прояву дестабілізуючих (збуджуючих) факторів і виконує активні функції діагностики (корекція функцій перетворення в середовищі бортового комп'ютера).

1.3. Класифікація способів діагностування АТЗ

Спосіб діагностики, в загальному випадку, визначається не тільки методом постановки діагнозу, а ще й сукупністю інших факторів: видом перевірок технічної системи; видом діагностичного параметра, виходячи з якого ставиться діагноз; принципом будови діагностичної системи; місцем та умовами проведення діагностичних операцій; засобом діагностики, що використовується. Іншими словами, спосіб постановки діагнозу визначається методами діагностування та засобами, за допомогою яких вони реалізуються для певного об'єкту діагностики. Наприклад, на рис. 1.5 представлена структурна сітка способів діагностики стосовно ДВЗ.

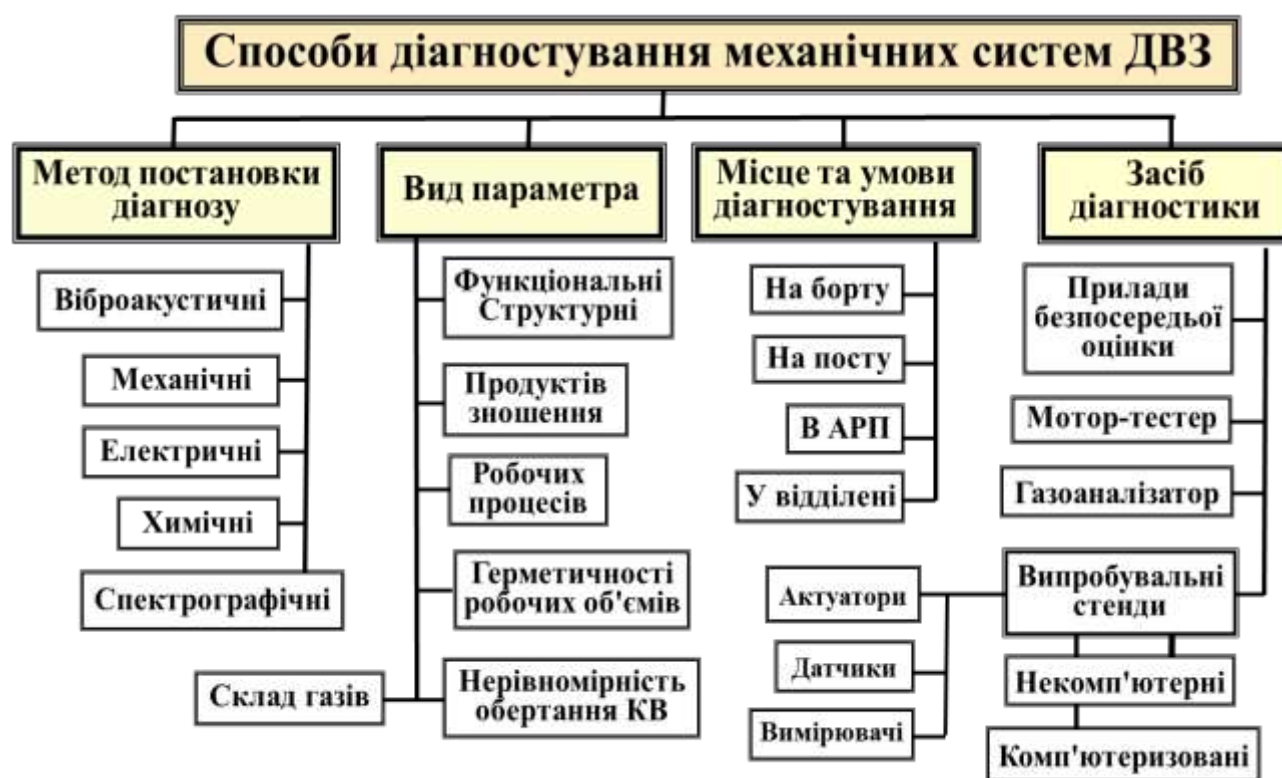


Рис. 1.5. Класифікаційна структура способів діагностування механічних систем ДВЗ

Методи діагностування технічних систем залежно від виду перевірок можна класифікувати за: характером участі людини у процесі

діагностування; способом виявлення несправності; способом відновлення під час перевірок методами заміни; типом пошуку; гнучкістю реалізації алгоритмів діагностування; глибиною локалізації несправності [3].

За характером участі людини в процесі діагностування розрізняють органолептичні (суб'єктивна оцінка за ознаками та симптомами несправностей), статистичні (аналіз напрацьованої інформації про відмови) і інструментальні або апаратні (з використанням засобів діагностики) методи визначення технічного стану автомобіля.

Відповідно до класифікаційної структури (див. рис. 1.5), під інструментальними розумітимемо методи, в яких використовуються неелектричні засоби контролю ДП (вимірювальний інструмент, механічне обладнання, прилади безпосередньої оцінки), а під *апаратними* – в яких застосовуються електричні вимірювальні прилади, які контролюють електричні та неелектричні ДП. Зауважимо, що в рамках цього питання під категорією «електричні методи» розумітимемо методи діагностування механічних систем із застосуванням електричних приладів та устаткування.

Найбільш поширеним методом електричних вимірювань силових параметрів (зусилля, тиску, крутного моменту) є тензометрія. Зокрема, для реалізації системи вимірювання крутного (гальмівного) моменту на робочому валу або осі використовуються електричні балансири машини [7]. Тиск вимірюють за допомогою датчиків мембранного типу. Частота обертання, переважно вимірюється за допомогою дискретних (імпульсних, інкриментних) датчиків фотоелектричного або магнітоелектричного типу. Параметри вібрацій і прискорення в сучасних установках вимірюють за допомогою п'єзоелектричних, п'єзорезистивних і ємнісних акселерометрів мікромеханічного виконання.

Сучасні апаратні методи діагностики передбачають використання спеціальних випробувальних стендів і комплексів, до складу яких входять електромеханічні приводи, датчики неелектричних величин, електричні засоби вимірювання та відображення інформації, пристроїв перетворення вимірюваних сигналів в інформаційні повідомлення. Діагностичне устаткування для перевірок механічних систем, залежно від рівня їх будови та автоматизації, реалізуються як некомп'ютерні (електромеханічні з аналоговими перетворювачами) або комп'ютеризовані діагностичні системи.

Вид обраного ДП визначає метод постановки діагнозу (принцип будови діагностичної системи), а відповідно і засіб діагностики, в якому ці функції реалізовані. При цьому, всі ці позиції щодо об'єкту діагностики можуть бути альтернативними. Так, наприклад, стан ЦПГ і ГРМ у структурі ДВЗ, за герметичністю робочих об'ємів можна оцінювати механічним методом із застосуванням приладів безпосередньої оцінки (компресометра, вакуумметра) або електричним – за допомогою мотор-тестера із застосуванням датчика тиску або датчика струму стартерної мережі. Склад мастила (продукти зносу ЦПГ) системи змащування визначають хімічним методом із застосуванням реактивів або спектрографічним – за допомогою спектрографа.

Стосовно структурної ознаки, розрізняють комплексну діагностику за вихідними характеристиками автомобіля (функціональними параметрами), системну та агрегатну діагностику по структурним параметрам. Залежно від цього, зумовлюються місце та умови проведення діагностичних операцій. Безумовно, комплексна діагностика проводиться на лініях технічного контролю або окремих постах поглибленої діагностики, системна – на борту автомобіля, агрегатна – в умовах відділення або ділянки підрозділів автосервісних підприємств (АСП). З цієї ж причини, тестове діагностування, як правило, проводиться в умовах посту, а функціональне, як правило, під час їздових випробувань автомобіля. При цьому, перевірки можуть проводитися з працюючими (активованими) або непрацюючими агрегатами та системами. Значна увага приділяється системам ходової частини автомобіля, від яких залежить безпека руху автомобіля (гальма, рульове керування, підвіска).

Загальний технічний стан гальмівної системи при дорожніх (ходових) випробуваннях оцінюють за допомогою деселерометрів (вимірювачів сповільнення руху автомобіля) та деселерографів (графічних реєстраторів процесу сповільнення). В умовах посту поширення отримали роликові та платформні стенди силового і інерційного типу, які дозволяють вимірювати гальмівний шлях для кожного окремого колеса, час спрацьовування гальмівного приводу та сповільнення (загальне та по кожному колесу окремо). Додатково оцінюється залежність між силою натискання на педаль та гальмівною силою, синхронність дії гальм, еліптичність гальмівних барабанів [2].

Діагностування органів керування полягає в перевірках ступеню зношування і люфтів пов'язаних деталей, деформації важелів і тяг, порушень регулювань.

Перевірки ходової частини (геометрії колісної бази) за характеристиками керованості автомобіля полягають у контролі кутів установки керованих коліс; співвідношення кутів повороту; паралельності передньої та задньої осей, зміщення моста. У стендах такого призначення вимірювальна система базується на датчиках бічної сили [2, 4] або використовуються електрооптичні (лазерні) методи вимірювання кутових відхилень.

Діагностування підвіски автомобіля може здійснюватися за вимушеними або вільними коливаннями підресореної або невідресореної мас [2, 4]. В умовах діагностичного посту використовуються декілька способів вимірювання параметрів коливань кузова (амплітудний, метод «шок-тест», метод гальмування) або коліс (методи BOGE/МАНА, EUSAMA), що дозволяють оцінити роботу підвіски в цілому. Поряд з цим, при агрегатній діагностиці зокрема амортизаторів, застосовуються спеціальні стенди для зняття їх характеристик (кругових діаграм).

Силова частина (привід) автомобіля складається з ДВЗ та трансмісії. Трансмісія складається з послідовності вузлів, які передають потужність від ДВЗ до коліс автомобіля (зчеплення, коробка передач, карданна передача, ведучий міст). Засоби діагностики трансмісії дозволяють визначати: потужність, що витрачається на прокручування трансмісії і ведучих коліс; кутовий зазор у карданній передачі; биття карданного валу; рівень вібрації; сумарний люфт головної передачі; сумарний люфт коробки передач на різних передачах; зусилля включення передачі; температуру та рівень масла в агрегатах трансмісії; вміст продуктів зносу в маслі агрегатів трансмісії. Для діагностування ДВЗ використовуються різні методи засновані на вимірі вихідних і структурних індикаторних параметрів, пов'язаних з: порушенням герметичності робочих об'ємів; фазовими відхиленнями робочих процесів; зносом сполучених деталей; втратами фізичних властивостей матеріалів і кінематичних властивостей механізмів (табл. 1.1).

Методи діагностування ДВЗ засновані на аналізі характеру механічних процесів з прив'язкою до кутового положення колінчастого валу, а відповідно і положення всіх елементів, які мають з ним кінематичні зв'язки (ГРМ, ЦПГ, КШМ).

Діагностичні параметри ДВЗ і засоби їх контролю

Діагностичний параметр (метод)	Рівень локалізації	Засіб діагностування
Компресія в циліндрі	Герметичність ЦПГ і клапанів ГРМ	Компресометр Мотор-тестер
Розрідження у впускному трубопроводі	Герметичність в задросьельному просторі	Вакуометр Мотор-тестер
Розрідження у впускному колекторі	Стан ЦПГ	Вакуометр Ендоскоп
Ефективна потужність	Справність роботи ДВЗ	Бігові барабани
Тиск змащувального мастила в системі змащення	Знос суміжних деталей КШМ, підшипників РВ	Манометр
Склад змащувального мастила в картері (спектрографічний)	Стан змащувального мастила, знос суміжних елементів ДВЗ	Спектрограф
Тиск картерних газів	Стан ЦПГ	Манометр
Кількість газів, що прориваються в картер	Знос суміжних деталей ЦПГ	Газовий лічильник, Газовий витратомір
Питома витрата палива	Система живлення ДВЗ	Витратомір палива
Вібрації, стуки, шуми (вібро-акустичний)	Стан свічок запалювання, підшипників і ЦПГ	Стетоскоп Аналізатор шуму
Димність вихлопу	Стан системи охолодження змащувальної системи, ГРМ	Димомір
Склад ВГ	Механічні вузли ДВЗ	Газоаналізатор
Нерівномірність обертання КВ	ЦПГ, ГРМ, КШМ	Мікропроцесорна система
Прискорення КВ (розгін-вибіг)	Механічні вузли ДВЗ	Мотор-тестер
Падіння частоти обертання КВ при відкл. циліндрів	Механічні вузли ДВЗ	Мотор-тестер, тахометр
Стан поверхні деталей	Тріщини втомлюваності	Дефектоскопи

Нагадаємо, що застосування мотор-тестера в порівнянні з компресометром або вакуометром дозволяє значно підвищити рівень локалізації (деталізації) несправності ДВЗ. При цьому, разом із застосуванням датчика тиску в отворі свічки запалювання (отримання кутової та індикаторної діаграми тиску) може використовуватися вібро-акустичний метод із застосуванням п'єзоелектричного датчика шуму [8]. Щоб

забезпечити необхідну чутливість цього діагностичного параметра, вимірювання шумів механізмів ДВЗ проводиться під час провертання колінчастого валу стартером, (системи запалення та паливного живлення відключені). Такий спосіб дозволяє виявити приховані дефекти (зношування деталей КШМ, ГРМ, форсунок, ланцюгових передач, підшипників), без розбирання двигуна (рис. 1.6).

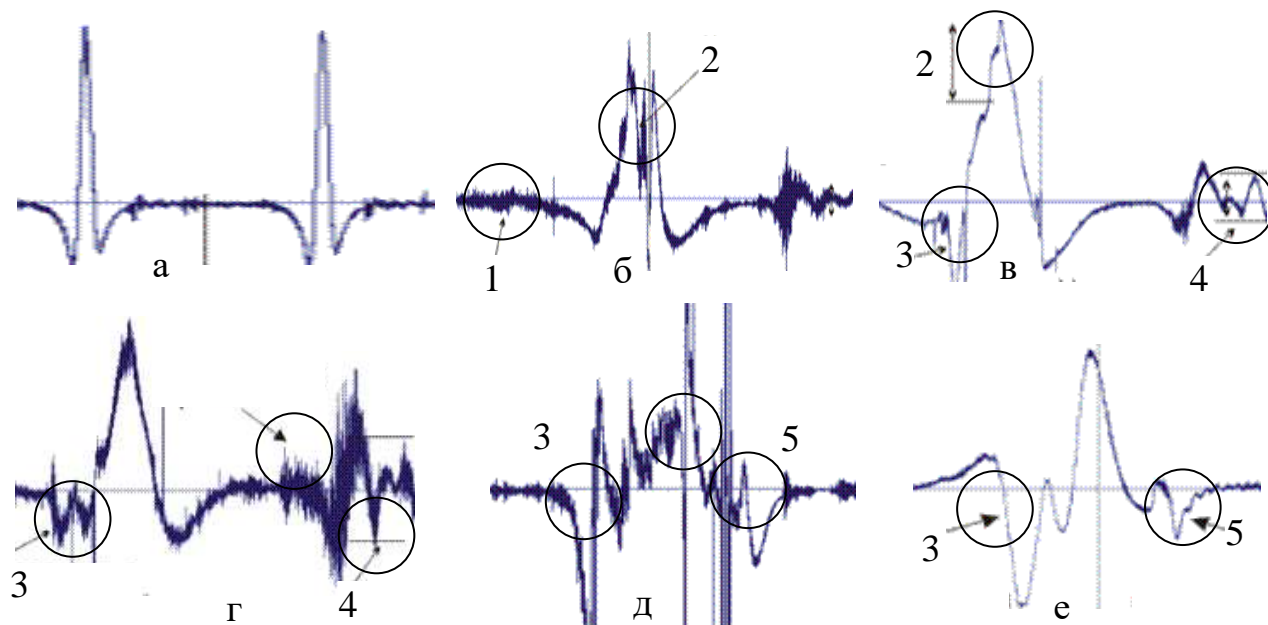


Рис. 1.6. Часові (кутові) діаграми шуму в циліндрах ДВЗ:
а – справного двигуна; б...е – несправного двигуна

Позиціям позначеним в колах на діаграмах шуму несправного двигуна відповідають дефекти: 1 – тертя кулачків ГРМ; 2 – знос КШМ; 3 – несправність механізму впускного клапана ГРМ; 4 – втрата щільності випускних клапанів ГРМ; 5 – несправність механізму випускного клапана ГРМ; 6 – значний знос КШМ.

Перевірка тягово-потужнісних показників і характеристик силової частини автомобіля проводиться на роликкових (з біговими барабанами) стендах [2, 4, 7], альтернативу яким складають динамометричні стенди з безпосереднім вимірюванням силових параметрів на осях ведучих коліс [9].

Комплексний контроль вихідних характеристик (функціональних діагностичних параметрів) автомобіля в обсязі експрес-діагностики проводиться за допомогою спеціалізованих приладів під час випробувань автомобіля на спеціальних або багатофункціональних стендах (табл. 1.2).

Характеристики автомобіля, які підлягають контролю

Нормативні характеристики	Об'єкт діагностики	Засіб діагностики
Норми токсичності	ДВЗ	Газоаналізатори
Питома витрата палива	ДВЗ і трансмісія	Витратоміри палива
Потужність на колесах (осях), механічні втрати	ДВЗ і трансмісія	Бігові барабани
Час розгонки (вибігу)	Трансмісія Ходова частина	Бігові барабани
Амплітуда коливань	Система підвіски	Вібро-платформи
Характеристики керованості	Система керма Ходова частина	Поворотні платформи Вимірювачі кутів
Орієнтація головних фар	Система освітлення	Регласкопи
Гальмівні характеристики	Система гальм	Гальмівні стенди

Засоби експрес-діагностики, об'єднані мережею центрального комп'ютера, утворюють інформаційно-вимірювальні діагностичні комплекси (рис. 1.7).



а



б

Рис. 1.7. Пости експрес-діагностики: а – стаціонарний діагностичний комплекс; б – мобільний діагностичний комплекс

За результатами експрес-діагностики локалізується несправна система, агрегат або вузол і призначається місце і умови подальшої (поглибленої) діагностики.

Способи діагностування електричних систем, як і неелектричних, можна розрізняти за загальним класифікаційним ознаками – видом діагностичного параметра, методом та засобом його вимірювання з урахуванням умов проведення діагностичних операцій.

Для електричних систем, в більшості випадків, альтернативними ДП є струм споживання, електричний опір кола живлення, напруга на ділянках кола. Для контролю цих параметрів на борту автомобіля застосовують універсальні вимірювальні прилади: мультиметри; частотоміри; осцилографи.

В електричних системах АТЗ застосовуються перетворювачі електричної енергії різного призначення (прилади освітлення, нагрівачі, актуатори), тому до переліку діагностичних параметрів можна додати неелектричні параметри: сили та напрямку світлового пучка фар, температуру нагрівальних елементів, робочі зазори. До переліку методів вимірювання, у такому разі, потрібно додати відповідно фотоелектричні, термоелектричні, тензометричні, а до переліку діагностичних приладів – регласкоп, термометр, динамометр.

Оскільки мехатронні системи складаються з механічного об'єкта керування та електричної (мікропроцесорної) системи керування, для їх діагностування застосовуються і засоби контролю електричних параметрів, і системи вимірювання неелектричних параметрів.

Засоби діагностики мехатронних систем можна класифікувати за кількома загальними ознаками, з яких доречно виділити дві основні – за об'єктом керування (призначенням мехатронної системи) і за видом діагностичного параметра. Додатково розрізняють засоби агрегатної та бортової діагностики. При агрегатній діагностиці окремих елементів системи керування використовують спеціальні тестери, які забезпечують імітацію умов борту (заміщають об'єкт керування).

Для активізації датчиків, застосовують стимулятори неелектричних величин, а вихідні параметри реєструються вимірювальними приладами електричних величин. Активізація виконавчих пристроїв здійснюється за допомогою імітаторів вихідних сигналів системи керування (апаратних драйверів), а вихідні параметри реєструються вимірювальними приладами неелектричних величин безпосередньої оцінки.

Агрегатна діагностика електронного блоку керування (ЕБК) системи керування, як і будь-якого електронного блоку, полягає у його тестуванні. При цьому, стимуляція ЕБК здійснюється за допомогою

імітаторів сигналів датчиків і джерела живлення, а реєстрація вихідних сигналів на еквівалентах навантаження виконується вимірювальними приладами електричних величин.

Результатом діагностування за вихідними параметрами (на виході об'єкта керування) або структурними параметрами (на виході системи керування) мехатронної системи є відповідь на запитання «хто винен?» механіка чи електроніка. Подальша локалізація несправності мехатронної системи проводиться за структурними параметрами об'єкта керування та системи керування.

Під час локалізації несправного елемента системи керування використовується метод заміщення, який передбачає використання пристроїв, які адекватно відтворюють функції окремих апаратних елементів системи керування під час її тестування. Такі пристрої є імітаторами сигналів датчиків, симуляторами навантаження виконавчих пристроїв і емуляторами ЕБК. Несправний елемент системи у такому разі локалізується шляхом виключення альтернативних несправностей.

1.4. Загальна характеристика засобів контролю діагностичних параметрів

До засобів контролю ДП слід віднести: органи керування, датчики контролю параметрів активуючої частини діагностичної системи (датчики силових установок стендів), датчики вимірювання діагностичних параметрів, вимірювальні прилади (перетворювач сигналу з індикатором) та пристрої узгодження сигналів датчиків (адаптери) з вимірювальними приладами (вимірювальні зонди). При структурній діагностиці систем керування на борту автомобіля, також використовуються спеціальні тестери різного значення та імітатори сигналів датчиків. При розробці діагностичного обладнання для побудування вимірювальних каналів на стендах, використовуються датчики електричних та неелектричних величин. Зокрема на стендах для контролю параметрів механічних систем застосовуються датчики силових та координатних показників загального призначення. Приклади датчиків силових параметрів показані на рис. 1.8.

Датчики сили, залежно від значень допустимих вимірюваних зусиль, напряму (стиснення, розтягування, взаємне навантаження, вигин) та характеру їх впливу (статичні, динамічні, знакозмінне навантаження), мають різну конструкцію базового пружного елемента

(циліндр, диск, S-профіль, консольна балка) та різні за принципом дії чутливі елементи (тензометричні, п'єзоелектричні).



Рис. 1.8. Датчики силових параметрів:
а...і – сили; к – тиску; л...н – крутного моменту

У датчиках тиску в якості пружного елемента використовується мембрана (кремінна пластина) із закріпленими (інтегрованими) тензодатчиками або п'єзоелементами. Датчики крутного моменту, за способом вимірювання, розділяють на статичні (без обертання системи) і динамічні (на валу, що обертається). У динамічних датчиках крутного (гальмівного) моменту використовується бездротовий зв'язок по вимірювальному каналу. У деяких типах динамічних датчиків передбачається опція імпульсного тахометра, що дозволяє оцінювати і механічну потужність, що передається на валу, який обертається.

У структурі сучасних датчиків крім чутливого елемента інтегровані різні перетворювачі електричного сигналу (струму, напруги, частоти, АЦП, коду, радіоканал).

Для контролю режимів електричних приводів силової частини стендів застосовуються лінійні датчики струму на ефекті Холла, а для гідравлічних та пневматичних систем відповідні датчики витрати і тиску різного принципу дії. Швидкість об'єктів, що обертаються, як правило вимірюється за допомогою безконтактних датчиків інкрементного типу з різними чутливими елементами (фотоелектричні, магнітоелектричні, індукційні).

Реакція діагностичного стенду та об'єкту діагностики (автомобіля) на вплив приводів оцінюється на підставі сигналів датчиків координатних параметрів (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Датчики координатних параметрів:

а...г – лінійного переміщення; д...е – відносного кутового положення;
ж – абсолютного кутового положення; з – ідентифікації нахилу;
и...л – вимірювання нахилу; м – прискорень; н – інерціальної системи;

Датчики лінійного переміщення залежно від способу вимірювання розрізняються за конструкцією та принципом дії. Вимірювач переміщення, що використовується в електронній лінійці (рис. 1.9, а), має роторну конструкцію з інкриментним оптичним датчиком. У вимірювачах переміщення телескопічної конструкції використовуються інтегральні елементи Холла (рис. 1.9, б) і індуктивні датчики положення (рис. 1.9, в). Роторна конструкція потенціометричного датчика лінійних переміщень має вбудований редуктор з тросиковим приводом (рис. 1.9, г).

Датчики відносного кутового положення (рис. 1.9, д, е) представляють багатооборотні потенціометри. Оптронні цифрові датчики абсолютного кутового положення (рис. 1.9, ж) отримали назву енкодери. Такі датчики не обмежені за кількістю обертів і мають інтегрований CAN інтерфейс.

Датчики ідентифікації нахилу (1.9, з) дозволяють відрізнити нахил об'єкта в одну або іншу сторону від вертикального або горизонтального положення. Принципово виконуються як контактні (механічні) чи безконтактні (з елементами Холла).

Безконтактні датчики кута нахилу (інклінометри) призначені для вимірювання нахилу різних статичних або динамічних об'єктів (рис. 1.9, і...л). Розрізняють інклінометри одно-, двох- чи три-осьової орієнтації. Мають аналоговий вихід чи цифровий CAN-інтерфейс. Принцип дії інклінометрів базується на динамічній технології мікро-електромеханічних систем MEMS і прецизійної технології рідинних осередків Fluid Cell.

Датчики прискорень (одно-, двох- чи три-координатні акселерометри) у мікросхемному виконанні (рис. 1.9, м) дозволяють отримати інформацію про параметри вібрацій об'єкта. Аналогічну конструкцію мають датчики-гіроскопи (рис. 1.9, н), що дозволяють визначати просторове положення об'єкта в інерціальній системі координат. Датчики мікросхемного типу встановлюються на платах друкованого монтажу і мають цифровий інтерфейс SPI.

Інформація з вимірювальних датчиків надходить в блок обробки сигналів, який, в загальному випадку, включає пристрої нормалізації сигналів (фільтри, атенюатори, підсилювачі) і перетворювачі (електричних параметрів, АЦП, коду). Як індикатори, використовуються електричні вимірювальні прилади загального призначення (амперметри, вольтметри, омметри, частотоміри, осцилографи) з аналоговими

або цифро показуючими індикаторами. Керування процесом контролю проводиться за допомогою комутуючих пристроїв загального призначення (перемикачі, кнопки).

У комп'ютеризованому діагностичному обладнанні, як правило, органами керування є клавіатура або джойстик, а засобом відображення інформації – монітор діагностичного комп'ютера.

До групи універсальних діагностичних приладів загального призначення слід віднести комбіновані прилади (тестери) та осцилографи. Приклади автомобільних універсальних приладів показані на рис. 1.10.



Рис. 1.10. зовнішній вигляд універсальних вимірювальних приладів:
а – автомобільний мультиметр DY-130;
б – портативний осцилограф MultiScop; в – USB осцилограф DSO-3064A

Автомобільні мультиметри (авто-тестери, кишенькові тестери) мають розширені функції та діапазони вимірювань параметрів. Такі прилади поставляються разом із датчиками зовнішніх вимірювань (вимірювальними зондами). Завдяки цьому в порівнянні з мультиметрами загального призначення, автомобільні мультиметри дозволяють додатково вимірювати:

- частоту електричних імпульсів до 200 кГц;
- швидкість обертання колінчастого валу до 10000 хв⁻¹;
- кут замкнутого стану контактів до 80 %;
- електричний опір в діапазоні 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 рідин;
- температуру газів, рідин та твердої поверхні.

Для живлення автомобільних мультиметрів, як правило, передбачається підключення їх до АКБ автомобіля.

Автомобільні осцилографи (осцилоскопи, мультископи) відрізняються від осцилографів попереднього покоління за такими показниками:

- мала вага та габарити;
- живлення від автономного джерела чи АКБ автомобіля;
- перетворення інформаційних сигналів та отримання зображення на цифровому рівні;
- наявність декількох вимірювальних каналів;
- здатність працювати у режимі запам'ятовування;
- можливість автоматизувати процес вимірювання та статистичної обробки вимірювальної інформації.

Моделі автомобільних осцилографів відрізняються за експлуатаційними показниками та технічними характеристиками: кількістю вимірювальних каналів; особливостями побудови каналу синхронізації, запам'ятовування зображення, обробки та зберігання інформації; розміром та роздільною здатністю екрану; додатковим опціям керування та модифікації зображення.

Сучасні автомобільні осцилографи підтримують опцію автоматичного налаштування (установки посилення, розгортки, синхронізації) для спостереження сигналів певних типів датчиків і виконавчих механізмів. При цьому, вибір потрібного режиму може супроводжуватися виведенням зображення еталонної осцилограми.

В окрему групу комп'ютерних приладів можна виділити автомобільні USB-осцилографи модульної конструкції, які працюють у складі з ПК і відрізняються переважно числом каналів (рис. 1.10, в). Промисловістю зарубіжних фірм випускаються двох, чотирьох та восьми-канальні USB осцилографи з ПЗ для ПК. Прилади такого класу забезпечують додаткові режими: мультиметра; програмованого генератора; багатоканального аналізатору спектра, самописця, логічного аналізатора і навіть мотор-тестера. Інтерфейс приладів дозволяє: зберігати результати вимірювань у вигляді векторного або растрового малюнка; роздруковувати результати вимірювань; копіювати результати вимірювань у буфер обміну.

Автомобільні осцилографи та мультиметри комплектуються адаптерами підключення (вимірювальними зондами електричних та неелектричних величин). Синхронізація розгортки автомобільних

осцилографів з обертанням ДВЗ здійснюється із зовні, сигналом датчика струму свічки першого циліндра (датчика синхронізації).

Вимірювальні зонди електричних величин представляють собою дільники напруги або безконтактні датчики (напруги, струму), які пристосовані для підключення до елементів монтажу системи керування та вимірювального приладу (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Вимірювальні зонди електричних величин:

а, з – вторинної напруги запалювання (ємнісні); б – напруги високовольтних і низьковольтних ланцюгів; в, і – вторинної напруги запалювання (індуктивні); г – котушок запалювання; е – вторинної напруги запалювання по циліндрам; ж, к – струму стартера і генератора

Такі адаптери узгоджують вхідні характеристики діагностичного приладу з параметрами сигналу, який підлягає вимірюванню універсальним приладом.

Для контролю неелектричних параметрів механічних і мехатронних систем використовують електричні прилади вимірювання неелектричних параметрів та вимірювальні прилади безпосередньої оцінки (тестери неелектричних параметрів). В електричних приладах застосовуються перетворювачі (датчики) неелектричної величини в електричну (вимірювальні зонди).

Вимірювальні зонди неелектричних величин є датчиками неелектричних величин (температури, тиску), які пристосовані для підключення до електричного вимірювального приладу (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Зовнішній вигляд вимірювальних зондів неелектричних величин: а, б – тиску рідини і газів; в – температури рідини і газів; г – температури твердої поверхні; д – інфрачервоного випромінювання; е – розрідження; ж – пульсації палива в магістралі; з – частоти обертання (положення колінчатого валу) фотоелектричний

Спеціальні тестери електричних параметрів – прилади бортової діагностики, призначені для тестування окремих елементів систем керування (розрядник запалювання, тестер регуляторів холостого ходу, тестер електромагнітних форсунок).

Спеціальні тестери неелектричних параметрів – прилади бортової діагностики, призначені для діагностування окремих, цілком певних, вузлів (систем) об'єктів керування. Більшість тестерів безпосередньої оцінки, призначених для діагностування ДВЗ, за принципом побудови представляють манометри (компресометр, вакуумметр, тестери тиску палива, негерметичності надпоршневого простору, паливного насоса, інжекторів).

За аналогією з електронними генераторами загального призначення (універсальними вимірювальними приладами), до групи універсальних автомобільних приладів можна віднести імітатори сигналів

датчиків, які використовуються безвідносно до будь-якої системи керування.

Імітатори датчиків – прилади, що формують електричні сигнали аналогових, імпульсних та цифрових датчиків автомобільних систем керування та замінюють параметри кіл (електричний опір) пасивних датчиків у межах робочих діапазонів їх функціонування. Крім основної функції, фірмами виробниками передбачені додаткові функції – тестери електричних кіл (мультиметра) і спеціальних тестерів (драйверів) виконавчих пристроїв (рис. 1.13).



Рис. 1.13. Зовнішній вигляд комбінованих імітаторів сигналів:
: а – SMC-115; б – SKS-3058; в – SKS-3058N; г – STS-600

Приладам такого класу присвоєно загальну класифікаційну абревіатуру ADD (Analogy Digital Devise). Розглянуті прилади використовуються під час відтворення режимних станів об'єкта керування з метою підтвердження діагнозу про несправність датчика чи виконавчого пристрою.

Контрольні запитання до теми 1

1. Визначте поняття мехатронна система.
2. Назвіть складові структури мехатронної системи.
3. За якими загальними ознаками класифікують електричні засоби діагностики автомобіля?
4. Перелічіть категорії діагностичних засобів.
5. За якою ознакою категорія діагностичний прилад відрізняється від діагностичного пристрою?
6. За якою ознакою категорія діагностичне устаткування відрізняється від діагностичного обладнання?

7. На які групи поділяють засоби діагностики за ознакою функціонального наповнення?
8. Назвіть конструкційні атрибути засобів діагностики.
9. Поясніть різницю між тестовим та функціональним діагностуванням.
10. За якою ознакою автоматизовані системи керування відрізняються від автоматичних?
11. За якою ознакою комп'ютеризована діагностична система відрізняється від комп'ютерної?
12. Визначте поняття: інтегрована діагностична система, експертна система.
13. Які пасивні та активні функції виконує інтегрована діагностична система?
14. Визначте поняття: база знань, база даних для експертної системи узагальненої структури.
15. За якою ознакою інформаційна діагностична система відрізняється від системи самодіагностики?
16. За якими ознаками визначається спосіб діагностики автомобіля?
17. За якою ознакою інструментальні методи постановки діагнозу відрізняються від апаратних?
18. За якими видами параметрів діагностують механічні системи автомобіля?
19. Що таке стимулятори керуючих сигналів, емулятори перетворювачів інформації і імітатори навантаження при діагностуванні систем керування автомобіля методом заміщення?
20. В чому полягає спосіб діагностики ДВЗ за шумами?
21. Які засоби діагностики використовуються для діагностики механічних систем автомобіля в обсязі експрес-діагностики?
22. Назвіть характеристики автомобіля за якими контролюється їх технічний стан в обсязі експрес-діагностики.

2. ВИКОРИСТАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СТЕНДІВ

2.1. Класифікація стендів для перевірки гальмівних систем

Гальмівні стенди можна класифікувати за декількома конструкційними ознаками: принципом передачі вимірюваного гальмівного зусилля від колеса автомобіля до стенда, способу навантаження тормозів, конструкції опорного пристрою.

Згідно з такою класифікацією, всі стенди для діагностування гальм автомобілів поділяють на дві групи. У першій групі стендів з метою оцінки гальмівних якостей розглядаються сили зчеплення колеса з опорною поверхнею. При цьому, гальмівний момент створюється за рахунок обмеження сили зчеплення колеса з опорною поверхнею стенда. В силу принципу обмеження, на таких стендах практично неможливо реалізувати повний гальмівний момент автомобіля. У другій групі стендів, для оцінки гальмівних якостей розглядаються сили, необхідні для прокручування «зриву» загальмованого колеса у вивішеному або не вивішеному стані осей. До недоліків стендів другої групи слід віднести складність конструкції фіксації колеса і не технологічність проведення випробувань.

Загальним недоліком розглянутих способів перевірки гальмівних систем у стаціонарних умовах є неадекватність оцінки гальмівних властивостей через відмінність гальмівного процесу від реальних умов гальмування в дорожніх умовах.

За конструкцією опорних пристроїв стенди першої групи поділяються на: майданчикові (платформні), роликові і стрічкові. За способом навантаження гальм розрізняють силові (статичні та динамічні) та інерційні стенди. На силових стендах першої групи, випробування проводяться при частковому або повному прокручуванні колеса. Перший режим, як правило, характерний для платформних стендів, а другий – для роликових та стрічкових.

На *роликових стендах* гальмівні системи автомобіля перевіряють силовим чи інерційним методом (спосіб навантаження). У першому випадку, привід стенду повертає колеса та ролики з невеликою швидкістю. Оператор натискає на гальмівну педаль, контролюючи зусилля натискання за допомогою спеціального приладу (педометра). Гальмівні механізми створюють гальмівні моменти, привід стенду долає їх. Коли гальмівний момент стає більшим, ніж крутний, колесо блокується. У

цей момент фіксується гальмівна сила кожного колеса за допомогою вимірювальної системи стенду.

Значення функціональних (паспортних) показників силових роликів стендів регламентують: швидкість перевірки, діапазон робочих швидкостей, потужність приводу, потужність навантаження, габаритну робочу довжину роликів, міжцентрову відстань між ними і взаємне розташування роликів по висоті.

Метод, що реалізується на силовому роликовому стенді, має ряд переваг, які забезпечують достатню точність вимірювання гальмівних зусиль, а також оперативність і безпеку проведення діагностичних операцій при порівняно невеликій вартості устаткування. Поряд з цим слід відзначити їх порівняно високу метало- та енергоємність (потреба в електродвигунах підвищеної потужності).

На інерційних стендах колеса та ролики розганяють за допомогою приводу або двигуна автомобіля до високої швидкості, після чого гальмують. Привід вимикається, гальмівні механізми поглинають кінетичну енергію коліс і роликів, що обертаються, а вимірювальні системи реєструють параметри процесу гальмування. Метод, що реалізується на інерційному роликовому стенді, створює умови гальмування автомобіля, максимально наближені до реальних, і дозволяє діагностувати гальма автомобілів, оснащених ABS. Однак, через високу вартість стенду (махові маси, редуктори, електродвигуни), недостатню безпеку, трудомісткість і великі витрати часу на діагностування, стенди такого типу нераціонально використовувати на автопідприємствах і при державному техогляді (ДТО).

Інерційний стенд характеризується приведеною масою частин стенду, що беруть участь у розгоні, вибігу та гальмуванні. Найважливіший показник гальмівного стенда – коефіцієнт використання навантаження (відношення реалізованої без прослизання роликів по шині гальмівної сили до вертикального навантаження, що діє на колесо, що перевіряється, на момент перевірки).

Платформні силові (статичні) стенди мають ряд істотних недоліків, що виключають їх широке застосування. По-перше, при випробуванні не враховується вплив швидкості руху на коефіцієнт тертя ковзання та динамічні впливи в гальмівній системі. По-друге, результати вимірювань багато в чому залежать від положення коліс на майданчику стенда, стану опорної поверхні та протекторів коліс (вимірюється лише зусилля зриву з місця загальмованих коліс).

Платформні інерційні стенди мають рухомі (одну загальну на кожну сторону або під кожне колесо) пружні майданчики (платформи), які зміщуються під дією інерційних сил, що виникають внаслідок гальмування автомобіля після наїзду на них. У порівнянні з силовими платформними стендами є більш досконалішими, оскільки враховують динаміку дії гальмівних сил у реальних умовах. Майданчикові інерційні стенди при простоті конструкції характеризуються малою енергоємністю і матеріаломісткістю, забезпечують оперативну оцінку загального стану гальмівної системи. До недоліків цих стендів слід віднести: необхідність у робочій зоні для розгону автомобіля, низький рівень безпеки при випробуваннях, низька стабільність і точність результатів вимірювань; можливість реєстрації лише максимального гальмівного зусилля; утруднений повторний вимір; неможливість визначити зусилля на педалі гальма. Стенди такого типу знайшли застосування на підприємствах автотехобслуговування для вхідного контролю гальмівних систем або експрес-діагностики транспортних засобів.

Інерційні стрічкові стенди адекватно відтворюють дорожні умови взаємодії шини з опорними поверхнями, проте більш складні в реалізації і характеризуються меншою надійністю і безпекою.

2.2. Принципи будови стендів

Роликові гальмівні стенди мають такі основні функціональні компоненти: робочі ролики, приводний пристрій (двигуни), пристрій дозування зусилля натискання на гальмівну педаль і вимірювальну систему. Силкові та інерційні роликові гальмівні стенди працюють по-різному, тому і устрій їх помітно відрізняється [2, 4, 7].

Силовий стенд зазвичай будується двома окремими блоками, однаковими, але скомпонованими дзеркально (рис. 2.1).

Стенд працює в сталому режимі. Кожен привід обертає пару робочих роликів і колесо автомобіля, що перевіряється. Гальмівний механізм намагається зупинити колесо, приводна і гальмівна сили взаємно врівноважені. Статор електродвигуна або редуктора встановлюють балансиrom (на вільних опорах). Реактивний момент на балансиromному статорі за модулем дорівнює гальмівному моменту на роторі. Для вимірювання гальмівного моменту статора забезпечують його кінематичний зв'язок з нерухомою базою стенду через датчик сили.

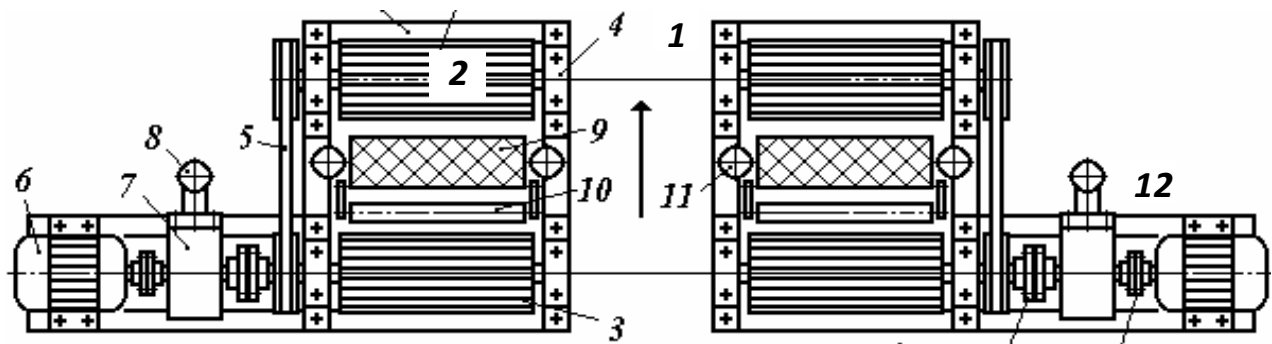


Рис. 2.1. Устрій роликового гальмівного стенду силового типу:

- 1 – рама; 2 – передній ролик; 3 – задній ролик; 4 – підшипниковий вузол;
 5 – ланцюгова передача; 6 – електродвигун; 7 – балансно встановлений
 співвісний редуктор; 8 – датчик сили; 9 – підйомник колеса;
 10 – підпружинений ролик – сигналізатор прослизання;
 11 – відбійний ролик; 12 – муфта постійна

В якості такого датчика може використовуватися потенціометр зі зворотною пружиною, тензометричні датчики на пружному елементі, або індуктивні безконтактні датчики малих переміщень [3]. Ступінь натискання на педаль гальма контролюється за допомогою датчика сили (педометра), який встановлюють на педаль (рис. 2.2, а).

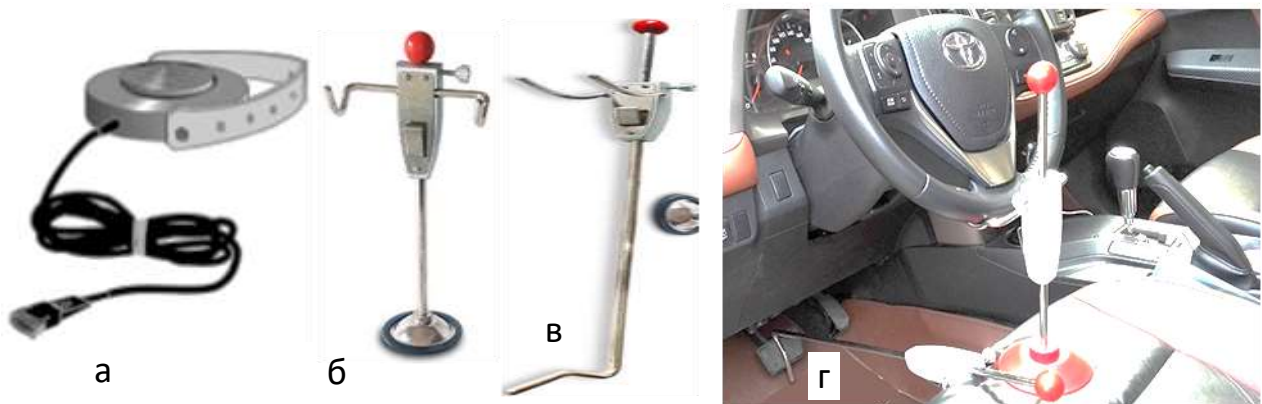


Рис. 2.2. Додаткові пристрої гальмівних стендів:

- а – педометр; б – фіксатор рульового колеса; в – депресометр;
 г – установка пристроїв на автомобілі

Оператор стежить за зусиллям плавного натискання на прилад. Іноді, педометр забезпечений задачником темпу натискання. Це дозволяє витримати не тільки силу, а й темп натискання, а потім, порівнюючи з темпом зростання гальмівної сили, оцінити час спрацювання гальма. Однак, у цьому випадку, в процес включаються інерційні сили, які спотворюють вимірне значення гальмівної сили. Тому

на більшості стендів такого задатчика немає, а перевірку часу роботи виконують окремо, при повторному гальмуванні з різким натисканням на педаль.

При перевірці гальм на роликівих стендах інерційним методом спочатку розганяють ролики і колеса до заданої швидкості (за допомогою приводу стенда або від двигуна автомобіля), а потім проводять різке гальмування в аварійному режимі із заданим зусиллям і темпом. На момент початку гальмування деактивується привід, розмикається зв'язок (якщо він є) між правими та лівими роликами, і включається система вимірювання та реєстрації.

Привід інерційного стенду (електродвигун або гідромотор) загальний на обидва модулі роликів, правий і лівий момент обертання між якими передається через зчіпну муфту (рис. 2.3).

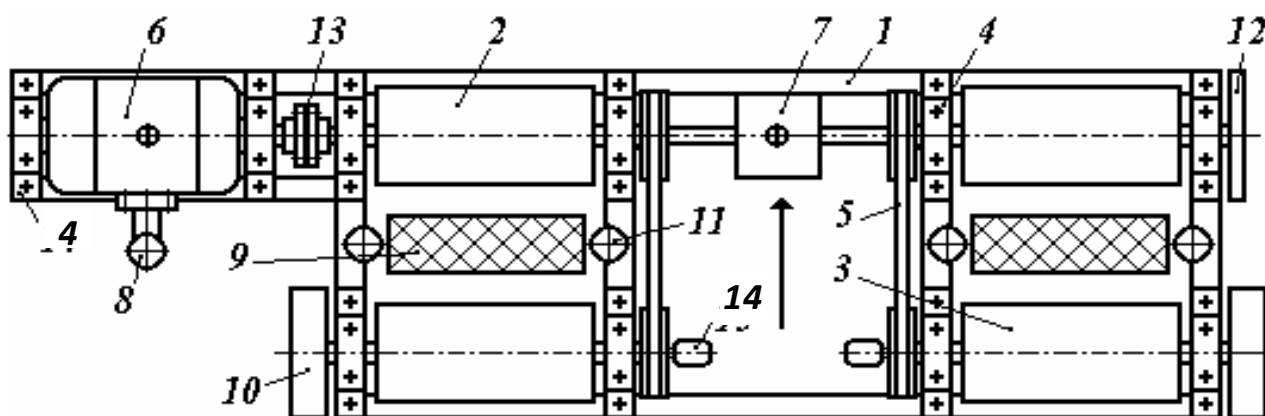


Рис. 2.3. Устрій роликівого гальмівного стенду інерційного типу:
 1 – рама; 2 – передній ролик; 3 – задній ролик; 4 – підшипниковий вузол;
 5 – ланцюгова передача; 6 – привідний пристрій; 7 – муфта зчіпна;
 8 – датчик сили; 9 – підйомник колеса; 10 – маховик; 11 – відбійний ролик;
 12 – врівноважуючий маховик; 13 – муфта з’єднувальна;
 14 – датчик тахометра (тахогенератор)

В обов'язковому порядку стенд має досить велику приведену масу. Під час проведення випробувань гальмівної системи на стендах, рульове колесо автомобіля фіксується спеціальним пристроєм (див. рис. 2.2, б), а натискання на педаль проводиться автоматично за допомогою пневмоприводу (див. рис. 2.2, в).

Вимірювальна система інерційного гальмівного стенду вимірює і реєструє параметри процесу гальмування (записує гальмівну діаграму окремо по кожному колесу). До початку гальмування вимірюється імітована швидкість руху автомобіля. Під час гальмування

проводиться оцінка процесу сповільнення. В якості вимірювачів частоти обертання (сповільнення) роликів (коліс) використовуються тахогенератори або датчики інкрементного типу (імпульсні) різного принципу дії (фотоелектричні, магнітно-електричні, індукційні). Допоміжні системи вимірюють і підтримують необхідний робочий тиск у ресивері пневмоприводу (депресора) педалі. Стенд додатково оснащують відбійними роликами, підйомниками коліс і гальмами з'їзду автомобіля з роликів.

Платформний інерційний стенд призначений для експрес-діагностики гальмівних систем автомобіля. Стенд складається з чотирьох рухомих платформ, на які автомобіль наїжджає колесами зі швидкістю 6...12 км/год, зупиняючись при різкому гальмуванні. Під впливом виникаючих при цьому сил інерції автомобіля і сил тертя між шинами і поверхнею майданчиків, відбувається зміщення платформи, пропорційне гальмівній силі. Довжина переміщення вимірюється за допомогою датчиків різного принципу дії (потенціометричного, тензорезистивного, п'єзоелектричного типу). Інформація у вигляді електричного параметра надходить у пульт реєстрації, де перетворюється і виводиться на засоби відображення інформації.

У складі сучасних гальмівних стендів використовуються комп'ютерні засоби, що дозволяють не тільки забезпечити додаткові зручності в роботі персоналу, але і розширити діапазон вимірюваних і обчислюваних діагностичних параметрів. Для автоматизації процесу контролю та діагностики системи гальм використовуються комп'ютеризовані гальмівні стенди з різною конфігурацією комп'ютерної стійки і принципом побудови силових агрегатів (рис. 2.4).

Комп'ютерний блок стенду формує керуючі команди для виконавчих пристроїв (привідних електродвигунів, електроклапанів, соленоїдів) в автоматичному або напівавтоматичному режимі і здійснює обробку і модифікацію вимірюваної інформації, що надходить з датчиків, до зручного вигляду (графічному аналоговому, цифровому, квазіаналоговому, табличному). При цьому, надається можливість використання: дистанційного бездротового керування; програмних баз даних по каналу інтернет зв'язку; принтерів для документації результатів вимірювань. У комплект стендів, крім силового модуля, також входять табло для водія, пульт дистанційного керування та педометр.



Рис. 2.4. Комп'ютеризовані гальмівні стени:
 а – зі спеціалізованою комп'ютерною стойкою; б – з персональним комп'ютером; в, г – з універсальною комп'ютерною стойкою;
 д – у складі комп'ютеризованої діагностичної лінії

2.3. Устрій і функціонування роликового стенду силового типу

Розглянемо устрій і функціонування комп'ютеризованих гальмівних стендів силового типу на прикладі роликового стенду моделі СТМ 8000, який забезпечує визначення ряду параметрів:

- маси осі;

- зусилля на органі керування;
- питомої гальмівної сили;
- відносної різниці гальмівних сил однієї осі;
- часу спрацьовування гальмівної системи;
- овальності коліс осі, що діагностується.

Стенд призначений для контролю гальмівних систем автомобілів, що не мають диференціала між ведучими осями, і забезпечує обертання лівого і правого колеса в різні сторони. Композиція стану складається з роlikової установки, стійки керування з персональним комп'ютером і силовою панеллю, світлофора або інформаційного табло і комплектується педометром (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Гальмівний стенд моделі СТМ 8000:
а – комплектація; б – установка на посту

Керування роботою стану здійснюється із клавіатури ПК. Команди оператора транспортного засобу відображаються на екрані монітора та дублюються на світлофорі або віддаленому дисплеї. Вимкнення приводу роликів відбувається при досягненні встановленого значення коефіцієнта прослизання (приблизно 30 %) між колесами автомобіля, що перевіряється, і приводними роликками. Стенд забезпечує виведення результатів вимірювань та службової інформації на принтер. Функціональна схема стану показана на рис. 2.6.

Роlikова установка вимірює масу осі, що перевіряється, і приводить в рух колеса цієї осі для вимірювання гальмівної сили. Роlikова установка побудована аналогічно до конструкції, показаної на рис. 2.2, тільки електродвигуни розміщені зсередини установки.

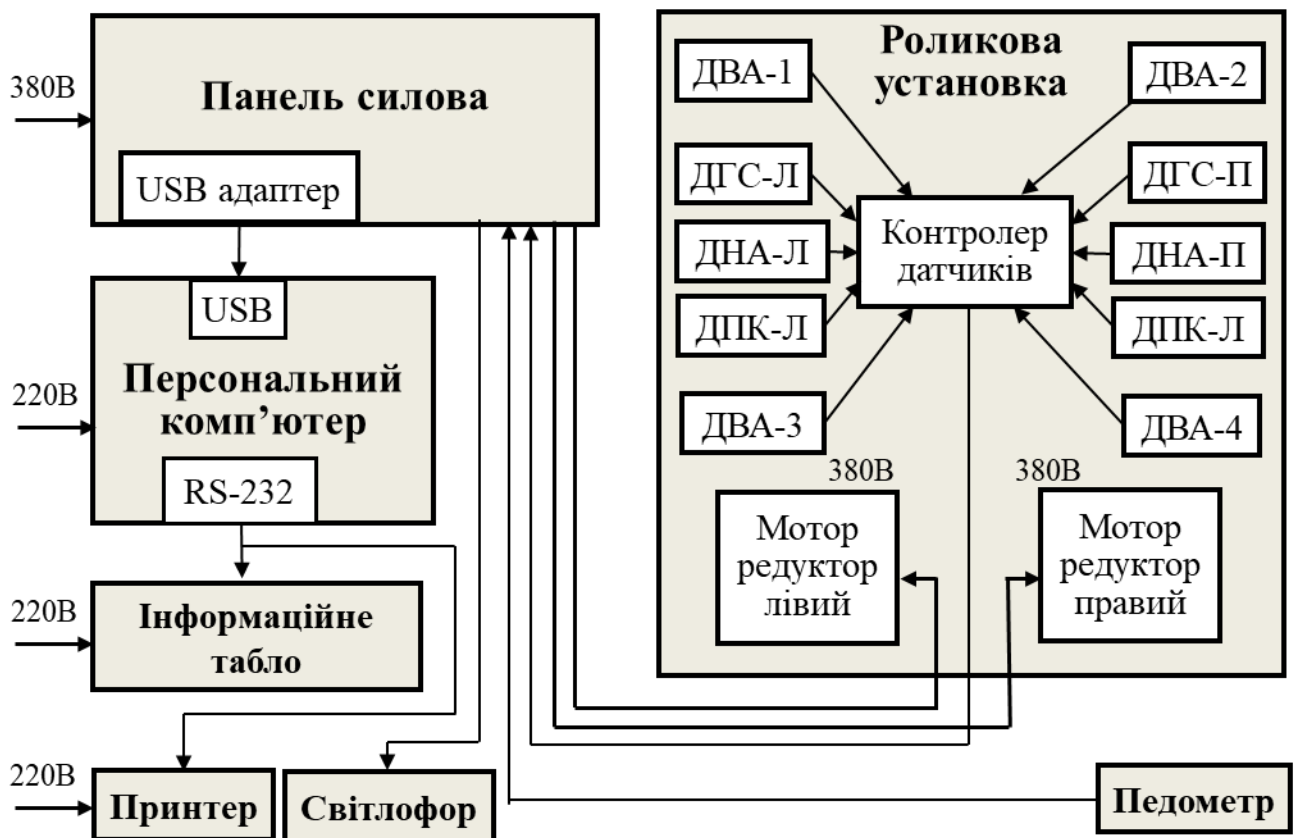


Рис. 2.6. Функціональна схема стенду СТМ 8000

Вимірювальна частина роликової установки включає: чотири датчики ваги автомобіля (ДВА), розміщені по кутах опорної рами; по два датчики (лівий і правий) гальмівної сили (ДГС), наявності автомобіля (ДНА) і прослизання коліс (ДПК), встановлених на відповідних роликах сигналізаторах для кожної осі; контролер датчиків. За допомогою датчиків прослизання коліс здійснюється контроль швидкості їх обертання і моменту початку прослизання відносно опорних роликів. Вимірювана інформація з датчиків надходить на контролер, де аналогові та імпульсні сигнали нормалізуються (фільтри, підсилювачі, формувачі), перетворюються на цифровий вид (АЦП, перетворювачі коду, логічні пристрої) і через інтерфейс направляються в ПК комп'ютерної стойки.

На силовій панелі стенда розміщені елементи силової автоматики (електронні ключі, електромагнітні реле, запобіжники, сигналізатори) для керування включенням трифазного електроприводу (мотор-редукторів) та індикаторів світлофора по командах з ПК в автоматичному режимі.

Процес тестування системи гальм полягає в примусовому

обертанні коліс осі автомобіля, яка перевіряється, за допомогою опорних роликів. Вимірювання дотичних сил, що виникають на поверхні опорних роликів при гальмуванні виконується за допомогою баланси- рних редукторів. Перевірка стану гальмівної системи автомобіля про- водиться двома операторами – оператором ПК і оператором-водієм. Програма (процес) тестування на стенді формується під командами сигналів датчиків за таким алгоритмом.

Після в'їзду осі автомобіля, що діагностується, на роликову уста- новку (ДНА) зважується вісь (ДВА). Включається привід опорних ро- ликів силової установки і контролюється швидкість обертання коліс (ДПК). Проводиться гальмування (датчик педометра). При цьому, ви- мірюються реактивні моменти (ДГС). Далі проводиться маневр уста- новки наступної осі, операції алгоритму повторюються. Процес тесту- вання супроводжується індикацією команд на світлофорі та інформа- ційному табло для оператора-водія.

Для імітації завантаженого автомобіля при проведенні гальмів- ного тесту порожнього автомобіля застосовується електрогідравліч- ний імітатор ваги з індикацією навантаження на опорні ролики на табло та моніторі ПК (опція).

Інтерфейс оператора керуючої програми стенду містить кілька вікон, для кожного етапу тестування (рис. 2.7).

У вікні «Підготовка» проводиться вибір типу автомобіля, ре- жиму проведення вимірювань, осі та виду випробувань. У вікні «Ви- мірювання» відображається інформація про елементи керування:

- інформаційне табло для команд оператора;
- реєстраційний номер та категорія транспортного засобу;
- вид подання даних від датчиків гальмівної сили коліс (анало- гове чи цифрове);
- цифрове подання зусилля на органі керування гальмівної сис- теми;
- маса осі в цифровому наданні;
- індикатор кількості осей у автомобіля, що перевіряється, і виді- лення осі на поточний момент;
- розрахункові значення відносної різниці гальмівних сил коліс і питомої гальмівної сили осі в цифровому наданні.

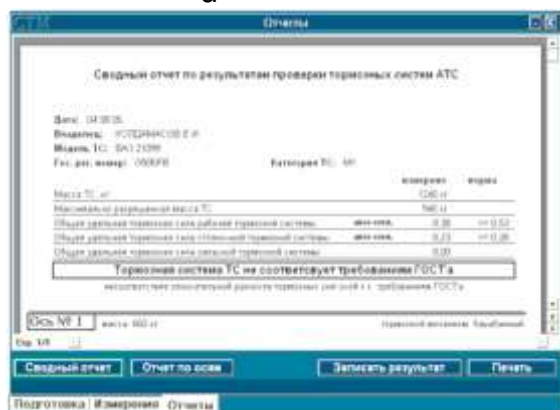
У вікні «Звіти» формується документація за результатами прове- дених випробувань.



а



б



в



г

Рис. 2.7. Візуалізація процесу і результатів тестування на дисплеї стенду STM 8000: а – вікно «Підготовка»; б – вікно «Вимірювання»; в – вікно «Звіти»; г – вікно ініціалізації програми

Можливі два види звіту: «Зведений звіт за результатами перевірки гальмівних систем» та «Результати перевірки гальмівних систем по осях». Аналогічну конструкцію та характеристики мають стенди типу PFB Італійської фірми SPACE (рис. 2.8).



а



б

Рис. 2.8. Гальмівний стенд серії SPACE PFB: а – компоновка силового агрегату; б – установка на посту

Відмінною особливістю комп'ютерної частини стану є застосування сучасної мікропроцесорної бази і наявність інтерфейсу для підключення додаткових пристроїв діагностичної лінії (тестера уводу коліс, тестера підвіски, газоаналізатора, димоміру, тахометра, приладу перевірки світла фар). Функціональні можливості стану доповнені вимірами: максимального значення гальмівної сили та ваги на кожному колесі; опору коченню; тиску повітря в контурі гальмівної системи.

2.4. Варіантні виконання силових роликів станів

Розглянемо лінійку гальмівних станів типу СГС-ХХ-СП-ХХ, які забезпечують проведення перевірок відповідно до Держстандарту в автоматичному режимі. Стани мають модульну будову (можливість нарощування до лінії контролю) і кілька варіантів конструктивних комплектацій для різноманітних умов застосування (рис. 2.9).

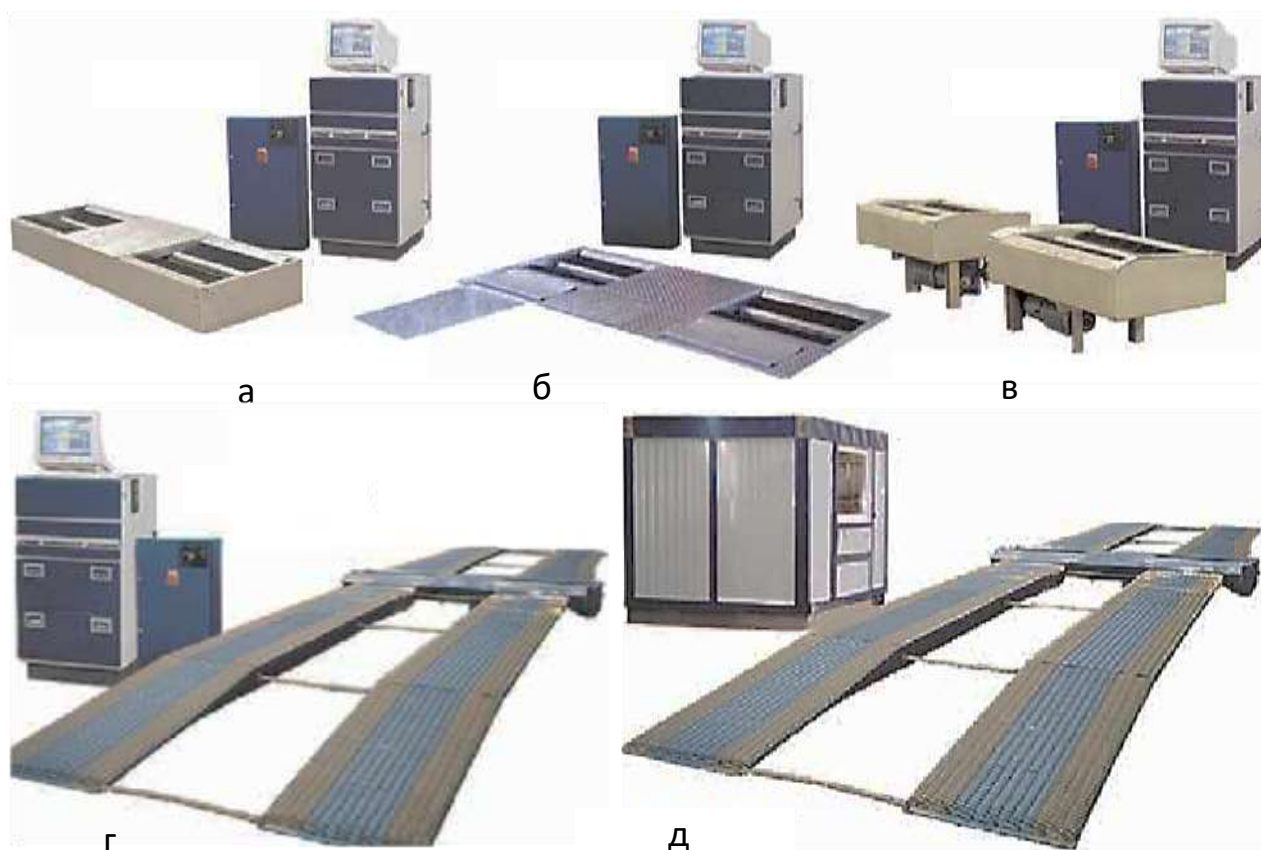


Рис. 2.9. Зовнішній вигляд гальмівних роликів станів:
а – СГС-3-СП-11; б – СГС-3П-СП-12; в – СГС-10У-СП-11;
г – СГС-10У-СП-14; д – СГС-3-СП-24, СГС-10У-СП-24

У більшості стендів цієї групи передбачено контроль повнопривідних автомобілів з поглибленою діагностикою обраної осі.

Стенд СГС-3-СП-11 для контролю гальмівних систем легкових автомобілів, мікроавтобусів та міні-вантажівок з навантаженням на вісь до 3 т. Установка блоку роликів нарівні з підлогою (рис. 2.9, а). Силовий роликостенд з обробкою результатів на ПК та видачою їх на екран монітора та принтер. Керування з інфрачервоного дистанційного пульта або з клавіатури. Вимірює навантаження на вісь, гальмівну силу на кожному колесі, зусилля на органах керування, виводить гальмівні діаграми. Визначає розрахункові параметри згідно Держстандарту: питому гальмівну силу, відносну різницю гальмівних сил коліс осі.

Додатково може вимірювати час спрацьовування системи гальм. Забезпечує формування бази технічних даних автомобілів та архіву результатів діагностування. Комп'ютер: процесор Celeron 950 МГц, кольоровий монітор 15", лазерний принтер. Діаметр коліс автомобіля 520...790 мм, ширина колії по роликах 800...2200 мм. Початкова швидкість гальмування 4,4 км/год.

Діапазони вимірювань: маси 200..3000 кг, гальмівної сили 100...1000 кгс, зусилля на органі керування 10...100 кгс. Потужність електродвигунів 2×3,7 кВт. Продуктивність 60 автомобілів за зміну, площа під обладнання 5×9 м.

Повнокомплектний стенд СГС-3П-СП-12 для перевірки гальмування, бічного уводу та зчеплення коліс автомобіля з дорогою. Гальмівний стенд доповнений двома додатковими модулями виробництва німецької фірми CARTEC – тестерами уводу колеса та стану підвіски (рис. 2.9, б). Тестер уводу колеса призначений для експрес-діагностики сходження коліс. Визначає величину уводу автомобіля від прямолінійного руху мм/м. Тестер підвіски визначає показник демпфірування і резонансну частоту стійок колеса. Площа під обладнання 5×10 м.

Універсальний стенд СГС-10У-СП-11 (рис. 2.9, в). для контролю гальмівних систем легкових та вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів з навантаженням на вісь до 10 т. Устрій, комплектація, функції та перелік контрольованих параметрів аналогічні характеристикам стенду СГС-3-СП-11. Забезпечує окремі режими випробувань (швидкості розгону, діапазони вимірювань маси та гальмівних сил) для легкових та вантажних автомобілів.

Комплектується датчиком для контролю тиску в пневмоприводі гальмівних систем. Діаметр коліс автомобіля 520...1300 мм, ширина колії по роликах 800...2800 мм. Початкова швидкість гальмування 2,2...4,4 км/год. Діапазони вимірювань: маси автомобіля $2 \times (500 \dots 5000)$ кг або $2 \times (100 \dots 1000)$ кг, гальмівної сили на колесі 300...3000 кгс або 100...600 кгс, зусилля на органі керування 10...100 кгс, тиск у пневмоприводі 2...10 атм. Потужність електродвигунів $2 \times 7,5$ кВт. Продуктивність 40 автомобілів за зміну. Площа під обладнання 6×15 м.

Універсальний гальмівний стенд СГС-10У-СП-14 зі стійкою керування та установкою роликів на підлозі (рис. 2.9, г). Застосування у будь-якому приміщенні дозволяє уникнути капітальних настановних робіт. Площа під обладнання 6×18 м.

Мобільний стенд СГС-3-СП-24 для контролю гальмівних систем легкових автомобілів, мікроавтобусів та міні-вантажівок з навантаженням на вісь до 3 т. Підлогова установка блоку роликів (рис. 2.9, д). Отоплений та кондиціонований офіс для апаратури та персоналу. Радіозв'язок за допомогою цифрового бездротового телефону фірми Panasonic (базовий блок в офісі, трубка – в автомобілі). Радіус дії в приміщенні до 50 м, на відкритому просторі – до 300 м. Не має обмежень по висоті автомобіля, що перевіряється. Стенд пристосований для перевезення в кузові бортового автомобіля та встановлення автокраном. Не потребує утеплених приміщень. Дозволяє уникнути капітальних настановних робіт. Площа під обладнання 8×18 м, габарити офісу $3,3 \times 2,3 \times 2,3$ м.

Універсальний мобільний стенд СГС-10У-СП-24 для контролю гальмівних систем легкових та вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів з навантаженням на вісь до 10 т. Устрій та габарити аналогічні попередньому варіанту.

Універсальний стенд СГС-13У-СП-11 для контролю гальмівних систем легкових та вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів з навантаженням на вісь до 13 т. Відмінності від СГС-10У-СП-11: діапазон вимірювань маси $2 \times (650 \dots 6500)$ кг або $2 \times (100 \dots 1000)$ кг, потужність електродвигунів $2 \times 9,2$ кВт.

Стенд СГС-10У-СП-21Н для контролю гальмівних систем легкових, вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів з навантаженням на вісь до 10 т. Установка блоку роликів нарівні з підлогою. Конструкція блоку роликів призначена для багаторазової установки та

демонтажу в фундаментну яму. Отоплений та кондиціонований офіс для апаратури і персоналу. Площа під обладнання 7×15 м, га-барити офісу 3,3×2,3×2,3м.

2.5. Характеристика силових роликів стендів виробництва МАНА

Розглянемо характеристики силових роликів стендів виробництва МАНА серії IW2, які знайшли широке застосування на станціях автосервісу у складі діагностичних ліній Європейського зразка.

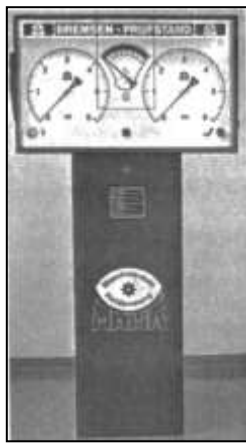
Силовий роликів стенд моделі МАНА IW2 Euro-Profi для перевірки гальмівних систем автомобілів (основної та стоянкової) дозволяє визначати:

- опір обертанню незагальмованих коліс;
- нерівномірність гальмівної сили за один оберт колеса;
- масу, що припадає на колесо;
- масу, що припадає на вісь (до 3500 кг);
- силу опору обертанню незагальмованих коліс.
- найбільшу гальмівну силу основної та стоянкової систем;
- час спрацьовування гальмівної системи;
- коефіцієнт нерівномірності (відносна нерівномірність) гальмівних сил коліс осі;
- питому гальмівну силу;
- зусилля на орган керування основної та стоянкової систем;
- питому гальмівну силу стоянкової системи.

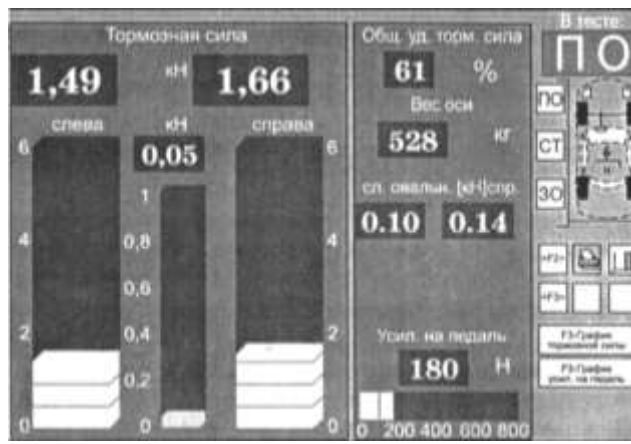
Результати перевірки гальмівних систем виводяться на приладну стойку (рис. 2.10, а).

Дані контролю виводяться на дисплей у модифікованому вигляді (рис. 2.10, б). При цьому, використовується інформація і в знаковому (ПВ – робоче гальмо передньої осі, СГ – гальма стоянки, ЗВ – робоче гальмо задньої осі), і в графічному (пиктограми) і в квазіаналоговому (гістограми) вигляді. Динаміку процесу гальмування можна спостерігати на дисплеї в графічній інтерпретації (рис. 2.10, в).

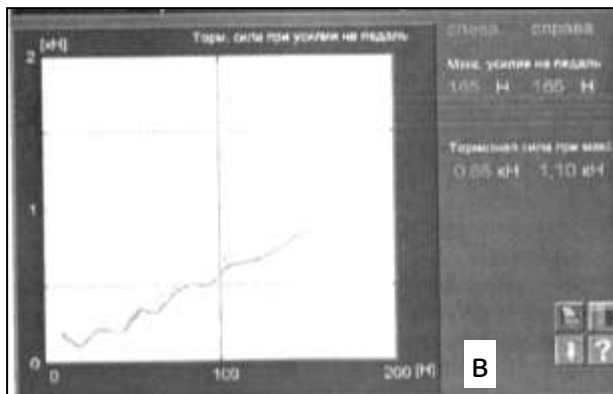
На графічному зображенні відображені залежності гальмівних сил від зусилля натискання на педаль гальма для лівого колеса (верхня крива) і правого (нижня крива) коліс. За допомогою графічної інформації можна спостерігати також різницю гальмівних сил лівого та правого коліс (рис. 2.10, г).



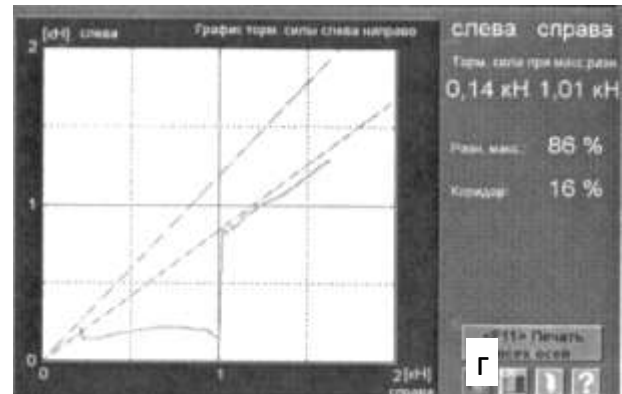
а



б



в



г

Рис. 2.10. Візуалізація даних контролю гальмівної системи:
 а – приладна стійка; б – модифікована інформація на дисплеї;
 в – графічне відображення динаміки процесу гальмування;
 г – значення гальмівних сил лівого і правого коліс

Криві гальмування зіставляються з коридором допустимих відхилень (обмежений прямими пунктирними лініями), який встановлюється відповідно до нормативних вимог. Характер зміни графіка гальмування дозволяє зробити висновок про конкретну несправність гальмівної системи. Результати діагностування можуть виводитися на друк і зберігатися в пам'яті комп'ютера як база даних по перевірених автомобілях. Різниця швидкостей обертання, роликів що стежать (вимірюють), і опорних роликів гальмівного стенду, визначає величину прослизання.

Відключення приводу опорних роликів проводиться автоматично при досягненні одним з коліс встановленої межі прослизання. Максимальне вимірне значення записується як максимальна гальмівна сила. Максимальне значення гальмівної сили може фіксуватися як при прослизанні колеса, так і без прослизання. Якщо, прослизання не буде досягнуто, то гальмівна сила, отримана при нормативному зусиллі

натискання на педаль, приймається за максимальну гальмівну силу (фактор 2).

Силові універсальні роликові гальмівні стенди IW4/IW7 E (Euro System) призначені для використання в стаціонарних умовах для великовантажних та повнопривідних автомобілів (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Роликовий силовий гальмівний стенд моделей IW4/IW7 E:
а – організація поста з стаціонарною приладною стойкою; б – використання пересувної вимірювальної станції

Для того, щоб зробити порівняння гальмівних сил обох коліс однієї осі повнопривідного автомобіля, необхідно під час перевірки гальм створювати однаковий тиск на педаль гальма, при однаковій швидкості обертання коліс, оскільки гальмівні сили лівого і правого коліс можуть бути виміряні тільки послідовно. Для цього, в автомобілі на педалі гальма встановлюється задатчик тиску (зусилля) на педаль (депресометр), що дозволяє утримувати однакову силу тиску на педаль при обох вимірюваннях (див. рис. 2.2, в).

Для установки заданої швидкості обертання приводних електродвигунів стенду її контролюють дискретним фотоелектричним способом. Система автоматичного регулювання (САР) швидкості обертання коліс включає фотоелектричні датчики, розташовані по обом сторонам роликового агрегату. Датчики активізуються за допомогою світло відбивних смужок наклеєних на покриття коліс. При цьому, одне колесо повнопривідного автомобіля обертають вперед, а інше назад таким чином, щоб через приводний вал не передавались гальмівні сили трансмісії. За таких умов проводиться гальмування та вимірювання

гальмівних сил від тиску на педаль. Відключення приводних двигунів проводиться при заданому прослизанні, як і у звичайного автомобіля.

На стендах МАНА IW різних моделей використовують дисплеї приладових стоек схожого формату (рис. 2.12).

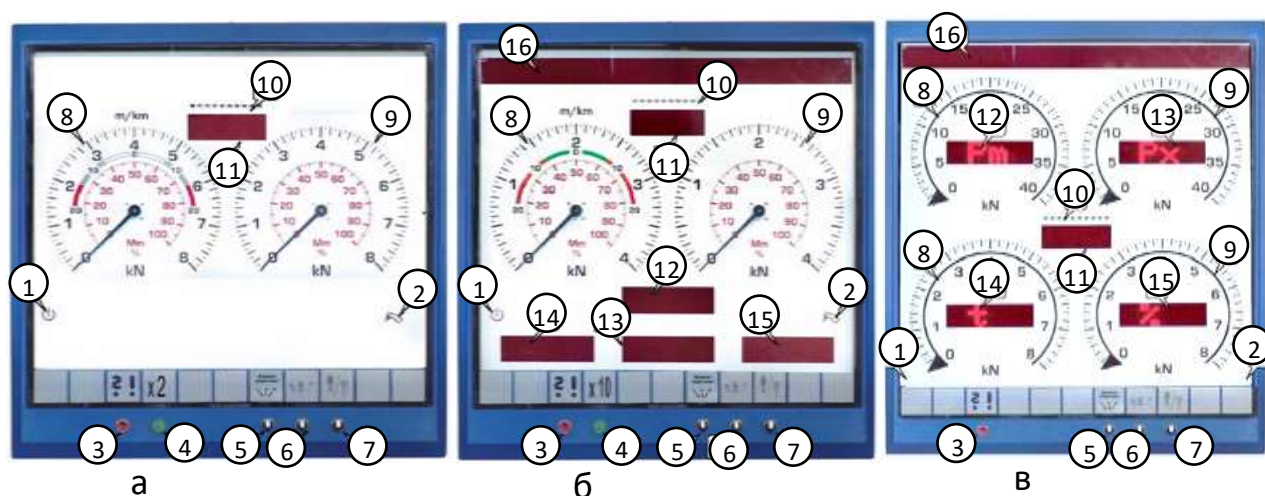


Рис. 2.12. Візуалізація даних контролю гальмівної системи на приладній стойці: а – дисплей IW 4 S; б – дисплей IW 4/7 LON Classic; в – дисплей IW 4/7 LON Competence

Відповідно до позицій рисунка позначені органи керування та контролю: 1 – сигнальна лампа «Живлення ВКЛ»; 2 – сигнальна лампа «До вимірювань готовий»; 3 – кнопка із сигнальною лампою «Помилка»; 4 – сигнальна лампа "Фактор 2"; 5 – перемикач «Одиночне колесо»; 6 – перемикач «Мотоцикл/Легковий/Вантажний»; 7 – перемикач «Стенд перевірки амортизаторів»; 8 – аналоговий показчик лівий; 9 – аналоговий показчик правий; 10 – світлодіодний дисплей «Різниця %»; 11 – цифровий дисплей «Різниця гальмівних сил»; 12 – цифровий дисплей «Тиск Pm»; 13 – цифровий дисплей «Тиск Pх»; 14 – цифровий дисплей «Вага»; 15 – цифровий дисплей «Питома гальмівна сила»; 16 – рядок, що біжить.

Стенд IW 4S з максимальним осьовим навантаженням 8 т обладнаний аналоговим дисплеєм з автоматичним перемиканням меж вимірювання (рис. 2.12, а). На дисплеї можуть бути представлені результати вимірювання стенду у складі діагностичної лінії: перевірки амортизаторів/підвіски та тестера перевірки бокового уводу «сходження» коліс. Має опцію цифрового показчика різниці гальмівних сил і демпфування амортизаторів.

Моделі IW 4/7 LON Classic (навантаження на вісь 8/18 т) додатково мають на дисплеї рядок, що біжить, для коментарів по роботі зі стендом і до чотирьох цифрових дисплеїв VarioData для відображення ваги, тиску в пневмоприводі гальм і інтенсивності сповільнення (рис. 2.12, б). Опція – підключення до комп'ютера.

Моделі IW 4/7 LON Competence комплектується багатофункціональним аналоговим дисплеєм з рядком, що біжить, і чотирма рознесеними шкалами (рис. 2.12, в). У центрі кожної шкали розміщено цифрові дисплеї VarioData. У комплект поставки входить радіо-пульт Reso1, що полегшує роботу з багатовісними АТЗ.

Моделі IW4/7 LON AllRad з аналогічним дисплеєм дозволяє використовувати технологію для перевірки повнопривідних транспортних засобів. Сучасна електронна система керування забезпечує перевірку протибуксувальної системи (ASR) і стоянкових гальмівних систем з електронним керуванням у процесі діагностики гальм.

Моделі IW 4/7 EuroSystem є преміум-моделлю серії IW 4/7. Ці стенди забезпечують практично нескінченні можливості для клієнтів за допомогою програмного забезпечення EuroSystem, розробленого в середовищі Windows і використовує можливості SQL сервера. Обладнаний модулем для перевірки повнопривідних автомобілів. Зручний для вхідного контролю та діагностичних ліній з підвищеною пропускну здатністю. Інформація про процес та результати проведених випробувань виводиться на дисплей монітора ПК мобільного кабінету (рис. 2.13).

Інформаційні вікна програми EuroSystem супроводжуються верхнім та нижнім рядком. У верхньому рядку наводяться процедурні інструкції та коментарі для оператора, у нижній – лінійка функціональних кнопок, що дублюють клавіатуру. При проведенні гальмівного тесту, послідовно проводяться перевірки: овальності дисків по осях; гальмівних сил робочого гальма по осях; гальмівних сил гальма стоянки. На початку процедури обирається об'єкт (ПВ – передня вісь, СГ – гальма стоянки, ЗВ – задня вісь) і вид показчиків (цифрові або аналогові).

На екрані з аналоговими показчиками (рис. 2.13, б) можна спостерігати результати вимірювання овальності гальмівних дисків у вигляді секторів, виділених стрілками показчиків і максимальні гальмівні сили на колесах обраної осі, а також різницю між ними. Таку ж інформацію можна спостерігати і на цифровому табло (рис. 2.13, в).



Рис. 2.13. Візуалізація даних контролю гальмівної системи на моніторі стендів IW 4/7 EuroSystem: а – вікно «Головне меню»; б – вікно з аналоговими показчиками; в – вікно з цифровою індикацією; г – вікно «Перегляд даних»

Програма дозволяє встановити автоматичний режим тестування гальм, запам'ятовувати та виводити на запит результати вимірювань (рис. 2.13, г).

2.6. Характеристика інерційних платформних стендів промислових зразків

Платформні інерційні стенди знайшли застосування на лініях вхідного контролю і в даний час виробляються провідними виробниками діагностичного обладнання Америки (HUNTER), Німеччини (НЕКА, МАНА, HOFMANN) та ін. Основними перевагами стендів такого типу є:

- можливість перевірки автомобілів з будь-яким типом приводу та гальмівної системи в умовах реального гальмування;
- можливість нарощування функцій тестера підвіски;
- оперативність постановки діагнозу;

- встановлення стенду не перешкоджає проїзду автомобілів по робочій зоні автосервісу.

У гальмівному стенді HUNTER B400 використовуються спеціальні гальванізовані пластини, встановлені на платформах (рис. 2.14).

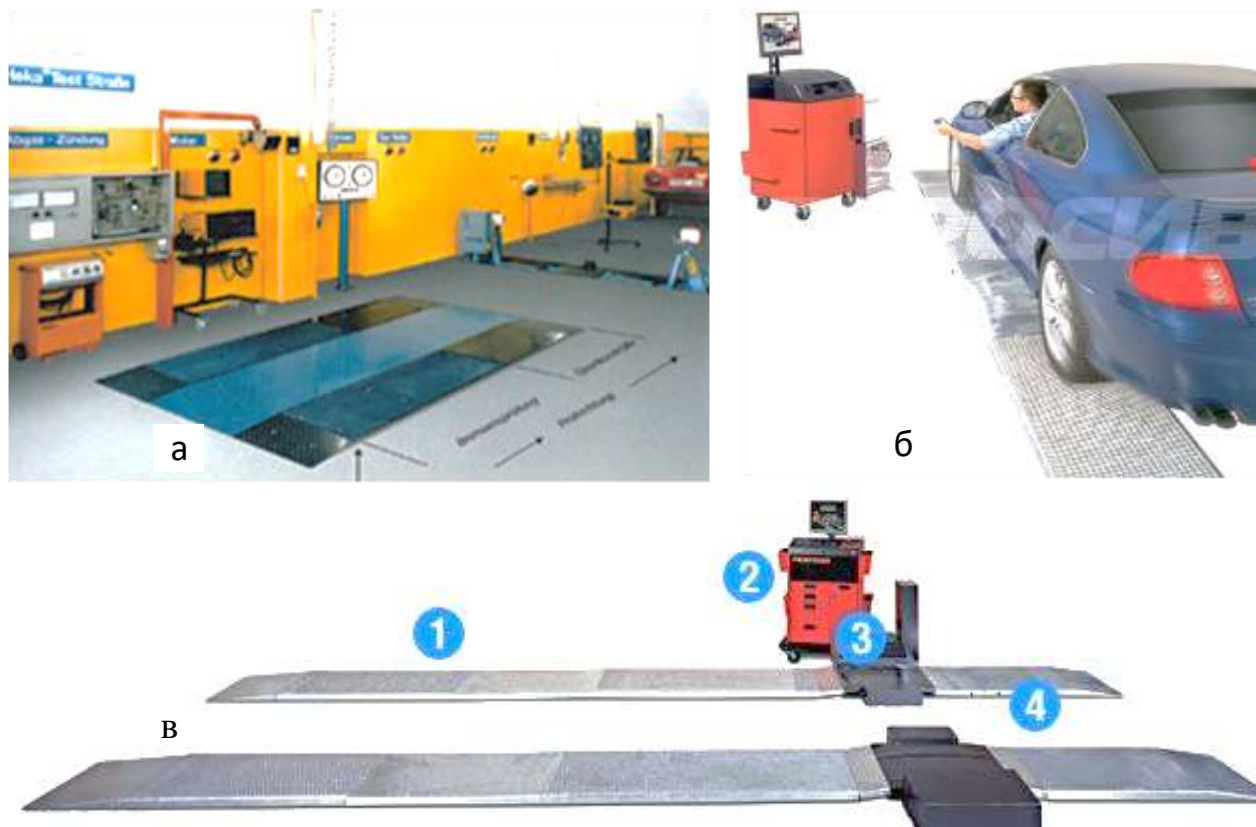


Рис. 2.14. Платформні гальмівні стенди серії HUNTER B400:

а – організація посту з приладною стойкою; б – використання пересувної вимірjuвальної станції; в – комплектація стенду B414-02-GLV

Важлива перевага стенду HUNTER полягає в тому, що в процесі тестування відтворюються реальні умови гальмування. Після заїзду, гальмування та зупинки автомобіля, на платформах стенду вимірjuвальна система одночасно визначає:

- гальмівний баланс між колесами по передній і задній осях;
- міжосьовий баланс;
- абсолютну величину гальмівної сили;
- сповільнення автомобіля;
- навантаження (вагу) на кожне колесо.

Потім автомобіль з'їжджає назад. У цей момент, стенд зважує задню і передню осі. Через кілька секунд система обробки параметрів робить об'єктивний висновок про стан гальмівної системи. Результати

подаються у вигляді наочної діаграми, яка чітко вказує, де знаходиться центр докладання гальмівних сил. Порушення симетрії гальмування, найчастіше, викликано дисбалансом гальмівних сил через порушення геометрії (нерівномірного зносу) гальмівних дисків. Дисплей стану оснащений світлофором для оперативного інформування водія-оператора.

На стенді застосовано тензометричні датчики мехатронного типу (з вбудованим електронним перетворювачем сигналу). Вимірювана інформація виводиться на ПК з програмою обробки даних та виведення результатів тестування на принтер. На стенді передбачено обслуговування повнопривідних автомобілів та автомобілів з низьким дорожнім просвітом.

У модифікованій моделі *стенду HUNTER B414-02-GLV* поряд з гальмівною системою передбачено тестування, підвіски та сходження коліс. Комплект стану включає: вимірювальні платформи (поз. 1); мобільний кабінет із ПК (поз. 2); майданчики тестера бічного відведення коліс (поз. 3); заїзні трапи (поз. 4) (рис. 2.14, в). Повний цикл тестування становить менше трьох хвилин.

Комбіновані гальмівні стенди Univers UA2/UA4 Германської фірми НЕКА Auto Test GmbH для динамічної перевірки автомобілів (з будь-яким типом приводу та коліс) вагою до 4-х тон (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Зовнішній вигляд гальмівних стендів фірми НЕКА:

а – двох-платформний Univers A2; б – чотирьох-платформний Univers A4

Стенди забезпечують вимірювання гальмівної сили робочої та стоянкової гальмівних систем, сумарного сходження коліс обох осей і

дають оцінку стану підвіски автомобіля за амплітудами коливання після гальмування. Перевірка гальмівних систем займає близько 30 с. Повний цикл вхідного тестування ходової частини складає близько однієї хвилини.

Стенди поставляються у двох варіантних виконаннях (з установкою в прямокутний на глибину 55 мм і на підлогу з висотою 40 мм) і комплектуються:

- вимірювальними платформами з датчиками (UA2/4 – 2/4 шт.);
- рамами для встановлення платформ;
- набором кабелів та з'єднувальних коробок;
- дисплеєм та пультом дистанційного керування;
- документацією та програмним забезпеченням;
- заїзними трапами (при встановленні на підлогу);

Технічні характеристики стендів Univers UA:

- максимальне навантаження на вісь 2 т.;
- швидкість тестування 5...10 км/год;
- вимірювальна система з сенсорами;
- електроживлення 220 В, споживана потужність 40 Вт;
- відносна похибка вимірювання гальмівної сили $\pm 2,5$ %;
- абсолютна похибка вимірювання сходження $\pm 0,2$ мм;
- розміри кожної платформи 1900×600×50 мм.

Гальмівні платформні стенди фірми МАНА випускаються у кількох варіантних виконаннях.

Стенд 4PL-Profi-EUR (PL – платформний) розрахований на перевірку легкових автомобілів та легких вантажівок з допустимим навантаженням на вісь до 5,0 т. Комп'ютерна обробка результатів тестування забезпечує отримання картини розподілу гальмівних сил по осях автомобіля, ілюструє діагностику підвіски, дає можливість розширення стенду до повнокомплектної діагностичної лінії. Вимірювальна система працює з ПК у середовищі Windows з базою даних по автомобілях та їх власникам. Програмне керування здійснюється через телекомунікаційний модуль LON. Максимальну комплектацію стенду EuroSystem становлять чотири гальмівні платформи, ваги проїзного типу і пластина бокового уведення колеса.

Аналогічну конструкцію та характеристики мають стенди цієї серії: 4PLD (Drag – гальмівний); 2PLT/2PLDT (Truck – для вантажівок); 2PL 2M (Moto – для мотоциклів); Multi 4PLD – універсальний розсувний підлоговий варіант (рис. 2.16).

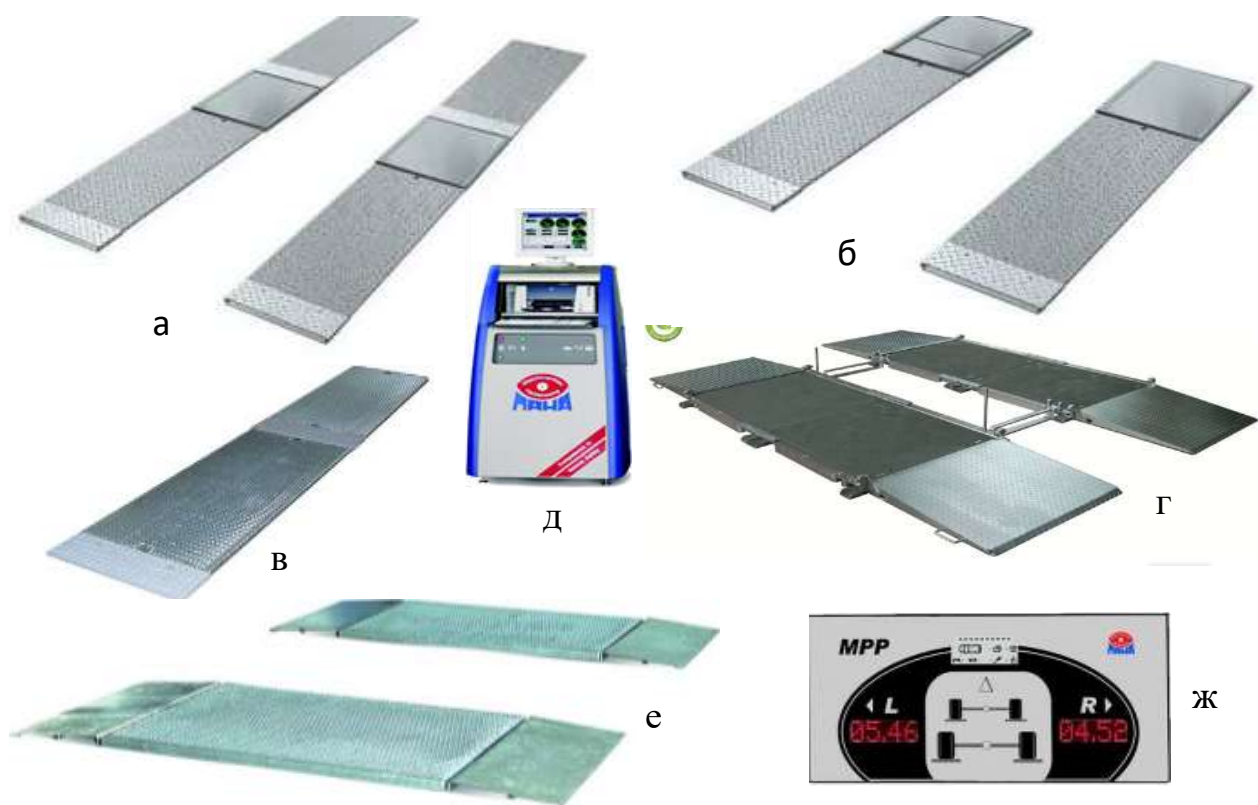


Рис. 2.16. Платформні гальмівні стенди фірми МАНА:
 а – 4PL/4PLD; б – 2PLT/2PLDT; в – 2PL 2М; г – Multi 4PLD/С; д – мобільний
 кабінет; е – MPP 2140/2240; ж – виносний дисплей

Індикація процесу та результатів тестування на стендах МАНА РL проводиться на моніторах комп'ютерного кабінету (рис. 2.16, д) або ПК.

Модифікація стенду МАНА моделей MPP 2140/2240 мають дві платформи для перевірки гальмівної системи автомобілів з навантаженням на вісь до 4 т з будь-яким типом приводу (рис. 2.16, е). Вимірювальні платформи MPP 2140/2240 відрізняються базовою довжиною – 915/1850 мм. Комплектуються світлодіодним дисплеєм (рис. 2.16 ж). Опціональна комплектація стенда включає пульт дистанційного керування, педометр, додатковий дисплей різниці гальмівних сил (кольоровий показчик), ПЗ для підключення до ПК через RS 232.

Стенди МАНА різних моделей мають діапазон вимірювання гальмівних сил 0...12 кН. Електроживлення здійснюється від промислової однофазної мережі 220 В (50 Гц). Виробниками Німеччини пропонуються і інші платформні інерційні стенди з максимальним навантаженням на вісь до 4 т.

Стенд фірми Hofmann моделі 2222610424 включає чотири заглиблені вимірювальні платформи довжиною 2 м, інформаційний дисплей правої та лівої сторін та різницю показань між ними для звичайного та ручного гальм (рис. 2.17, а).



Рис. 2.17. Платформні гальмівні стенди німецьких фірм:
а – Hofmann; б – Cartec; в – Beissbarth

Стенд дозволяє тестувати автомобілі з приводом 2WD і 4WD, а також мотоцикли. Вимірювання проводиться за дві зупинки автомобіля.

Гальмівний стенд *Cartec Profi 2004/2004-S* для автомобілів з постійним повним приводом та особливо низьким дорожнім просвітом. Можлива підлогова та заглиблена установка (рис. 2.17, б). Версія Profi 2004-S є компактним стендом для встановлення в обмеженому просторі. У стандартний комплект входять: кабіна з інформаційним дисплеєм; вимірювальні платформи із заїзними трапами; тестер бічного уведення коліс; інтерфейс принтера; інфрачервоний пульт дистанційного керування.

Стенд *Beissbarth MB 1000-X* залежно від модифікації складається з 2/4 платформ з цифровим дисплеєм і пластини бокового відведення (рис. 2.17, в). Тестування проводиться в автоматичному режимі. Світлодіодний цифровий дисплей відображає значення гальмівних сил та їх різницю. Опціоно комплектується індикатором бокового уведення коліс.

Контрольні запитання до теми 2

1. За якими конструкційними ознаками класифікують гальмівні стенди?
2. На які дві групи поділяють гальмівні стенди за принципом будови системи оцінки гальмівних якостей?

3. Які типи гальмівних стендів розрізняють за конструкцією опорних пристроїв?
4. Які типи гальмівних стендів розрізняють за способом навантаження гальм?
5. Опишіть процедуру діагностування автомобіля на роликівих гальмівних стендах силового типу.
6. Зазначте переваги та недоліки гальмівних стендів силового типу.
7. Опишіть процедуру діагностування автомобіля на роликівих гальмівних стендах інерційного типу.
8. Зазначте переваги та недоліки гальмівних стендів інерційного типу.
9. Зазначте недоліки платформних силових гальмівних стендів.
10. Опишіть процедуру діагностування автомобіля на платформних інерційних гальмівних стендах.
11. Зазначте переваги та недоліки платформних інерційних гальмівних стендів.
12. Зазначте переваги та недоліки інерційних стрічкових гальмівних стендів.
13. Опишіть устрій і функціонування роликівих гальмівних стендів силового типу.
14. Поясніть призначення та принцип будови педометра та депресометра.
15. Опишіть устрій і функціонування роликівих гальмівних стендів інерційного типу.
16. Опишіть устрій і функціонування платформних гальмівних стендів інерційного типу.
17. Перелічіть функціональні складові конструкції роликівих силового гальмівного стенду.
18. Наведіть перелік та характеристики датчиків і виконавчих пристроїв, які використовуються в роликівих гальмівних стендах.
19. Перелічіть варіанти конструктивних комплектацій гальмівних роликівих стендів.
20. Перелічіть параметри і характеристики, які дозволяють реєструвати сучасний роликівий стенд силового типу.
21. Наведіть перелік та характеристики датчиків і виконавчих пристроїв, які використовуються в платформних гальмівних стендах.
22. Перелічіть параметри і характеристики, які дозволяють реєструвати сучасний платформний стенд інерційного типу.

3. Стенди контролю тягово-економічних характеристик автомобіля

3.1. Принципи побудови стендів

Потужнісні стенди призначені для вимірювання потужності та крутного моменту, автомобілів у стаціонарних умовах. Стенди тягових якостей автомобілів аналогічно гальмівним стендам розрізняють за конструкційними ознаками: способу навантаження; типу навантажувального пристрою; типу опорно-привідного пристрою; виду вимірюваних параметрів.

Процес діагностики автомобіля на тяговому стенді, в загальному випадку, включає: забезпечення функціонування об'єкта на заданих режимах або тестовий вплив на об'єкт; вимірювання діагностичних параметрів об'єкта за допомогою датчиків стенду; постановку діагнозу про стан об'єкта виходячи з отриманої інформації шляхом зіставлення з нормативами. Діагностування здійснюється в процесі роботи самого автомобіля, його агрегатів і систем на заданих навантажувальних, швидкісних і теплових режимах, або при використанні зовнішніх тестових впливів. При цьому, як діагностичні розглядають такі параметри:

- потужність на провідних колесах (колісна потужність);
- крутний момент або тягове зусилля на провідних колесах;
- лінійна швидкість на колі роликів;
- ефективна потужність двигуна;
- питома витрата палива;
- момент опору (сила опору коченню) коліс;
- час вибігу; час (або шлях) розгону;
- прискорення (уповільнення) при розгоні (вибігу).

Тягові (потужні) стенди мають такі основні функціональні компоненти: робочі ролики, навантажувальний пристрій (гальмо), вимірювальну систему. В *інерційних стендах*, як навантажувальний пристрій, використовуються маховики, пов'язані з роликами, а в інерційно-силових – силовий навантажувальний пристрій і маховики (рис. 3.1).

Як навантажувальний пристрій застосовуються механічні (фрикційні), гідродинамічні (мішалки), електричні індукційні (диски з вихровими струмами), електромашинні (генератори) або гідромашинні (насоси, мотор-насоси) гальма.

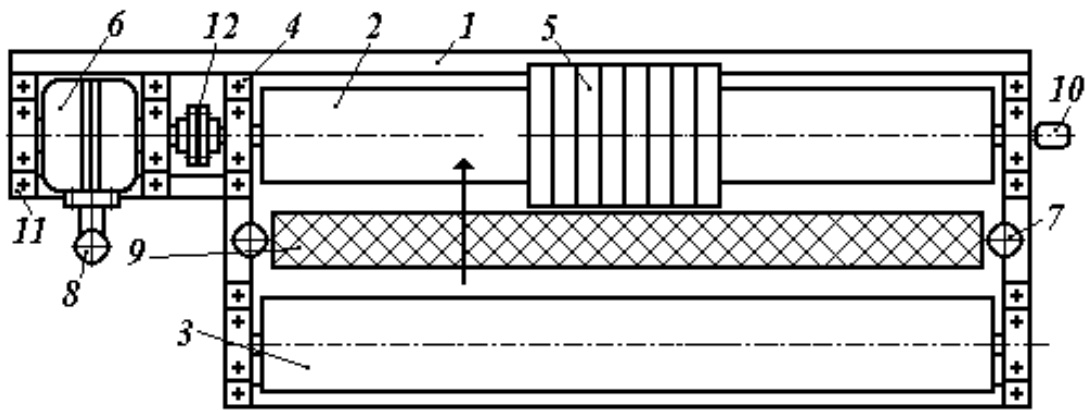


Рис. 3.1. Устрій тягового стенду інерційно-силового типу:
 1 – рама; 2 – передній ролик; 3 – задній ролик; 4 – підшипниковий вузол;
 5 – маховики; 6 – балансирно встановлений навантажувальний пристрій;
 7 – відбійний ролик; 8 – датчик сили; 9 – підйомник коліс; 10 – датчик швидкості і прискорення; 11 – стояковий підшипник; 12 – муфта постійна

Роторна частина гальма пов'язана з робочими роликами, а статорна – може встановлюватися балансирно (на рухомих опорах) або жорстко. Залежно від принципу дії гальма в системі керування стенду використовують відповідні електричні виконавчі пристрої – актуатори, гідроклапани, індуктори, регулятори струму.

Електромашинні та гідромашинні гальма забезпечують плавне регулювання гальмівного зусилля і дозволяють рекуперувати енергію в електромережу. Крім того, оборотність електричної машини постійного струму в руховому режимі дозволяє реалізувати функції гальмівного стенду і таким чином створювати комбіновані тягово-гальмівні стенди.

Реактивний момент на балансирному статорі по модулю дорівнює активному крутному моменту на роторі, тому за його значенням можна судити про навантаження, підведене стендом до провідних коліс. Для вимірювання крутного моменту статора використовують датчик сили. (потенціометричний, тензометричний індуктивний).

На *інерційних тягових стендах* зовнішнє навантаження створюється наведеною масою частин стенду і автомобіля, що обертаються, при розгоні роликів провідними колесами. Зазвичай стенд оснащують додатковими маховиками (компенсація інерційної маси автомобіля), щоб розгін був плавним (рис. 3.2).

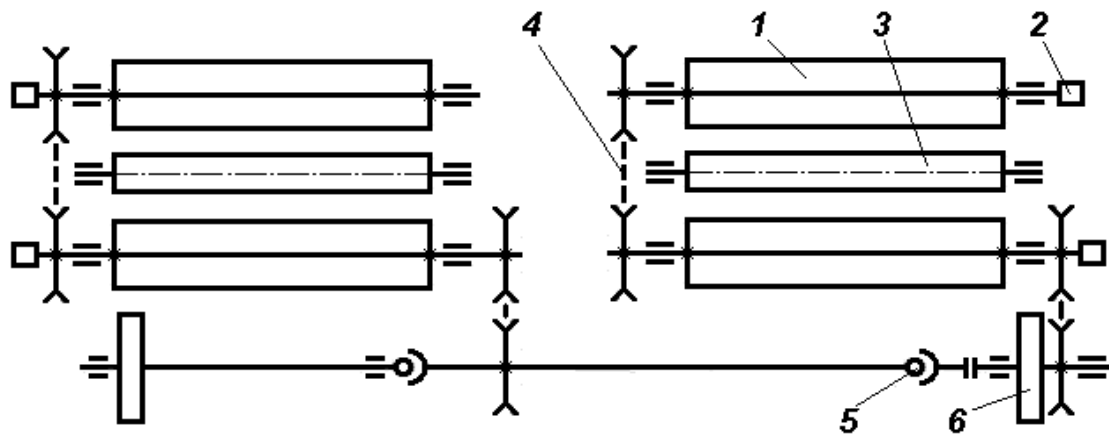


Рис. 3.2. Схема інерційного стенду тягових якостей автомобіля:
 1 – барабан; 2 – тахогенератор; 3 – ролик для реєстрації сходу коліс;
 4 – ланцюгова передача; 5 – кардана передача; 6 – маховик

У зв'язку з цим, для розширення застосування стенду на ньому забезпечують змінну наведену масу. При цьому, маховик з'єднують з роликками через багатоступінчасту коробку або безступінчастий варіатор. Дистанційне керування, виконаної таким чином трансмісії, здійснюється за допомогою електромеханічних приводів.

Вимірювальні системи тягових стендів забезпечують вимір кутової швидкості робочих роликів, приведеної до лінійної швидкості на їх робочій поверхні (км/год), і реактивного крутного моменту на статорі гальма, приводячи його до тангенціальної сили на робочій поверхні ролика. На інерційних та інерційно-силових тягових стендах, крім того, вимірюють кутове прискорення, приведене до лінійного прискорення на робочій поверхні ролика.

Додатково тягові стенди забезпечуються відбійними роликками для запобігання мимовільному з'їзду коліс у поперечному напрямку, підйомниками коліс для встановлення (з'їзду) автомобіля на стенд (зі стенду), гальмом роликів, зовнішнім вентилятором для обдування радіатора двигуна. системою відведення відпрацьованих газів. Усі перелічені пристрої активізуються з пульта керування оператором чи автоматичному режимі.

При випробуваннях автомобілів на роликкових (барабанних) стендах використовуються режими максимальної потужності, максимальної тягової сили або максимального крутного моменту, максимальної швидкості, часткового навантаження двигуна і трансмісії автомобіля. У стендових умовах витрата палива залежить від коефіцієнта опору коченню провідних коліс на бігових барабанах, осьового

навантаження на провідні колеса, механічних, вентиляційних і гідравлічних втрат у механізмах стенду, гальмівної сили, що розвивається стендом. Стенд дозволяє відтворювати режими роботи двигуна та трансмісії, близькі до дорожніх.

Для перевірки автомобіль встановлюють провідними колесами на барабани стенду, провідні колеса приводять у обертання барабани, долаючи гальмівний момент, створюваний гальмівним (навантажувальним) пристроєм стенду.

З погляду раціональної організації діагностичних робіт, перевірку тягових показників автомобіля доцільно поєднувати з контролем витрати палива. Для цього багато стендів комплектуються витратомірами палива. Витратоміри можуть безпосередньо вбудовуватися в стійку з вимірювальними приладами стенду або бути автономними пристроями. Застосовуються, зазвичай, об'ємні витратоміри палива. Частота обертання барабанів (колів автомобіля або швидкості автомобіля) вимірюється тахогенератором, з'єднаним з валом гальмівного пристрою через кулачкову муфту.

Перевірка роботи системи живлення автомобіля, що діагностується, здійснюється шляхом вимірювання витрати палива на холостому ході і під навантаженням. Втрати на кочення і трансмісії визначаються вимірюванням часу вільного кочення автомобіля (вибігу) від заданої швидкості.

Важливий вплив на тягово-економічні показники автомобіля надає стан трансмісії та ходової частини, а також якість регулювання гальмівної системи. Роликова основа тягових стендів є передумовою побудови на їх основі комбінованих тягово-гальмівних стендів, на яких використовуються блоки роликів з пристроями їх навантаження і примусового приводу.

Комбіновані тягово-гальмівні стенди будуються за двома варіантами – поєднання інерційно-силового тягового стенду з інерційним гальмівним стендом (див. рис. 2.3) і поєднання силового тягового стенду з силовим гальмівним стендом (рис. 3.3).

Конструктивні особливості комбінованих стендів викликані необхідністю мати привід для розгону ведених колів перед перевіркою їх гальм інерційним методом і пристрій для перевірки тягово-економічних характеристик.

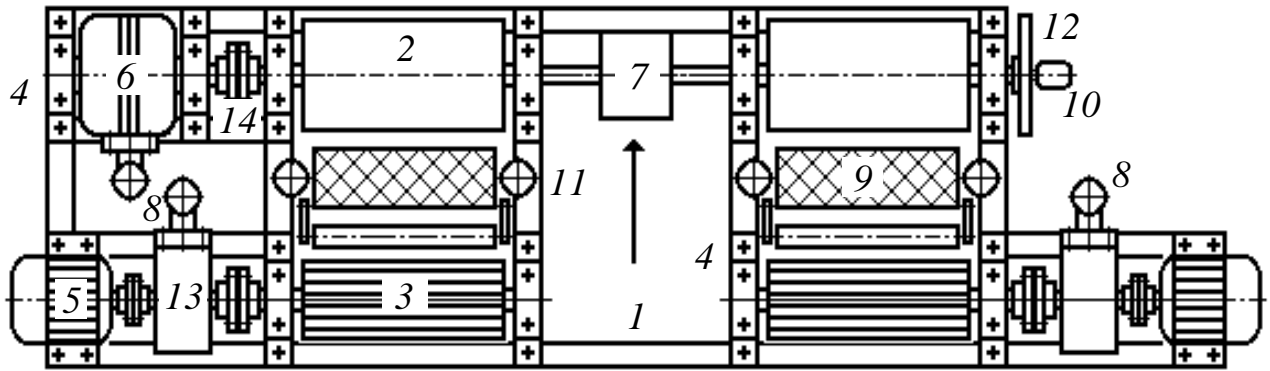


Рис. 3.3. Устрій комбінованого тягово-гальмівного станду силового типу: 1 – рама; 2 – передній ролик; 3 – задній ролик; 4 – підшипниковий вузол; 5 – електродвигун; 6 – навантажувально-привідний пристрій (балансирна електромашина); 7 – муфта зчїпна; 8 – датчик сили; 9 – підйомник колеса (ліфт); 10 – датчик тахометра; 11 – відбійний ролик; 12 – врівноважуючий маховик; 13 – редуктор; 14 – муфта з'єднувальна

Різні фірми вирішують це завдання по-різному: або ставлять вихрове гальмо плюс невеликий електродвигун для розгону, або застосовують порівняно потужну електричну або гідравлічну машину в оборотному виконанні, яка може працювати і як двигун, і як гальмо (оборотний електрогенератор-двигун або гідравлічний двигун-насос).

Силові роликові станди нормуються за функціональними показниками: швидкості перевірки, діапазону робочих швидкостей, потужності приводу, потужності навантаження, габаритною робочою довжиною роликів, міжцентровою відстанню між ними і взаємним розташуванням роликів по висоті. Інерційний стенд характеризується наведеною масою частин станду, що беруть участь у розгоні, вибігу і гальмуванні. Найважливіший показник гальмівного станда – коефіцієнт використання навантаження (ставлення реалізованої без прослизання роликів по шині гальмівної сили до вертикального навантаження, що діє на колесо, що перевіряється в момент перевірки).

3.2. Устрій і функціонування комбінованого станду

Устрій та функціонування (режими) системи керування розглянемо на прикладі станду М-типу. На відміну від модульної конструкції станду (див. рис. 3.3) в потужніших стандах можуть використовуватися окремі блоки роликів для кожного колеса. У двохосьових стандах модуль (або блоки) задніх коліс базуються на рухомій платформі

механізму автоматичного регулювання колісної бази для забезпечення їх універсальності. Динамометричні стенди комплектуються: датчиком зусилля ручного гальма, педометром, пристроєм калібрування крутного моменту (датчиків сили приводу), стійкою приладів, дистанційним пультом керування, кабіним стендом, монітором кабіни стенду.

Силова частина стенду включає два роликові модулі з чотирма електричними машинами 11 (рис. 3.4)

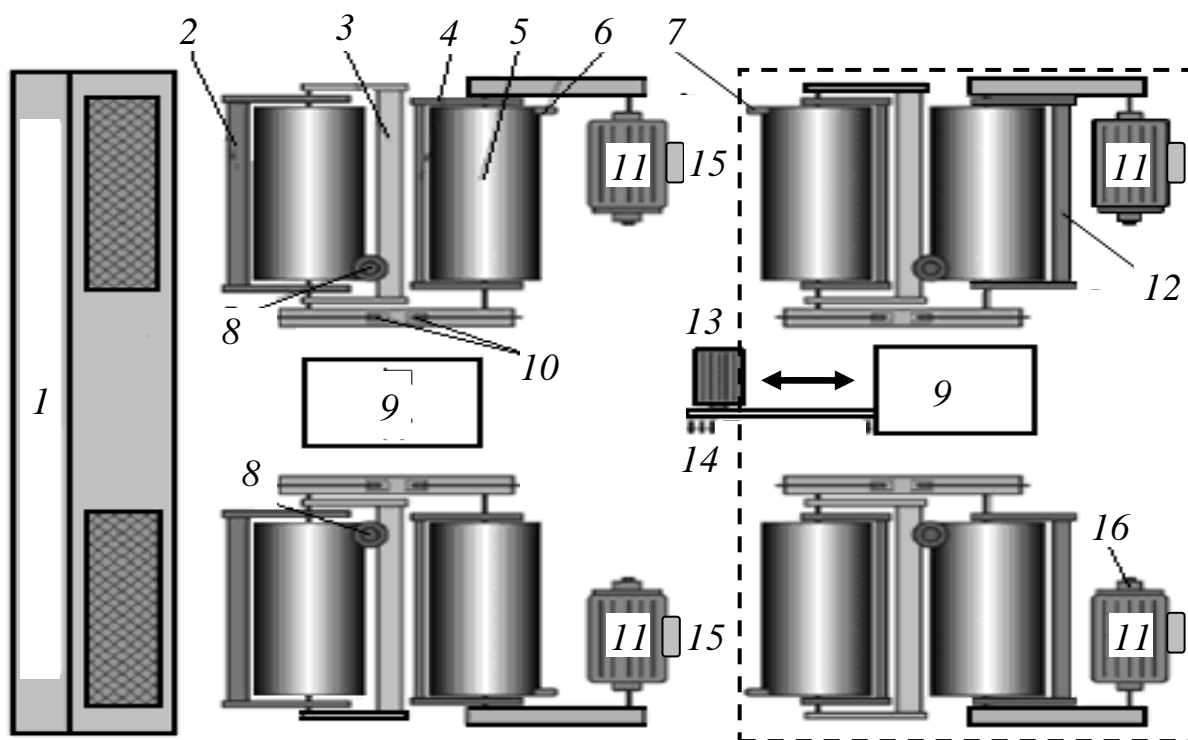


Рис. 3.4. Компонівка і схема енергопостачання двохшосьового комбінованого стенду М-типу: 1 – заслінка відводу відпрацьованих газів; 2 – запобіжні балки; 3 – ліфти; 4 – датчики прослизання колеса; 5 – ролики бігові; 6, 7 – датчики наявності автомобіля; 8 – бокові обмежувальні ролики; 9 – лотки; 10 – дискові гальма; 11 – електричні машини приводу; 12 – запобіжний ролик; 13 – привід регулювання колісної бази; 14 – датчик положення колісної бази; 15 – датчики сили; 16 – датчики швидкості обертання

Задні модулі бігових роликів закріплені нерухомо, перед-ня встановлені на рухомому підставі з приводом регулювання відстані колісної бази 12.

Для приводу бігових роликів стенду 5 використовуються електричні машини постійного або змінного (асинхронні або синхронні) струму 11. У першому випадку силова електроніка стенду включає

АС/DC (Alternatively Current/Direct Current) перетворювачі з ШІМ (широотно-імпульсна) модуляція) регуляторами швидкості обертання, у другому – АС/АС перетворювачі з частотними регуляторами.

Електричні машини функціонують у режимах (статусах) мотора (приводу) та генератора (гальма). Гальмівний момент ротора електричної машини виникає в результаті реакції якоря навантаженого генератора. Центральний блок керування забезпечує незалежну синхронну роботу всіх чотирьох машин. При цьому, забезпечується рекуперативний енергетичний обмін між машинами в мережі (контурі) енергопостачання.

Обертання бігових роликів здійснюється як від автомобіля в тяговому режимі, так і від електроприводу в режимі гальмування. Контроль навантаження коліс у тяговому та гальмівному режимах стенду здійснюється за допомогою електромашинного динамометра (датчика тягової/гальмівної сили). Для цього використовуються балансірні підвіски електричних машин 11 і тензометричні консолі 15. Для контролю частоти обертання бігових роликів використовуються датчики швидкості обертання інкрементного типу, вбудовані в електричні машини 14. Ліфти 3, що забезпечують заїзд/з'їзд автомобіля зі стенду, оснащені роликівими важелями, які переміщуються у вертикальному напрямку пневмоприводом (пневмоциліндрами). У конструкції роликівих важелів є датчики прослизання 4, які визначають момент блокування колеса при вимірюванні гальмівних сил.

Механізм автоматичного регулювання колісної бази складається з: приводу рами; гвинтова пара; трифазного двигуна з редуктором 13; пристрої автоматичного керування переміщенням з ультразвуковим або інкрементним датчиком відстані 14. Ця інформація виводиться на монітор водія.

Система керування стендом утворює локальну мережу контролера керування з ПК, які разом з комплектом периферійних пристроїв розміщені в комп'ютерній шафі. Контролер сприймає команди з панелі оператора або клавіатури ПК і формує сигнали для активізації систем керування приводами. Контроль процесу керування, при цьому, здійснюється за допомогою відповідних датчиків.

Системи керування приводами реалізуються на електромеханічному (бігові ролики, колісна база) та електропневматичному (ліфти, заслінка відведення відпрацьованих газів, вентиляція, ворота, запобіжні балки) рівні. У першому випадку виконавчими пристроями

системи є електричні машини та тягові реле, у другому – пневматичні приводи з керуванням від електроклапанів. Живлення пневмосистеми забезпечується від вбудованого електро-компресора з ресивером і регулятором тиску, або від промислової магістралі стисненого повітря. Персональний комп'ютер поряд з традиційними периферійними пристроями (монітор, клавіатура, миша, джерело безперебійного живлення) додатково навантажений монітором для водія (візуалізація процесу та результатів випробувань) з пневмо-регулятором висоти установки і зчитувачем штрих-коду (ідентифікація автомобіля та агрегатів).

Система керування комплектується програмним сканером (діагностичний адаптер та ПЗ) для автоматичного керування мехатронними системами ДВЗ та ABS автомобіля, що перевіряється з клавіатури ПК у процесі випробувань (опції).

У випробувальних стендах передбачається його функціонування у ручному (пульт оператора), автоматичному (програма тестування ПК) чи сервісному режимах. У ручному режимі водій вводить ідентифікаційний код автомобіля з пульта оператора, вносячи при цьому інформацію про автомобіль (константи, коефіцієнти) та його комплектації з бази даних для виконання розрахункових операцій у програмі ПК. Далі здійснюється тестування з керуванням навантаженням або швидкістю. У сервісному режимі проводиться перевірка, калібрування та діагностика стенду з використанням вбудованих пристроїв та зовнішніх приладів.

При ручному керуванні навантаженням, водій, змінюючи положення педалі акселератора, змінює швидкість обертання коліс (швидкість руху автомобіля), а залежно від швидкості автомобіля стенд імітує задане навантаження на колесах. При цьому, моделюються не тільки статичні навантаження (маса, коефіцієнт опору кочення, аеродинамічний опір), але і динамічні (момент інерції автомобіля при різних прискореннях).

При ручному керуванні швидкістю стенд підтримує рух автомобіля з будь-якою заданою швидкістю. Водій, змінюючи положення педалі акселератора, змінює навантаження на колесах.

В автоматичному режимі програма процесу керування стендом побудована за наступним алгоритмом. При зеленому сигналі світлофора в'їзна брама ділянки відкрита, і автомобіль може заїжджати на стенд. Після заїзду на ролики стенду водій через відкрите вікно зі

стійки шафи керування знімає і закріплює в автомобілі педометр і датчик зусилля ручного гальма. Далі проводиться зчитування штрих-коду автомобіля ручним сканером. Після чого в'їзні та виїзні ворота автоматично закриваються, над воротами спалахує червоний сигнал світлофора і перед лобовим склом автомобіля позиціонується монітор водія. З зовнішніх сторін бігових роликів вертикально спрацьовують завзяті ролики, а ззаду автомобіля відкривається газо-забірна заслінка і включається система приливної витяжної вентиляції. На екрані монітора водія виводиться повідомлення про готовність роботи, і далі сигналізуються команди черговості перевірки систем.

Випробувальний процес запускається з пульта дистанційного керування. По завершенню програми випробувань на принтері друкується протокол випробувань і кодів помилок при їх виникненні, а роликівий стенд переходить в режим «Виїзд».

Програмою вимірювальної частини стенду проводяться розрахункові операції для визначення режимних параметрів приводу бігових роликів. Швидкість та напрямок обертання визначаються по сигналах відповідних датчиків шляхом підрахунку числа імпульсів за одиницю часу. Прискорення обертання визначається шляхом диференціювання функції зміни частоти обертання базовий час. На підставі значень цих параметрів розраховуються навантаження, що імітуються від обертових махових мас і гальмують моменти. Подальша обробка розрахункових параметрів руху дозволяє визначити розвивається при цьому силу тяги.

Визначення відносної різниці гальмівних сил на колесах лівої/правої сторін і передньої/задньої осей, а також нерівномірності гальмівних сил за оборот колеса обчислюється на підставі результатів вимірювання гальмівних сил на кожному колесі. Вимірювання довжини тормозного шляху проводиться шляхом підрахунку числа імпульсів сигналу датчика швидкості обертання, починаючи з моменту натискання на педаль гальма (датчик педометра) до моменту блокування коліс (датчики прослизання).

У сервісному режимі програмне забезпечення стенду поряд з алгоритмами тестування, операціями технічного обслуговування та калібрувальною інформацією по стенду, охоплює тестові програми діагностики систем керування ДВЗ і ABS в режимі програмного сканера.

Стенди обладнують запобіжними та захисними пристроями. У разі порушення режиму роботи стенд може бути зупинений у

швидкому або аварійному режимі за допомогою пристроїв блокування. Програма моніторингу технічного стану стенду розпізнає не тільки несправності обладнання, але і помилки оператора. При цьому, на моніторі оператора програма надається алгоритм пошуку зареєстрованих несправностей.

У тяговому використанні стенд М-типу дозволяє імітувати рух автомобіля із заданими показниками: режимами дорожнього навантаження; ухилами та підйомами; аеродинамічний опір; інерційними масами. При цьому, визначенню підлягають: механічні втрати в трансмісії автомобіля; динамічні показники автомобіля при розгоні на різних передачах; швидкісні та навантажувальні характеристики двигуна; тягово-швидкісні характеристики автомобіля; паливно-економічні показники при русі автомобіля з постійною швидкістю та за заданим їздовим циклом. Перевірка ефективності гальмівної системи автомобіля на стенді М-типу передбачає визначення ряду параметрів:

- зусилля на органі керування робочої гальмівної системи;
- зусилля на органі керування стоякової гальмівної системи;
- питомої гальмівної сили робочої гальмівної системи;
- питомої гальмівної сили стоякової гальмівної системи;
- відносної різниці гальмівних сил коліс кожної осі;
- гальмівних сил у момент спрацьовування регулятора тиску;
- відносної різниці гальмівних сил передньої та задньої осей;
- нерівномірність гальмівної сили за один оборот на кожному колесі.

Для прикладу, розглянемо кілька варіантів потужнісних роликів динамометричних стендів, пропонованих провідними виробниками діагностичного обладнання.

3.3. Характеристика тягових стендів виробництва МАНА

Стенди перевірки потужнісних характеристик автомобілів фірми МАНА (Німечина) призначені для проведення поглибленої діагностики автотранспортних засобів за екологічними, економічними, швидкісними і тягово-потужнісними характеристиками. Більшість стендів забезпечені зручною функцією побудови графіків залежності потужності і крутного моменту від обертів. Лінійка спеціалізованих потужнісних стендів МАНА представлена трьома серіями – FPS, LPS і MSR.

У серії FPS представлені дві моделі потужнісних стендів – FPS 2700 і FPS 5500, призначені для роботи з легковими та вантажними автомобілями масою до 2,7 тон і до 5,5 тон відповідно (рис. 3.5).

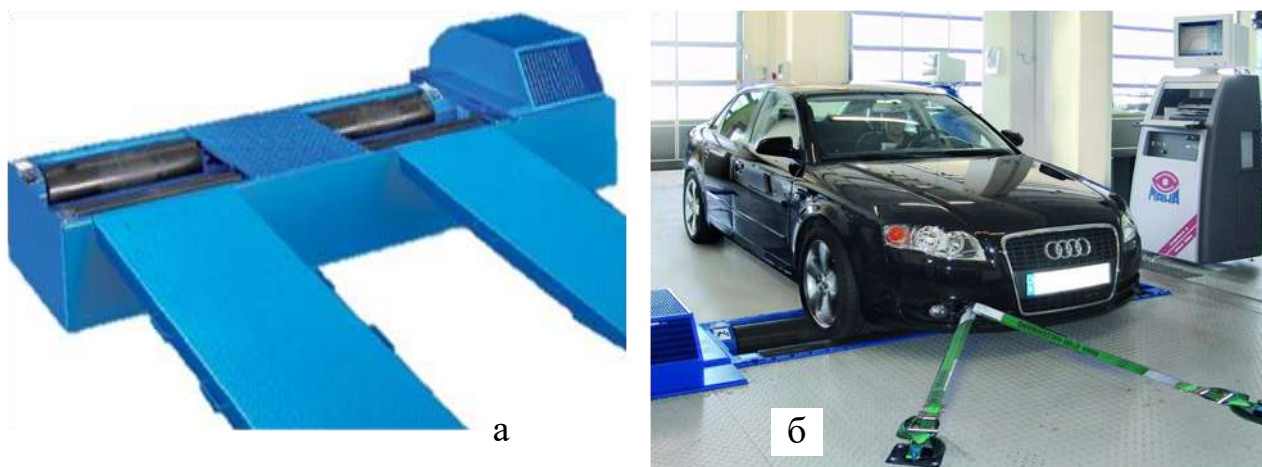


Рис. 3.5. Зовнішній вигляд потужнісних стендів фірми МАНА:
а – моделі FPS 2700; б – моделі FPS 5500

Устрій стендів та вимірювальної системи забезпечує:

- безперервне (динамічний) і переривчасте (статичне) вимірювання потужності;
- симулятор навантаження при постійній швидкості та заданому тяговому зусиллі;
- цифрове та графічне відображення потужності двигуна та механічних втрат, колісної потужності та крутного моменту;
- фонове відображення результатів трьох вимірів потужності;
- тестування спідометра (програма візуалізації);
- функцію аналізатора потужних діаграм у позиціях курсора з масштабуванням кривих;
- графічне відображення вимірних величин;
- функцію таймера вимірювання прискорення у заданому інтервалі швидкостей;
- збереження та завантаження потужних діаграм в ПК;
- імпорт та експорт даних через зовнішній інтерфейс;
- вільно програмовані профілі моделювання завантаження;
- кольорове роздрукування діаграм та таблиць.

Стенди комплектуються комунікаційним пультом керування та радіопултом дистанційного керування. Інтерфейс вимірювальної системи стендів забезпечує можливість: запису даних, отриманих із

зовнішніх приладів транспортного засобу (тиск, температура, OBD, напруга, струм); підключення газоаналізатора МАНА; підключення витратоміра АІС. У процесі проведення діагностичних операцій на монітор стенду виводиться вимірювальна інформація в модифікованому вигляді (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Візуалізація процесу і результатів контролю:
а – вікно аналізу потужнісних діаграм; б – імітаційна панель для моделювання реальних дорожніх умов і часових графіків;
в – вікно тестування спідометра

При аналізі потужних діаграм методом зрізів, координатні точки кривих відображаються в цифровому вигляді за позицією курсора (рис. 3.6, а). Додатково, на планшетному дисплеї стенду використовується сенсорна панель керування стендом за допомогою логічного (кнопкового) меню.

Серія LPS представлена чотирма моделями стендів різних колісних формул (рис. 3.7).

Стенд моделі LPS 3000 PKW призначений для випробувань легкових автомобілів з осьовим навантаженням до 2,5 тон, моделі LPS 3000 PKW 4WD – повнопривідних легкових автомобілів з осьовим навантаженням до 2,5 тон, моделі LPS 3000 LKW – тракторів та вантажних автомобілів із осьовим навантаженням до 15 тон, моделі LPS 3000 Moto – мотоциклів із осьовим навантаженням до 1,5 тон.

При проведенні потужнісних випробувань для легкових автомобілів вимірювальна система стенду надає, відтворювані результати по потужності двигуна і моменту, що крутить.



Рис. 3.7. Зовнішній вигляд потужнісних стендів фірми МАНА моделей:
 а – LPS 3000 PKW; б – LPS 3000 PKW 4WD; в – LPS 3000 LKW;
 г – LPS 3000 Moto

Перерахунок вимірних даних стандартні величини, відповідні вимогам міжнародних стандартів, проводиться автоматично. Можливість підключення опцій витратоміра, димоміру та газоаналізатора роблять стенд універсальним для використання в промисловості, на сервісних станціях і в тюнінг-ательє. Залежно від конкретної моделі, стенд може бути з однією або двома парами роликів (для випробування повнопривідних автомобілів) і забезпечувати випробування автомобілів з колісною потужністю від 260 кВт до 1040 кВт.

Стенд *LPS* для вантажних автомобілів з колісною потужністю до 660 кВт може бути з нерозділеним або розділеним роликівим агрегатом (призначений для встановлення на канаву). Поставляється в якості опції комплект холостих роликів уможливорює діагностику вантажних автомобілів зі здвоєними задніми осями (рис. 3.7, в). Гідравлічний навантажувальний пристрій забезпечує оптимальне зчеплення коліс з роликами.

Програмне забезпечення LPS на додаток до опцій FPS реалізує: розрахунок потужності двигуна відповідно до DIN 70020, EWG 80/1269, ISO 1585, JIS D 1001, SAE J 1349; моделювання опору руху; їздові цикли; дослідження мотоциклів на роликовому агрегаті для легкових автомобілів.

Серія MSR представлена двома моделями монороликових потужних колісних стендів для легкових автомобілів – MSR 500 з навантаженням на вісь до 2,5 тон і MSR 1000 для повнопривідних автомобілів з навантаженням на вісь до 2,4 тон (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Зовнішній вигляд потужнісних стендів фірми МАНА:
а – моделі MSR 500; б – моделі MSR 1000

При випробуваннях повнопривідних автомобілів швидкість обертання роликів обох осей синхронізується з високою точністю за допомогою електромоторів. Таким чином, швидкість обертання колеса залишається однаковою на обох осях (як у реальних дорожніх умовах). Автомобілі з електроприводом також можна випробовувати на рекуперацію у звичайному або повнопривідному режимі. MSR 500 найкраще підходить для випробування електромобілів та гібридів завдяки єдиному контролю осей. Привід роликів здатний відшкодувати потужність рекуперації. Роликовий агрегат MSR 500 можна без проблем встановити в фундамент стенду LPS 3000, тим самим розширивши спектр пропонованих послуг з діагностики та тюнінгу автомобіля на потужнісному стенді.

Стенд MSR 1000 призначений для проведення функціональних та потужнісних випробувань легкових автомобілів. У цьому стенді використання електромоторів, що приводять в рух ролики, у поєднанні з високоефективними електродинамічними гальмами, дозволяють ідеально синхронізувати передню і задню осі автомобіля. Таким чином,

стає можливим і високоефективне проведення випробувань не тільки повнопривідних автомобілів, а й автомобілів з приводом на одну вісь. Стенди серії MSR, як і інші потужні стенди МАНА, можуть бути встановлені як врівень з підлогою, так і бути в варіанті підлоги. Даний тип потужнісного стенду особливо добре підходить для тривалих випробувань потужних спортивних автомобілів.

Комплектація стендів MSR 500 і MSR 1000 відрізняється параметрами роликового агрегату і наявністю гідравлічного комплексу регулювання міжосьової відстані. Програмне забезпечення MSR перекриває функції FPS та LPS:

3.4. Характеристика динамометричних стендів промислових зразків

Автомобільні стенди вимірювання потужності (диностенди, динамометри) компанії V-tech, що випускаються у складі групи компаній CARTEC, призначені для автомобілів з навантаженням на вісь до 3,5 т. пристроєм і гідропривідним механізмом регулювання колісної бази (для двовісних моделей).

Максимальна швидкість, що розвивається при випробуваннях, досягає 260 км/год. Реальні дорожні умови (опір дорожнього покриття і зустрічного повітряного потоку) під час випробувань імітуються за допомогою керованих гальм та програмного забезпечення. Виміряні та розраховані в ході випробувань значення параметрів подаються у вигляді графіків або таблиць:

- потужностей та крутних моментів на колесі;
- потужностей та крутних моментів на двигуні;
- потужностей втрат у трансмісії;
- швидкості руху автомобіля;
- частоти обертів двигуна;
- температури олії у двигуні.

Вимірювання потужності виробляються у відповідність до стандартів: DIN 70020, ЕЕС 80/1269, ISO 1585, SAE J1349, JIS D1001. Для розрахунку значень потужності у відповідність до вищевказаних стандартів стенд оснащений датчиками: атмосферного тиску, температури навколишнього повітря, температури масла двигуна, оборотів двигуна.

Додатково до основних функцій стенди дозволяють перевіряти тиск турбіни і стан паливної системи (якість паливно-повітряної

суміші, температури вихлопних газів), розпізнавати детонаційні процеси, проводити вимірювання крутного моменту в потрібному діапазоні оборотів. А також за допомогою динамометричного стенду можна знайти багато «неявних» несправностей, оцінити якість складання двигуна і ступінь його «обкатки».

Диностенди від компанії V-tech дозволяють створити умови, максимально наближені до реальних, за допомогою спеціальної програми Dyna V-tech, що імітує дорожню обстановку. Оригінальна система кріплення V-tech виключає сходження автомобіля з роликів. Під час імітації розгону автомобіля вимірювальна система стенду обчислює потужність автомобіля за спеціальними алгоритмами. Результати вимірювань, отримані в процесі діагностики, передаються на монітор комп'ютера у вигляді детального і структурованого звіту і зберігаються в пам'яті контролера необмежений час разом з даними про модель автомобіля. Компанією представлений ряд розробок автомобільних диностендів, що відрізняються роликовою формулою та способом базування (рис. 3.9).

На сьогоднішній день випускаються одновісні VT2 (LPS-2WD), двовісні (для повнопривідних автомобілів) VT4 (LPS-4WD) і спеціальні (для мотоциклів) VT1 диностенди. У першій групі силова частина стенду забезпечується одним (модель VT2/B1) або двома (модель VT2/B2) електромагнітними гальмами. У повнопривідних диностендах використовуються два (модель VT4/B2) або чотири електромагнітні гальма.

Програмне забезпечення стендів V-tech включає головну програму, та підпрограми: P-max, V-const, «Криві потужності», «Перевірка спідометра», F-const, «База даних».

За допомогою головної програми здійснюється керування рухомою парою роликів, пневматичним підйомним пристроєм, вентилятором, а також виконується перехід до підпрограм. У ході випробувань у режимі P-max автомобіль розганяється на прямій передачі до максимально можливої швидкості. Після досягнення заданого попередньо порогового значення швидкості, стенд чинить опір обертанню коліс, імітуючи реальні дорожні умови руху автомобіля. Виміряні підпрограми P-max значення можуть бути представлені по різному.



а



б



в



г

Рис. 3.9. Зовнішній вигляд династендів компанії V-tech різноманітних варіантів виконання: а – стаціонарний двовісний; б – підлоговий двовісний; в – стаціонарний одновісний; г – мобільний одновісний

За стандартом, результати вимірювань представлені у вигляді кривих потужності і крутного моменту (див. рис. 3.6, а). Якщо до складу стенду включено опцію «модуль вимірювання навколишнього середовища та атмосферного тиску, то відображаються їх значення. Виміряні обороти двигуна та значення крутного моменту можуть бути відображені як для колеса, так і для колінчастого валу.

У ході випробувань в режимі V-const автомобіль розвиває максимально можливу потужність при фіксованій (постійній) швидкості. Безпосередньо під час проведення даних випробувань можна змінювати межі швидкості. Таким чином, досліджується залежність розвивається автомобілем потужності від обраної швидкості руху. Виміряні в цій підпрограмі значення подаються в табличній формі.

У підпрограмі «Криві потужності» аналізується залежність між потужнісними характеристиками двигуна та виміряними за

допомогою газоаналізатора показниками вихлопних газів (графічне та табличне уявлення).

У підпрограмі «Перевірка спідометра» аналізуються відхилення реальних значень швидкості руху автомобіля від показань спідометра. Виміряні у цій підпрограмі значення представлені як таблиці і кольорових діаграм (див. рис. 3.6, в).

У ході випробувань у режимі F-const автомобіль розвиває максимально можливу потужність при фіксованому (постійному) опорі руху коліс. Безпосередньо під час проведення даних випробувань можна змінювати межі опору руху. Таким чином, досліджується залежність потужності, що розвивається автомобілем, від обраного значення опору руху. Змінені в цій підпрограмі значення представлені в табличній формі.

Підпрограма «База даних» призначена для збереження та подальшого використання даних, отриманих у ході випробувань (одночасно до десяти збережених результатів). Динамометричні стенди типу DCG200 Китайських виробників призначені для зняття силових характеристик двигуна (крутний момент, потужність, прийомистість), перевірки динамічних характеристик автомобіля, оцінки механічних втрат у трансмісії, калібрування бортових вимірювальних приладів. Конструктивно різні моделі стенду відрізняються пристроєм роликів агрегату (рис. 3.10).

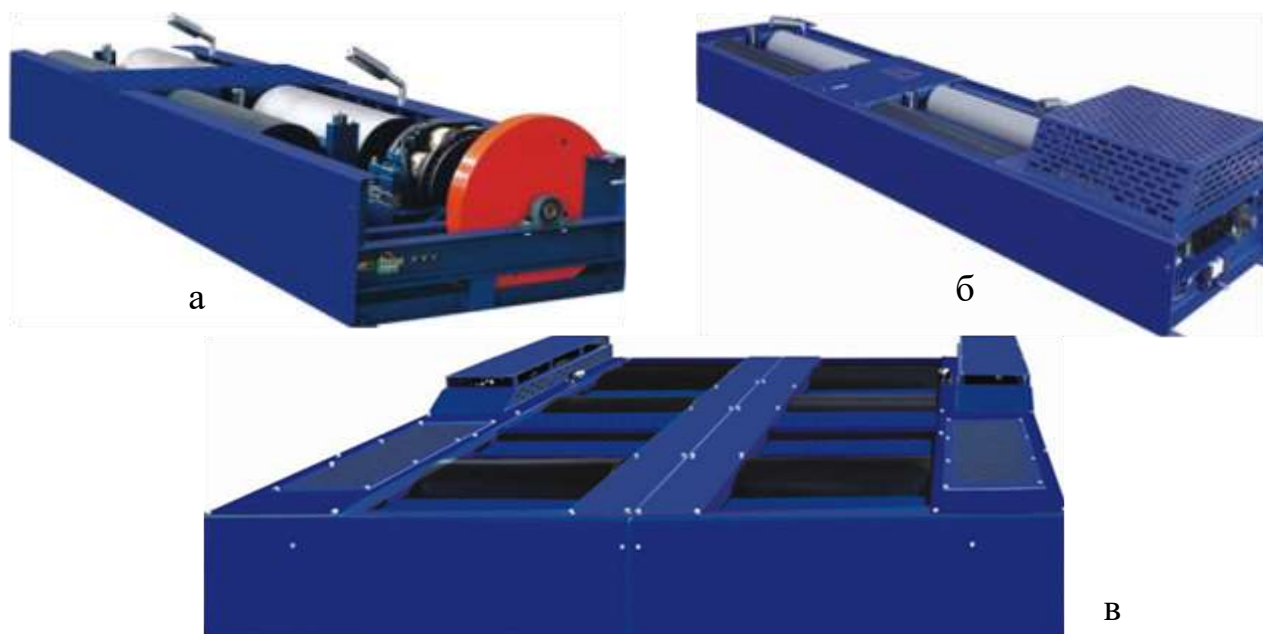


Рис. 3.10. Зовнішній вигляд динамометричних стендів:
а – модель DCG200; б – модель DCG200ASM; в – модель DCG200Z

Спільно зі стендами передбачено використання газоаналізатора, вимірювач витрати палива. У стендах використовуються повітряно-охолоджувальні безколекторні двигуни постійного струму. Додаткова комплектація: вентилятор охолодження з осьовим потоком, тахометр; барометр, принтер.

Динамометричні роликові стенди типу СДМ призначені для комплексної оцінки технічних параметрів автомобілів шляхом повної імітації реального руху автомобіля дорогою в широкому діапазоні швидкостей (рис. 3.11).

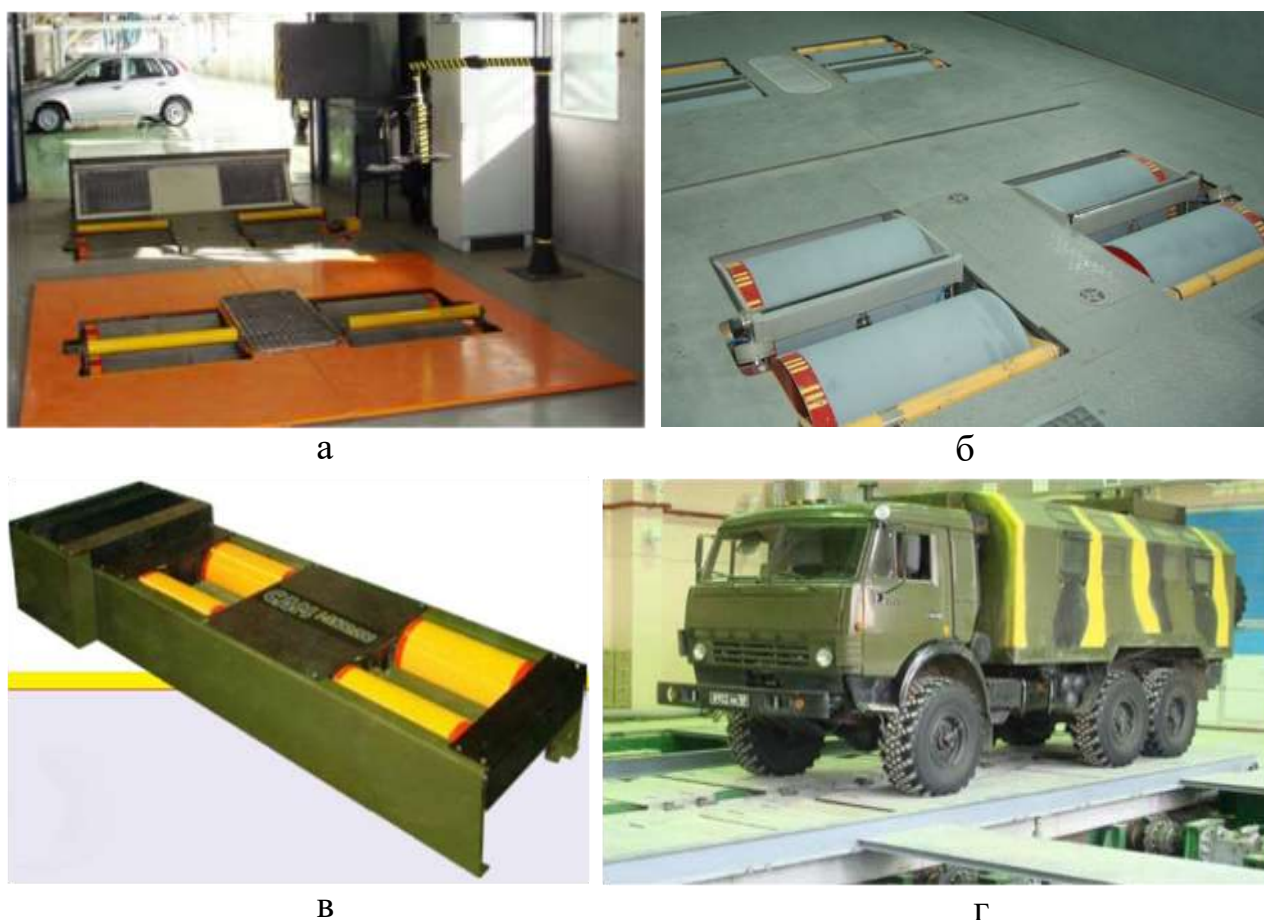


Рис. 3.11. Зовнішній вигляд комбінованих роликових стендів:
а – одновісний моделі СДМ1-3500.200; б – двовісний моделі СДМ2-3500.200;
в – модульного типу моделі СДМ3-15000.150;
г – чотирьохвісний моделі СДМ4-15000.150

На стендах проводиться оцінка головних показників: стійкості та ефективності гальмівних систем, втрат трансмісії, потужності двигуна, економічності, екологічних параметрів, роботи ЕСКД та систем

охолодження двигуна. Перевірка всіх цих параметрів виконується автоматично за лічені хвилини на всіх режимах роботи, з реєстрацією всіх параметрів у ПК.

Варіантні моделі стендів відрізняються: числом приводних осей, допустимим навантаженням на вісь (для легкових до 3500 кг, для вантажних до 15000 кг), максимальною швидкістю розгону (до 200 км/год, до 150 км/год), комплектацією діагностичної апаратури та компонуванням конструкції.

До складу стендів входять: комплекти бігових роликів; силовий блок із трифазною асинхронною машиною приводу; шафа керування (комп'ютер, блок керування, адаптер, блок діагностики стану, монітор, пульт дистанційного керування, принтер); система діагностики (прилади, програмне забезпечення).

Стенди додатково комплектується: системою відпрацьованих газів; пристроєм переміщення монітора; зчитувачем штрих-коду; стійкого зв'язку з контролерами автомобіля та стендами; поворотними пристроями для перевірки кермового керування.

Принцип дії стендів, побудова вимірювальної системи та процес обробки інформаційних сигналів такі самі, як у стендів М-типу (див. п.п. 3.2). Розрахункова (необхідна для заданих умов руху) сила тяги, встановлюється на роликах за допомогою асинхронних двигунів змінного струму з використанням частотних перетворювачів з векторним керуванням і зворотним зв'язком в режимі стабілізації навантаження. Система керування роликівого стенду забезпечує:

- автоматичне зчитування паспортних даних контролера електронної системи керування двигуном (ЕСКД);
- зчитування кодів помилок (несправностей) ЕСКД;
- документування результатів контролю ЕСКД автомобіля із роздрукуванням висновку;
- автоматичну самодіагностику.

Устрій стендів дозволяє:

- розганяти автомобіль до заданої швидкості та проводити його гальмування;
- контролювати функціонування ЕСКД;
- оцінювати динаміку розгону автомобіля, механічні втрати трансмісії, витрати палива;
- вимірювати потужність двигуна по динаміці розгону;

- перевіряти функціонування вентилятора системи охолодження двигуна, спідометра, світлотехнічних приладів, звукових сигналів.

- проводити динамічні функціональні випробування в процесі імітації руху в дорожніх режимах та умовах.

Альтернативу роликовим (з біговими барабанами) стендам складають динамометричні стенди з безпосереднім виміром силових параметрів на осях ведучих коліс [9]. Динамометричний стенд Dynapack 6033 4WD є прикладом такої технології (рис. 3.12).



Рис. 3.12. Технологія діагностування на комп'ютеризованому стенді типу Dynapack 6033 4WD

Таке обладнання дозволяє істотно підвищити точність вимірювань, особливо при проведенні послідовних тестів, в ході налаштувань параметрів роботи та зняття характеристик двигуна та трансмісії. При цьому, на моніторі стенду поряд з виводом потужнісних характеристик, знаходять відгук:

- робота турбіни;
- якість паливної суміші;
- температурні режими впуску та випуску;
- детонаційні процеси в двигуні;
- передавальна характеристика трансмісії;
- робота кожного диференціалу окремо;

- робота електронних диференціалів.

Відсутність шини (колеса) під час тестування виключає її бічний відхід, не виникає опір коченню, немає ризику з'їзду машини зі стенду на високій швидкості, усуваються дестабілізуючі фактори (температура, тиск, зчеплення) які змінюються під час тестування. Крім того відсутність інерції колеса і бігового барабана, дозволяють прискорювати транспортний засіб за обраним законом і підвищити чутливість у порівнянні з іншими традиційними динамометрами. Це, у свою чергу дозволяє реєструвати малі структурні відхилення при зміні: зазору свічки запалювання, марки рідини в двигуні і трансмісії, навантаження від генератора при включених фарах.

Контрольні запитання до теми 3

1. За якими конструкційними ознаками класифікують потужнісні стенди?
2. В чому полягає процес діагностики автомобіля на тяговому стенді?
3. Які діагностичні параметри контролюються за допомогою тягово-потужнісних стендів?
4. В чому різниця між способом навантаження інерційно-силових та інерційних потужнісних стендів?
5. Наведіть приклади пристроїв, що навантажують рухомі частини тягового стенду.
6. Що собою являє балансирна машина у складі інерційно-силового тягового стенду?
7. Які діагностичні параметри контролює вимірювальна система тягового стенда?
8. Які експлуатаційні режими використовуються на тягових стендах під час випробувань автомобіля?
9. За якими двома варіантами будуються комбіновані тягово-гальмівні стенди?
10. За якими функціональними показниками нормуються силові роликові стенди?
11. Перелічить функціональні складові конструкції роликового комбінованого стенду силового типу.
12. Наведіть перелік та характеристики датчиків і виконавчих пристроїв, які використовуються в роликових комбінованих стендах силового типу.
13. Які функції виконують електричні машини у складі роликових комбінованих стендів силового типу.
14. Опишіть устрій і функціонування роликового комбінованого стенду силового типу.
15. Опишіть процедуру діагностування автомобіля на роликовому комбінованому стенді силового типу в ручному режимі.

16. Опишіть процедуру діагностування автомобіля на роликовому комбінованому стенді силового типу в автоматичному режимі.

17. Перелічить параметри і характеристики, які дозволяє реєструвати роликовий комбінований стенд М-типу у тяговому використанні.

18. Перелічить параметри і характеристики, які дозволяє реєструвати роликовий комбінований стенд М-типу у тяговому використанні.

19. Відзначте конструктивні особливості лінійки тягових стендів фірми МАНА.

21. За якими технічними характеристиками різняться тягові стенди фірми МАНА?

22. Які контрольні-вимірювальні і сервісні функції забезпечують тягові стенди фірми МАНА.

22. Опишіть можливості інтерфейсу вимірювальної системи тягових стендів фірми МАНА.

23. Відзначте конструктивні особливості динамометричних стендів різних виробників.

24. За якими технічними характеристиками різняться динамометричні стенди різних виробників?

25. Яка основна діагностична інформація виводиться на монітор динамометричного стенда?

25. Які функції діагностики електронних систем керування двигуном забезпечують сучасні динамометричні стенди?

26. Поясніть переваги та недоліки використання динамометричних стендів з безпосереднім виміром силових параметрів на осях ведучих коліс.

4. Устаткування для перевірки технічного стану підвіски

4.1. Об'єкти контролю

На автомобілях знайшли застосування підвіски різних видів і типів, параметри яких, в основному, визначаються їх конструкційними атрибутами. З цих позицій, підвіски можна класифікувати за низкою ознак.

За способом з'єднання з корпусом (рамою) машини розрізняють жорсткі, напівжорсткі (тракторні) і м'які (еластичні та пружні) підвіски, а за зв'язком коліс з пружними елементами – двоважільні, з поздовжніми важелями (маятникові) і з поперечними важелями. Останній вид може реалізуватися, як одноважільна, двоважільна, багатоважільна або телескопічна механічна системи з певними ступенями свободи. За способом з'єднання коліс між собою розрізняють незалежні (індивідуальні), залежні (блоковані, балансирні) і напівнезалежні (змішані) підвіски, а за типом пружного елемента – механічні (пружинні, ресори, торсіонні), пневматичні, гідравлічні та гідропневматичні підвіски.

На легкових автомобілях поширення отримали пружні елементи, що передають вертикальні навантаження без тертя. У задньопривідних автомобілях для задніх коліс використовуються залежні підвіски, а для передніх – незалежні або напівнезалежні. У передньопривідних автомобілях, навпаки, передній міст підвішений за залежною схемою.

Для вантажних автомобілів, що вимагають більш жорсткого підвішування, застосовуються простіші залежні підвіски з ресорними пружними елементами (поздовжніми або поперечними) і гідравлічними амортизаторами. При цьому, поздовжні ресори з підвішеним мостом фіксуються в кронштейнах кузова, а амортизатори кріпляться безпосередньо до балки заднього моста.

У легкових автомобілів підвищеної прохідності, пікапів та позашляховиків виникають компромісні вимоги щодо жорстких навантажень та комфортного руху. Залежно від вагового рангу позашляховиків використовуються різні варіанти підвісок: передня і задня залежні; передня незалежна, а задня залежна; обидві незалежні. При цьому, знайшли застосування і ресорні та пружинні та торсіонні пружні елементи.

Деякі конструкції підвісок, що поєднують певні класифікаційні ознаки, отримали свою назву на ім'я їх розробників – типу Мак Ферсон або Де Діон (рис. 4.1).

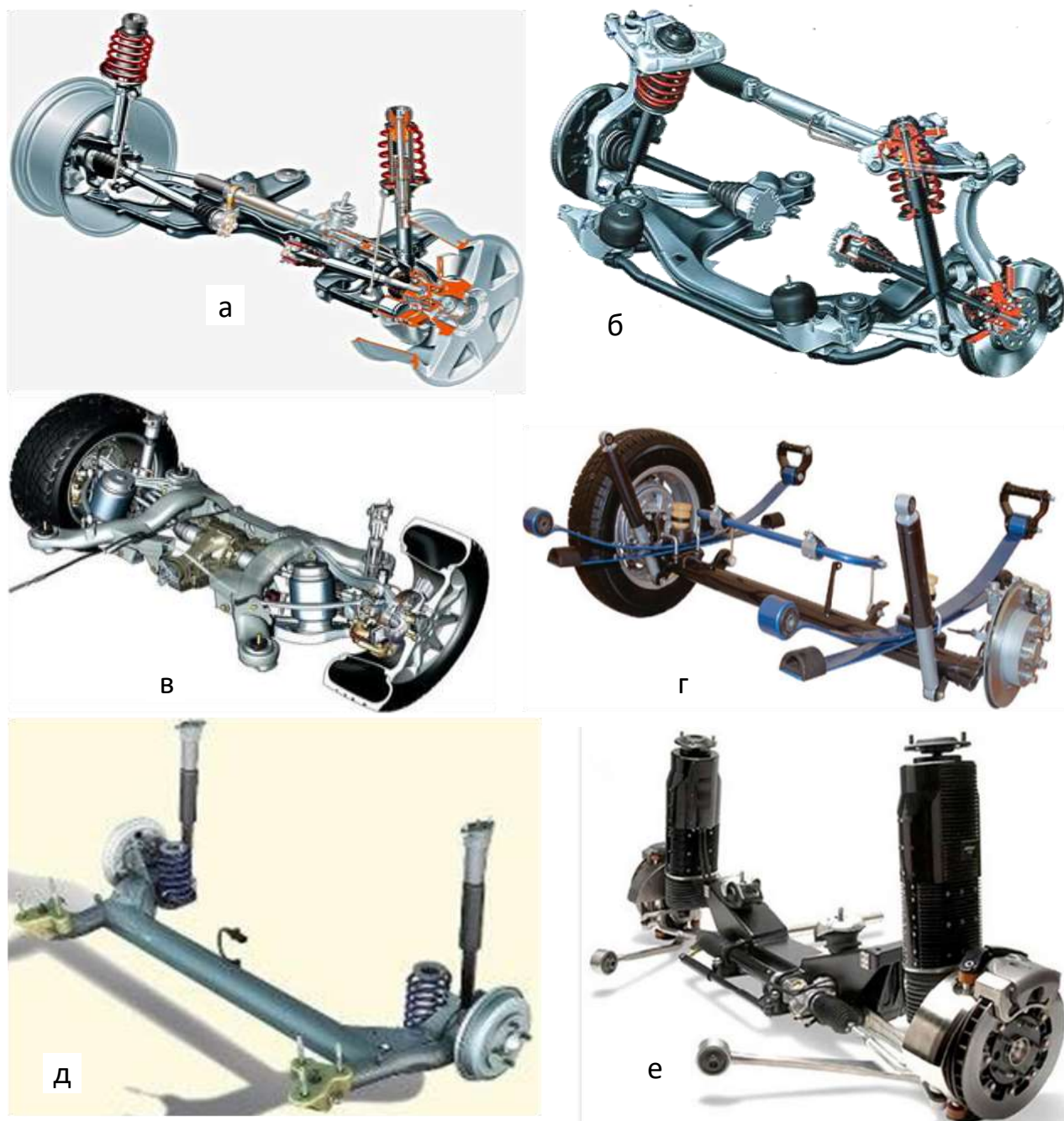


Рис. 4.1. Устрій підвісок:

а – типу «Мак Ферсон»; б – двоважільної; в – типу «Де Діон»; г – залежної ресорної; д – напівнезалежної; е – адаптивної

З позицій керуваності розрізняють пасивні, напівактивні та активні підвіски [10]. Пасивна або (некерована) підвіска характеризується

цілком фіксованими значеннями нормативних параметрів (не змінює характеристик залежно від режимів і умов руху авто).

Напівактивна підвіска забезпечує керування дорожнім просвітом (висотою посадки кузова) за засобами перепуску робочого середовища (повітря чи рідини) у балонах (пружних елементах) підвіски за допомогою електроклапанів.

Активна підвіска (рис. 4.1, е) поряд зі зміною положення пружних елементів, забезпечує регулювання жорсткості демпфуючих елементів (керованих амортизаторів) в активній стойці.

Адаптивна підвіска – це підвіска з активними елементами, керування якими здійснюється автоматично під керуванням електронної системи. Адаптивні підвіски мають істотні переваги в порівнянні з підвісками, параметри яких не регулюються: здатність підлаштовуватися під будь-яке дорожнє покриття; адаптуватися до стилю водіння; регулювання демпфірування; зменшення кренів кузова та покращення маневреності; підвищення рівня безпеки. Широке застосування адаптивна підвіска знаходить в автобусах і тролейбусах, де потрібна і комфортна віброізоляція і нівелювання кренів кузова при нерівномірному розподілі пасажирів по салону транспортного засобу [11].

За типом керуючого елемента та видом контрольованого параметра активні підвіски можна розділити на три групи. У першій групі, для підвісок з керованими амортизаторами, контролюється ступінь демпфування, у другій (керовані пружні елементи) – посадка кузова, у третій (керовані стабілізатор поперечної стійкості та важелі підвіски задніх коліс) – кути установки задніх коліс.

Як керовані елементи в амортизаторах використовуються електромагнітні клапани або магнітно-рідинні дроселі [12]. Амортизатори з електроклапанами застосовані в конструкції адаптивних підвісок типу ACC, ADS, AVS, CDC, EDC [13]. Магнітно-реологічна рідина використовується в амортизаторах підвісок типу MR, Delphi, SKF [14]. Системи стабілізації горизонтального положення кузова реалізовані в підвісках типу ADS, Hydractive, а системи типу ABC, PDC здійснюють автоматичне усунення нахилу при повороті [15]. У системах типу AGCS використовуються електроприводи, які впливають на положення важелів задньої підвіски, змінюючи ступінь сходження задньої колісної пари.

4.2. Методи і засоби діагностики

Діагностика підвіски включає перевірки стану: амортизаторів, пружин, важелів, опорних чашок, кульових опор, рульових наконечників, шарнірів рівних кутових швидкостей (ШРКШ), сайлентблоків, підшипників маточин.

Таким чином, технологія контролю стану підвіски зводиться до послідовного виконання операцій: візуальної оцінки стану сполучених деталей і вузлів при її активізації (застосування люфт детекторів), вимірювання параметрів демпфуючих характеристик (застосування вібростендів), перевірки нормативних параметрів рульового керування (застосування вимірювачів сумарного окружного люфту)

Люфт-детектор призначений для виявлення зазорів в підшипниках, шарнірах та інших рухомих вузлах підвіски, рульового керування, а також оцінки ступеня їх зносу, може встановлюватися як на підйомнику, так і на оглядовій канаві (рис. 4.2).

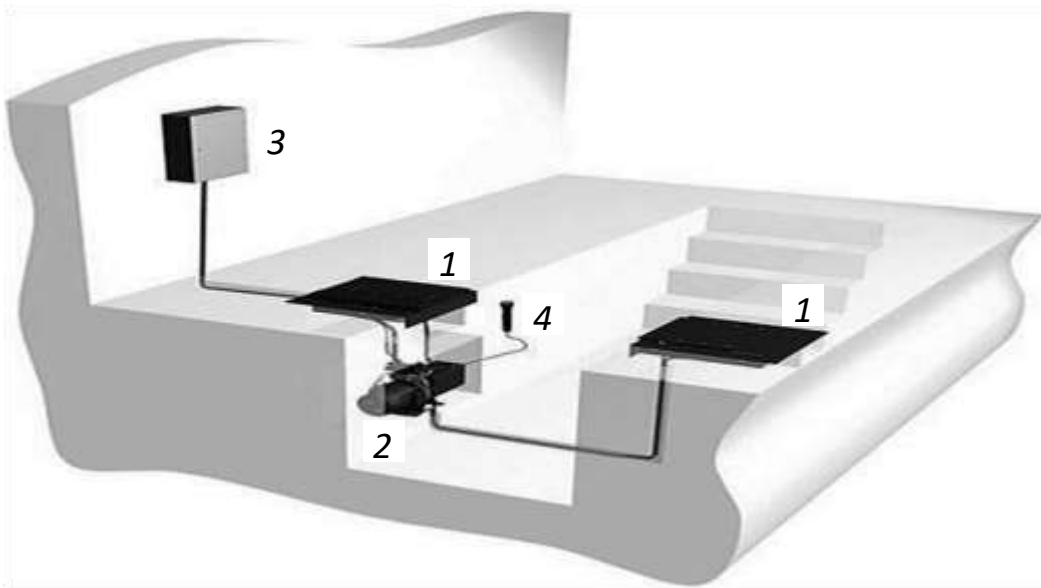


Рис. 4.2. Розміщення елементів люфт-детектору в оглядовій канаві

У комплект поставки люфт-детектора входять: скануючі платформи 1; силова станція (електрогідравлічна або електропневматична) 2; щит електроживлення 3; пульт дистанційного керування 4.

Слід зазначити, що люфт-детектори не є комп'ютеризованими засобами діагностики, а тільки виконують діагностичні операції (імітацію дорожніх умов) за командою оператора.

Для оцінки демпфуючих властивостей підвіски автомобіля можуть розглядатися вимушені або вільні коливання підресореної або не підресореної мас [2]. При цьому, існує кілька методів визначення технічного стану амортизаторів:

- візуальний огляд та підрахунок коливань кузова автомобіля (суб'єктивна оцінка працездатності амортизаторів);
- зняття характеристик амортизаторів на спеціальному стенді (агрегатна діагностика апаратним методом);
- вимірювання параметрів коливань кузова або колеса (апаратні методи в умовах діагностичного посту).

Оцінка ефективності роботи амортизатора знятого з автомобіля проводиться на спеціальних приводних стендах (рис. 4.3, а) за результатами аналізу кругових діаграм (залежність сили опору від переміщення штока), площа яких відповідає значенню дисипативної сили (енергії), яку гасить амортизатор (рис. 4.3 б).

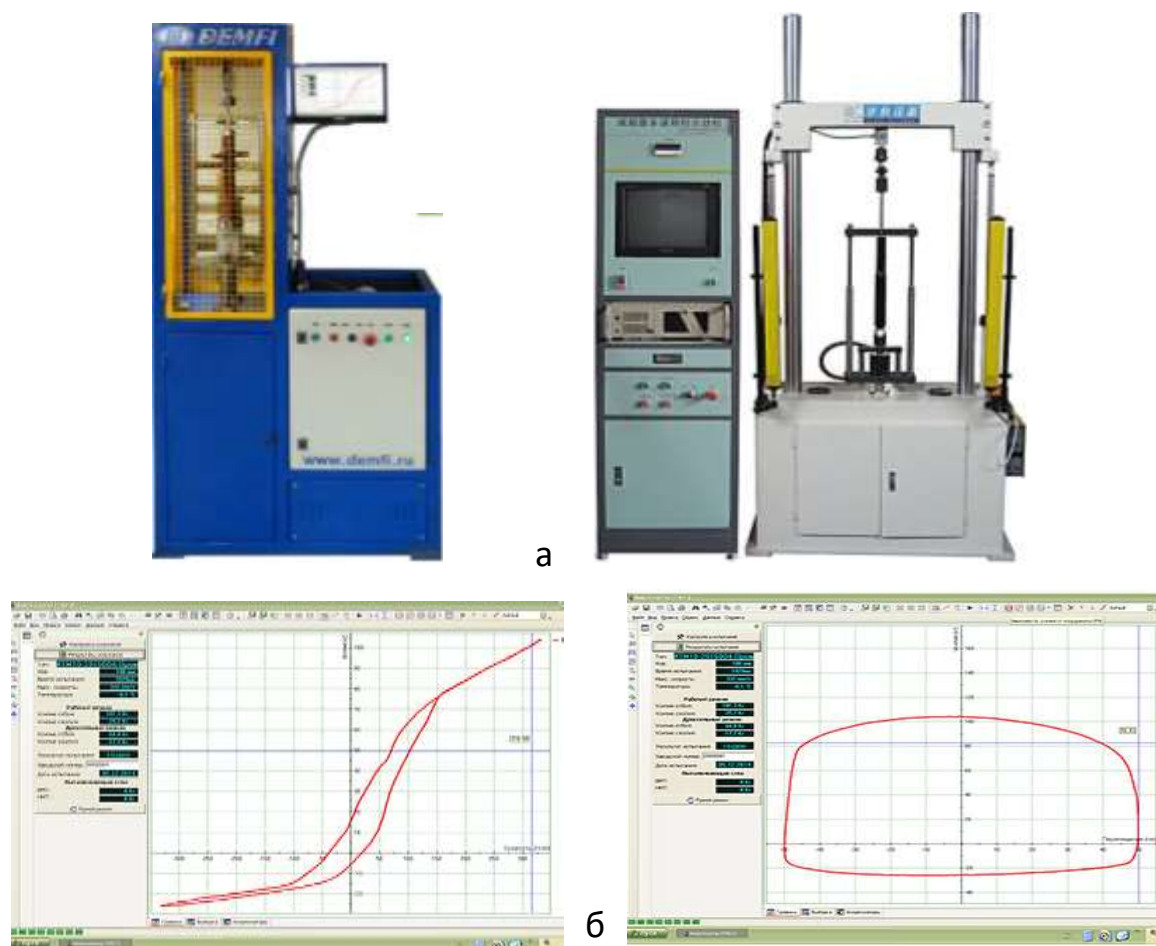


Рис. 4.3. Стенди для зняття характеристик амортизаторів типу СИА-04:
а – апаратна частина; б – візуалізація результатів на дисплеї

Методи, що ґрунтуються на аналізі параметрів коливань кузова (амплітудний, метод «шок-тест», метод гальмування) або коліс (методи BOGE/МАНА, EUSAMA) полягають у діагностуванні не самих амортизаторів, а роботи підвіски загалом.

Амплітудний метод полягає у вимірі згасання коливань кузова після його розгойдування. Апаратна діагностика з цього методу проводиться за допомогою спеціальних тестерів. Прилад складається з блоку реєстрації (рис. 4.4 а), який включає ультразвуковий датчик переміщення (коливань), обчислювальний пристрій, органи керування і дисплей. Блок реєстрації комплектується джерелом ультразвуку (рис. 4.4 б).



а



б

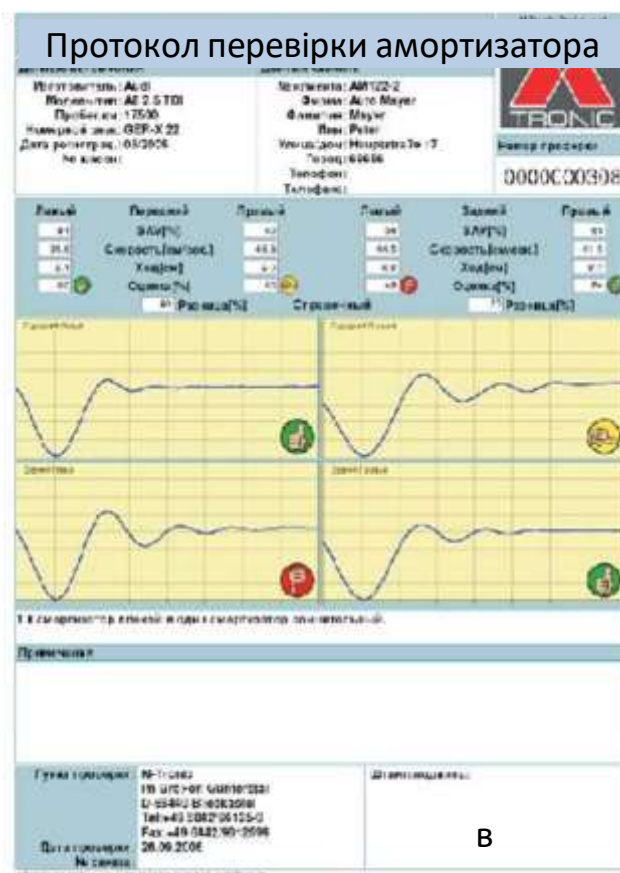


Рис. 4.4. Перевірка системи підвіски амплітудним методом:
 а – тестер амортизаторів SAT USB M-TRONIC; б – установка приладу на автомобілі; в – візуалізація результатів на дисплеї

У пам'яті приладу зберігаються бази опорних даних (поставляються разом із приладом і поповнюються результатами зразкових вимірів). Автомобіль із закріпленим на крилі блоком, одноразово

штовхають донизу. Прилад реєструє коливання та обчислює коефіцієнт загасання за кількістю коливань та спадом амплітуди (рис. 4.4, в).

При виконанні «Шок-тесту» випробування проводяться на стенді, який складається з пневматичного підйомника 2 та пристрою з пружним важелем 1, який відстежує вертикальні переміщення кузова (рис. 4.5 а).

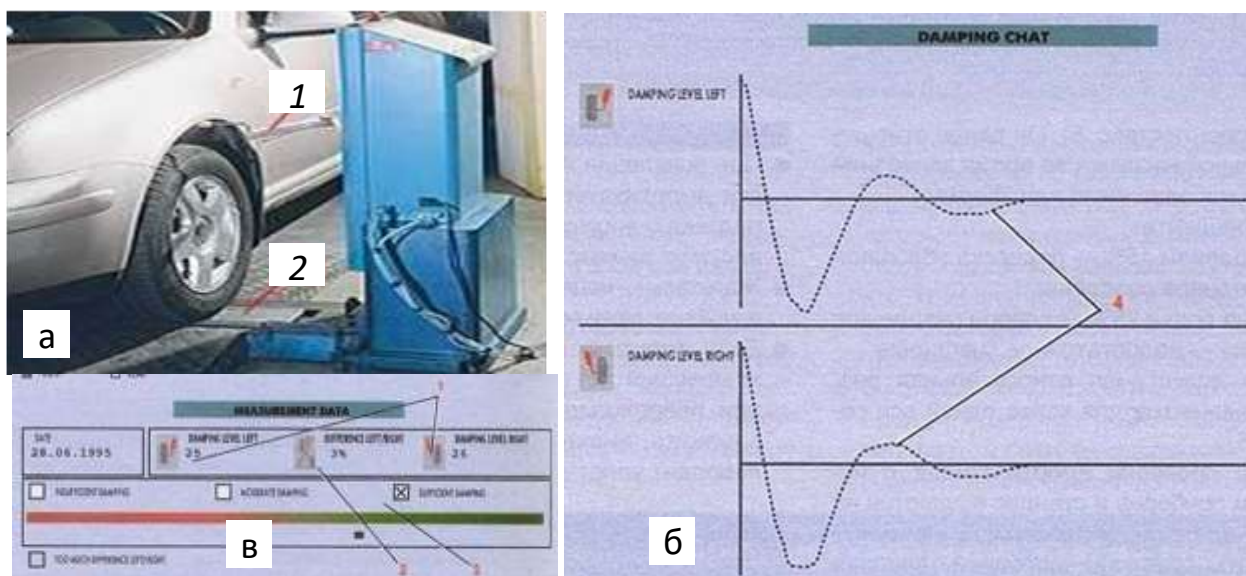


Рис. 4.5. Перевірка системи підвіски методом шок-тесту: а – зовнішній вигляд стенду шок-тестера SHOCK-TEST-II; б, в – візуалізація результатів на дисплеї

Важіль пристрою зачіплюють знизу за колісні арки. За допомогою приводу стенда колеса випробуваної осі піднімають на певну висоту, а потім різко відпускають, викликаючи коливання кузова і відповідно і вимірювальних важелів. За результатами тесту комп'ютер стенда видає тимчасову діаграму коливань на екран монітора (рис. 4.5, б) і обчислює коефіцієнт загасання коливань для кожної випробуваної осі і відносну різницю між коефіцієнтами для амортизаторів однієї осі (рис. 4.5, в).

Метод гальмування реалізується на стаціонарних стендах лінії експрес-діагностики, де додатково перевіряються ефективність роботи гальмівних систем і бічний відведення автомобіля при відпущеному рульовому колесі. Стенд складається із вмонтованих у підлогу платформ із датчиками, обчислювального пристрою та монітора (див. рис. 2.14).

Для проведення вимірювань автомобіль заїжджає на платформи і різко загальмовується. При цьому кузов починає вагатися. Датчики фіксують динамічну зміну навантаження на платформи. За кількістю та інтенсивності коливань обчислювальний пристрій оцінює ефективність роботи амортизаторів.

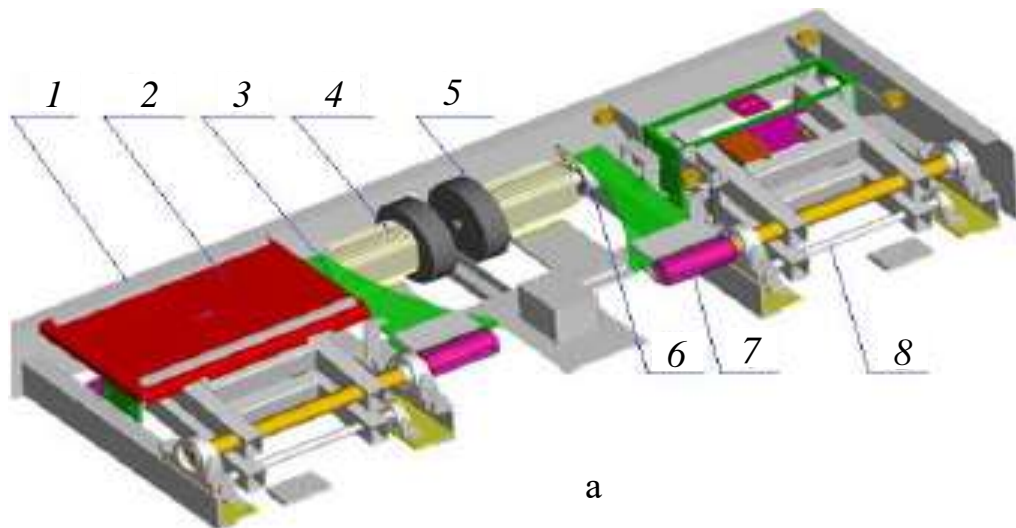
Контрольно-вимірювальні стенди, побудовані за методом гальмування, зарекомендували себе на лініях експрес-діагностики ходової частини автомобіля завдяки універсальності застосування (контроль гальм і бічного уведення коліс) та оперативності постановки діагнозу. Поряд із цим, істотним недоліком методу є недостатня точність оцінки демпфуючих показників, яка залежить від факторів не пов'язаних з технічним станом підвіски (стан шин, ефективність гальмування, непрогріті амортизатори).

Вимірювання параметрів підвіски по коливанням коліс також реалізується на лініях експрес діагностики двома методами – BOGE/МАНА і EUSAMA (European Association of Shock Absorber Manufacturer – Європейська асоціація виробників амортизаторів). В обох випадках автомобіль встановлюється на спеціальні платформи, що по черзі обурюють вертикальні коливання коліс.

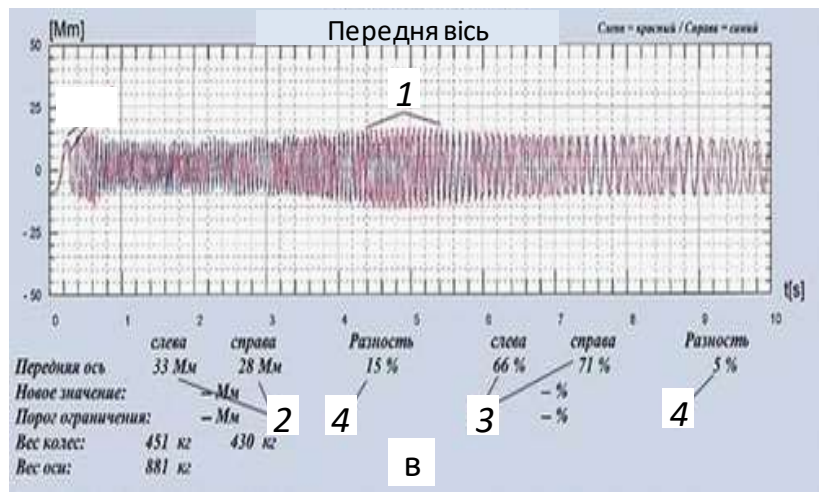
Метод BOGE/МАНА полягає у вимірі ваги колеса та амплітуди коливань платформи із встановленим на неї колесом автомобіля (рис. 4.6). Конструкція стенду, згідно з позиціями (рис. 4.6 а), включає основні елементи: 1 – рама стенда; 2 – опорна платформа; 3 – важіль; 4 – електродвигун; 5 – маховик; 6 – кулачок; 7 – вал верхнього важеля; 8 – вал нижнього важеля.

Платформа з бордюрами обурює коливання з частотою вище резонансної частоти підвіски (близько 16 Гц). Амплітуда коливань у процесі випробувань реєструються по переміщенню діагностичних майданчиків, які коливаються в такт з колесом. Результати тестування виводяться на екран монітора (рис. 4.6 в). Під час зниження частоти вимушених коливань настає резонанс (рис. 4.6, в, поз. 1). Найбільші значення амплітуди коливань у зоні резонансу відповідають найгіршому стану амортизатора. Додатково, комп'ютер стенду перераховує отримані значення амплітуд (рис. 4.6, в, поз. 2) у відсоткові коефіцієнти ефективності амортизатора (рис. 4.6, в, поз. 3) і відносну різницю між лівим і правим колесами осі (рис. 4.6, в, поз. 4).

За методом EUSAMA оцінюється здатність підвіски утримувати контакт колеса з нерівною дорогою.



а



б

в

Рис. 4.6. Система перевірки підвіски методом BOGE/МАНА:
 а – устрій стенда; б – зовнішній вигляд амплітудно-резонансного стенду;
 в – візуалізація результатів на дисплеї

Конструкція стенду, згідно з позиціями (рис. 4.7, а), включає основні елементи: 1 – рама стенда; 2 – поздовжній важіль; 3 – датчик ваги; 4 – електродвигун; 5 – кулачковий вал; 6 – напрямна поперечних важелів платформ; 7 – поперечний важіль; 8 – маховик; 9 – кулачок; 10 – нижня платформа; 11 – підшипникова опора валу.

Стенд відстежує силу, з якою колесо автомобіля впливає на платформу. Спочатку виміри проводяться на нерухомій платформі, а потім у процесі загасаючих коливань починаючи з частоти 25 Гц. За результатами тестування комп'ютер обчислює коефіцієнт зчеплення колеса з опорною поверхнею, виражений у відсотках (рис. 4.7, поз. 1).

Він дорівнює відношенню мінімального навантаження під час коливань до навантаження на нерухому платформу.

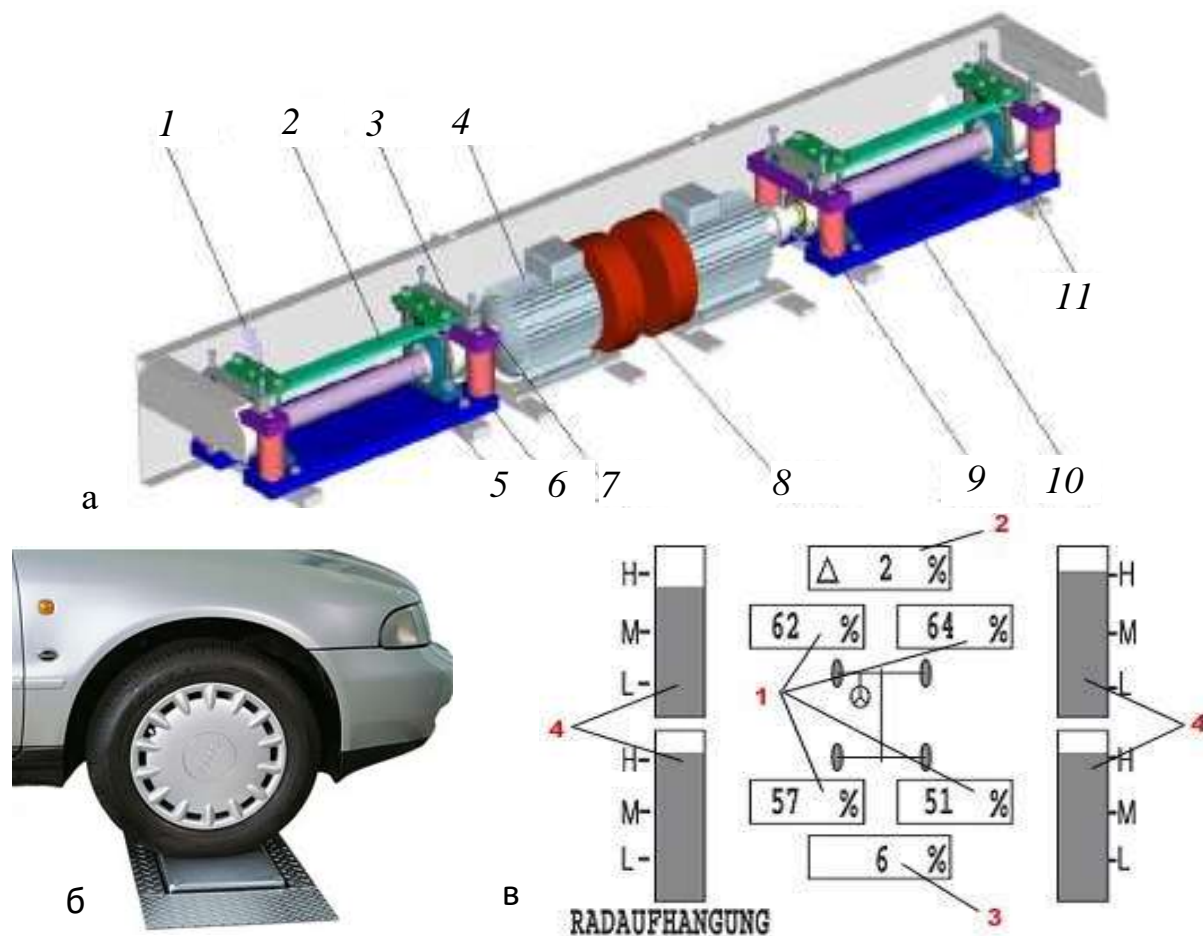


Рис. 4.7. Система перевірки підвіски методом EUSAMA:
 а – устрій стенду; б – установка автомобіля на стенді;
 в – візуалізація результатів на дисплеї

Роздруківка вимірювань також містить інформацію про відносну різницю коефіцієнтів для коліс передньої і задньої осей (рис. 4.7, в, поз. 2, 3) і квазі-аналогові шкали стану амортизаторів (рис. 4.7, в, поз. 4). Отримані результати порівнюються з нормативними значеннями. До недоліків методу EUSAMA можна віднести: залежність результатів вимірювань від тиску повітря в шині і зовнішніх сил; необхідність розташовувати колесо точно посередині площадки амортизаторного стенду; відносно висока вартість стенду.

Контроль технічного стану активної підвіски зводиться до послідовного вимірювання параметрів: демпфуючих характеристик; положення кузова; кутової установки задніх коліс. При цьому, забезпечується варіація цих параметрів в межах діапазонів керування. Для

вирішення першого завдання використовуються раніше згадані методи вібровимірювань, а для аналізу положення кузова автомобіля розроблені мобільні електронні вимірювачі висоти посадки типу Hunter 20-1885-1 [16].

Щоб контролювати кутове положення задніх коліс використовуються стенди розвал/сходження. До складу підвіски входять елементи кермового керування автомобілем. Діагностування органів керування полягає у перевірках ступеня зносу та люфтів сполучених деталей, деформації важелів та тяг, порушень регулювань. Діагностування рульового керування здійснюється шляхом оцінки сумарного окружного люфту (за шкалою люфтоміра) і значенням сили тертя (за показаннями динамометра).

Сумарним люфтом в рульовому управлінні вважається кут повороту рульового колеса від положення, що відповідає початку повороту керованих коліс в одну сторону від вихідного положення, до положення, що відповідає початку їх повороту в протилежну сторону. На сучасному рівні такі вимірювальні системи реалізуються електричними методами із застосуванням статичних датчиків кутових відхилень (енкодерів), сили (зусилля), переміщення (повороту).

4.3. Застосування люфт детекторів підвіски

Тестери люфтів промислових зразків різних фірм виробників відрізняються за: принципом побудови (пневматичні, гідравлічні) та робочим тиском у силовій частині; допустиме навантаження на вісь автомобіля (платформу стенду); розмірів, ваги та способу встановлення робочих майданчиків; напрямкам та відстаням переміщення робочих майданчиків (50...100 мм). Розглянемо кілька прикладів продукції провідних виробників.

Пневматичний *тестер люфтів* у зчленуваннях кермового керування та підвіски автомобілів ТЛ-2000 з навантаженням на вісь до 4 тон являє собою стаціонарно встановлену платформу, що складається з нерухомої плити з антифрикційними накладками і рухливого майданчика, що переміщується навколо кутової осі штоком пневматичного циліндра (рис. 4.8, а).

Тестер не потребує фундаментних робіт із монтажу. Керування переміщенням майданчика здійснюється за допомогою електропневматичного приводу по засобах кнопки на ліхтарі підсвічування обстежуваних механізмів.



Рис. 4.8. Зовнішній вигляд пневматичних тестерів люфтів:
а – моделі ТЛ-2000; б – моделі ТЛ-7500

Пневматичний тестер люфтів ТЛ-7500 (рис. 4.8 б) з навантаженням на вісь до 15 тон конструктивно і функціонально аналогічний тестеру ТЛ-2000.

Люфт-детектор гідравлічний ЛД-4000 з навантаженням до 4 тон (по 2 тони на майданчик) дозволяє імітувати всі можливі навантаження, що передаються на кермо та підвіску автомобіля в процесі його руху. Аналогічну конструкцію має детектор люфтів для легкових автомобілів ДЛ-003 (рис. 4.9 а).

Гідравлічні тестери люфтів у зчленуваннях кермового керування та підвіски автомобілів GST-2300 з навантаженням на вісь до 4 тон та GST-4500 з навантаженням на вісь до 20 тон мають аналогічні конструкції (рис. 4.9, б). Керування зсувом обох перевірочних майданчиків проводиться по чотирьох (вздовж і впоперек) або восьми (вздовж, впоперек, діагоналі, на зустріч) напрямках в ручному або автоматичному режимі, за допомогою дистанційного пристрою, вбудованого в ліхтар підсвічування. Привід майданчиків здійснюється від силової гідравлічної станції.

До переліку німецької продукції аналогічного призначення можна додати електрогідравлічні детектори люфтів виробництва фірм Hofmann (Weartest 2300 FA до 4 тон на вісь) та МАНА (AST 2,0 до 2 тон, PMS до 3,5 тон, LMS до 20 тон). Конструкція рухомих майданчиків стендів передбачає їх встановлення на оглядову канаву або підйомник (рис. 4.9, в, г).



Рис. 4.9. Комплектація і установка гідравлічних тестерів люфтів:
 а – моделей ДЛ-003, ЛД-4000; б – моделі GST-4500 Німецької фірми Cartec;
 в – моделі LMS-20; г – моделі PMS-3

Люфт-детектори підвіски серії R 200 (Італійської фірми RAV) дозволяють працювати з легковими автомобілями та легкими вантажівками з навантаженням на вісь до 2,5 тон. Стенди випускаються в різних модельних варіантах виконання (рис. 4.10).

Активізація (подовжнє, поперечне та діагональне переміщення платформ) стендів здійснюється електрогідравлічним приводом по командах з кабельного або бездротового дистанційного пульта керування.



Рис. 4.10. Варіанти установочного виконання люффт-детекторів RA V:
а – врівень з підлогою; б – на підйомнику; в – на підлозі

4.4. Використання тестеру перевірки амортизаторів типу SAT USB

Тестер SAT USB (далі за текстом SAT) фірми M-TRONIC (Німеччина) створений для швидкої і точної перевірки амортизаторів, встановлених на автомобілі амплітудним методом. Тестер дозволяє об'єктивно оцінити здатність підвіски сприймати навантаження і повертатися у вихідне положення, а так само, виявити схильність автомобіля до «відведення» при правильних кутах встановлення коліс. У тестері SAT використано технологію дистанційного ультра-звукового вимірювання. Програма тестера дозволяє оцінити параметри загасаючих коливань кузова в області кожного з чотирьох коліс автомобіля і вивести висновок про роботу та стан амортизатора.

Тестер SAT оснащений потужним 32-бітним процесором, рідкокристалічним індикатором, пристроєм термодруку та USB-роз'ємом. Це дозволяє аналізувати і обробляти отримані при тестуванні дані без використання комп'ютера, а також відображати дані у вигляді графічних елементів і виводити їх на друк. Завдяки з'єднанню з ПК можна передавати результати тесту в банк даних і виводити для перегляду на

монітор комп'ютера або роздруковувати на підключеному до комп'ютера принтері.

Обладнання живиться від акумулятора тестованого автомобіля 12 В і може бути використане в режимі стаціонарної станції, в умовах майстерні або на виїзді.

Крім функціональних пристроїв (рис. 4.11) у комплект поставки приладу входять: набір листів термопаперу для принтера; компакт диск із програмним забезпеченням для ПК; транспортувальна валіза.

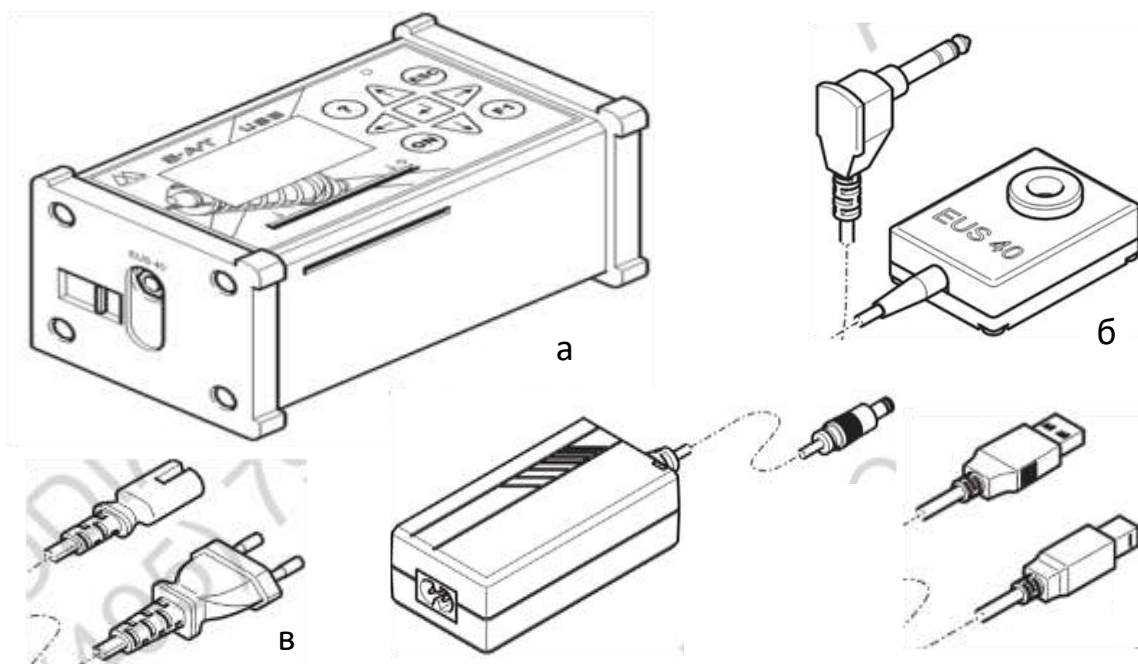


Рис. 4.11. Комплектація тестеру амортизаторів SAT USB:
а – основний блок; б – ультразвуковий датчик випромінювач EUS 40;
в – мережевий шнур зарядного пристрою; г – зарядний пристрій;
д – кабель даних USB

Плівко-контактна клавіатура основного блоку тестера символізується загальноприйнятими значками: включити «ON», введення «ENTER», вихід «ESC», додаткові функції «F1», допомога «?». Пересування по директоріям меню проводиться за стандартною технологією (рис. 4.12).

Субменю «Встановити» містить директорії (у порядку розташування символів): стан при доставці; заряд акумулятора; контраст дисплея; контраст принтера; режим меню; інформація про систему; час та дата; початок тексту; кінець тексту.

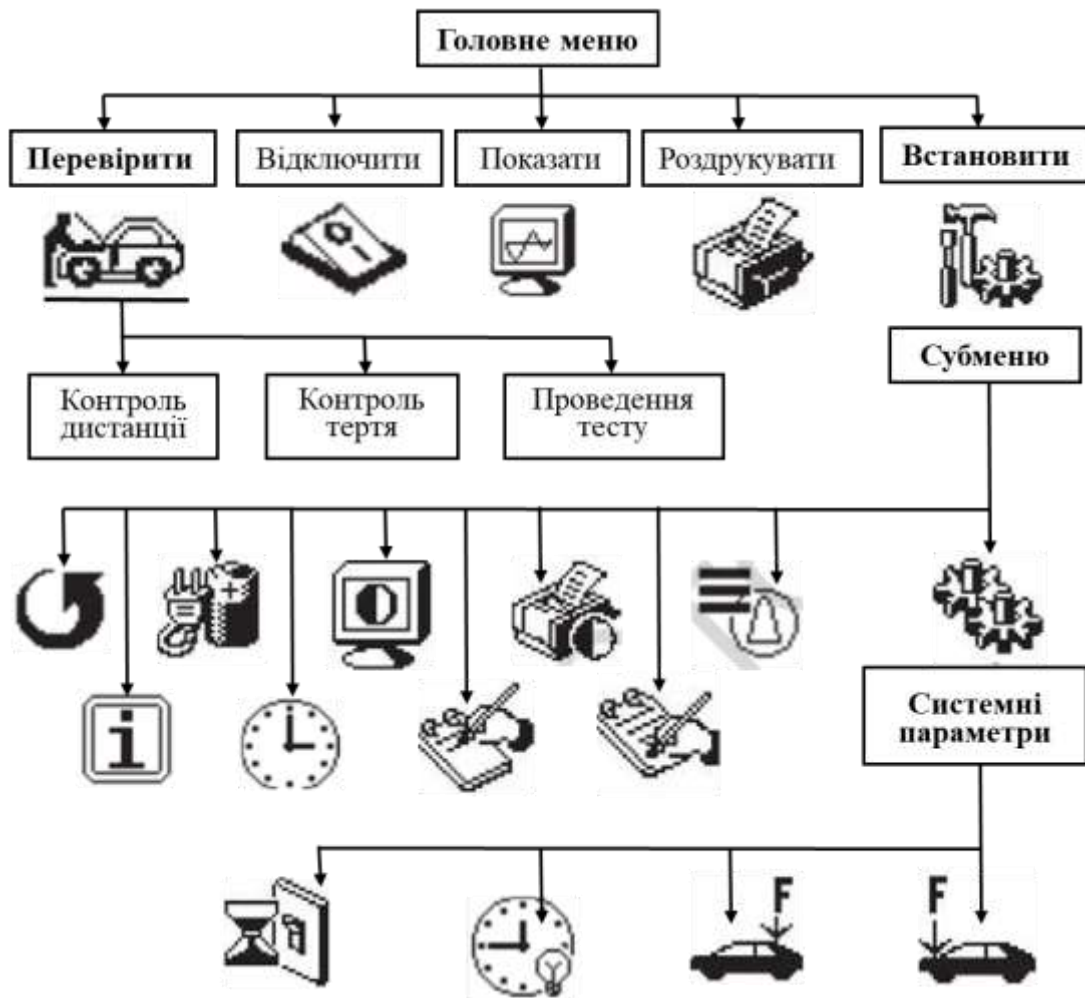


Рис. 4.12. Структура меню тестеру амортизаторів SAT USB в символах

Субменю «Системні параметри» дозволяє встановити час відключення та підсвічування, а також вибрати місце застосування (попереду або ззаду) і визначити необхідні сили тиску (швидкості натискання). Пункт програми «Перевірити» вибирається автоматично. Послідовним натисканням клавіші «Введення» переходять до заповнення даних автомобіля та вибору категорії жорсткості шасі (рис. 4.13, а, б).

У разі використання ПК (бази даних) або продовження поточного тестування замість перерахованих директорій на дисплеї виводиться меню «Порівняльні дані» (рис. 4.13, в).

Після встановлення приладу та ультразвукового датчика вказується відповідне колесо для тестування (рис. 4.13 г). У разі неправильної установки обладнання на дисплеї з'явиться відповідне повідомлення.

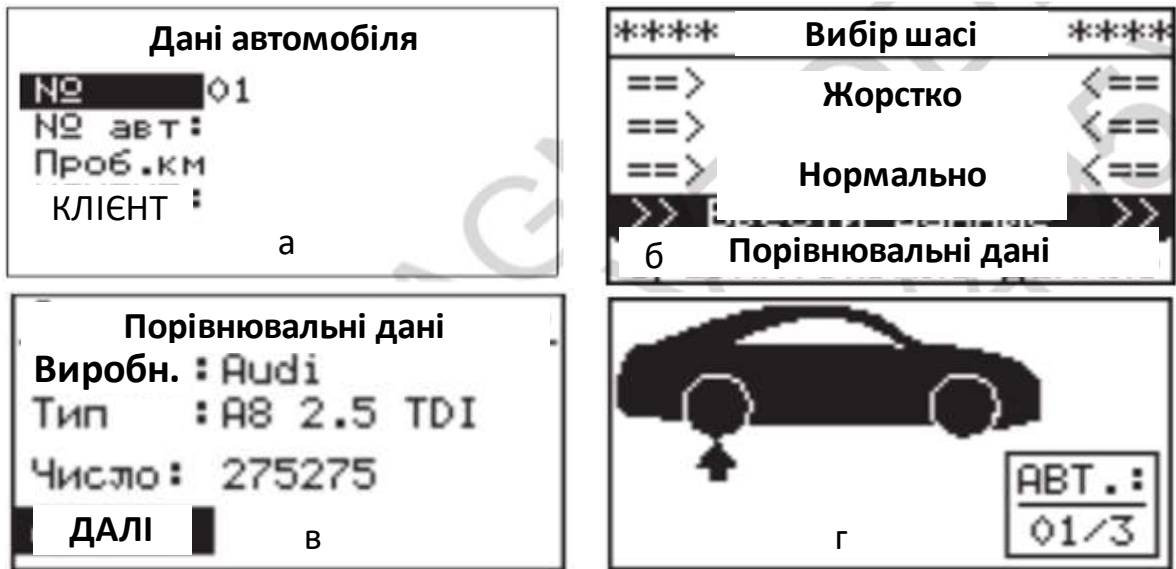


Рис. 4.13. Директорії контекстної позиції меню «Перевірити»:
 а – дані автомобіля; б – вибір шасі; в – порівнювальні дані;
 г – вибір колеса

При появі на дисплеї зображення стовпчикової діаграми дистанції з діапазоном відстані (рис. 4.14, а), приступають до виконання вимірювань.

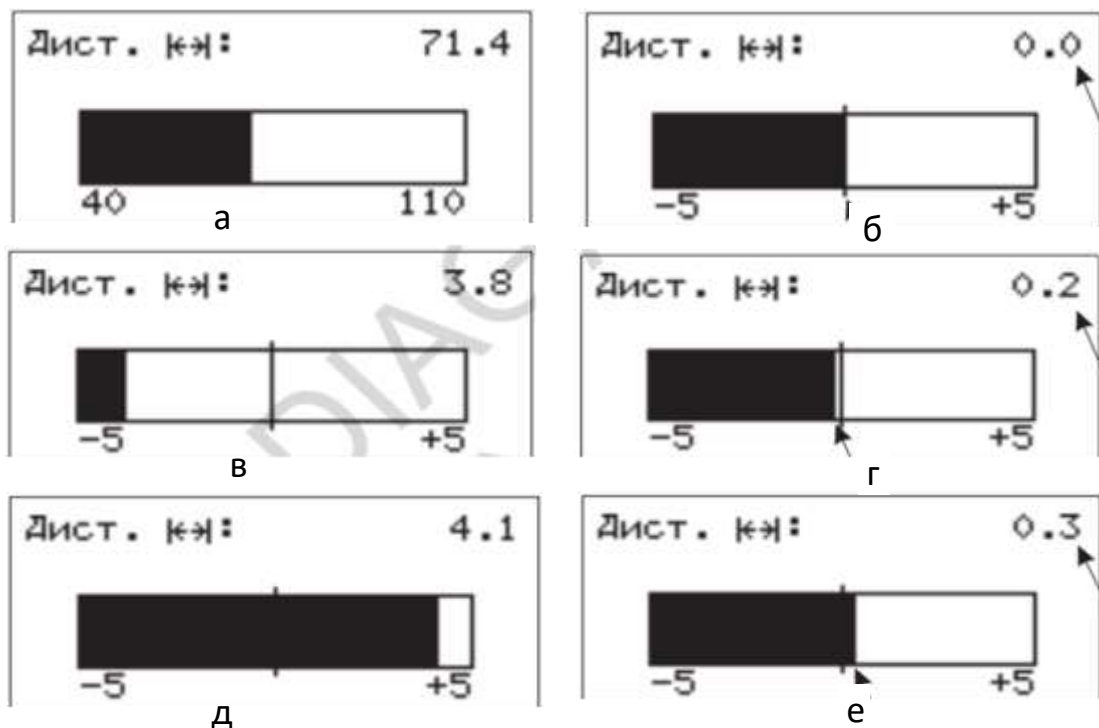


Рис. 4.14. Процедурні вікна директорії «Дистанція»:
 а – відстань між випромінювачем і приймачем; б – стартовий стан;
 в...е – відносне положення кузова

У меню параметрів дистанції перед початком тестування амортизатора, при необхідності, можна виконати контроль тертя. Для цього натисканням клавіші «F1» обнулюють параметри дистанції. При цьому на стрічковій діаграмі встановиться діапазон $-5...+5$ см (рис. 4.14, б). Далі, повільно послідовно натискають (рис. 4.14, в) і піднімають (рис. 4.14, д) автомобіль в околиці вказаного колеса контролюючи, при цьому, залишкові дистанції вільного стану (рис. 4.14, г, е). Наявність тертя (чисельно вказано у кутку вікна) понад 1,0 см вимагає усунення його причини (забезпечення достовірності результатів подальшого тестування).

Після появи повідомлення «Натисніть зараз коротко і сильно!», активізують вільне коливання кузова в околиці колеса. При недостатніх впливах на автомобіль на дисплеї з'являється повідомлення «При вимірі виникла помилка» або «Низький тиск для правильного вимірювання» що вимагають повторення процесу вимірювань. Результати вимірювання амортизації виводяться на дисплей (рис. 4.15).

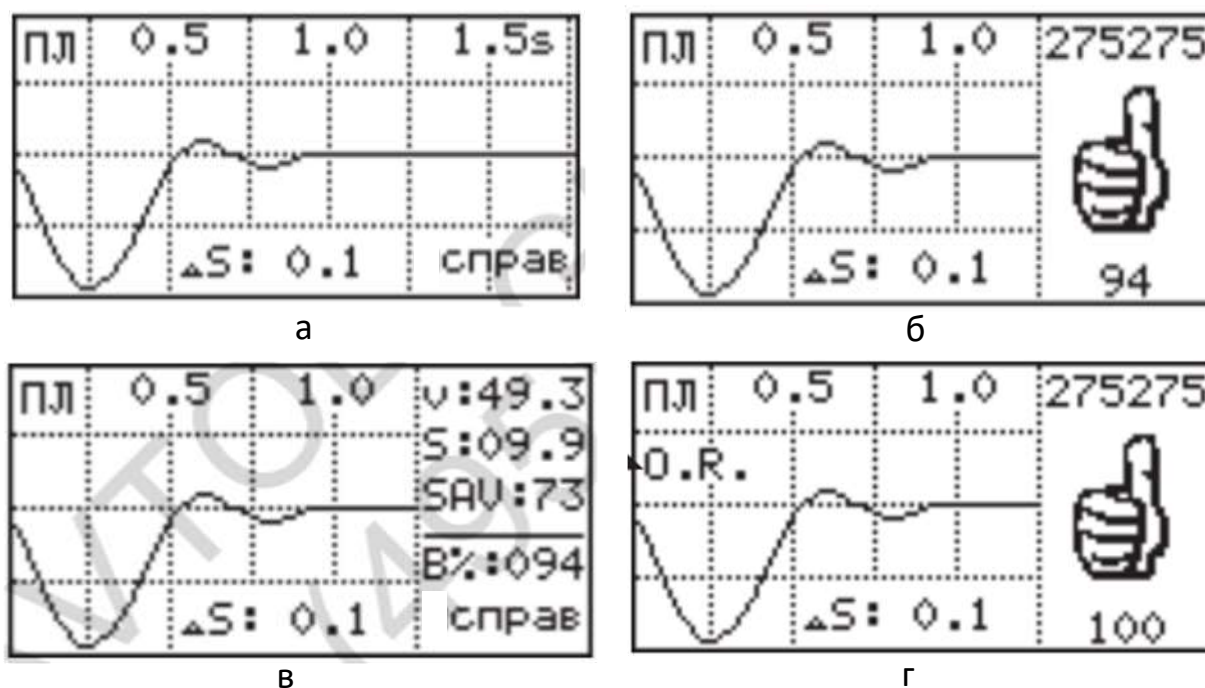


Рис. 4.15. Варіанти представлення результатів тесту амортизатору:
 а – графічне; б – символічне; в – розширене;
 г – для транспортних засобів підвищеної прохідності

При графічному поданні результатів у полі діаграми наводиться позиція розташування колеса (ПЛ, ПП, ЗЛ, ЗП), загальне висновок про

стан амортизатора (справний, сумнівний, несправний) і різниця в ході між правим та лівим амортизаторами ΔS однієї осі (рис. 4.15 а).

У символічному вигляді, поряд з піктограмою загальної оцінки стану амортизатора і номера автомобіля, наводиться чисельне значення демпфуючої здатності амортизатора у відсотках (рис. 4.15, б).

У розширеному поданні, крім загального висновку виводяться додаткові дані: v – максимальна швидкість кузова автомобіля (см/с) при наданні тиску зверху (притисканні); S – хід притискання в сантиметрах; SAV – рівень амортизації шоку (розрахована величина амортизації); $B\%$ – оцінка амортизатора у відсотковому відношенні (рис. 4.15, в).

При проведенні вимірювань на автомобілях підвищеної прохідності з «пружинними» колесами необхідно натиснути клавішу «F1», щоб врахувати цей фактор (OR – Off Road) при розрахунку показників (рис. 4.15, г).

У символічному представленні, амортизатор оцінюють за обома показниками якості (положення піктограми, значенням демпфуючої здатності) і якісно розрізняють шість технічний стан (рис. 4.16).

Аналіз коливальних характеристик відповідно до позицій рис. 4.16. показує наступне:

а) після натиску та відпускання кузов досягає максимальної позначки трохи вище середньої лінії та опускається у вихідний стан, коливання припиняються;

б) процес коливання аперіодичний (не виникає), характерно для автомобілів із справною гідропневматичною системою амортизації;

в) спостерігається повтор загасаючого коливання, амортизатор частково зношений і вимагає заміни.

г) амплітуда повторних коливань значна, рекомендується замінити амортизатор найближчим часом;

д) амплітуда повторних коливань зменшується несуттєво, амортизатор вимагає негайної заміни.

е) вимірювання починається вище за середню лінію (кузов піднятий в результаті затискання у сполученнях ходової частини або автомобіль спущений з підйомної платформи), необхідно повторити вимірювання з контролем тертя.

Висновки, наведені в оцінці стану амортизатора, носять рекомендаційний характер, оскільки нормативні значення показників амортизації визначають, зрештою, потенційну безпеку дорожнього руху.

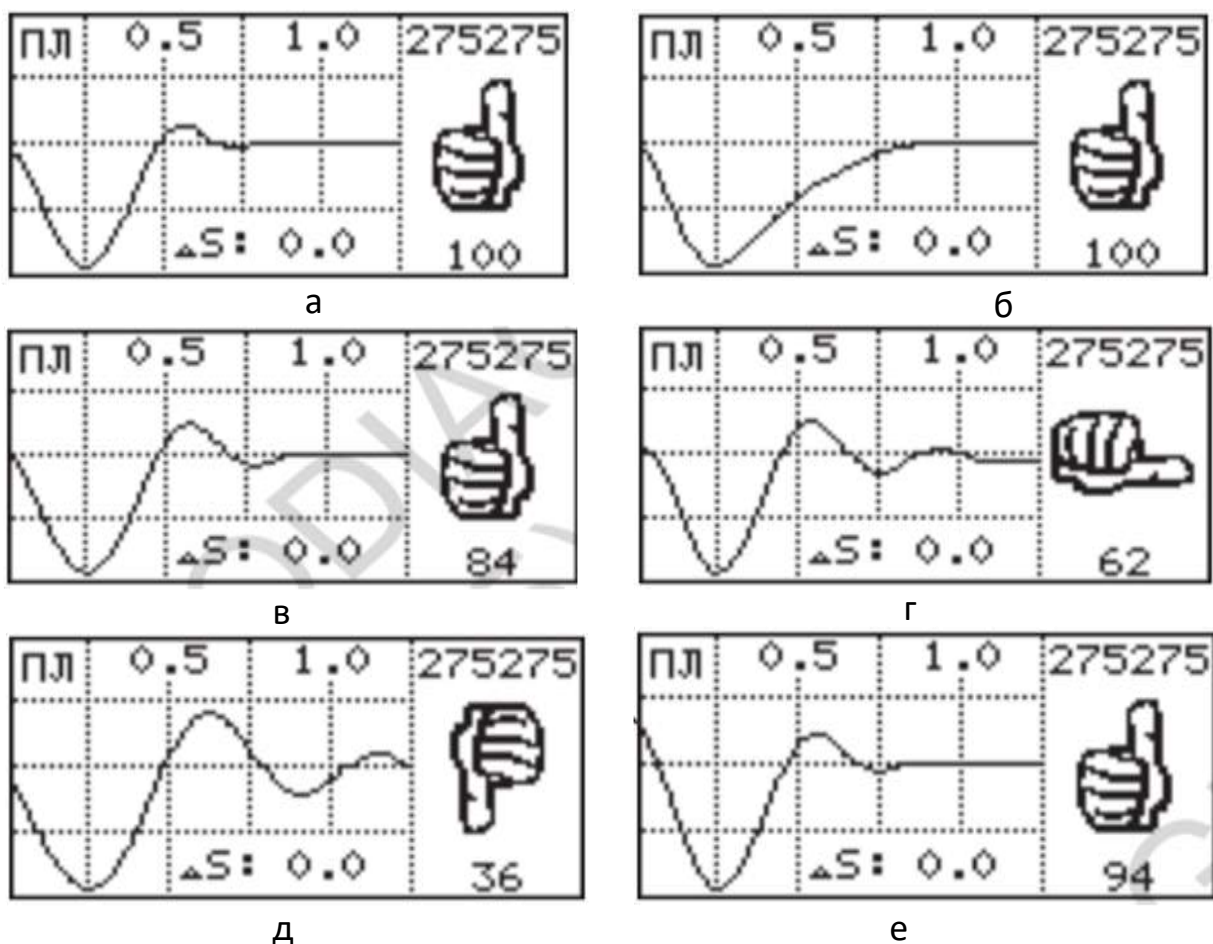


Рис. 4.16. Візуалізація технічних станів амортизатора в символічному представленні: а – дуже хороший; б – особливий випадок; в – хороший; г...д – поганий; е – недійсні виміри

Ці нормативи, з одного боку диктуються заводом виробником, з іншого, – дорожніми умовами експлуатації транспортного засобу.

Процедура виведення на дисплей порівняльних результатів відбувається в пункті меню «Показати» з використанням результатів, отриманих по кожному колесу (рис. 4.17, а).

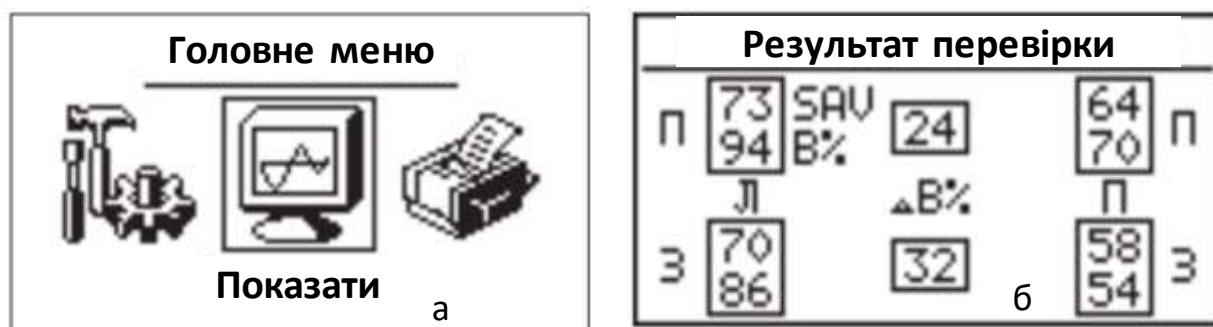
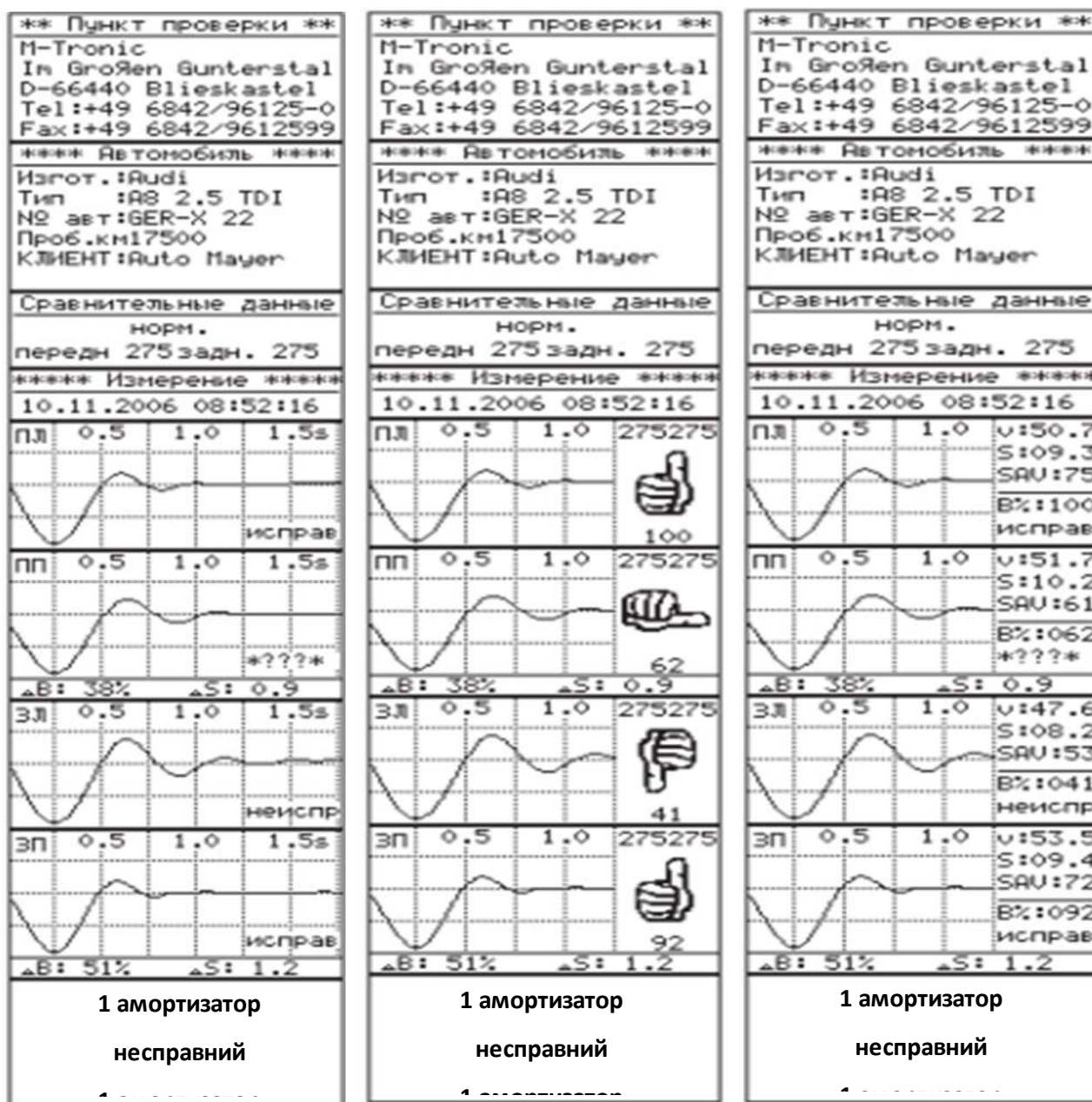


Рис. 4.17. Візуалізація порівняльних результатів: а – директорія перегляду; б – вікно загального огляду

Формат вікна загального огляду результатів тестування включає показання рівня амортизації (SAV) та відносну оцінку амортизатора кожного колеса (%), а також різницю результатів (Δ %) по бортах кожної колісної осі (рис. 4.17, б).

Повну інформацію за результатами тестування автомобіля одержують у протоколі вимірювань (пункт меню «Роздрукувати») в одному з трьох подань (рис. 4.18).



а

б

в

Рис. 4.18. Варіанти представлення протоколу вимірювань:

а – графічне; б – символічне; в – розширене

Верхній текстовий блок протоколу містить інформацію про майстер, нижче - про автомобіль і порівняльних даних, застосованих для перевірки. Далі слідує дата і час проведення тесту. У графічному блоці наводяться результати перевірки всіх чотирьох амортизаторів (див. рис. 4.15). У нижньому текстовому блоці протоколу (пункт «Кінець тексту») наводиться висновок про стан амортизаторів.

4.5. Характеристика вібраційних стендів промислових зразків

Найбільшого поширення набули вібростенди, побудовані за методом EUSAMA і BOGE/МАНА. Значення EUSAMA характеризує здатність підвіски автомобіля утримувати колесо в контакті з дорожнім покриттям, як у простих, так і в складних умовах водіння.

Значення EUSAMA обчислюється кожного колеса окремо, що дозволяє розраховувати різницю в коефіцієнті зчеплення між колесами кожної осі (дисбаланс). У свою чергу, це дає можливість уникнути потенційно небезпечних ситуацій, які можуть виникнути в процесі руху автомобіля. Розглянемо кілька прикладів продукції провідних виробників.

Тестери підвіски промислових зразків різних фірм виробників відрізняються за: допустимим навантаженням на робочий майданчик, шириною колії; частоті збудливих коливань, амплітуди збудливих коливань; амплітуді збудження; розмірів, ваги та способу встановлення робочих майданчиків;

Тестер підвіски FWT-2010E Німецької фірми Cartec призначений для діагностики підвіски легкових автомобілів, мікроавтобусів і мінівантажівок з навантаженням на вісь до 2 тон. Силова частина представляє моноблок із двома незалежними вимірювальними майданчиками (рис. 4.19, а).

Тестер визначає стан підвіски за величиною відносного коефіцієнта зчеплення з опорною поверхнею за методом EUSAMA (в умовах примусової вібрації кожного колеса по всіх осях, що діагностуються). Оцінка роботи підвіски проводиться автоматично за допомогою ПК з амплітуди коливань ваги та інтенсивності гасіння цих коливань (зміна ваги автомобіля при зважуванні його в статичному та динамічному стані).

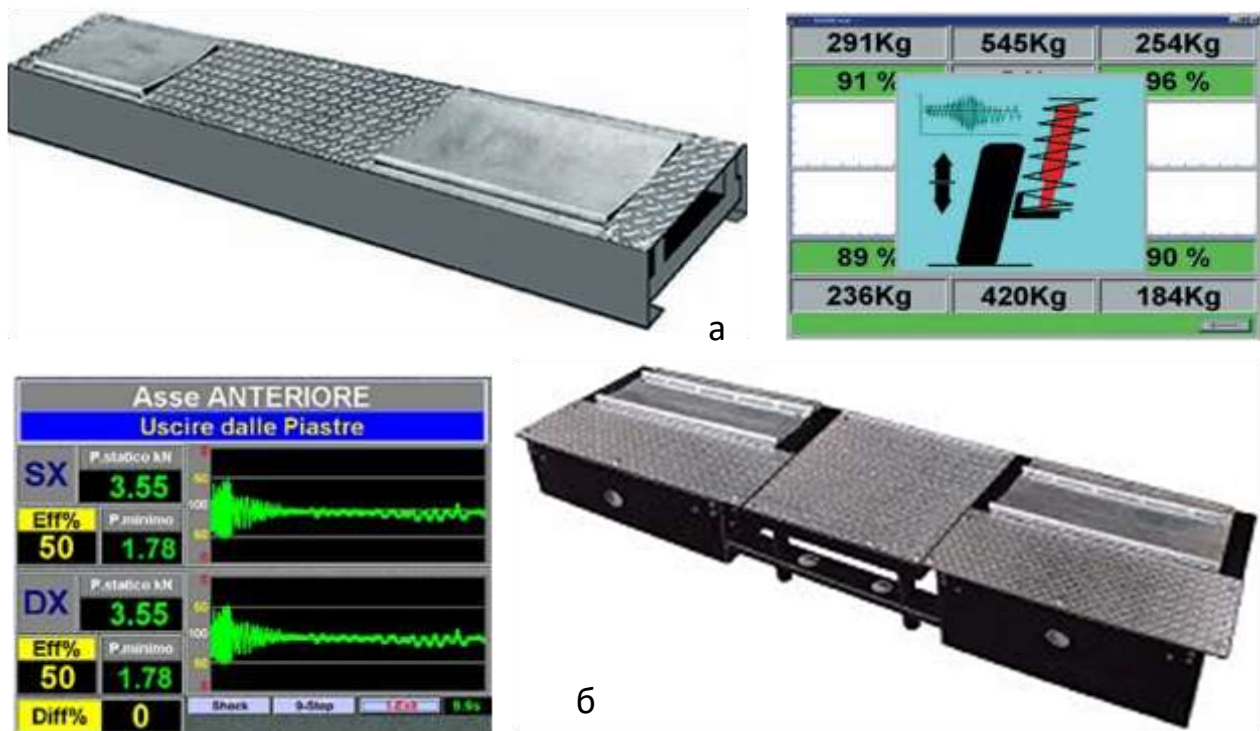


Рис. 4.19. Зовнішній вигляд і візуалізація результатів вимірювань тестерів підвіски: а – моделі FWT-2010E; б – моделі ST200 E-NX

Динамічне зважування здійснюється в період подачі на вісь автомобіля коливань змінної частоти, які імітують вплив дороги на автомобіль під час руху. Оцінний норматив лежить в межах 20...30% втрати ваги автомобіля при динамічному зважуванні від його статичної ваги.

На екран цифрового дисплея виводяться графіки зчеплення в діапазоні частот, динамічна вага колеса та осі ефективність роботи амортизаторів. Тестер має інтерфейс для підключення пульта дистанційного керування і принтера, і може бути інтегрований до складу гальмівного стенда у складі діагностичної лінії. Габаритні розміри моноблока 2350x400x254 мм.

Аналогічну конструкцію та характеристики має тестер підвіски ST200 E-NX (рис. 4.19, б). Моноблок тестера може встановлюватися як поверх фундаменту, так і врівень з підлогою. Тестер в даній комплектації розрахований на підключення до ПК, що входить до складу тестера гальмівного зусилля BT-90 PRO ICE, для чого оснащується відповідним інтерфейсом.

Перевірку стану амортизаторів на автомобілі можна проводити за допомогою аналізатора підвіски SA400. Для отримання достовірних результатів кожен з чотирьох вузлів підвіски випробовується окремо

протягом 30-ти секунд. Тестування виконуються за методикою EUSAMA. Згідно з методикою в ході вібраційних випробувань контролюється частка часу, протягом якого колесо контактує з дорогою. Аналізатор дозволяє:

- перевірити баланс амортизації «ліво-право»;
- тестувати підвіску за двома критеріями – загальна жорсткість всіх елементів підвіски (режим «зчеплення») та стан амортизаторів (режим «амортизація»);
- оцінювати ходові якості автомобіля та виводити результати на монітор.

Крім цього, в аналізаторі реалізовано ноу-хау фірми Hunter – технологія Damping Measurement System. З її допомогою визначається характер демпфування стійки або амортизатора (м'яке, нормальне або жорстке).

Вимірювальна система тестера підвіски SA 2 EURO (МАНА, Німеччина) побудована за методом BOGE/МАНА з функцією осьових ваг. Використовується для автомобілів з осьовим навантаженням до 2 тон, має ширину колії 880...2200 мм. При інтегруванні тестера підвіски в діагностичну лінію (EURO-SCREEN, EURO-SYSTEM), робочі майданчики тестера розміщені на опорній платформі спільно з роликовим блоком гальмівного стенду (рис. 4.20, а).

Аналіз стану амортизаторів здійснюється в автоматичному режимі, починаючи з завантаження обох майданчиків стенду. Забезпечується ручне керування вібрацією платформ для пошуку шумів (вібро-акустична діагностика амортизаторів). При цьому використовуються опціональні модулі пошуку шумів із кабельним або інфрачервоним пультом дистанційного керування.

Перевірка на стенді проводиться так. Автомобіль в'їжджає на стенд передньою віссю. В результаті зміни ваги на робочих майданчиках проводяться вимірювання в автоматичному режимі. На моніторі комп'ютера формується зображення, на якому вказуються атрибути та вага передньої осі (рис. 4.20, б). Далі активізуються коливання лівого майданчика стенду. На екран виводяться результати тестування у вигляді тимчасової діаграми коливань червоного кольору та цифрових значень амплітуди коливань у зоні резонансу (махометр). В результаті перерахунку виміряних значень на екран також виводиться відсотковий коефіцієнт ефективності амортизатора (відсотки).

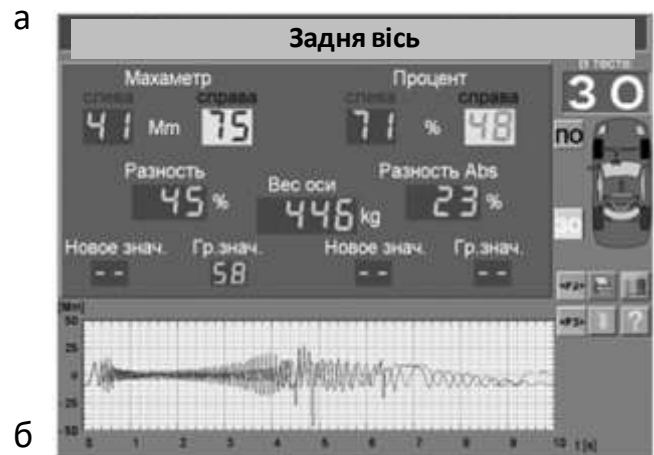
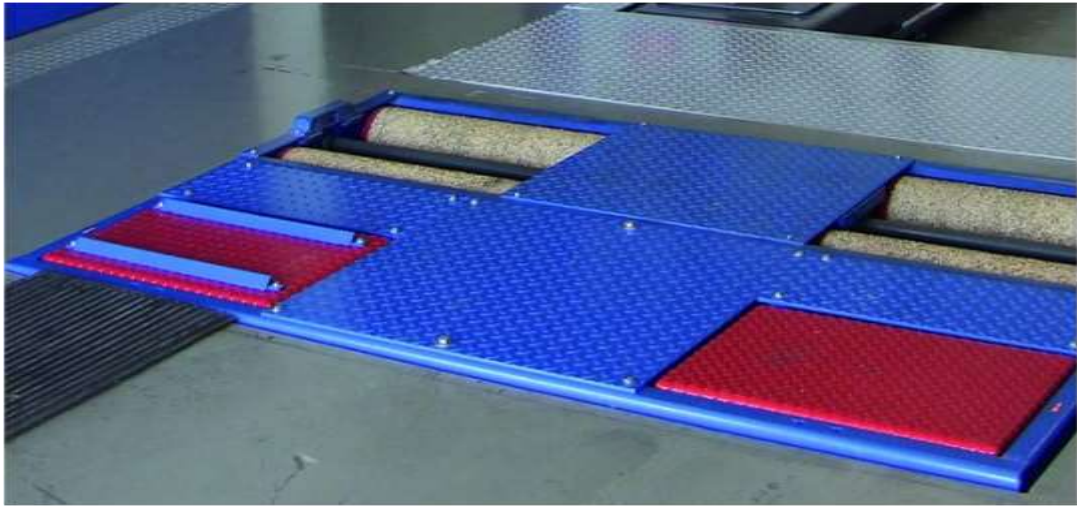


Рис. 4.20. Тестер підвіски SA 2 EURO: а – конструкція силової частини; б – візуалізація результатів вимірювань

Після цього активізуються коливання правої платформи стенду і аналогічним чином виводяться результати для правого амортизатора (накладається діаграма коливань синього кольору). За результатами оцінки обох амортизаторів передньої осі обчислюється відносна різниця між лівим і правим колесами. Перевірка задніх амортизаторів виконується аналогічним чином після наїзду коліс задньої осі на платформи стенду.

Ще один стенд перевірки демпфуючих властивостей підвіски MSD 3000 EURO німецької фірми МАНА з функцією осьових ваг має конструкцію аналогічну до тестеру підвіски SA 2 EURO. Це виконання також передбачає поєднання з роликівим блоком гальмівного стенду IW 2 EUROSISTEM.

За допомогою MSD 3000 можна провести швидку і точну перевірку амортизаторів, так як цей стенд визначає демпфуючі властивості

осі на підставі фізичного, а не емпіричного, фактору. Робота MSD 3000 заснована на резонансному методі BOGE/МАНА і аналізує кількість розсіюваної енергії в коливальній системі (колеса, вісь і кузов) на резонансній частоті (див. рис. 4.6). Через подальшу фізичну оцінку визначається безрозмірний фактор демпфування Лерше, також відомий як ступінь демпфування «D». У процесі випробувань електромотори розгойдують платформи стенду до частоти 10 Гц, потім відбувається процес загасання коливань, що частотно керується, до стану спокою з оцінкою максимальної амплітуди коливань. Повністю автоматизований цикл вимірювання (включаючи запуск при завантаженні обох майданчиків та зважування осі та всього автомобіля) забезпечує нескладну оперативну постановку діагнозу. Детальна роздруківка даних для клієнта включає виміряні величини, дату, час та адресу компанії. Понад те, графічне представлення амплітуд коливань програмним забезпеченням EURO-SYSTEM (див. рис. 4.20, б) значно полегшує процес оцінки при випробуваннях. Можна також порівнювати отримані дані з раніше отриманими або даними за аналогічними транспортними засобами.

У стенді MSD 3000 реалізується опціональна функція пошуку шумів (стукань) підвіски. Для цього, вібрацію майданчиків стенду запускають окремо або одночасно. Частота коливань майданчиків з кожного боку змінюють незалежно один від одного. При цьому, завдяки безшумній роботі стенду, шуми можна легко виявити і локалізувати. Після усунення причини шуму проводиться додаткова перевірка на стенді.

4.6. Вимірювачі сумарного люфту системи кермування

Прилад для вимірювання сумарного люфту рульового керування ВСЛ-401МК вимірює кут повороту рульового колеса до початку повороту керованих коліс. Складається з приладового мікропроцесорного блоку з рідкокристалічним однорядковим дисплеєм і датчика початку повороту з упорами в диск колеса (рис. 4.21, а).

До складу приладу також входять: зарядний пристрій для заряджання вбудованого акумулятора від мережі 220 В та кабель живлення від гнізда прикурювача. Як первинні датчики кута повороту рульового колеса і початку повороту керованих коліс використані чутливі елементи потенціометричного типу.



Рис. 4.21. Зовнішній вигляд тестерів рульового керування серії ІСЛ-401:
 а – модель ВСЛ-401-МК; б – модель ВСЛ-401-М; в – модель ВСЛ-401-М.01

Для вимірювання люфту рульового керування транспортних засобів, що мають вісь кермової колонки, нахилену під кутом менше 30° до вертикальної осі, в комплект приладу входять тяга, присоска, яка через пружину пов'язана зі шнуром, і планка з отворами, що дозволяє регулювати довжину шнура. Виведення даних з приладу на комп'ютер

забезпечується через порт RS-232 відповідно до протоколу обміну даними ліній технічного контролю. Прилад ВСЛ-401МК характеризується параметрами: діапазоном вимірювання кута сумарного люфту $0...30^\circ$; абсолютною похибкою вимірювань $\pm 0,5^\circ$; кутом реєстрації початку повороту керованого колеса $0,06 \pm 0,01$.

Основний блок приладу встановлюється і фіксується захопленням за обід рульового колеса автотранспортного засобу, що перевіряється. Датчик початку повороту встановлюється у колеса упорами на зовнішню вертикальну площину диска колеса і підключається до основного блоку. При обертанні рульового колеса із закріпленням на ньому основним блоком вліво, датчик початку повороту дає команду мікропроцесору основного блоку на початок відліку кутової величини люфту при досягненні керованим колесом заданого кута початку повороту. Інженер-діагност за звуковим сигналом та вказівкою на індикаторі змінює напрямок обертання рульового колеса. При переміщенні керованого колеса в іншу сторону від вихідного положення датчик початку повороту дає команду мікропроцесору на завершення відліку, а інженер-діагност чує звуковий сигнал для припинення вимірювань. На індикаторі висвічується результат виміру.

Вимірювач сумарного люфту має варіантні виконання (модифікації) в яких використані різні за принципом дії і конструкції датчики вимірювання кута повороту і початку повороту, використані сучасні мікроконтролери та буквено-цифрові індикатори більшої роздільної здатності.

Так, у модифікаціях приладу ВСЛ-М (рис. 4.21, б) та ВСЛ-М.01 (рис. 4.21, в) визначення сумарного люфту і сумарного кута кермового керування проводиться при нормованому зусиллі на рульовому колесі. В електронному блоці приладу використовується датчик зусилля повороту керма тензометричного типу і оптико-механічний перетворювач кута повороту (енкодер). Для реєстрації початку повороту та зміни напрямку повороту керованих коліс застосований безконтактний датчик індуктивного типу. При цьому, діапазон виміру повного кута повороту рульового колеса становить $0 \dots 120$ град.

Завдяки досконалості мікроконтролера та програмного забезпечення люфтоміри ВСЛ М-групи мають покращені метрологічні характеристики та розширений інструментарій користувача. Так, на дисплеї приладу в інтерактивному режимі відображаються повідомлення підказки типу: «ОБЕРТАЄМО КЕРМО»; «АВАРІЯ ДАТЧИКА. ДМТ:

1-й КАНАЛ»; «ОБРИВ КОЛА У1»; «ВИМІРЮВАТИ НЕМОЖНА! АКУМУЛЯТОР ПОТРЕБУЄ ЗАРЯДКИ!»; «ОБЕРТАЙ ПОВІЛЬНІШЕ»; «ВИМІРЮЄМО ЗНОВУ!»; «ПОМИЛКА ОБЕРТАННЯ!».

У люфтомірі ВСЛ-М.01 ГТН (рис. 4.21, в) для вимірювання кута сумарного люфту легкових та вантажних автомобілів, автобусів та тролейбусів, застосований електронний датчик гіроскопічного типу (датчик початку повороту коліс індуктивного типу). Люфтомір ВСЛ-М.01 ГТН дозволяє: автоматично розраховувати середнє значення люфту за результатами окремих вимірювань; вводити реєстраційний номер автомобіля; зберігати результати вимірювань при відключенні живлення; працювати у складі автоматизованої лінії технічного контролю. Перевірка технічного стану кермового керування проводиться відповідно до вимог:

- зміна зусилля у всьому діапазоні повороту рульового колеса повинна бути павною;

- не допускається мимовільний поворот рульового колеса при двигуні, що працює;

- сумарний люфт в рульовому управлінні не повинен перевищувати граничних значень, вказаних виробниками в експлуатаційній документації (за відсутності такої інформації приймають 10° для легкових автомобілів, 20° для автобусів, 25° для вантажівок);

- не допускається люфт у зчленуваннях важелів поворотних цапф та шарнірах рульових тяг.

Додамо, що згідно з вимогами нормативних документів, при проведенні техогляду (вимірюванні люфту рульового керування автомобілів та зусилля на рульовому колесі, контролі та встановленні «розвал-сходження») колісних транспортних засобів слід застосовувати поворотні платформи (рис. 4.22).



Рис. 4.22. Поворотна платформа: а – зовнішній вигляд; б – установка

Установка поворотних платформ забезпечує: безпеку проведення діагностичних робіт; візуальний контроль фактичного кутового положення колеса по лімбу; виключення похибок вимірювань викликаних пружними та фрикційними властивостями контактної поверхні шини колеса.

Контрольні запитання до теми 4

1. Назвіть основні елементи автомобільних підвісок.
2. За якими загальними ознаками класифікуються підвіски?
3. Поясніть поняття «напівактивна», «активна» і «адаптивна» підвіски.
4. Які елементи підвіски використовуються як об'єкти керування мехатронних систем?
5. Перелічіть методи і засоби діагностики підвіски автомобіля.
6. В чому полягає амплітудний метод перевірки підвіски автомобіля?
7. В чому полягає метод «шок-тест» під час перевірки підвіски автомобіля?
8. В чому полягає метод гальмування під час перевірки підвіски автомобіля?
9. В чому полягає метод BOGE/MAXA під час перевірки підвіски автомобіля?
10. В чому полягає метод EUSAMA під час перевірки підвіски автомобіля?
11. Опишіть устрій, функціонування та процедуру діагностування амортизаторів автомобіля на стендах спеціального призначення.
12. Опишіть устрій, функціонування та процедуру діагностування підвіски автомобіля амплітудним методом за допомогою спеціального тестеру.
13. Опишіть устрій, функціонування та процедуру діагностування підвіски автомобіля методом «Шок-тесту» на стендах відповідного призначення.
14. Опишіть устрій, функціонування та процедуру діагностування підвіски автомобіля методом гальмування на стендах відповідного призначення.
15. Опишіть устрій, функціонування та процедуру діагностування підвіски автомобіля методом BOGE/MANA на стендах відповідного призначення.
16. Опишіть устрій, функціонування та процедуру діагностування підвіски автомобіля методом EUSAMA на стендах відповідного призначення.
17. Опишіть устрій, функціонування та процедуру діагностування системи рульового керування автомобіля за допомогою вимірювачів сумарного люфту.
18. Поясніть призначення та принцип будови тестера люфтів.
19. Зазначте конструктивні і функціональні відзнаки тестерів люфтів різних виробників.
20. Наведіть комплектацію тестеру амортизаторів SAT USB.
21. Які функції містить меню тестеру амортизаторів SAT USB?

22. В якому вигляді надаються результати тестування на приладі SAT USB.

23. Зазначте конструктивні і функціональні відзнаки вібраційних стендів промислових зразків провідних виробників.

24. Яка інформація і в якому вигляді виводиться на монітор вібраційних стендів промислових зразків?

25. Наведіть комплектацію тестерів рульового керування.

26. Зазначте конструктивні і функціональні відзнаки тестерів рульового керування різних модифікацій.

5. Контрольно-вимірювальні комплекси для перевірки ходової частини автомобіля

5.1. Об'єкти і методи контролю

Перевірки ходової частини за характеристиками керованості автомобіля полягають у контролі: кутів установки керованих коліс за величиною сходження, кутами розвалу і нахилу шворня поворотного кулака в поперечній і поздовжній площинах; співвідношення кутів повороту; паралельності передньої та задньої осей; зміщення мосту.

Кути установки коліс автомобіля мають прямий вплив на безпеку дорожнього руху, ресурс гуми, витрата паливно-мастильних матеріалів та інші експлуатаційні властивості автомобіля. Тому, після проведення будь-яких робіт з ходової частини або при експлуатації транспортних засобів у важких умовах (вибоїни на дорогах, перевантаження) обов'язково потрібно проведення регулювання кутів установки коліс. Дано визначення кутових та геометричних параметрів ходової частини автомобіля які підлягають контролю [17].

Розвал колеса – це кут між площиною обертання колеса та перпендикуляром до поверхні дороги (рис. 5.1, а).

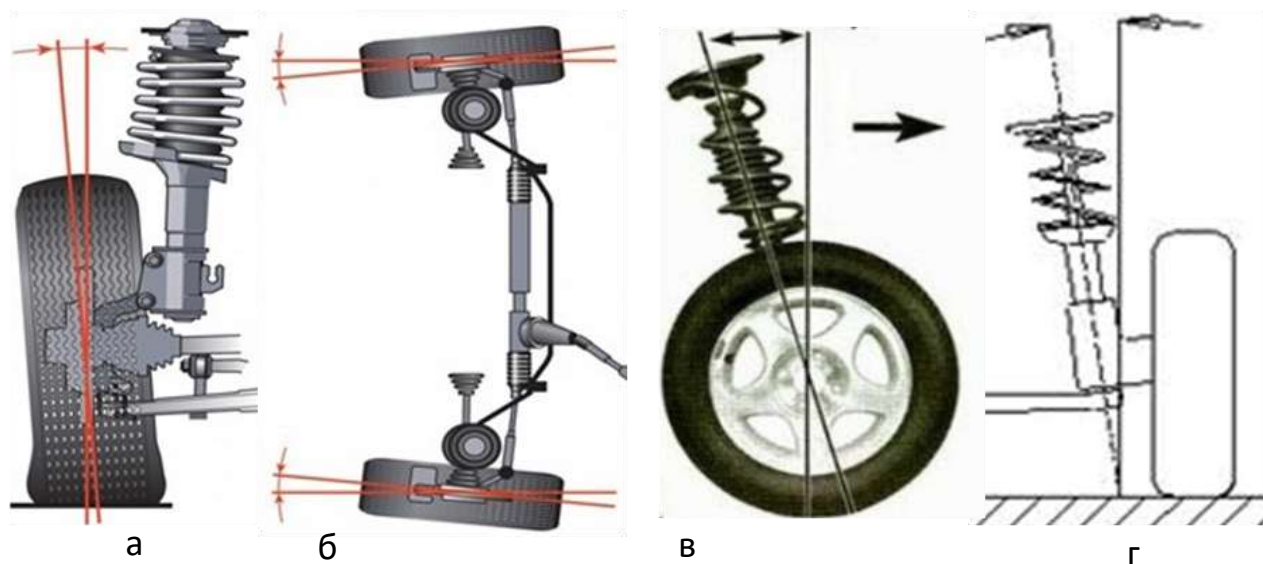


Рис. 5.1. Кутові параметри установки коліс: а – розвал; б – сходження; в – кастер; г – поперечний нахил шворня

Правильний кут розвалу коліс забезпечує гарне зчеплення з дорогою та стабільність керування автомобілем. Неправильна установка

розвалу може спричинити нерівномірне зношування покришок і проблеми з керуванням (уводу автомобіля в бік під час руху по прямій).

Розвал вимірюється в градусах, при цьому колеса повинні знаходитися в положенні прямолінійного руху. Колесо з кутом розвалу в нуль градусів вертикально до дороги. Розвал покладіть, якщо верх колеса відхиляється назовні, і від'ємний, якщо нахил всередину. Необхідно розуміти, що в незалежній або напівнезалежній підвісці, розвал на автомобілі змінюється зі зміною навантаження автомобіля, або зі зміною крену. Значення розвалу, що виникає в ході руху автомобіля, називається динамічним розвалом коліс.

На автомобілях з підвіскою «Мак Ферсон» (див. рис. 4.1, а) використовується нульовий або невеликий негативний розвал, що пов'язано з відмінністю інших настановних параметрів даної підвіски, викликаним її конструктивними особливостями. На двох важільних підвісках (див. рис. 4.1, б) статичний розвал, як правило, можна регулювати.

Спочатку статичний розвал вимірювався за допомогою схилів і рівнів різних систем, в даний час використовуються або оптичні датчики з комп'ютерною обробкою результатів, або гравітаційні датчики нахилу.

Найкритичніший кут установки коліс – це кут сходження. Надмірно позитивне або негативне сходження викликає підвищене зношування покришок. Сумарне сходження коліс однієї осі – це різниця відстаней (у міліметрах), виміряних по переднім та заднім точкам дисків коліс, у горизонтальній площині. Це визначення правильне у разі непошкоджених, правильно змонтованих коліс. В іншому випадку, застосовується процедура «gun out» (віднімання биття колеса зі значень сходження). Якщо відстань виміряна по переднім точкам менше відстані виміряного по заднім точкам, то говорять про позитивне сходження, якщо навпаки – про негативне або зворотне сходження. Сходження може також виражатися в кутових заходах (градусах).

Кут сходження – це кут між площиною обертання колеса та напрямом руху автомобіля (рис. 5.1, б). Сходження вважається нульовим, якщо колеса паралельні один одному.

Кут поздовжнього нахилу шворня це кут між осьюовою лінією стійки транспортного засобу та вертикаллю. Правильно виставлений кут нахилу шворня зменшує навантаження на підшипники та покращує керуваність автомобіля.

Поздовжній нахил шворня (кастер) дозволяє поліпшити стабільність керування і забезпечити динамічне самовстановлення керованих коліс при русі автомобіля. Неправильний кут поздовжнього нахилу шворня викликає додатковий момент опору при обертанні рульового колеса. Поздовжній нахил шворня – це кут між вертикаллю та проекцією осі повороту колеса на вертикальну поздовжню площину, що проходить через вісь дії тяги (рис. 5.1, в). Поздовжній нахил шворня вимірюється у градусах. Поздовжній нахил шворня позитивний, якщо верхня частина осі відхилена назад, поздовжній нахил шворня негативний, якщо верхня частина осі відхилена вперед.

Кут поперечного нахилу шворня – це кут між вертикаллю та проекцією осі повороту колеса на поперечну площину автомобіля (рис. 5.1, г). Цей кут забезпечує самовирівнювання керованих коліс за рахунок ваги автомобіля.

Зовнішнє сходження коліс визначається як різниця між кутами повороту передніх коліс при повороті на 20° . При цьому, внутрішнє колесо виявляється повернутим щодо вихідного положення на більший кут (рис. 5.2, а).

Ця кутова різниця дозволяє зменшити опір керма при повороті автомобіля. Кут зовнішнього сходження коліс при повороті у стаціонарних умовах зазвичай перевіряють за допомогою поворотних платформ.

Кутове зміщення осі вимірюється як кутова різниця в горизонтальному положенні осі одного колеса щодо іншого, по відношенню до перпендикуляра поздовжньої осі авто (рис. 5.2, б).

Кут відхилення заднього моста (кут осі тяги) – кут між віссю симетрії автомобіля та напрямом руху задньої осі (рис. 5.2, в).

Різниця по протекторам (по ширині колії) визначається як кут між осьовими лініями через точки контакту коліс лівого і правого борту (градуси) або як різниця відстаней (міліметри) між точками контакту коліс передньої та задньої осі (рис. 5.2, г).

Різниця колісної бази визначається як кут між осями передніх і задніх коліс (градуси) або як різниця відстаней (міліметри) між осями по правому та лівому бортах (рис. 5.2, д).

Бокове зміщення визначається як кут між осьовою лінією через точки контакту коліс одного борту і віссю симетрії автомобіля (градуси) або як відстань (мм) між центральними площинами обертання коліс передньої та задньої осі борту (рис. 5.2, е).

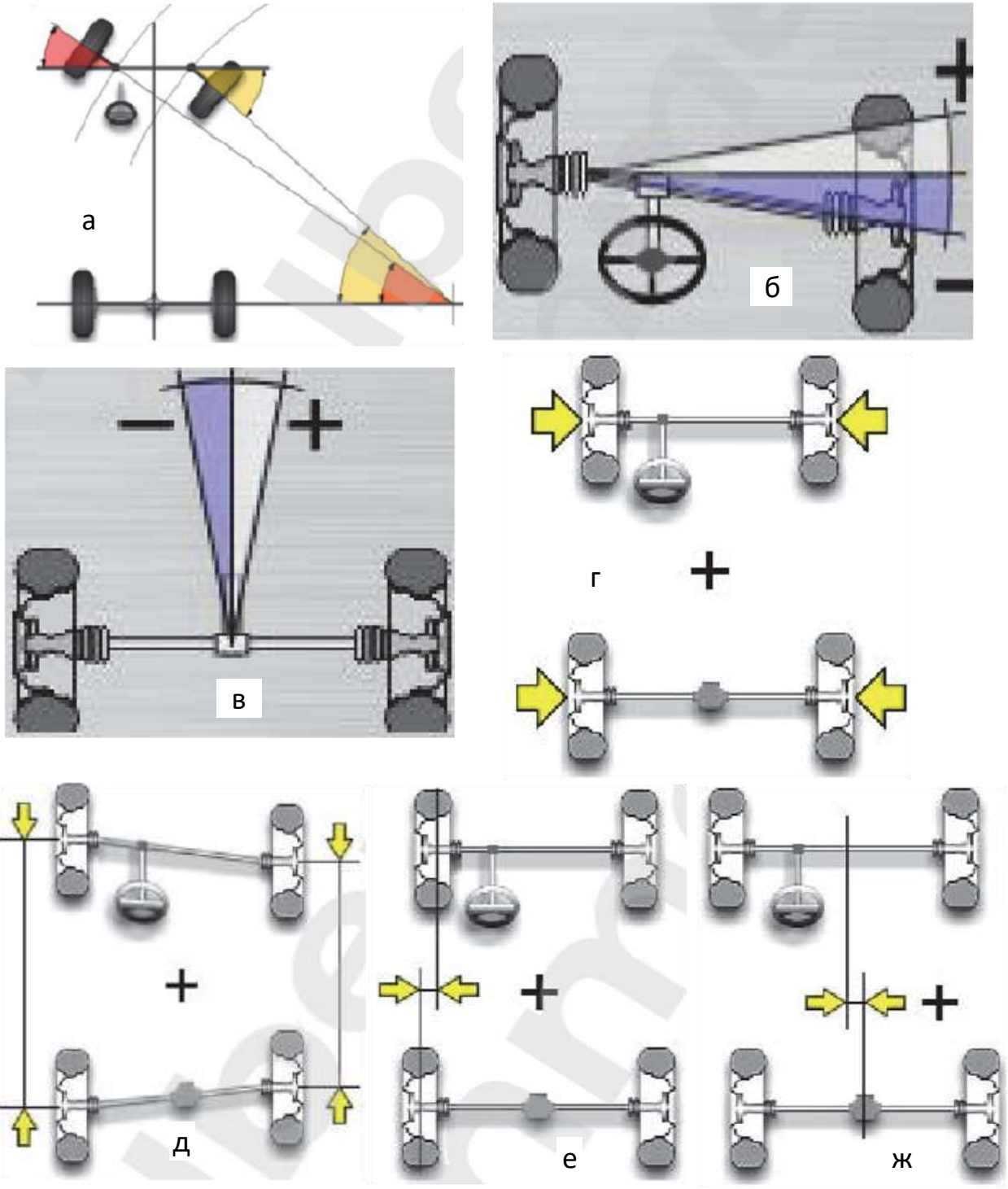


Рис. 5.2. Геометричні параметри ходової частини:

а – зовнішнє сходження; б – кутове зміщення осі; в – кут осі тяги;
 г – різниця по протекторам; д – різниця колісної бази; е – бокове
 зміщення; ж – зміщення осі

Зміщення осі вимірюється як кут між прямою через точки симетрії осей передніх та задніх коліс та віссю тяги автомобіля (градуси) або

як відстань (міліметри) між перпендикулярами до центральних точок осей передніх та задніх коліс автомобіля (рис. 5.2, ж) .

5.2. Принципи побудови вимірjuвальних систем

Стенди для перевірки ходової частини автомобіля за кутовими параметрами установки коліс можна поділити на дві групи – стенди експрес діагностики в динамічному режимі (тестери уводу колеса) і стенди для поглибленого контролю в статичному режимі (регулювання розвал/сходження). Силова частина тестерів уводу колеса виконується у вигляді рухомої платформи або приводних роликів (барабанів) [18].

Платформні стенди мають орієнтовано рухомий майданчик встановлений на пружних елементах, сумарна жорсткість яких приблизно на порядок більша за жорсткість шини. Основним критерієм оцінки установки коліс на таких стендах є величина і напрямок бічної сили, яка діє в контактї шини з опорною поверхнею при проїзді колеса через автомобіля платформу з невеликою швидкістю (порядку 5 км/год).

У платформних стендах використовується динамометричний (з силовою взаємодією між шиною і платформою) або переміщуваний (переміщення без протидії сили) підхід. Рівнодіючі бічних сил, які виникає в контактї шини з цією платформою, переміщає її в напрямку, перпендикулярному щодо напрямку руху колеса. Переміщення (діюча сила) рухомого майданчика сприймається датчиком переміщення (сили).

При використанні в силовій частині тестерів уводу бігових барабанів пасивні колеса нерухомого автомобіля наводяться в обертання біговими барабанами. У цьому випадку виконують балансування рульового колеса автомобіля і домагаються рівності бічних сил на обох керованих колесах. Вимірjuвальна система у стендах такої конструкції побудована на реакції веденого ролика.

Тестери уводу колеса дозволяють оперативно визначити лише рівнодіючу бічну силу чи викликане нею переміщення і тому використовуються на першому етапі контролю (експрес-діагностика). Який саме кут установки коліс вимагає регулювання, тестери уводу не визначають. При необхідності, подальше обслуговування автомобіля виконують на стендах в статичному режимі.

Стенди для контролю кутів установки коліс у статичному

режимі дозволяють вимірювати кутові та геометричні параметри ходової частини автомобіля (див. рис. 5.1 і 5.2). У вимірювальних системах більшості сучасних стендів закладено принцип рівня (або схилу). Відхилення колеса від цих базових положень може зчитується візуально по приладах безпосередньої оцінки (у механічних вимірювальних системах) або за допомогою електронних вимірювальних приладів. У сучасних стендах процес вимірювань автоматизований і використовуються комп'ютерні технології вимірювання та обробки сигналів [2].

До приладів безпосередньої оцінки відносяться оптичні вимірювачі сходження та рідинні рівні розвалу, які кріпляться на колесі автомобіля за допомогою захватів (рис. 5.3).

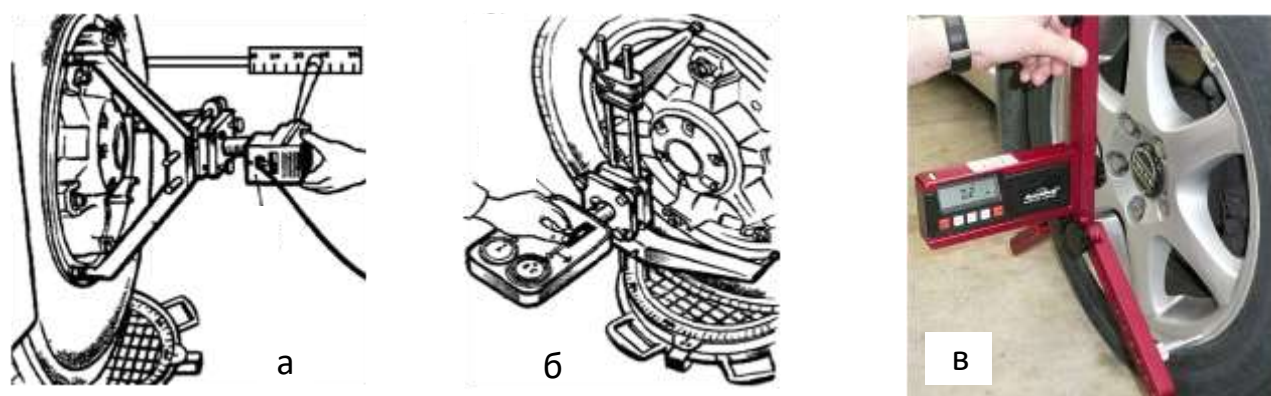


Рис. 5.3. Засоби контролю кутів установки коліс в статичному режимі:
а – проєктор зі світловим чи лазерним променем; б – рівень;
в – електронний прилад розвал/сходження

Подальшим кроком розвитку діагностичного обладнання стало застосування електронних вимірювальних систем із датчиками рівня (рівнями) та кутового положення (рис. 5.3, в). Поряд з цим, при реалізації контрольних-вимірювальних комплексів використовуються мікропроцесорні засоби автоматизації процесу діагностування, обробки та модифікації результатів вимірювання, постановки діагнозу і надання вказівок до проведення регулювальних робіт.

На сучасних станціях технічного обслуговування та сервісних послуг використовуються три види стендів розвал/сходження. Це лазерні або оптичні стенди, комп'ютерні стенди з вимірювальними головами (CCD-технологія) і комп'ютерні стенди з технології 2D, 3D 4D [19...21].

Лазерні стенди розвал/сходження є найбільш доступними і поширеними серед приватних власників автосервісу розвалом. Він простий у конструкції, надійний, зручний і відносно не дорогий за ціною. Принцип дії стенду простий. Основні конструктивні елементи лазерного стенду, це джерело лазерного випромінювання, з дзеркалами і вимірювальними шкалами. Працюють вони за звичайним законом оптики – кут падіння променя світла дорівнює куту відображення. Лазерні випромінювачі встановлюються на автомобіль на рівній відстані один від одного і на рівній відстані по відношенню до вимірювальних шкал. При монтажі стенду промені калібрують так, щоб вони розташовувалися по одній умовній лінії, що проходить паралельно площині коліс автомобіля.

На колесо за допомогою спеціального затиску закріплюється дзеркало в площині обертання колеса (рис. 5.4 а).

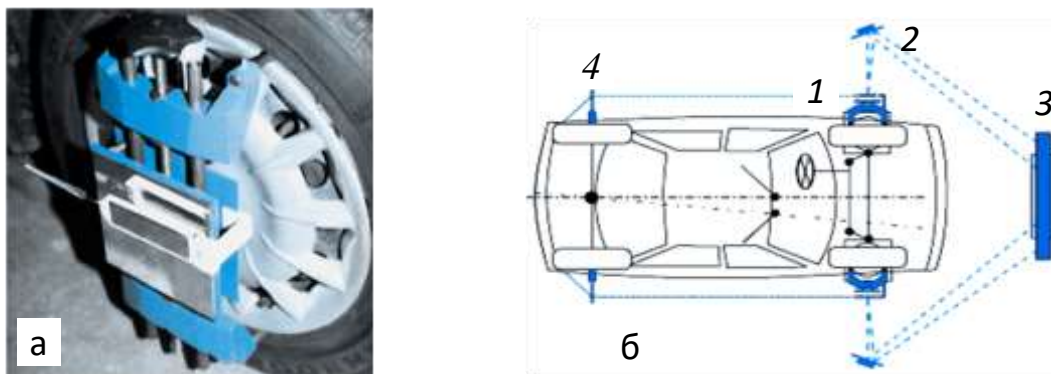


Рис. 5.4. Лазерна технологія вимірювання розвал/сходження:
а – установка лазера на колеса; б – схема вимірювань

Згідно зі схемою вимірювань (рис. 5.4 б), проекційна система включає: лазерну установку 1; дзеркала бокового відображення 2, що утворюють оптичні плечі для підвищення точності вимірювань; вимірювальний екран 3; додаткові дзеркала задніх коліс 4 для оцінки їх кутового положення.

У разі коли колесо знаходиться у вертикальному стані (нульовий розвал) і розташоване паралельно другому колесу даної осі (нульове сходження), що відбився від дзеркала промінь, повернеться в ту крапку, з якої вийшов (на нульову мітку шкали). Якщо, колесо розташоване не паралельно протилежному колесу і відхиляється від вертикального стану, відбитий промінь впаде на відповідний поділ шкали екрану. Лазерні стенди розвал сходження можуть робити замір кутів коліс розміром 12...18 дюймів.

Зазначимо, що в лазерних стендах не використовується комп'ютер як засіб перетворення або модифікації інформаційного сигналу і тому стенди цієї групи не розглядаються як комп'ютеризовані засоби діагностики. Однак для повноти картини з даної теми далі розглянемо кілька прикладів лазерних стендів промислових зразків.

Принцип роботи *комп'ютерних стендів за CCD-технологією* ґрунтується на використанні вимірювальної головки з CCD датчиками нахилу. Аббревіатура CCD (Charge-Coupled Device) перекладається як прилад із зарядним зв'язком. Промінь від джерела світла фокусується на CCD-камеру з датчиками зображення, викликаючи в них електричний сигнал, який перетворюється на цифровий код. Завдяки своїй відносно невисокій вартості і достатньої функціональності ці стенди найчастіше використовуються на постах малої та середньої пропускної спроможності, оскільки для проведення всіх етапів вимірювання, їм необхідно більше часу, ніж на більш сучасних 3D стендах. У повному комплекті стенду використовуються чотири вимірювальні головки з вісьма датчиками. Така комплектація утворює замкнутий чи повний вимірювальний контур. Внаслідок того, що головки мають великий кут оглядового вимірювання, зменшується ймовірність того, що в процесі вимірювання головки можуть «втратити» один одного. Головки стенду розвал/сходження мають жорстку систему фіксації за диск колеса автомобіля і підтримують зв'язок з базовим комп'ютером.

Вимірювальні системи стендів передових виробників виконуються на базі CCD матриць високої роздільної здатності, які дозволяють вимірювати сходження, колісну базу і ширину колії, а також сходження в повороті з високою точністю і без використання електронних поворотних кіл. У таких системах кожна CCD камера містить два випромінювачі та CCD матрицю високої роздільної здатності (тисячі осередків).

Вимірювальні блоки (головки) оснащені магніторезистивними датчиками повороту для вимірювання кутів у горизонтальній площині та датчиками нахилу на базі 3D MEMS технологій для вимірювання кутів розвалу та нахилу осі повороту колеса. Таким чином, вимірювальна CCD-система включає: вісім CCD-камер на базі оптичних матриць; високоточні датчики нахилу; цифровий процесор з АЦП у кожному вимірювальному блоці. Цифрова передача даних від вимірювальних блоків на електронний блок керування проводиться проводимим (кордовий зв'язок через USB-порт) або бездротовим (радіо-частотний

Bluetooth зв'язок) способом. При кордовому зв'язку живлення електроніки здійснюється, як правило, за допомогою кабелів, а при радіочастотній – від вбудованих у вимірювальні головки акумуляторів.

Для проведення перевірки кутових параметрів автомобіль встановлюють керованими колесами на поворотні платформи, закріплюють на дисках коліс затискачі і кріплять на їх осі вимірювальні блоки (головки), забезпечуючи зв'язок останніх з базовим модулем (комп'ютером) вимірювальної стійки (рис 5.5).

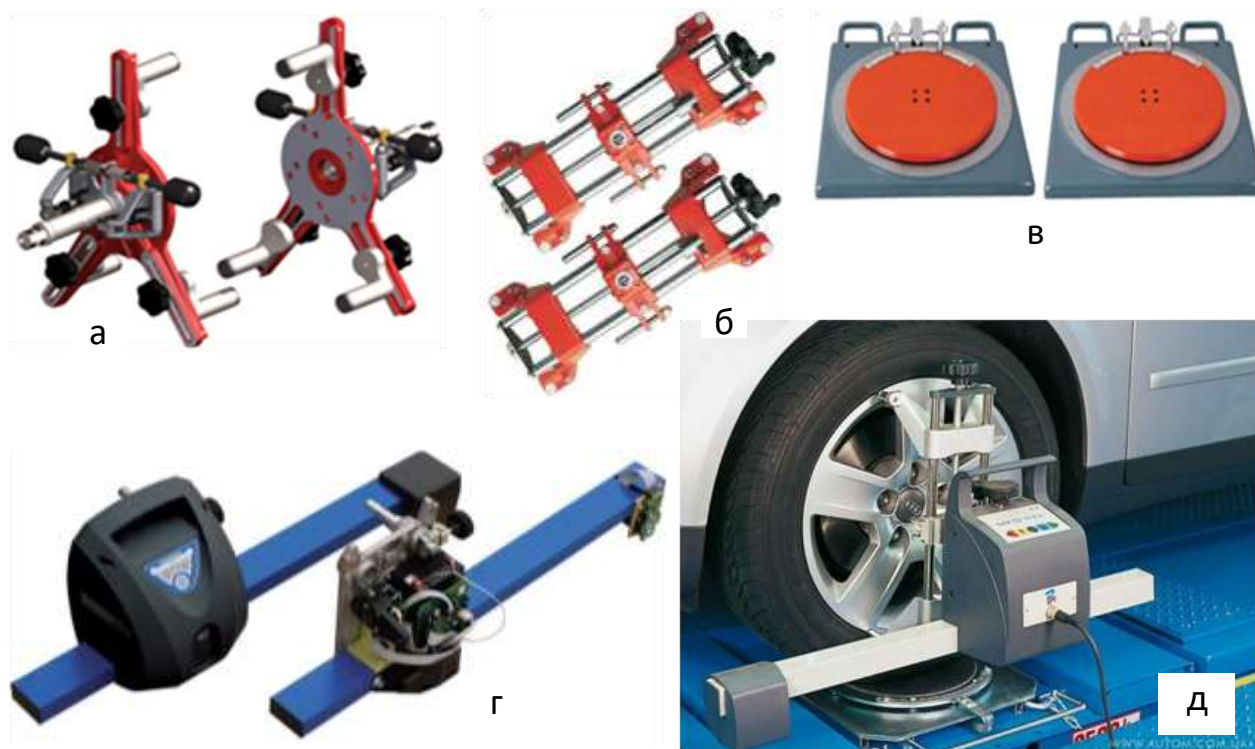


Рис. 5.5. Зовнішній вигляд елементів вимірювальної системи на базі CCD матриць: а – трьохточкові затискачі кріплення головок; б – чотирьохточкові затискачі кріплення головок; в – поворотні платформи; г – вимірювальна головка; д – установка вимірювальної головки на колесо автомобіля

Стенди забезпечують контроль положення осей всіх чотирьох коліс автомобіля. При цьому, залежно від комплектації розрізняють три категорії вимірювальних систем (рис. 5.6).

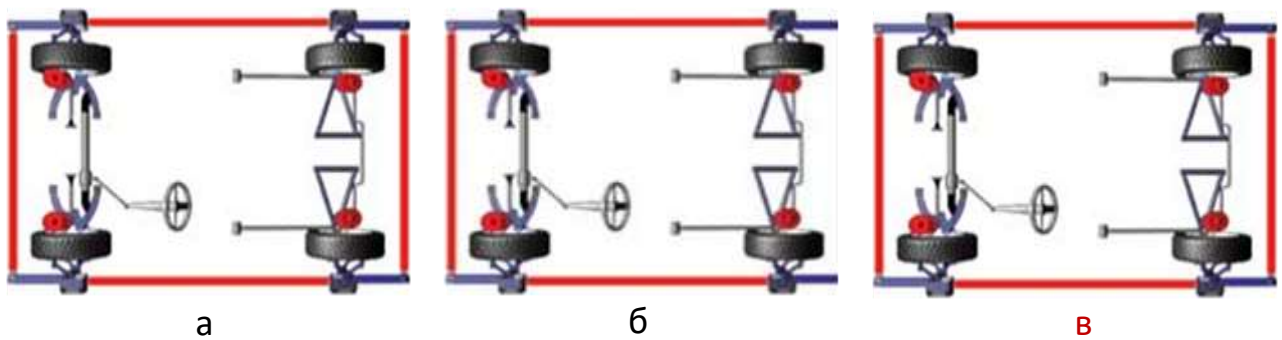


Рис. 5.6. Варіанти вимірювальних систем, утворених сенсорами:
 а – «Замкнений контур»; б – «П – контур»; в – «2 ІБ-контур»

- «Замкнений контур» – передбачає наявність 8 датчиків (камер), що вимірюють кути повороту в горизонтальній площині, і дозволяє вимірювати всі кути зміщення та симетрії.

- «П-контур» (відкритий контур) – передбачає наявність 6 датчиків, які вимірюють кути повороту в горизонтальній площині і дозволяє вимірювати основні кути зміщення осей: кут зміщення перед нього моста, кут руху (кут дії тяги). Не дозволяє вимірювати кут усунення заднього моста і кут відхилення геометричної осі.

- «2 ІБ – контур» передбачає наявність 4 датчиків, що вимірюють кути повороту в горизонтальній площині. Система дозволяє вимірювати кути сходження та зміщення моста (приблизно) тільки на одній осі. Для вимірювання іншої осі необхідна перевстановлення вимірювальних блоків (головок), що пов'язано з втратами часу.

У більшості CCD-стендах передбачена функція **PRRC**, яка дозволяє додатково проводити процедуру компенсації биття диска колеса методом прокатки автомобіля або шляхом плавного обертання коліс автомобіля на домкраті (рис. 5.7).



Рис. 5.7. Способи компенсації биття обода прокатуванням:
 а – трикроковий; б – чотирьокроковий

Відповідно до позицій колеса малюнку 5.7, а: 1-й крок – поворот на 60° назад; 2-й крок – 30° вперед; 3-й крок – 30° вперед. Прокатка колеса за другим способом (рис. 5.7 б) передбачає такі дії: 1-й крок – поворот на 30° назад; 2-й крок – 30° вперед; 3-й крок – 30° вперед; 4-й крок – 30° тому. Функція **PRRC** забезпечується датчиком повороту осі вимірювального блоку (головки). При цьому, реалізується стандартна або прецизійна схема вимірів.

Стенди розвал/сходження 3D-групи є по суті унікальним і відносно простим і зрозумілим в експлуатації. Термін 3D (3-Dimensional) застосовується до технологій, що використовують ефект стереоскопії (тривимірного уявлення). Стенди такого класу виконують більш точні та оперативні вимірювання порівняно з лазерними та CCD-комп'ютерними стендами. Принцип просторового виміру дозволяє вимірювати такі кути, які звичайним стендом можуть тільки розраховуватися. Вимірювання здійснюються потоком інфрачервоного випромінювання, який відбивається від мішені з індикаторними мітками, закріпленої на колесі автомобіля. Цифрові CCD-камери сприймають відбите від мішеней випромінювання, фіксуючи у своїй найменші відхилення у положенні кіл (рис. 5.8).



Рис. 5.8. Реалізація 3D-технології вимірювання кутів установки коліс з різноманітним розташуванням камер:

а – спереду зверху автомобіля; б – по центру знизу автомобіля

З прочитаних даних комп'ютер будує просторову віртуальну модель автомобіля і далі порівнює показання тестів з даними автомобіля з бази виробника. Такий метод вимірювання та аналізу отриманих

даних дозволяє позбутися необхідності горизонтального вирівнювання робочої поверхні, так як за точку відліку приймаються елементи самого автомобіля.

Вимірювальна система складається з системи збору даних та системи обробки даних. Система збору даних (система машинного зору) складається з чотирьох камер з високою роздільною здатністю та чотирьох мішеней. Мішені кріпляться на колісні диски за допомогою спеціальних адаптерів (рис. 5.9).

Камери системи машинного зору (по одній або попарно) розносяться на настановних балках (рис. 5.10). Така різноманітність конструктивних рішень виправдана різними умовами проведення контрольних операцій. Так, для оглядової ями переважним буде варіант конструкції низького супорта (рис. 5.10, в), а для кріплення на стіну – варіант lift version (рис. 5.10, д). Для автоматизації процесу налаштування (юстування) камер використовуються конструкції з електромеханічними підйомниками (рис. 5.10, г, е).

Система машинного зору 3D-стенда автоматично розпізнає мішені, встановлені на колеса автомобіля, а потім з високою точністю обчислює їх геометричне положення в просторі.



Рис. 5.9. Комплектація стану розвал сходження Hunter 3D:
а – мобільний кабінет з ПО; б – чотири камери; в – стійка для камер з чотирма мішенями; г – чотири універсальних колісних адаптера; д – дві мішені для вимірювання кутів вивороту коліс

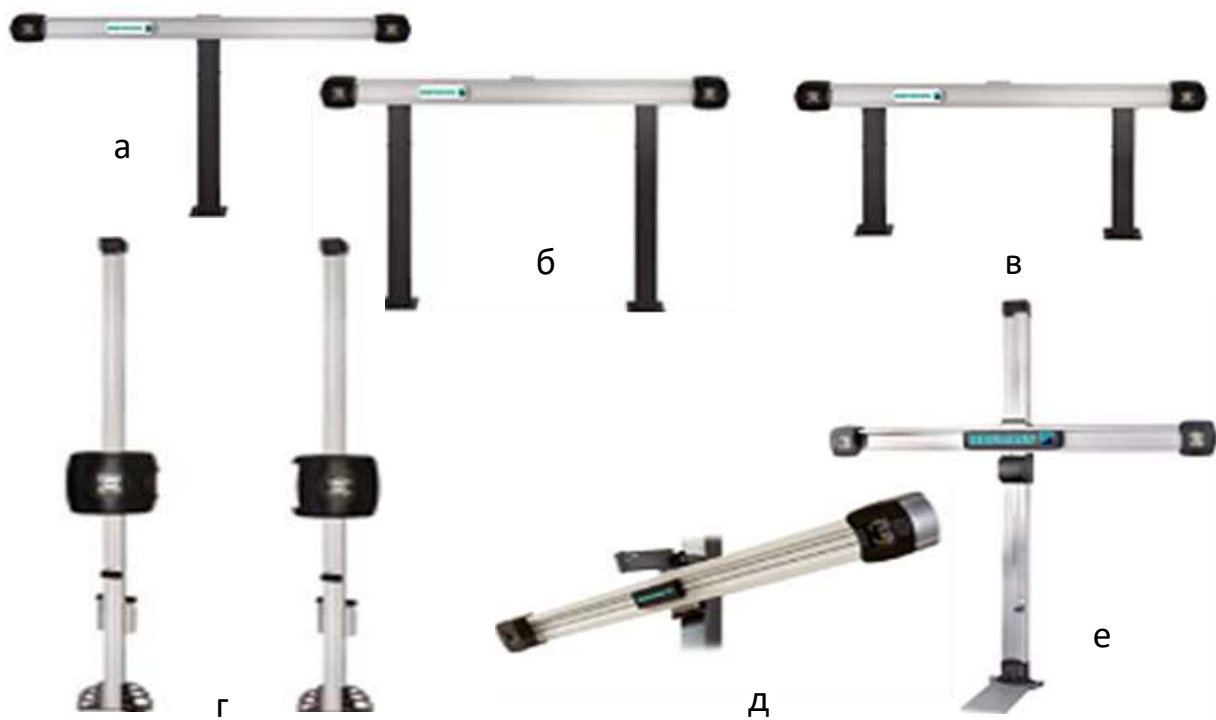


Рис. 5.10. Варіанти виконання балок з камерами 3D-стендів фірми Hofmann: а – tall support; б – dual tall support; в – dual short support; г – arago; д – lift version; е – no support

Система обробки даних складається з комп'ютера, системи електропостачання та інтерфейсу. Її функція полягає у виконанні команд, обробки даних та відображення інформації.

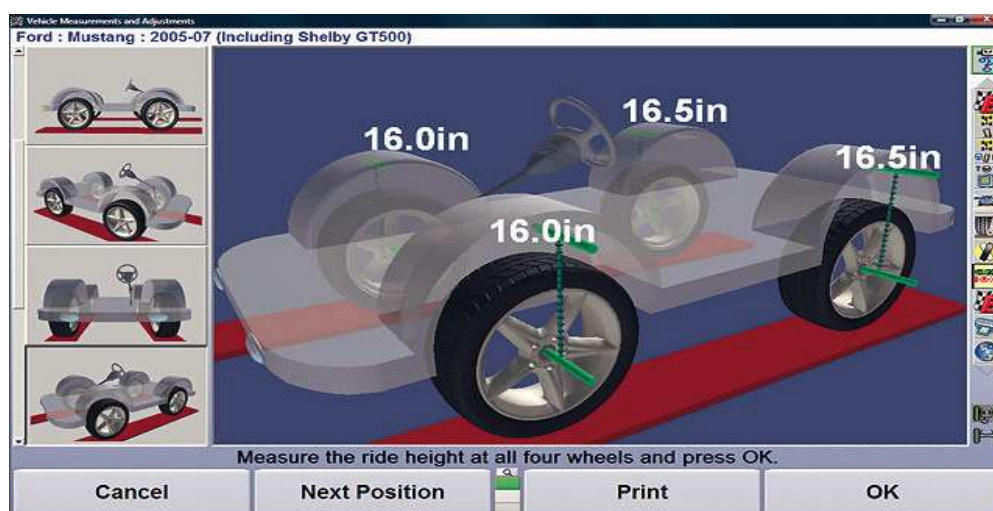
Крім основних елементів 3D-стенди комплектуються додатковим обладнанням, що дозволяє розширити вимірювальні функції стенду і перелік автомобілів, що перевіряються, а також підвищити оперативність проведення перевірочних і регулювальних робіт (рис. 5.11).



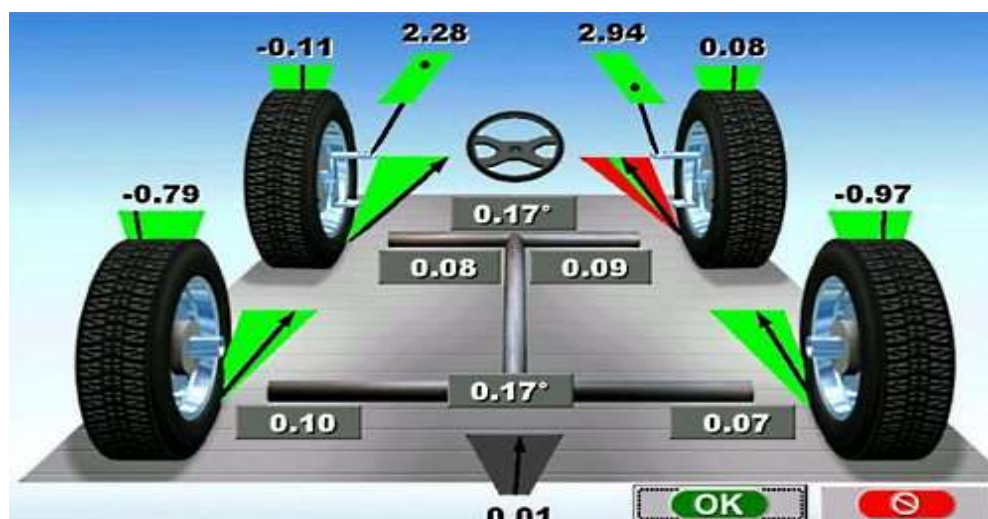
Рис. 5.11. Опціональні комплектуючі стенду розвал сходження: а - поворотні платформи; б – мішені для заміру висоти посадки кузова автомобіля; в – прилад для обнуління датчика кута повороту

Поворотні платформи (рис. 5.11, а) розміщують під передніми колесами автомобіля, полегшуючи повертання керованих коліс у стаціонарних умовах. По вимірному лімбу платформи спостерігають фактичні кути повороту коліс і визначають їх різницю (зовнішнє сходження колісної пари на повороті).

За допомогою допоміжних ТІР (Target Imaging Pointer) мішеней (рис. 5.11, б) вимірюють висоту посадки кузова автомобіля в автоматичному режимі. Ці виміри важливі для автомобілів з пневматичною підвіскою. За даними мішені оцінюють геометрію кузова щодо осей автомобіля, що дозволяє визначити проблеми з кузовом (рамою) автомобіля, виявити просідання пружин кожного колеса (рис. 5.12, а).



а



б

Рис. 5.12. Візуалізація результатів вимірювань на моніторі 3D-стенду:
а – висоти посадки кузова; б – кутів установки коліс

За допомогою приладу для обнуління датчика кута повороту (рис. 5.11 в) проводиться автоматичне визначення автомобіля; переналаштування датчика в процесі регулювання; ініціалізація докладних інструкцій. Прилад не потребує додаткового програмного забезпечення. Тип роз'єму підключення до автомобіля OBDII.

У комплект комп'ютерних стендів розвал/сходження також входять фіксатори рульового колеса (див. рис. 2.3, б) та педалі гальма (рис. 2.3, в), гаки для кріплення адаптерів; програмне забезпечення.

Технологія виміру кутів установки коліс полягає в наступному. Спочатку проводиться позиціонування системи (визначається просторова орієнтація осей обертання коліс). Для цього авто з встановленими мішенями прокочують в межах півметра (45° радіального переміщення коліс). Всі колеса при цьому компенсуються на биття одночасно. Далі починається процес побудови 3D-моделі площини автомобіля. Площина опрацьовується комп'ютером, прораховуються параметри підвіски, включаючи кути установки коліс та необхідні регулювання. Результати тестування наводяться на моніторі стенду в модифікованому вигляді (рис. 5.12, б).

При проведенні регулювальних робіт обертають кермо здійснюючи поворот коліс вліво і вправо. Встановлені перед підйомником камери реєструють переміщення мішеней і передають дані комп'ютерної обчислювальної програми. У результаті програма обробляє вхідну інформацію, креслить об'ємну модель підвіски автомобіля і вказує, як налаштувати кути розвалу, сходження або кастера.

Альтернативним технічним рішенням вимірювальної системи стендів контролю геометрії колісної бази є технологія Prism. Система вимірювань Prism німецької фірми Hofmann є восьмим поколінням якісної HD (Ultra-High-Definition) технології вимірювань від корпорації Snap-On Equipment. Технологія Prism (2D-стенди) є гібридною і включає елементи CCD та 3D-стендів. У вимірювальній системі використовуються два портативні вимірювальні пристрої (POD – POrtable Device) з HD камерами високої роздільної здатності. Пристрої POD встановлюються на задні колеса, а пасивні мішені-відбивачі на передні (аналогічні 3D-стенд). При цьому, використовуються лише два POD, а не чотири як у CCD-стендах. Зв'язок POD з базовим блоком – бездротовий (Bluetooth-канал), з передніми колесами – оптичне (автономне регулювання передньої осі). Система вимірювань Prims реалізована у стендах фірми Hofmann (рис. 5.13).



а



б



Рис. 5.13. Зовнішній вигляд 2D-стендів вимірювання кутів установки коліс: а – Techno vector 6; б – Geoliner 550 Prims

Камери стенду одночасно відстежують вимірювальні мішені, розташовані на передніх колесах автомобіля, і референтні мішені. Даний принцип дозволяє визначити координати положення камер і мішеней у просторі і на підставі цих даних зробити розрахунок кутів установки коліс.

Пристрої POD реєструють просторове положення задньої осі автомобіля, але роблять це інакше, ніж електронні головки CCD-систем. Для вимірювання відхилень від гравітаційної вертикалі в поздовжній і поперечній площині в POD використовуються інклінометри мікросхемного виконання. Ніяких прецизійних механічних компонентів, які можуть бути пошкоджені, у вимірювальних блоках немає. У них змонтовані відеокамери, що відстежують переміщення колісних мішеней, встановлених на передній осі автомобіля. Відносно положення камер

контролюється за допомогою інфрачервоних датчиків. Таким чином, навколо автомобіля створюється замкнений вимірювальний контур, що дозволяє отримати повну інформацію про геометрію підвіски.

Гібридна конструкція Prism забезпечує ряд переваг перед конфігураціями CCD і 3D-стендів:

- не вимагає монтажу та прив'язки до робочого місця;
- мобільність та зручність експлуатації (не стаціонарне розміщення відеокамер);
- можливість вимірювання та регулювання на будь-якій висоті підйомника;
- усунення обмежень видимості мішеней (кріплення камер на автомобілі);
- немає необхідності використовувати спойлер-адаптери (між мішенями відсутній оптичний зв'язок);
- немає необхідності використовувати електронні поворотні диски для контролю параметрів передньої осі (наявність камер відеоспостереження);
- підвищення надійності та скорочення експлуатаційних витрат (відсутність вразливих компонентів і кабелів).

Компенсація биття дисків у системі Prism виконується обертанням вивішених коліс на невеликий кут. Параметри коліс задньої осі вимірюються датчиками, які розташовані в POD. Вихідні дані про геометрію передньої осі система отримує в процесі візування мішеней при повороті передніх коліс, встановлених на поворотні диски.

Бездротові стенди на основі 4D-технології у своєму складі мають чотири вимірювальні головки з лазерними освітлювачами, які автоматично переміщуються вздовж нерухомого автомобіля (підйомника), позиціонуючи поверхні коліс в автономній системі координат утвореної чотирма блоками сенсорних головок. Системи вимірювань на основі 4D-технології реалізовані в стендах TD4400 Auto Drive Італійської фірми Ravaglioli та FWA 9000 Німецької фірми Bosch [22] (рис. 5.14).

Вимірювальні головки спочатку розташовуються по кутах чотирикутника основи підйомника. Після запуску системи, головки автоматично пересуваються до місця встановлення на передніх колесах. Протягом кількох секунд завершується вимірювання та візуалізація передніх і задніх прямих кутів.

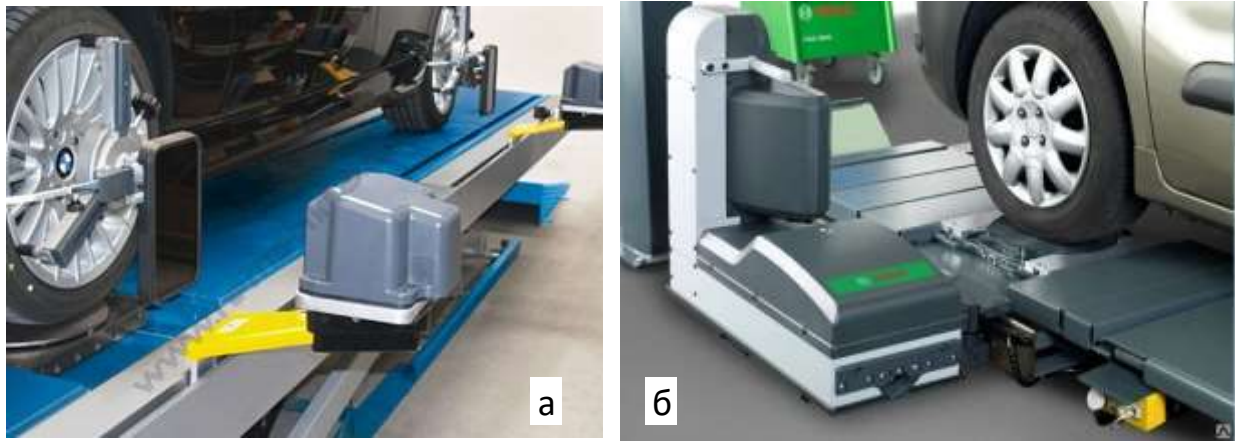


Рис. 5.14. Зовнішній вигляд 4D-стендів вимірювання кутів установки коліс: а – TD4400 Auto Drive; б – FWA 9000

Система сенсорів автоматично забезпечує поперечне і поздовжнє вирівнювання підйомника на будь-якій робочій висоті. На роботу систем не впливають функціональні обмеження, пов'язані з освітленням приміщення, формою або положенням транспортного засобу. Спеціальне ПЗ перевіряє та оновлює калібрування після кожного запуску тестуючої програми.

Вимірювальні системи розглянутих 4D-стендів принципово відрізняються способом позиціонування поверхні колеса. У першому випадку, застосовуються екрани, що закріплюються за допомогою захватів (рис. 5.14, а), у другому – відображення відбувається безпосередньо з поверхні коліс (рис. 5.14, б).

Стенд TD4400-Autodrive дозволяє вимірювати кути сходження та розходження передніх коліс, розвалу передніх коліс та кут тяги. Комп'ютерному середовищу стану доступні три програми, що тестують: «Прямі кути»; «Прямі кути і швидкий замір кута поздовжнього нахилу шворня»; «Прямі кути та завмер кута поздовжнього нахилу шворня у прямих кутах». Додано тести: «Achermann»; «Максимальний поворот рульового колеса»; «Діагностика рами»; «Сходження та кут поздовжнього нахилу шворня з керованими колесами».

Вимірювальна система безконтактного стану Bosch FWA 9000 для кожного з коліс складається з двох 3D-стереокамер, лазерного проектора та системи позиціонування автомобіля (рис. 5.15, а). Лазерний проектор генерує 4000 точок на поверхні колеса і кузова (рис. 5.15, б).



Рис. 5.15. Стенд безконтактних вимірювань кутів установки коліс **Bosch FWA 9000**: а – робоча панель блоку вимірювальної системи;
 б – позиціонування поверхні автомобіля;
 в – комплект у складі чотирьохстойкового підйомника

За допомогою стерео камер зображення з кожного колеса передається в систему для побудови об'ємної 3D-моделі в автономній системі координат, утвореної чотирма сенсорними головками.

Алгоритм обробки 3D-моделі розраховує геометрію установки коліс (кути сумарного та індивідуального сходження і розвалу по осях, дрейфу, поздовжнього нахилу осі повороту колеса, зворотної збіжності керованих коліс на поворотах) та їх взаємного розташування. Усі виміри виключають будь-які фізичні контакти вимірювальної системи з колесом, шиною або автомобілем. За рахунок цього виключаються

пошкодження дисків, шин, помилки при встановленні мішеней або головок. Одночасно досягається швидкість та точність вимірювань. Стенд автоматично визначає рух автомобіля, запускає первинні вимірювання, і протягом декількох секунд забезпечує отримання та обробку результатів для всіх коліс автомобіля.

Стенд оснащений ПЗ Smart Align з новим інтуїтивним користувальницьким інтерфейсом, що дозволяє проводити вимірювання в трьох варіантах – стандартні вимірювання, Smart Test (швидке вимірювання розвалу і сходження) і довільні вимірювання (відображення вибраних параметрів). Адаптер Smart Link забезпечує швидке і просте налаштування системи під будь-яку колісну базу. Значення кутів розвалу і сходження відображаються і в піднятому положенні автомобіля для легкого і швидкого регулювання. Результати вимірювань можна порівнювати з нормативними значеннями бази даних.

Ще одна перспективна розробка безконтактного стенду контролю кутів коліс автомобіля запропонована і запущена в продаж компаніям Siemens і АТТ. На колеса автомобіля не навішується додаткове обладнання. Від машини потрібно лише заїхати на стенд. Решта, що стосується вимірювань, стенд виробляє в повністю автоматичному режимі. До підйомника підключені чотири датчики, які можуть вільно переміщатися вздовж автомобіля. Датчики виробляють дистанційне дослідження коліс на предмет кутів установки. При цьому, прокочування автомобіля так само проводиться автоматично (доріжка на якій встановлений автомобіль побудована за типом конвеєрної стрічки, яка примусово рухається під колесами в прямому та зворотному напрямках).

Весь процес вимірювання кутів установки коліс автомобіля займає близько п'яти хвилин. Якщо потрібне регулювання якихось параметрів, то вона проводиться в звичайному режимі, як на будь-якому комп'ютерному стенді.

У новітньому поколінні стендів аналізу геометрії ходової частини CURA R 2000 АТТ (АТТ – Automotive Testing Technologies GmbH) виробництва Німеччини, застосовується унікальний зонд SIDIS 3DCAM, що служить основою всієї вимірювальної системи за технологією CCT (Color Coded Triangulation – кодування методом кольорової триангуляції). Такий принцип 3D-обміру полягає у наступному. Проектор під нахилом зверху освітлює об'єкт (колесо) растром кольорових ліній(рис. 5.16, а).



Рис. 5.16. Стенд аналізу геометрії ходової частини CURA R 2000 АТТ:
а – растрова підсвітка автомобіля проєктором; б – зовнішній вигляд стенда

При цьому, камера, розташована навпроти центру об'єкта, горизонтально відстежує відбиття від нього.

Якщо, об'єкт плоский і нерухомий, то спроектовані лінії растру сприймаються камерою як прямі паралельні (рівномірне поле). У разі вигнутої або нахиленої поверхні, а також під час руху об'єкта рівномірність поля відбиття порушується. Тривимірна інформація про кожну точку лінії реєструється камерою. Для отримання координатної інформації про поточний стан об'єкта, координати безлічі кольорових (розрізних) ліній сприймаються одночасно.

Вимірвальна частина стенду у складі з ножичним підйомником включає електронні плати на платформі витягу і два безконтактні модулі, встановлених на санчатах підйомника (рис. 5.16, б).

Застосування ССТ-технології на стенді дозволяє вимірювати нахил шворня (програма Micro Sweep) з поворотом колеса на 1/4 і здійснювати автоматичну компенсацію биття ободу. При цьому, колеса однієї осі за допомогою гідравлікою поворотно-зсувних пластин, що приводяться в рух, обертаються в протилежних напрямках, а автомобіль знаходиться в стані спокою і надійно зафіксований.

Після вибору автомобіля з банку даних подальший процес проводиться повністю автоматично відповідно до приписів виробника. Електронна синхронізація підйому платформ має функцію «заморожування» даних, отриманих на будь-якій висоті, що дозволяє точно проводити регульовальні операції. Інтерактивна система безпеки (технологія Safety Star) гарантує цілковиту безпеку на кожній висоті і

чудову синхронізацію між обома ходовими шинами за допомогою траєкторних вимірювань електроніки і пропорційної гідравліки. Відсутність будь-яких кріпильних пристроїв виключає ймовірність пошкодження дисків. Похибки та помилки вимірювання викликані неоднаковою установкою рульового колеса або помилками обслуговуючого персоналу при компенсації биття в системі виключаються.

5.3. Характеристика тестерів уводу коліс промислових зразків

Тестери бічного уводу промислових зразків різних фірм виробників відрізняються по: конструктивному виконанню, допустимому навантаженню, діапазону і точності і одиницям вимірювань, способу встановлення та розмірам платформи, програмно-апаратному забезпеченню. Розглянемо кілька прикладів продукції провідних виробників.

Тестер бокового уводу від прямолінійного руху SSP-2000 призначений для сходження коліс легкових автомобілів, мікроавтобусів та міні-вантажівок з навантаженням на вісь до 3 т. у складі ліній експрес-діагностики (рис. 5.17, а).

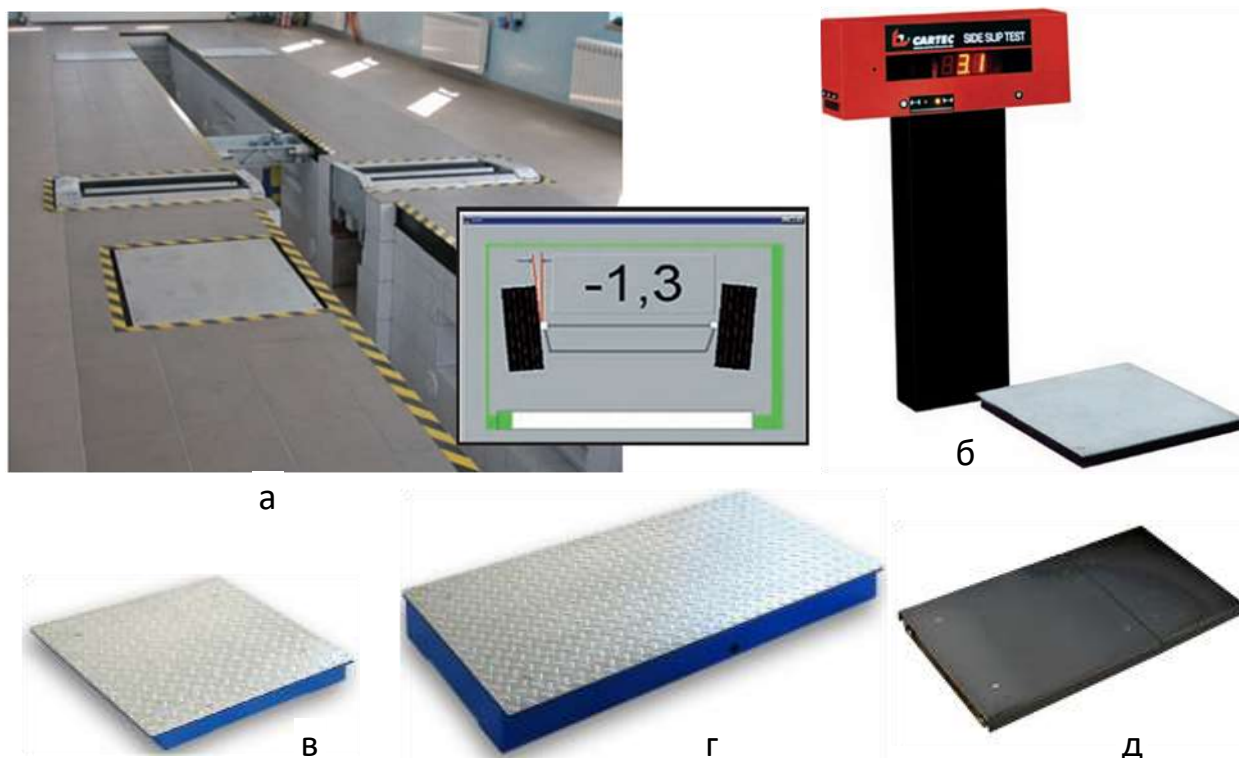


Рис. 5.17. Зовнішній вигляд тестерів бокового уводу коліс моделей:
а – SSP-2000; б – SSP-4000; в – UNO-2A; г – UNC-8; д – TY-3000

Тестер визначає величину уводу автомобіля від прямолінійного руху в мм/м. Має рамну конструкцію, призначену для проїзду через його рухливу (підпружину) платформу колесом у заданому напрямку та вимірювання її горизонтального переміщення (бічну силу) у напрямку, перпендикулярному напрямку проїзду. Датчики переміщення відстежують величину і напрямок переміщення платформи. Правильність установки сходження коліс оцінюється по зсуву рухомого майданчика в момент проїзду автомобіля з перерахунком на 1 км. Оцінний норматив – відхилення від прямолінійного руху до 7 м/км. Дані вимірювань виводяться на цифровий дисплей або централізовано заносяться в комп'ютер з подальшою передачею на монітор і роздруківкою на принтер.

За результатами висновку приймається рішення про необхідність подальшої діагностики (регулювання) на люфт-детекторі і стіні розвал/сходження. Тестер може бути інтегрований до складу гальмівних стендів або ЛТК легкових автомобілів.

Тестер бокового уводу UNO-2A аналогічного призначення з допустимим навантаженням на вісь до 3,5 т представляє вимірювальну пластину, яку встановлюють на рівні підлоги (рис. 5.17, в). Тестер комплектується шафою керування лінії технічного контролю Uniline Quantum 2000.

Тестер бокового уводу SSP-4000 для легкових та вантажних автомобілів з навантаженням на вісь до 15 т (рис. 5.17, б) та платформа бокового уводу Tractest 4000 німецької фірми Hofmann мають аналогічне призначення та конструкцію. Остання розрахована на підключення до вантажних (універсальних) гальмівних стендів свого виробництва (навантаження на вісь до 20 т). Діапазон виміру бокового уводу 0...20 м/км.

Платформа бокового уводу UNC-8 (рис. 5.17, г) використовується для транспортних засобів з навантаженням на вісь до 18 тон (один заїзний комплекс для почергової перевірки передньої та задньої осі). Обладнання передбачено для інтегрування в платформу гальмівного стенду спільно з персональним комп'ютером, що працює з програмним забезпеченням Uniline Quantum на базі Windows. Комп'ютер модифікує вимірювальну інформацію та виконує функції пульта керування.

Стенд перевірки бічного уводу коліс MINC II EURO з допустимим навантаженням на вісь до 20 т представляє один заїзний комплекс (дві

платформи), призначений для інтегрування в діагностичну лінію Європейського зразка (рис. 5.18).



Рис. 5.18. Зовнішній вигляд стенду перевірки бічного уводу коліс MINC II EURO:

а – вимірювальна платформа; б – у складі обладнання фірми МАНА

Процедуру перевірки сходження коліс прокоментуємо на прикладі тестера зведення коліс ТУ-3000 для легкових автомобілів компанії МЕТА (рис. 5.17, д). Перевірка проводиться двома операторами. Оператор-водій розташовується на місці водія автомобіля, що перевіряється. Оператор ПК керує діями оператора-водія. Команди оператора-водієві відображаються на екрані монітора в м/км. Тестер дозволяє проводити вимірювання бічного уводу всіх коліс автомобіля шляхом послідовної їх установки на платформу та вимірювання уводу колеса відповідно до інструкцій робочої програми та вказівок оператора ПК. Тестування проводиться в наступній послідовності.

1. Оператор ПК вмикає тестер (кнопка «Тест»), приводячи прилад у стартовий стан (рис. 5.19, а).

2. Оператор-водій проїжджає на швидкості 3...5 км передньою віссю через вимірювальний майданчик тестера. Тестер вимірює та передає комп'ютеру результат, який відображається на екрані (рис. 5.19, б).

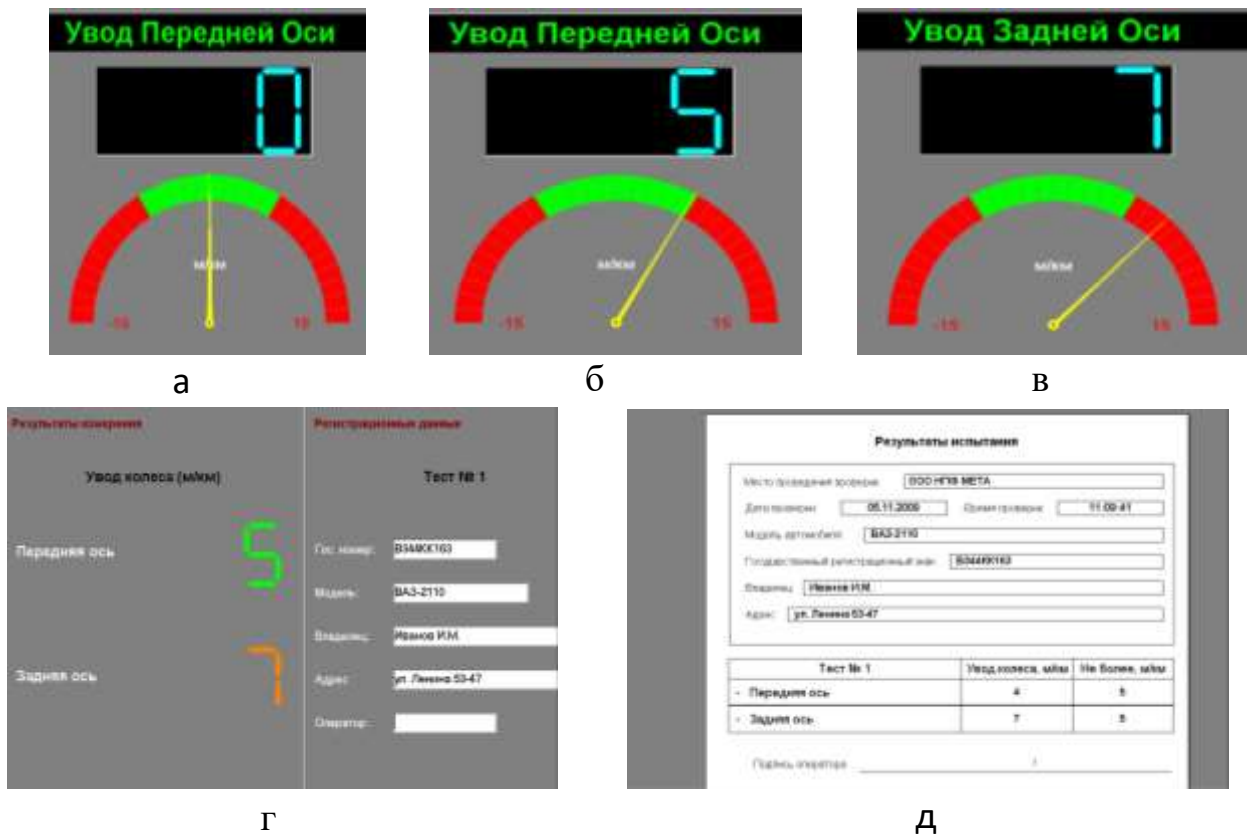


Рис. 5.19. Візуалізація результатів вимірювань на тестері уводу коліс ТУ-3000: а – стартовий стан; б – результати перевірки передньої осі; в – результати перевірки задньої осі; г – результати тесту; д – протокол тестування

Якщо потрібно повторити тест, оператор натискає кнопку «Повтор». При натисканні кнопки «Повтор» на екрані монітора відобразиться стартовий стан.

3. Для перевірки задньої осі спочатку оператор ПК натискає кнопку «Далі» встановлюючи стартовий стан, а потім оператор-водій проїжджає задньою віссю через вимірювальний майданчик тестера. Після завершення вимірювань, на екрані з'явиться результат (рис. 5.19, в). За потреби, можна ініціалізувати повтор.

4. Продовжити процедуру натисканням кнопки «Далі». При цьому на екрані з'являться результати тестування з даними про автомобіль та його власника (рис. 5.19, г). для їхнього подальшого друку в протоколі вимірювань.

5. Наступне натискання кнопки «Далі» викличе появу на екрані монітора зображення протоколу вимірювання (рис. 5.19, д).

6. Завершують процедуру тестування натисканням кнопки «Друк» для документування протоколу на принтері.

Контрольні запитання до теми 5

1. Перелічить кутові параметри установки коліс ходової частини, які підлягають періодичному контролю в процесі експлуатації автомобіля.
2. Дайте визначення кутів розвалу і сходження коліс.
3. Дайте визначення кутів поздовжнього та поперечного нахилу шворня.
4. Дайте визначення кутів зовнішнього сходження коліс та зміщення осі.
5. Визначте поняття різниці по протекторам і різниці колісної бази.
6. Дайте визначення кута осі тяги.
7. Дайте визначення кутів бокового зміщення та і зміщення осі.
8. На які дві групи поділяють стенди для перевірки кутових параметрів установки коліс автомобіля?
9. Поясніть принцип будови платформних тестерів уводу колеса.
10. Опишіть процедуру діагностування автомобіля на стендах бокового уводу колеса.
11. Які типи стендів розвал/сходження розрізняють за принципом будови вимірювальної частини?
12. Поясніть принцип будови та методику контролю кутових параметрів на лазерних стендах розвал/сходження.
13. Поясніть принцип будови та методику контролю на стендах розвал/сходження за CCD-технологією.
14. Поясніть процедуру компенсації биття диска колеса на стендах розвал/сходження CCD-групи.
15. Поясніть принцип будови та методику контролю кутових параметрів на стендах розвал/сходження за 3D-технологією.
16. Що таке система машинного зору і система обробки даних в стенах розвал/сходження 3D-групи?
17. Наведіть приклади компоновки систем машинного зору стендів розвал/сходження 3D-групи.
18. Яким чином вимірюється висота посадки кузова на стендах 3D-групи.
19. Поясніть принцип будови та методику контролю кутових параметрів на стендах розвал/сходження за технологією Prism (2D-група).
20. Наведіть переваги гібридної технології Prism перед конфігураціями CCD і 3D-стендів розвал/сходження.
21. Поясніть принцип будови та методику контролю кутових параметрів на стендах розвал/сходження за 4D-технологією.
22. Поясніть принцип будови та методику контролю кутових параметрів на стенді аналізу геометрії ходової частини CURA R 2000 АТТ з використанням методу кольорової тріангуляції.
23. Зазначте конструктивні і функціональні відзнаки тестерів уводу коліс промислових зразків.
26. Яка інформація і в якому вигляді виводиться на монітор тестерів уводу коліс промислових зразків?

6. Характеристика стендів розвал/сходження провідних виробників

6.1. Лазерні стенди

Лазерні стенди промислових зразків різних фірм виробників відрізняються за: конструктивним виконанням; переліку, діапазону та точності вимірювань діагностичних параметрів, настановним розмірам дисків коліс. Розглянемо кілька прикладів продукції провідних виробників.

Лазерний стенд моделі *Зеніт СДЛ-5* українського виробництва (рис. 6.1, а) призначений для діагностики та регулювання кутів установки передніх та задніх коліс, а також перекосу осей легкових автомобілів та мікроавтобусів усіх марок.

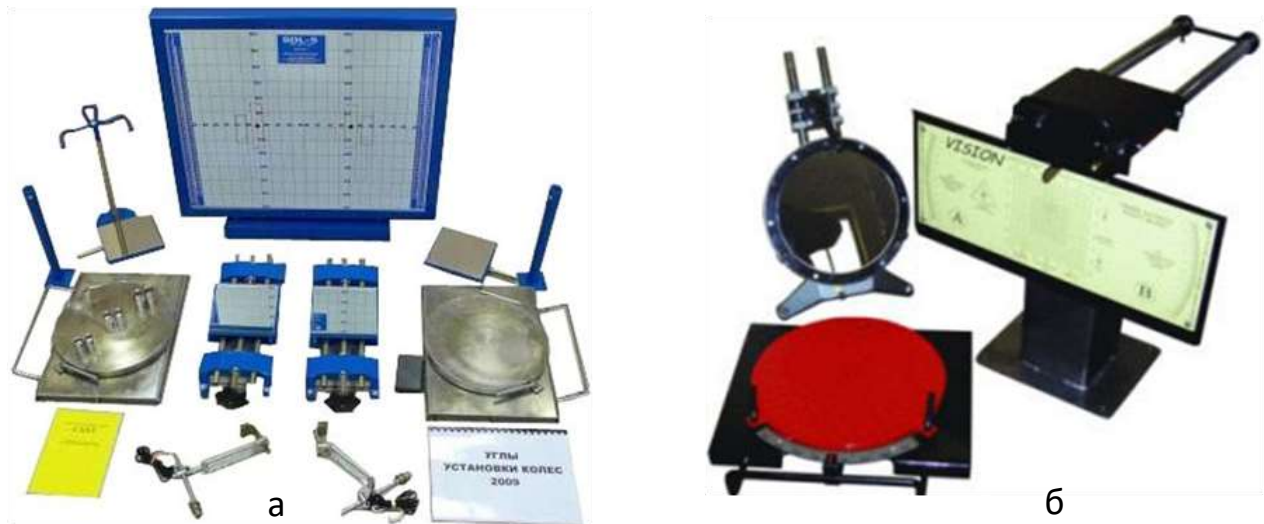


Рис. 6.1. Лазерні стенди розвал/сходження:
а – моделі *Зеніт СДЛ-5*; б – моделі *Vizion*

Стенд *СДЛ-5* забезпечує вимірювання: розвалу передніх коліс; сходження передніх коліс; поздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс; розвалу задніх коліс; сходження задніх коліс; зсуву осей автомобіля; відхилення напрямку руху автомобіля від осі симетрії. Встановлюється в приміщенні з оглядовою ямою або чотирьохстійковим витягом. Вся інформація про кути установки коліс виводиться на один екран стенду.

Стенд аналогічної конструкції на два колеса *Vizion* (рис. 6.1, б) призначений для вимірювання та регулювання параметрів ходової частини автомобіля вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Мобільний лазерний стенд німецької компанії *Haweke* *AXIS* 200/500 (рис. 6.2, а, б) призначений для вимірювання та подальшого регулювання кутів установки коліс комерційного транспорту, а саме: вантажних автомобілів (у тому числі зі здвоєними поворотними осями), легких вантажівок, автобусів, мікроавтобусів, тракторів та легкових автомобілів.



Рис. 6.2. Зовнішній вигляд лазерних стендів розвал/сходження виробництва фірми *Haweke*:

а – моделі *AXIS* 200; б – моделі *AXIS* 500; в – моделі *TA* 20-5

Стенд дозволяє вимірювати: загальне та індивідуальне сходження; кути розвалу, повороту коліс, поздовжнього та поперечного нахилу шворня; перекіс та паралельність осей; зміщення осей щодо рами; геометрію рами.

Три опорні захоплення встановлюються на ступичну частину сталевого диска коліс авто за допомогою магнітних ніжок. На захватах кріпляться лазерні головки (технологія *AKKULASER*). Вимірювання виконуються без відриву колісних осей від землі, отже, немає необхідності проводити компенсацію биття дисків. У комплект поставки входить електронний транспортір із цифровим дисплеєм.

На відміну від *AXIS* 200 електронний транспортір у *AXIS* 500 дозволяє проводити вимірювання поздовжнього і поперечного кутів нахилу шворня, а також максимального кута повороту коліс, в автоматичному режимі.

Аналогічна мобільна лазерна система *Haweke TA* 20-5 (рис. 6.2, в) призначена для вимірювання та регулювання кутів установки коліс вантажних автомобілів (у тому числі зі здвоєними поворотними

осями), легких вантажівок, автобусів, мікроавтобусів, тракторів та легкових автомобілів. У комплект додаткового обладнання вимірювального комплексу входять набори для: авто зі здвоєними поворотними осями; причепів та напівпричепів; розвал/сходження легкових автомобілів.

Стенд для легкових автомобілів німецької фірми *Koch HD-10 Easy Touch* (рис. 6.3 а) відрізняється:

- високою продуктивністю (до 10 хвилин на всі операції);
- проведенням вимірювань в режимі руху;
- можливістю встановлення вимірювальної системи на обід коліс останнього покоління;
- можливістю компенсації биття ободу;
- можливістю роботи без підготовленої горизонтальної підлоги, ями та чотирьостійкового підйомника.



а



б

Рис. 6.3. Установка вимірювальної системи комплексу КОСН HD:
а – на легковому автомобілі; б – на вантажному автомобілі

Стенди КОСН HD-30 на відміну від стендів для легкових автомобілів, де за основу вимірювань береться задня вісь, основою вимірювань на стендах для вантажних авто є рама автомобіля (рис. 6.3, б). Ці особливості враховані в конструкції лазерних стендів компанії КОСН. Всі осі та колеса, встановлені на несучій рамі вантажівки, впливають у русі один на одного, і повинні бути відрегульовані, включаючи і ті, що встановлені на причепах і напівпричепах. Навіть якщо тягач відрегульований чудово, погано відрегульований напівпричіп буде впливати на рух вантажівки, викликаючи труднощі в управлінні та підвищуючи ризик виникнення ДТП.

Стенд КОСН HD-30 дозволяє вимірювати:

- сходження керованих коліс;
- сходження задніх підкермовуючих осей на нових типах міських автобусів та вантажівок;
- сходження на здвоєних керованих осях вантажівок;
- розвал коліс;
- поздовжній нахил шворня (кастер);
- бічне зміщення задньої осі;
- розвертання задньої осі.

За результатами контролю діагностичних параметрів на стенді провадиться:

- діагностування кермової трапеції;
- регулювання максимальних кутів повороту;
- регулювання центрального положення рульового механізму;
- встановлення рульового колеса в горизонтальне положення;
- регулювання коліс та візків на причепах та напівпричепах.

6.2. Комп'ютерні стенди CCD-групи

Комп'ютерні стенди промислових зразків різних фірм виробників мають консервативну конфігурацію і відрізняються за: кількістю і типом датчиків-випромінювачів; переліку, діапазону та точності вимірювань діагностичних параметрів, установочним розмірам дисків коліс; досконалості ПЗ та повноті баз даних, комплектацією додаткового обладнання [23].

Розглянемо детальніше пристрій та технологію вимірювань на прикладі комп'ютерного стенду розвал/сходження CCD типу WA 970 фірми Nussbaum для легкових авто (рис. 6.4).



Рис. 6.4. Зовнішній вигляд стану розвал/сходження WA 970 фірми Nussbaum:

а – приладна стійка в комплекті; б – вимірювальна голівка; в – адаптер кріплення з насадками; г – установка вимірювальної системи на автомобілі

До складу стану входять: пересувна шафа з комп'ютерним комплектом під керуванням операційної системи Windows XP (рис. 6.4 а); чотири вимірювальні голівки з акумуляторами (рис. 6.4 б); чотири адаптери з насадками для кріплення головок до коліс (рис. 6.4, в); зарядний пристрій на пересувному візку; фіксатор рульового колеса та педалі гальма (див. рис. 2.3, б, в); електронний ватерпас для контролю горизонтальності (рівня) опорної поверхні та положення рульової колонки; IR (інфрачервоне) дистанційне керування.

Стенд WA 970 забезпечує бездротовий зв'язок з 8-ма сенсорними датчиками сходження і дозволяє вимірювати: сумарне і одиничне сходження; розвал; зміщення колеса; кут зміщення передньої осі; поздовжній нахил шворня назад; поперечний нахил шворня; різницю кутів розвалу; кут повороту керованих коліс на 20 градусів без електронних поворотних платформ.

Програмне забезпечення стану вироблятиме:

- наочну оцінку результатів вимірів на відповідність нормативам по кольороорозносної індикації віртуальних покажчиків;

- мінімізацію процедури вимірювань компенсацій та поздовжнього нахилу шворня, підтримуючи інтерактивний режим з оператором;
- перегляд понад 20000 нормативних даних від виробників з мануальним розширенням бази даних;
- формування та роздрукування документації у вигляді графіків та протоколів вимірювань по автомобілях клієнтів.
- підтримку специфічних техпроцесів діагностики окремих виробників (Mercedes Benz, VAG).
- символічні та графічні зображення в режимних вікнах монітора, відображаючи процес вимірювання з підказкою подальших дій оператора (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Візуалізація ходу перевірок і результатів вимірювань на стенді Nussbaum WA 970:

а – вікно «Вибір транспортного засобу»; б – вікно «Компенсація»; в – вікно «Поворот керованих коліс»; г – вікно «Вимірювання передньої осі»; д – вікно «Допомога в регулюванні»; е – вікно «База даних клієнтів»

Використання опційного ПЗ та обладнання дозволяє перевіряти на стенді багатовісні вантажівки та напівпричепи, а також проводити «компенсацію биття» методом «прокатки» без вивішування колеса. Для порівняння розглянемо ще кілька прикладів конкуруючої продукції провідних виробників.

Стенд розвал сходження для легкових автомобілів Італійських виробників *HPA C 200* (рис. 6.6 а) виконаний за формулою 8×4 (8-м інфрачервоних датчиків утворюють у горизонтальній площині повноцінний замкнутий вимірювальний контур).



Рис. 6.6. Зовнішній вигляд CCD стендів розвал сходження провідних виробників:

а – HPA C 200; б – Hunter PA130E-DSP706; в – Launch X-631; г – Nexion Group VAS 6090 F; д – Mondolfo Ferro Trigon 725; е – Sirio S508 WS

Зв'язок між вимірювальними головками і центральним моделлю здійснюється по радіоканалу Bluetooth. Реалізується компенсація биття як традиційним методом з вивішуванням автомобіля, так і методом «прокатки» без вивішування (як у 3D стендах).

Центральний модуль обладнаний комп'ютером класу не нижче Celeron з РК монітором 19 та кольоровим принтером. ПЗ має русифіковану версію, містить дані про кути установки коліс більше 22000 моделей автомобілів і дозволяє формувати бази даних по клієнтам.

Комп'ютерний стенд американської компанії Hunter PA серії (рис. 6.6 б) працює під управлінням ПЗ ProAl. До складу стенду входить мобільний кабінет з модулем управління PA130E і вимірювальна система типу DSP (чотири датчики з CCD сенсорами). Стенди цієї серії оснащені спеціалізованим комп'ютером Intel з операційною системою Linux. Програмне забезпечення комп'ютера розміщується на спеціальному картриджі, без використання жорсткого диска.

Зазначимо деякі особливості датчиків DSP системи розвал/сходження. Вимірювальна система виконана на базі CCD-матриці високої роздільної здатності (вимірює з високою точністю сходження, колісну базу та ширину колії, а також сходження в повороті при 20° без використання електронних поворотних дисків). Використання 32-розрядного процесора високого ступеня інтеграції для обчислень і виведення вимірних значень на монітор в масштабі реального часу. Поліпшена сумісність із спеціальними адаптерами (подовжений вал датчика точніше фіксується у спеціальних колісних адаптерах MB та BMW). Вимірювальна система серії DSP забезпечує 3-х точкову компенсацію биття на всіх колесах з безперервною корекцією по куту повороту колеса і в міру досконалості конструкції представлена декількома модифікаціями.

DSP 508XF містить вісім сенсорів сходження і вісім сенсорів розвал/поздовжній нахил. Вимірювання відбувається по «замкнутому контуру» система забезпечує всі можливі опції для інфрачервоного зв'язку, включаючи перевірку калібрування сходження системи Cal-Check і вимірювання зміщення задньої осі. Також при блокуванні променю між двома передніми датчиками у DSP508XF автоматично активується спойлер-програма, яка дозволяє обчислити сходження передніх коліс без використання будь-яких механічних пристроїв (офсет-адаптерів і т.д.) що вкрай корисно для автосервісів, що спеціалізуються на обслуговуванні спортивних автомобілів.

DSP 506XF містить шість сенсорів сходження і шість сенсорів розвал/поздовжній нахил. Простіша модель, що працює за П-контуром. Вимірює кути з тією ж точністю і швидкістю що і модель DSP508XF, але при цьому не вимірює зміщення задньої осі і не може виконати перевірку калібрування.

DSP 504 містить шість сенсорів сходження і чотири сенсори розвал/поздовжній нахил випускається в кабельному виконанні. На задню вісь встановлюється напівпасивний оптичний датчик-випромінювач, всю вимірювальну роботу за якого виконує передній датчик. Така система працює дещо інерційно в порівнянні з повнофункціональними датчиками DSP506/508, але різниці в точності вимірювань при цьому немає.

У стендах з вимірювальними системами DSP706, DSP708 підвищено точність вимірювання кутових параметрів до 1' та покращено інтерфейс користувача.

Комп'ютерний стенд Китайської фірми LAUNCH X-631 (рис. 6.6 в) призначений для контролю основних параметрів положення осей коліс будь-яких типів легкових автомобілів з діаметром обода від 12 "...22 ". Стенд забезпечує вимірювання кутів: розвалу та сходження коліс (передніх та задніх) сумарний та індивідуальні; зміщення коліс та симетрії осей; поздовжнього та поперечного нахилу осі повороту колеса; нахилу поворотного шворня та розвороту заднього моста.

На стенді використовують кілька видів програм: стандартна; швидка; додаткова визначення зсувів кузова; функція збільшення зображення; піднятий стан; самотестування.

Як операційна система використовується ліцензійна Microsoft Windows. Тривимірний інтерфейс програми дозволяє в режимі реального часу бачити положення і кути установки коліс автомобіля на екрані і проводити автоматичну оцінку вимірюваних параметрів на відповідність нормативам.

Програмне забезпечення стенду підтримує ASA Network (комунікаційний стандарт для СТО та дилерських центрів); дозволяє централізовано приймати замовлення і відправляти результати вимірювань до пунктів прийому автомобілів. До складу ПЗ входять навчальні матеріали з докладним описом процесу регулювання, роботи програми та обладнання, оформлені у вигляді тривимірних анімаційних роликів. База даних від виробників містить інформацію про більш ніж 40 000 автомобілів.

Вимірювальна система комп'ютерних стендів італійських виробників VAS 6090 F фірми Nexion Group (рис. 6.6, г) та Trigon 725 фірми Mondolfo Ferro (рис. 6.6, д) для діагностування ходової частини легкових автомобілів базується на 8-ми сенсорах, розміщених у 4-х вимірювальних голівках. Передача даних між голівками і центральним блоком здійснюється за допомогою радіочастотних пристроїв з можливістю кабельного дублювання. Стенди дозволяють вимірювати кути розвалу і сходження, поздовжнього і поперечного нахилу осі.

Персональний комп'ютер стендів працює під керуванням операційної системи Windows XP. Залежно від модифікації на стендах використовуються 15 ", 17 ", 19 " або 22 " LCD монітори. Особливостями стендів даних виробників є:

- можливість поповнення бази даних на автомобілі;
- відображення даних з точністю 0,01 градуса;
- три різних типи компенсації: **ROC**, ROC 90 та пропуск ROC;
- повторення компенсації лише одного колеса (ROC×1);
- автоматичний вимір кута вивернення передніх коліс прямо на колісних голівках (без застосування електронних столів);
- відображення даних в шістдесяткових або сотенних градусах і міліметрах;
- графічне зіставлення даних вимірів та значень бази даних.

Додаткова комплектація: затискачі для коліс діаметром 10 "...19 " із вбудованим адаптером спойлера; швидкий затискач на 3 точки (можна уникнути процедури компенсації); ПЗ російською мовою; база даних на 18000 автомобілів (включаючи висоту шасі) на зовнішньому знімному носії (картриджі).

Стенд Sirio S508 WS для легкових автомобілів (рис. 6.6, е) базується на восьми CCD-сенсорах з інфрачервоною передачею даних між вимірювальними голівками. Канал передачі Bluetooth між передніми вимірювальними голівками та блоком керування. Всі дії супроводжуються анімованим 3D-зображенням.

Комплектується: комп'ютерним набором із TFT монітором 19 "; автоматичним зарядним пристроєм; 4-ма вимірювальними голівками і 4-точковими затискачами по диски 10 "...24 ".

Комп'ютерний бездротовий (Bluetooth/Zigbee) стенд розвал сходження SkyRack SR-5032D має традиційну конструкцію. Оснащений 8-ма цифровими датчиками, які утворюють в горизонтальній площині

повністю замкнутий вимірювальний контур. Комплектується чотирьох точковими захватами до 22 ".

Стенд оснащений 17 " рідинно-кришталевим дисплеєм, всі дані регулювання і перевірки можуть бути видно безпосередньо на екрані. Для зручності використовується дистанційний дисплей на зап'ястя оператора.

Передбачена оперативна система Windows 7. Програма має 3D навігацію, систему голосового оповіщення та відео керівництво. Додатково задіяна система самокорекції, призначена для відстеження системних помилок та пропозиції шляхів їх вирішення. Можлива робота з пристроями Android. База даних включає понад 26 000 автомобілів.

6.3. Комп'ютерні стенди 3D-групи

Стенди розвал/сходження 3D-групи промислових зразків мають потужну професійну програму та автомобільну базу у десятки тисяч авто. Вони оснащені високоякісними камерами та мішенями. Під час виміру коліс автомобіля на дисплеї стенду відображається анімована картинка, яка відразу вказує на проблемні місця та порівнює параметри автомобіля, що перевіряється, із заводськими даними. Комп'ютерні програми стендів можуть зберігати вимірювані дані на жорсткому диску для подальшого коригування повторно вимірюваного автомобіля. За один цикл роботи стенд обробляє велику кількість даних, в них входить цілий ряд кутових і геометричних параметрів. Вимірювання одного автомобіля на 3D-стенді займає лічені хвилини.

Зовні стенди 3D відрізняються між собою за конструктивною композицією основних функціональних елементів [23] (рис. 6.7).

Стенд для регулювання розвалу-сходження Launch KWA-300 (рис. 6.7, а). Вимірювальна система KWA-300 3D включає чотири CCD-камери, з чотирма мішенями та фіксаторами. Повний тест на стенді дозволяє вимірювати: розвал і сходження передніх і задніх коліс; кастер; зміщення кермової осі; максимальний кут повороту; кут усунення, різницю колісної бази; різницю за протекторами.

Операційна система реалізує п'ять функцій, доступних у головному меню: «Перевірка», «Налаштування», «Друк», «Допомога» та «Вихід».



**Рис. 6.7. Зовнішній вигляд 3D стендів розвал сходження
провідних виробників:**

а – Launch KWA-300; б – Hofmann Geoliner 790; в – HPA C800; г – Mondolfo
Ferro Trigon 4 Vision Platinum; д – Haweka AXIS 4000

Програма забезпечує велику кількість анімаційних налаштувань автомобіля та довідкової інформації (рис. 6.8).

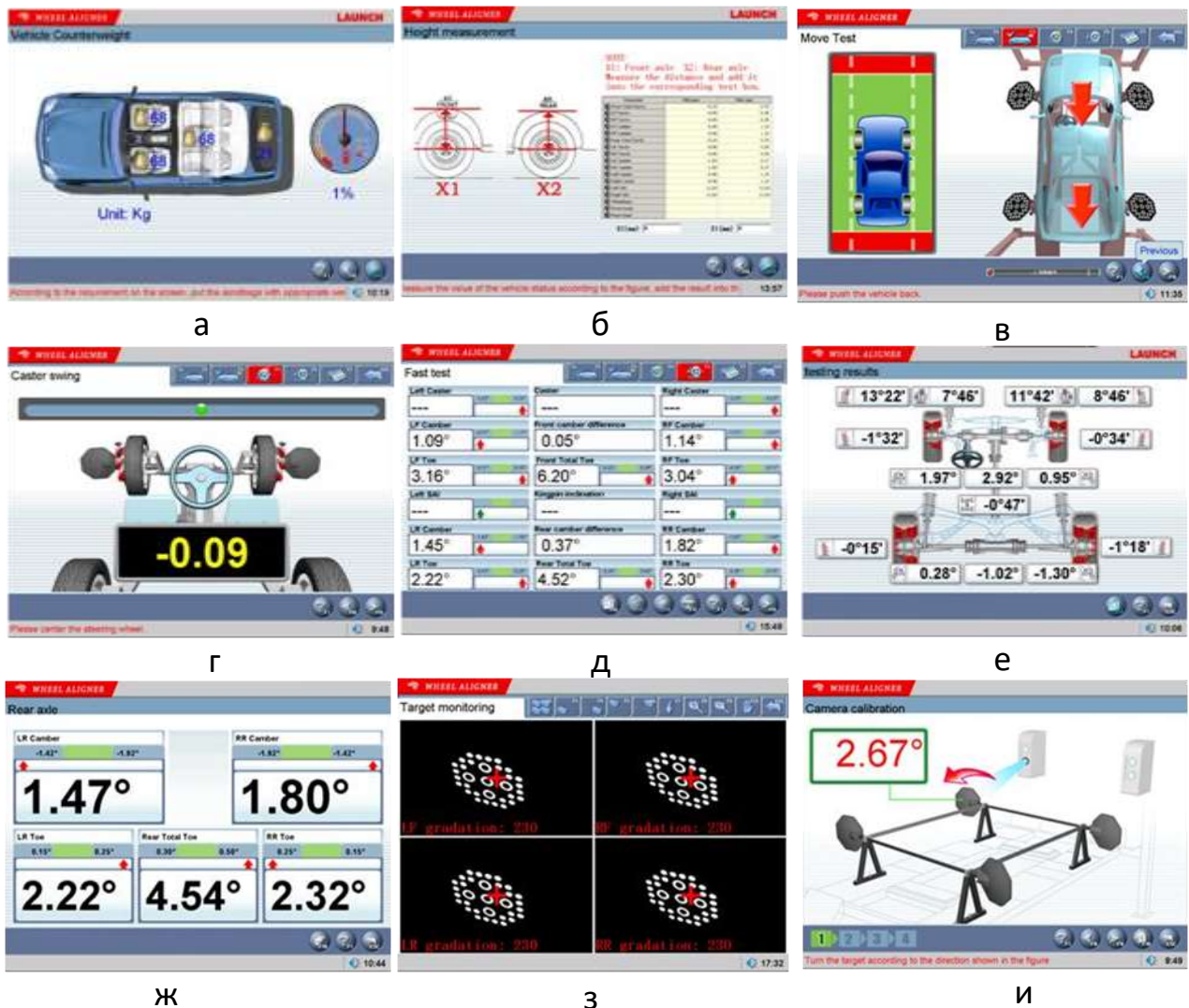


Рис. 6.8. Візуалізація ходу перевірок і результатів вимірювань на стенді Launch KWA-300: а – вікно «Противага автомобіля»; б – вікно «Вимірювання висоти»; в – вікно «Тест на рух»; г – вікно «Кастер»; д – вікно «Швидкий тест»; е – вікно «Результати тестування»; ж – «Задні колеса»; з – «Моніторинг мішеней»; и – «Калібровки камери»

База даних містить калібрувальну інформацію більш ніж по 20000 моделям автомобілів з можливістю додавати користувачем нові дані та вести історію вимірювань клієнта.

Бездротовий стенд *Hofmann Geoliner 790* (рис. 6.7, б) для легкових автомобілів, 3D топ-рівня з двома стійками і камерами, що самонаводяться, з синхронізацією положення. Нове покоління 3D стендів розвал/сходження є вимірювальною системою з трьома камерами UHR, що працюють на чотири мішені (рис. 6.9).



а



б

Рис. 6.9. Зовнішній вигляд елементів вимірювальної системи стендів Hofmann Geoliner 790: а – UHR камера; б – XD-мішені

Стенд забезпечує бездротову передачу даних на комп'ютер, працює з програмним забезпеченням нового покоління PRO 42. Два набори колісних адаптерів дозволяють працювати з дисками 11 "...22" та 19 "...39".

Відмінними рисами стенду Geoliner 790 є:

- запатентована система Digi Smart (камери автоматично переміщуються при підйомі або опусканні автомобіля);
- можливість роботи за конвеєрним принципом (проїзна модель стенду);
- відсутня необхідність у калібруванні (постійне самокалібрування стенду за принципом RCP);
- можливість використання стенда без прив'язки до одного робочого місця (переміщення колон, що окремо стоять, з камерами не впливає на точність вимірювань);
- можливість експлуатації стенду на обмеженій площі (відстань від камери до середини поворотного кола від 0,8 м замість традиційних 1,75 м);
- використання XD-мішеней (зменшені, полегшені, уда-ростойкі, взаємозамінні) з тридцятьма трьома світловідбиваючими секторами для максимально точних вимірювань (рис. 6.9);
- для самокалібрування і синхронізації роботи камер застосовується оптичний зв'язок між ними (в одному з блоків камер встановлено додаткова камера, а в іншому, – мішень, оптимальне положення яких визначається автоматично);

- тривалість циклу вимірювань – менш ніж дві хвилини.

Програмне забезпечення стенду Geoliner 790:

- ліцензійне встановлення операційної системи Windows 7;
- спеціальне програмне забезпечення стенду Geo Pro 42 Platinum з максимальними можливостями вимірювань і регулювань;
- помічники в режимі Help та анімаційні підказки;
- база даних містить оригінальні дані по 25000 автомобілів (14 регіональних баз даних та специфікації від Mercedes Benz, Audi, Volkswagen, Renault), забезпечує можливість ручного введення специфікацій автомобілів, створення бази даних клієнтів, зберігання та повторне подання юстованих та регулювальних даних.

Стенд Geoliner 790 дозволяє виконувати:

- повну перевірку геометрії колісної бази;
- автоматичний замір кастера (система розпізнає поворот керма та переходить у процедуру);
- вимірювання радіуса кочення (визначення розбіжності розмірів покришок і дисків);
- налаштування регульованих важелів;
- регулювання А-подібних важелів;
- регулювання зсувом підрамника;
- регулювання поздовжнього нахилу осі повороту, розвалу та сходження при знятих колесах (EZ-Access);
- регулювання EZ-ТОВЕ - регулювання сходження при повернутих колесах;
- визначення «складних» точок регулювання шляхом повертання передніх коліс в режимі реального часу;
- компенсацію биття ободу шляхом прокочування;
- вимірювання сходження, розвалу, поздовжнього і поперечного нахилів і різниці кутів за один цикл вимірювань.

Програма стенду виконує послідовність операцій автоматично та необхідність ручного введення зведена до мінімуму, що виключає помилки оператора.

Стенд з двома камерами НРА С800 (рис. 6.7, в) забезпечує контроль установки коліс автомобілів з діаметрами дисків в діапазоні 11 "...25". Відмінними рисами стенду НРА С800 є:

- автоматичне підстроювання камер під рівень освітленості;

- ПК з операційною системою Windows, LCD монітор, професійне програмне забезпечення для сход/розвалу, інтернаціональна база даних;

- роздільна здатність при вимірюваннях 0,01 °;

- інтуїтивно зрозуміле керування більшістю функцій за допомогою всього 2-х клавіш, простий доступ у програмі до всіх вимірюваних параметрів та графічне відображення на моніторі вимірюваних значень;

- можливість вимірювання максимального кута повороту коліс без електронних поворотних кіл;

- можливість роботи з автомобілями, для яких потрібне введення висоти посадки;

- компенсація биття дисків методом прокатки;

- можливість режиму роботи з двома мішенями;

- міжнародна база даних містить інформацію про більш ніж 15000 автомобілів;

- можливість поповнення банку даних, збереження результатів проведених регулювань та відомостей щодо клієнтів;

- додаткова камера для допомоги при заїзді на витяг.

Стенд НРА С800 дозволяє вимірювати: повне сходження; розвал; кастер; поздовжній кут нахилу осі повороту; зміщення осі; кут тяги; кут повороту коліс.

Стенд Trigon 4 Vision Platinum фірми Mondolfo Ferro для легкових авто (рис. 6.7, г) оснащений вісьма цифровими інфрачервоними камерами, укомплектований 4-точковими захватами 10 "...26 ". Поста-вляється у двох варіантних виконаннях – з установкою балки з камерами на колоні в подвійному положенні і з установкою балки на стіні.

Вісім цифрових камер високої роздільної здатності, на відміну від 3D стендів з двома та чотирма камерами, дозволяють без додаткових операцій з автомобілем відразу побудувати просторову модель по всіх трьох осях. Камери змінюють свій діапазон видимості, відстежуючи положення мішеней на автомобілі, одночасно з переміщенням підйомника в межах його робочого ходу. Це досягається за рахунок повороту камер, а не їхнього переміщення по вертикальній стійці. Використання восьми камер дозволяє «бачити» кожну мету стереоскопічно двома камерами, що підвищує оперативність, точність вимірювань і збільшує діапазон вимірюваних параметрів автомобіля.

У стандартну комплектацію входить: РС з материнською платою Intel та операційною системою Windows XP (встановлені на-будови для Cal

One-Touch, OnLine Wheel Alignment, RH-Meter, ASA Network, ROMESS CM 09606); пишучий DVD-привід; ПЗ Trigon Pro з базою даних по автомобілях (понад 20 000 моделей).

Особливості стану Trigon 4:

- компактні габарити стану дозволяють його встановлення в невеликих приміщеннях.

- станд в обох виконаннях підходить для роботи на ямі, 4-х стійковому або ножичному витягах.

- мішені оснащені антивідблисковим фільтром (рис. 6.10, а), завдяки чому можуть працювати при несприятливому освітленні;

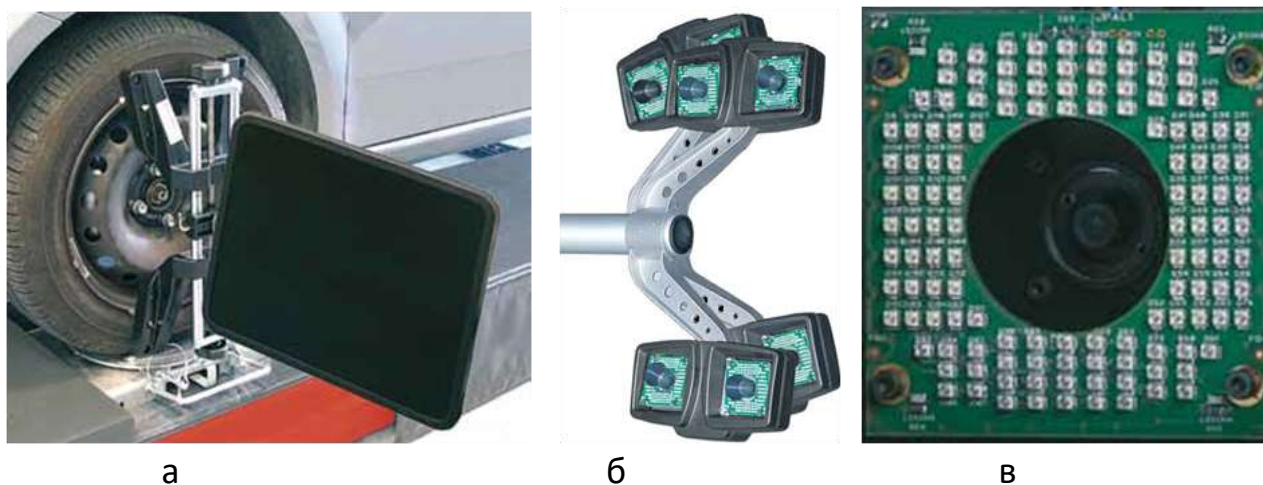


Рис. 6.10. Елементи вимірювальної системи стану **Trigon 4 Vision Platinum**: а – установка мішеней; б – регулювання положення камер; в – устрій 3D-камери

- камери переміщуються автоматично (не вимагають калібрування), що дозволяє прискорити роботу та забезпечити правильне положення камер у процесі вимірювання (рис. 6.10, б);

- програмне забезпечення стану включає повний спектр функцій, необхідних професіоналу з додатковими настройками і допоміжною анімацією (рис. 6.11);

- функція компенсації осьового зміщення забезпечує можливість роботи без підняття автомобіля.

Станд *Trigon 4* дозволяє вимірювати: загальний та половинний кут сходження; розвал; кут поздовжнього нахилу осі, кут поворотного шворня, кут розвороту (зовнішнього усунення).



Рис. 6.11. Візуалізація перевірок на стенді **Trigon 4 Vision Platinum**:
 а – вікно «Перевірка завантаження і рівня»; б – вікно «Вимірювання кастера»;
 в – вікно «Передня вісь»; г – вікно «Підсумовування даних»;
 д – вікно «Задня вісь»; е – вікно «Передній міст Мерседес»

Стенд фірми **Нaweка** (Німеччина) з вимірювальною системою **AXIS 4000** (див. рис. 6.7, д) використовується для вимірювання кутів встановлення коліс усіх типів транспортних засобів: вантажних автомобілів, у тому числі зі здвоєними поворотними осями, автобусами, напівпричепами, легкими вантажівками та легковими автомобілями.

Особливості стенду **AXIS 4000**:

- усі виміри проводяться без відриву колісних осей від землі (немає необхідності проводити «компенсацію биття диска»);
- магнітні ніжки забезпечують надійне та швидке закріплення вимірювальних головок з камерами на сталевих дисках;
- запатентовані захвати **ProClamp** забезпечують надійне кріплення на легкосплавних дисках;
- вимірювальні головки з камерами обертаються на 360°, забезпечуючи швидкість і точність вимірювань;
- немає необхідності у виставленні вимірювальних шкал (мішеней) у горизонтальне положення та закріпленні їх на рамі;
- всі дані виводяться на монітор комп'ютера в режимі реального часу по радіоканалу і завжди доступні для збереження та наступного друку;

- зручний графічний інтерфейс та система меню дозволяють легко вибрати тип автомобіля та ввести його дані (рис. 6.12);



Рис. 6.12. Візуалізація перевірок на стенді AXIS 4000:

а – вікно «Вісь і кут повороту керованих коліс»; б – вікно «Вісь 2 регулювання окремого сходження»; в – вікно «Огляд транспортного засобу»

- програмне забезпечення стенду ініціалізує покроковий супровід оператора в процесі вимірювань та інтерактивне спілкування з ним в режимі «Help».

На стенді AXIS 4000 виробляються вимірювання: індивідуального та сумарного сходження; розвалу коліс обох коліс; центрального положення кермового колеса; поздовжнього та поперечного кутів нахилу шворня; співвідношення кутів у повороті; максимального кута повороту; перекосу та зсуву осей переднього моста; зміщення осі заднього моста; похилого становища заднього моста. Комплектація стенду показана на рис. 6.13.

Додаткове обладнання стенду AXIS 4000 включає: пеклаптери для виконання компенсації биття дисків Trilex, Dayton, базу даних для вантажівок; набір для перевірки легкових автомобілів.

Відмінною особливістю стендів Cemb DWA 3400, SkyRack SR-5043D і Hunter 3D є реалізація автоматичного керування положення камер (електромеханічний підйомник балки з камерами).

Стенди *Cemb DWA 3400* (рис. 6.14, а) та *Cntyl SkyRack SR-5043D* (рис. 6.14, б). призначені для регулювання кутів установки коліс легкових та легко-вантажних автомобілів. Для стендів цієї групи характерно:

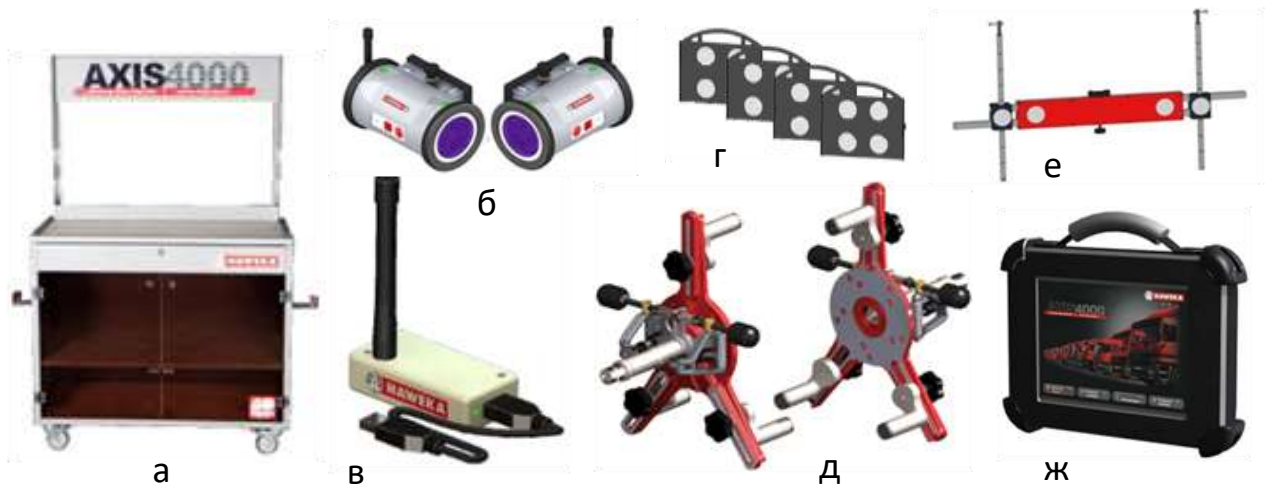


Рис. 6.13. Комплектація базової версії вимірювального комплексу AXIS 4000:

а – приладний візок; б – електронна камера з передаючим пристроєм;
 в – приймально-передавальний пристрій; г – рефлекторні пластини;
 д – вимірювальні головки; е – рамна шкала для опор для рефлекторів;
 ж – переносний ПК

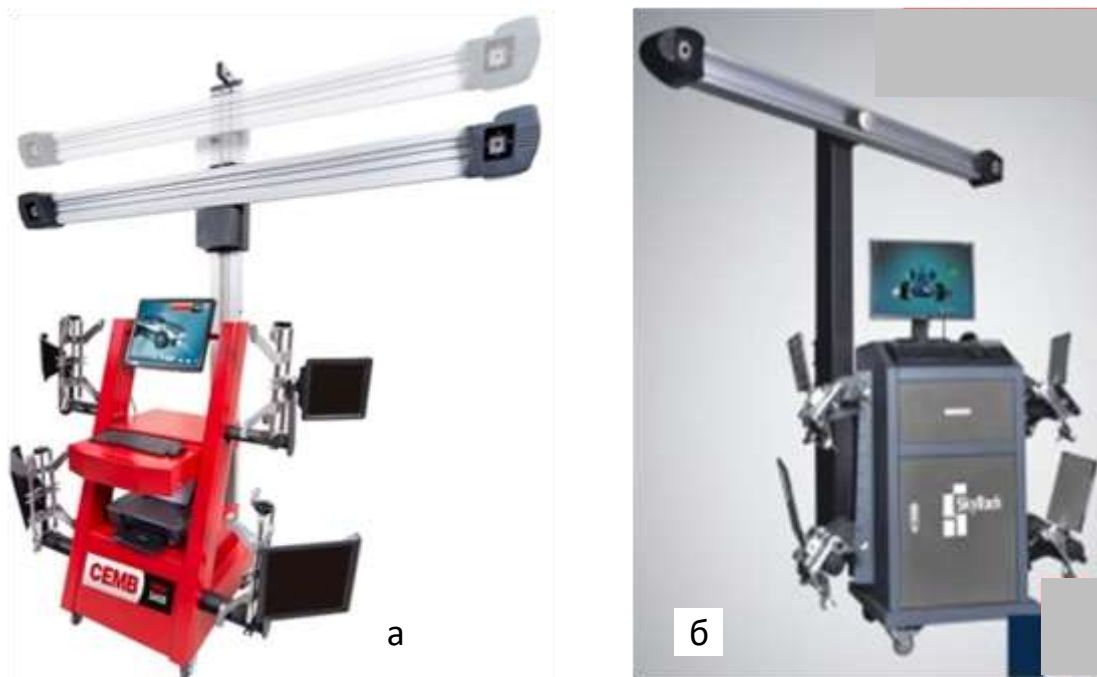


Рис. 6.14. Зовнішній вигляд 3D стендів з електромеханічним підйомником камер: а – Cemb DWA 3400; б – SkyRack SR-5043D

- проведення вимірювань без вивішування автомобіля;
- безкабельний зв'язок між відбивачами та камерами;
- компенсація биття ободу здійснюється «прокатуванням»;

- автоматичне керування висотою камер;
- можливість роботи з Android пристроями;
- програма з 3D навігацією та відео керівництвом;
- наявність системи самокорекції для відстеження системних помилок та пропозиції шляхів їх вирішення.

Стенд з електромеханічним ліфтом *Hunter 3D* побудований на базі мобільного кабінету з ПЗ WinAlign® та чотирьох камер HawkEye Elite® (див. рис. 5.9). У комплект додаткового обладнання стенда входять поворотні платформи, мішені для виміру висоти посадки кузова, прилад для обнуління датчика кута повороту (див. рис. 5.11), фіксатори та кріпильні пристрої.

Персональний комп'ютер стенду поставляється з операційною системою Windows та актуальною версією програми Quick Check/WinAlign®. Програма містить повну базу даних, яка включає демонстраційні фото і відеофайли.

Головна відмінність цієї моделі 3D від попередніх поколінь полягає у використанні колісних адаптерів QuickGrip із запатентованим революційним дизайном (див. рис. 5.9, г).

Ці адаптери у комплексі з новими тривимірними мішенями не мають аналогів на сучасному ринку. Великою перевагою є те, що адаптери з мішенями не потрібно встановлювати строго по центру коліс. Програмне забезпечення Hunter 3D містить цілий перелік програмних модулів:

- ExpressAlign® забезпечує необхідні результати регулювань при мінімальній кількості кроків;
- Win Toe® встановлює горизонтальне положення керма без фіксації;
- Shim Select II® дає майстру всі необхідні дані для регулювання задньої осі за допомогою шайб;
- СААМ® здійснює контроль переміщення важелів підвіски, дає можливість майстру вдвічі скоротити час регулювання автомобілів, на яких використовуються шайби подвійні та регульовальні, а також подвійні ексцентрики;
- «Автоматичний калькулятор втулок» розраховує розміри втулок та їх положення для точного регулювання;
- «Регулювання без коліс» дозволяє регулювати кути при знятих колесах;

- «Система перевірки геометрії кузова» дозволяє оперативно визначити необхідність регулювання кутів установки коліс, а також кузовного ремонту;

- «Вимірювання симетрії автомобіля» дозволяє виміряти зміщення та вильоти осей автомобіля;

- «Віртуальний вигляд» відображає 3-D схему автомобіля в режимі реального часу;

- «База даних інструментів та регулювальних комплектів» спрощує підбір необхідних для регулювання кожного автомобіля інструментів та комплектів (економія часу);

- Fast caster/SAI дозволяє отримати дані по поздовжньому, поперечному нахилу поворотного шкворня і прилеглого кута за один вимір;

- SBDA «Аудит кузов/підвіска» відображає положення кузова автомобіля щодо шасі для визначення нахилу та необхідності кузовного ремонту;

- «Вимірювання висоти посадки» підтримує автоматичне введення даних при використанні мішеней висоти посадки та за допомогою електронного вимірювача, вбудованого в пульт ДК;

- WinAlignTuner™ допомагає виконувати налаштування підвіски автомобілів з модифікованою ходовою частиною;

- «Відеотека» включає понад 300 відеороликів, що охоплюють всі аспекти розвалу/сходження;

- «Вкажи та клацни» дозволяє, використовуючи більше 4000 фотографій та ілюстрацій, спростити інспекцію підвіски та кермового управління автомобілем;

- AVH «Розширені дані з керованості автомобіля» допомагає виявити приховані проблеми і отримати дані, що пояснюють поведінку автомобіля на дорозі;

- «Асистент заїзду» дозволяє безпечно і легко позиціонувати автомобіль на підйомнику/ямі без сторонньої допомоги (відео-інформація з веб-камери виводиться на екран монітора).

Комп'ютерний стенд Техно-Вектор-7 призначений для контролю основних параметрів положення осей коліс будь-яких типів легкових автомобілів з діаметром обода 12 "...24 " має базову конструкцію, аналогічну стенду Hunter 3D (див. рис. 5.9) і забезпечує вимірювання наступних основних параметрів для передньої та задньої осей: сумарний та індивідуальний кути сходження коліс; кут розвалу колеса; кути

зміщення коліс; кути симетрії осей; кути поздовжнього і поперечного нахилу осі повороту колеса для передньої (керованої) осі.

Система машинного зору обладнана чотирма прецизійними мережевими камерами на основі високоякісних матриць великого формату. Передача даних з камер на комп'ютер здійснюється за протоколом TCP/IP. Різні варіанти виконання корпусу системи машинного зору дозволяють підібрати конфігурацію стенду сход/розвал під конкретний автосервіс (підлогова установка, настінне кріплення, для роботи на підйомнику або на ямі, для наскрізного проїзду чи ні).

Комп'ютерна стійка включає: високошвидкісний чотирьох-ядерний процесор; 22 " LCD кольоровий широкоформатний монітор; півкову та повнорозмірну клавіатуру; бездротовий пульт керування; програмне забезпечення «Техно Вектор» з тривимірною анімацією.

Програмне забезпечення керується ліцензійною операційною системою Microsoft Windows. Тривимірний інтерфейс програми дозволяє в режимі реального часу спостерігати положення і кути установки коліс автомобіля на екрані. Забезпечується систематизоване управління звітами.

Контрольні запитання до теми 6

1. Наведіть конструктивні відзнаки лазерних стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
2. Наведіть відзнаки технічних характеристик лазерних стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
3. Наведіть особливості застосування лазерних стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
4. Наведіть конструктивні відзнаки CCD-стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
5. Наведіть відзнаки технічних характеристик CCD-стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
6. Наведіть особливості застосування CCD-стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
7. Наведіть конструктивні відзнаки 3D-стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
8. Наведіть відзнаки технічних характеристик 3D-стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.
9. Наведіть особливості застосування 3D-стендів розвал/сходження промислових зразків різних виробників.

7. Засоби діагностики ДВЗ

7.1. Принципи побудовання і параметри контролю

Вихідні та структурні діагностичні параметри для визначення технічного стану ДВЗ контролюються приладами різного призначення, принципу побудови та рівня реалізації (див. табл. 1.1). У рамках цієї теми розглянемо характеристики мотор-тестерів, газоаналізаторів і димомірів у структурі яких задіяні мікропроцесорні пристрої [24...27].

Якість згоряння паливної суміші (ефективність роботи ДВЗ) можна оцінити за складом газів, що відпрацювали. Сучасні газоаналізатори здатні вимірювати концентрацію до п'яти компонентів відпрацьованих газів: CO, CH, CO₂, O₂, NO_x. Відомо, що бензинові ДВЗ на встановлених режимах найбільш ефективно працюють при стехіометричному співвідношенні паливної суміші (коефіцієнт надлишку повітря $\lambda=1$). Оскільки значення коефіцієнта λ неоднозначно впливає на ступінь концентрації окремих компонентів газу, для завдань діагностики правильним буде використовувати чотири або п'яти компонентні газоаналізатори, в яких передбачено розрахунок коефіцієнта надлишку повітря λ .

За принципом дії автоматичні газоаналізатори можна поділити на три групи:

1. *Прилади, засновані на фізичних методах аналізу, які включають допоміжні хімічні реакції.* За допомогою таких газоаналізаторів, які називаються манометричними чи хімічними, визначають зміну об'єму чи тиску газової суміші внаслідок хімічних реакцій її окремих компонентів.

2. *Прилади, засновані на фізичних методах аналізу, які включають допоміжні фізико-хімічні процеси (термохімічні, електрохімічні, фотоколориметричні, хроматографічні).* Термохімічні, засновані на вимірі теплового ефекту реакції каталітичного окислення (горіння) газу, застосовують головним чином для визначення концентрацій горючих газів (наприклад, небезпечних концентрацій окису вуглецю в повітрі). Електрохімічні дозволяють визначати концентрацію газу в суміші за значенням електричної провідності розчину, який поглинув цей газ. Фотоколориметричні, засновані на зміні кольору певних речовин при реакції з аналізованим компонентом газової суміші. Застосовуються головним чином для вимірювання мікроконцентрацій токсичних домішок у газових сумішах (сірководню, оксидів азоту).

Хроматографічні використовують для аналізу сумішей газоподібних вуглеводнів.

3. Прилади, засновані на суто фізичних методах аналізу (термокондуктометричні, денсиметричні, магнітні, оптичні). Термокондуктометричні, засновані на вимірюванні теплопровідності газів, дозволяють аналізувати двокомпонентні суміші (або багатоконпонентні за умови зміни концентрації тільки одного компонента). За допомогою денсиметричних газоаналізаторів, заснованих на вимірюванні щільності газової суміші, визначають головним чином вміст вуглекислого газу, щільність якого в півтора рази перевищує щільність чистого повітря. Магнітні газо-аналізатори застосовують головним чином для визначення концентрації кисню, який має велику магнітну сприйнятливність. Оптичні газоаналізатори засновані на вимірюванні оптичної густини, спектрів поглинання або спектрів випромінювання газової суміші. За допомогою ультрафіолетових газоаналізаторів визначають вміст у газових сумішах: галогенів, парів ртуті, деяких органічних сполук.

У більшості сучасних газоаналізаторів для визначення концентрації CO, CO₂ та CH₄ використовується не дисперсний інфрачервоний метод. Метод полягає в тому, що інфрачервоне випромінювання пропускається через вихлопні гази, потім аналізується вихідний сигнал на піроелектричному приймачі випромінювання. Кожна компонента газу по-своєму поглинає випромінювання різної довжини хвилі, тому визначити відсотковий вміст компонентів відносно нескладно. Для визначення концентрації зазначених компонентів використовують датчики об'ємної частки оптико-абсорбційного принципу дії. Концентрація O₂ вимірюється за допомогою датчика концентрації кисню електрохімічного принцип дії.

У структурі газоаналізаторів останнього покоління передбачаються додаткові функції, що дозволяють підвищити ефективність процесу діагностики: вимірювання частоти обертання колінчастого валу і температури масла; обчислення λ -параметра; запам'ятовування проміжних протоколів вимірювань та передачі результатів на ПК; друкувати результати на вбудованому принтері.

Інформацію про частоту обертання колінчастого валу двигуна можна отримати на підставі імпульсних сигналів, що знімаються з:

- первинного (контактним способом) або вторинного (безконтактного способу) ланцюга системи запалення;

- накладного п'єзодатчика тиску в паливній магістралі високого тиску (для дизельних ДВЗ);
- якірного ланцюга генератора змінної системи електроживлення;
- датчика частоти обертання або положення колінчастого валу, які входять до складу систем керування ДВЗ;
- тахометра на панелі приладів водія;
- інформаційної шини ЕБК системи керування двигуном;
- економетра чи маршрутного комп'ютера.

Для дизелів, що знаходяться в експлуатації, нормованим показником є димність відпрацьованих газів, що визначається натуральним показником ослаблення світлового потоку k (m^{-1}) або коефіцієнтом ослаблення світлового потоку N (%). Димність автотранспортних засобів на станціях технічного огляду перевіряють за допомогою димоміру.

Принцип роботи приладу для визначення димності ґрунтується на тому факті, що відпрацьовані гази в залежності від інтенсивності пропускають менше світла, ніж повітря. У камері акумулюються гази, що відпрацьовали. У камері, де розміщено джерело і приймач світла, акумулюються гази, що відпрацьовали. Джерело є світловопромінюючим діодом з довжиною світлової хвилі 567 нм. Довжина світлової хвилі адаптована під абсорбційну характеристику димового газу. Як приймач (фотоелектричного перетворювача) використовується фотодіод.

Мотор-тестери (МТ) характеризуються високим функціональним наповненням і за своїми можливостями замінюють цілу низку спеціалізованих і спеціальних приладів. Вимірювальні блоки МТ укомплектовані адаптерами підключення та вимірювальними зондами реалізують, як мінімум, функції авто-тестерів та аналізаторів ДВЗ (автомобільних осцилографів, стробоскопів, манометрів, термометрів, тахометрів, витратомірів).

Відмінною ознакою МТ є можливість діагностувати (тестувати) різні системи ДВЗ (електричні та неелектричні) без демонтажу електричних кіл, у робочому стані, на різних режимах. При цьому, для контролю витрати палива (загального або по кожному циліндру) застосовуються витратоміри різних типів (ротаметри, турбінні тахометри), що дозволяють вимірювати миттєве, циклове, середнє та сумарне (об'ємне, вагове) його значення.

Зауважимо, що за допомогою аналізаторів відпрацьованих газів і витратомірів проводиться оцінка вихідних параметра ДВЗ, що характеризують якість згоряння палива. При цьому, однозначно визначити (локалізувати) причину відхилення параметра (складу газу, витрати палива) від норми, не представляється можливим.

Мотор-тестери (комбіновані прилади), на відміну від газо-аналізаторів (спеціалізованих приладів), поряд з вихідними (частота обертання, ефективна потужність), дозволяють оцінити і цілий ряд структурних (електричних та неелектричних) параметрів ДВЗ, що характеризують технічний стан окремих його систем та вузлів. До переліку параметрів електричних систем, які контролюються мотором-тестером слід віднести:

- значення напруги акумуляторної батареї;
- значення та рівень пульсацій напруги генератора;
- силу та рівень пульсацій струму стартера;
- час-амплітудні значення імпульсних напруг по первинному та вторинному контурах системи запалення;

- час-амплітудні значення напруг імпульсних сигналів датчиків;
- час накопичення енергії в котушці запалювання;
- кут замкнутого стану переривника;
- кут випередження запалення у швидкісному діапазоні ДВЗ;
- струм розриву в первинній обмотці котушки запалювання;
- асинхронізм іскроутворення по циліндрах ДВЗ. До переліку неелектричних параметрів ДВЗ, які контролюються мотор-тестером відносяться:

- частота обертання колінчастого валу;
- ефективна потужність ДВЗ;
- продуктивність циліндрів;
- тиск у паливній магістралі;
- розрядження у впускному трубопроводі;
- температура мастила;
- рівень розрядження у впускному колекторі.
- відносна ефективна потужність;
- втрати потужності при невстановлених режимах;
- баланс циліндрів щодо відносної компресії;
- нерівномірність частоти обігу двигуна;
- кут випередження початку подачі палива;
- тривалість подачі (впорскування) палива;

- максимальний тиск упорскування палива;
- залишковий тиск у трубопроводі високого тиску;
- витрата палива (середній, цикловий, по циліндрах).

Мотор-тестери останнього покоління використовуються для діагностування автомобілів з мікропроцесорними системами керування ДВЗ, в яких застосовані інтегровані діагностичні системи (системи самодіагностики). Характерною ознакою таких моторів-тестерів є наявність у їх структурі (комплектації) діагностичного сканера, який підключається до діагностичного роз'єму системи керування ДВЗ. У цьому випадку, з позицій структури діагностичної системи (див. п.п. 1.2), можна розглядати два типи МТ. Якщо, в структурі основного блоку МТ реалізована функція сканера, прилад відноситься до комп'ютерних засобів (є локальна комп'ютерна мережа), інакше розглядатимемо МТ як комп'ютеризоване діагностичне обладнання. За конструктивною ознакою, комп'ютеризовані МТ, як правило, є діагностичними комплексами стаціонарного використання, а комп'ютерні – прилади переносного виконання для діагностики «на колесах». При цьому комп'ютеризовані МТ в опціональній комплектації можуть мати програмно-апаратні пристрої для реалізації функцій діагностичного сканера.

Перехідним конструктивним варіантом є МТ модульної конструкції, які використовують як основний системний блок, а в якості операторської периферії (монітора і клавіатури), використовують персональний комп'ютер (ноутбук, планшет).

7.2. Зміст мотор-тестів

Процедура тестування ДВЗ може реалізуватися з різним ступенем автоматизації, залежно від досконалості мотора-тестера та системи керування ДВЗ. Розглянемо зміст тестів ДВЗ, що проводяться за допомогою мотор-тестера, в порядку їхньої супідрядності [31, 32].

Тест «Аналіз обертів» проводиться на постійних обертах ДВЗ або холостого ходу шляхом контролю нерівномірності обертання колінчастого валу, викликаній циклічності спалахів суміші в циліндрах. При цьому, контролюється період між синхроімпульсами запалення (моментами іскрових розрядів), тривалість якого залежить від енергетичної добавки кожного циліндра в момент звернення колінчастого валу. Різної тривалості робочого циклу свідчить про розбаланс потужності по циліндрах ДВЗ.

Тест «Баланс потужності по циліндрах» проводиться на постійних оборотах ДВЗ шляхом почергового відключення запалювання в циліндрах. При цьому, контролюється спад обертів двигуна. Розбаланс потужності (різниця оборотів спадання) комплексно характеризує неідентичність робочих процесів в циліндрах, викликану несправностями ЦПГ, ГРМ, системи запалювання і впорскування палива. З метою ідентифікації причини розбалансу проводять додаткові так звані дельта-тести, які полягають у визначенні відносної ефективності роботи окремих циліндрів.

Тест «Система запалювання» проводиться на постійних оборотах ДВЗ шляхом аналізу осцилограм напруги в первинному і вторинному контурах системи. Інформація тимчасових або кутових розгорток сигналів по циліндрах модифікується до виду гістограм (бар-графам) і оцифрованих значень для оцінки ідентичності параметрів: кута замкнутого стану контактів переривника або часу накопичення енергії, тривалості горіння іскри, зниження напруги на комутуючому пристрої, напруги пробою та горіння іскри. Неідентичні значення енергетичних показників іскрового розряду уточнюють причину розбалансу потужності по циліндрах. За результатами аналізу форми осцилограм локалізуються несправності системи запалення (витікання, пробої та пошкодження у високовольтних елементах, дефекти елементів формування та перетворення сигналів запалення). Деформація осцилограми вторинної напруги також може бути викликана несправностями системи впорскування палива, ГРМ або ЦПГ [3].

Тест «Живлення циліндрів» проводиться на ДВЗ, що працює. За допомогою витратоміру палива протягом декількох хвилин реєструється кількість палива, яке подається в циліндри. В інжекторних двигунах витрата палива по циліндрах підраховується на підставі значень тиску в паливній магістралі (рампі форсунок) та часу відкритого стану форсунок. Тест дозволяє відокремити причину (паливна апаратура чи електроустаткування) незадовільної роботи ДВЗ.

Тест «Баланс форсунок» проводиться на непрацюючому ДВЗ за допомогою манометра (тестера тиску палива), який встановлюється у вимірювальний штуцер рампи форсунок. Під час тестування в рампі форсунок забезпечується робочий тиск палива. Тестування полягає в порівнянні частки спаду тиску палива при послідовному відкритті форсунок імпульсами керування однакової тривалості. Розбаланс тиску

після спрацьовування форсунок вказує на несправність окремих форсунок.

Тест «Електричні форсунки» проводиться на різних режимах ДВЗ за допомогою осцилографа. Аналізується форма напруги сигналу, що управляє, вимірюється частота і тривалість імпульсів впорскування з прив'язкою до швидкості обертання двигуна. За результатами аналізу (порівняння з нормованими значеннями) робиться висновок про стан електричної обмотки та клапанного механізму паливного каналу форсунки (уточнюється причина розбалансу форсунок).

Тест «Відносна компресія» полягає в порівнянні значень компресії по циліндрах ДВЗ під час примусового прокручування колінчастого валу стартером (без запалювання). Значення компресії опосередковано оцінюються за піковими показаннями струму стартера під час такту стиснення у відповідних циліндрах. Сила струму стартерної мережі зазвичай вимірюється за допомогою датчика цангової конструкції. Розбаланс компресії по циліндрах вказує на нещільності в ЦПГ або в клапанах ГРМ, а також порушення такту клапанів окремих циліндрів (уточнюється причина розбалансу потужності).

Тест «Баланс індикаторної потужності» (або «Розгін-вибіг») проводиться під час випробувань автомобіля на стенді з біговими барабанами або в процесі їздових випробувань, або в стаціонарних умовах. При цьому, реєструється час розгону та вибігу двигуна (хронометричні вимірювання) до певних оборотів (тахометричні вимірювання). Індикаторна потужність (від згоряння палива) складається з ефективної потужності (на валу) та механічних втрат. За результатами проведення тесту розраховуються складова механічних втрат (ставлення потужності механічних втрат до індикаторної потужності) та ефективна складова (ставлення ефективної потужності до індикаторної потужності). У стаціонарних умовах ці параметри визначаються мотор-тестером умовно і приблизно шляхом підрахунку часу мікроциклів розгону-вибігу колінчастого валу в діапазоні заданих оборотів. Тест дозволяє оцінити стан системи мастила і ступінь зносу сполучених елементів механічних вузлів.

Тест «Тиск у циліндрі» проводиться на обертах холостого ходу або під час прокручування ДВЗ стартером. У першому випадку використовується п'єзоелектричний датчик (встановлюється, як прокладка під свічку запалювання), у другому – датчик тиску мембранного типу (встановлюється в отвір замість свічки). Осцилограма пульсацій тиску

в циліндрі порівнюється з сіткою його нормативних значень у характерних точках положення колінчастого валу. Тест дозволяє оцінити ступінь стиснення і герметичність в циліндрі, правильність установки розподільчого валу, ступінь пошкодження деталей ГРМ і ЦПГ окремих циліндрів у разі розбалансу компресії. Насправді тест «Тиск у циліндрі» поділяють на кілька тестів локального аналізу.

Тест «Розрідження у впускному колекторі» проводиться при роботі двигуна або при прокручуванні колінчастого валу стартером на підставі показань спеціального датчика тиску/розрідження. По коливанням тиску оцінюється робота клапанів ГРМ у прив'язці до окремих циліндрів. Тест дозволяє не тільки оцінити загальний стан ГРМ, а й відокремити характеристики клапанів кожного циліндра.

Тест «Тиск у впускній системі» проводиться аналогічно до попереднього. Дозволяє локалізувати дефектний циліндр і оцінити роботу впускних клапанів ГРМ (на відміну від тесту «Баланс потужності по циліндрах»).

Тест «Тиск картерних газів» проводиться аналогічно до попереднього. При цьому пульсації тиску відстежуються в прив'язці до такту стиснення і робочого ходу поршнів окремих циліндрів. Збільшення тиску при роботі циліндра означає, що гази прориваються в простір над поршнем (знос ЦПГ).

Тест «Випередження запалення» проводиться у робочих діапазонах ДВЗ. Стробоскопічний спосіб вимірювання дозволяє зняти робочі характеристики та оцінити стан (порівнянням з нормативними характеристиками) відцентрового та вакуумного регуляторів кута випередження запалення. У ДВЗ, які оснащені мікропроцесорними системами керування запаленням, вимірювання кута випередження проводиться автоматично на підставі аналізу фазового зсуву між сигналами датчика положення колінчастого валу і керування котушкою (модулем) запалювання в середовищі електронного блоку керування (ЕБК). Результати вимірювань порівнюються зі вмістом характеристичних карт, які зберігаються в постійній пам'яті ЕБК.

Тест «Газоаналіз» проводиться на трьох стаціонарних режимах ДВЗ (холостого ходу, середніх та підвищених оборотів). За допомогою газоаналізатора визначаються концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах і вимірюється напруга датчика кисню. За результатами тесту локалізується несправна система (запалювання, впорскування, ЦПГ, ГРМ, впуску повітря, впуску газів) і оцінюється склад

робочої суміші (реакція зворотного зв'язку по концентрації кисню у відпрацьованих газах).

Тестування ДВЗ, оснащених мікропроцесорними системами керування, також можна проводити за допомогою сканера (через діагностичний роз'єм). При цьому, керуючі впливи та реєстрація вимірювальної інформації ініціалізуються програмою діагностичного сканера. Наведемо зміст тестів ДВЗ, які передбачені у програмах більшості сучасних сканерів у режимі «Випробування».

Тест «Прокручування» ініціалізує примусове прокручування двигуна стартером певний час (запалювання відключено). Під час цього випробування визначається середня частота обертання колінчастого валу, середня і мінімальна напруга бортової мережі. На основі отриманої інформації визначаються причини неможливості пуску двигуна.

Тест «Запуск» забезпечує штатний пуск двигуна. Під час випробування спостерігається динаміка зміни параметрів, перерахованих у попередньому пункті. На основі отриманої інформації визначаються причини ускладненого пуску двигуна.

Під час проведення *тесту «Розгін»* здійснюється розгін двигуна і визначається час, протягом якого двигун набирає обертів з деякої мінімальної величини до максимальної. Максимальна бажана частота обертання колінчастого валу визначається користувачем. За результатами випробувань робиться висновок про наявність ушкоджень неелектричного характеру.

Тест «Розгін холостого ходу» полягає у примусовому розгоні двигуна на режимі холостого ходу (від мінімально можливих до максимально можливих оборотів) під керуванням програми. При цьому, вимірюється час розгону двигуна і аналізується стан магістралі подачі додаткового повітря і елементів системи керування по каналу холостого ходу.

При проведенні *тесту «Механічні втрати»* вимірюється час, протягом якого двигун знижує обороти до рівня, і визначаються причини втрат.

По *тесту «Прогрів»* проводяться випробування на швидкість прогрівання двигуна, які полягають у визначенні часу, за який температура охолоджуючої рідини збільшиться до заданого рівня. Аналізується система охолодження та стан її елементів (визначення пошкоджень неелектричного характеру).

При ініціалізації *тестів* «Тест ЕБК», «Скидання ЕБК», «Ініціалізація ЕБК» виконуються внутрішні перевірки ЕБК відповідно: на працездатність при стабільному живленні; при зникненні живлення бортової мережі; на відновлення працездатності після програмних втручань.

Тест «Monitor Test» забезпечує режим «діалогового спілкування» електронних систем керування з оператором і дозволяє не тільки локалізувати несправність системи, але і виявити причини її виникнення. Такий режим дозволяє спостерігати за системою та виконувати її регулювання під час руху автомобіля.

Тест «Static Test» проводиться для автомобілів, які неможливо завести. Дозволяє локалізувати місця пошкоджень (елемент, ланцюг), що є причиною неможливості запуску двигуна.

Тест «Running Test» дозволяє виявити «хаотичні» несправності, які виникають на потужних режимах інжекторних ДВЗ. Передбачено режим «Help» для надання довідкової діагностичної інформації про зміст та послідовність виконання діагностичних операцій у процесі вимірювання діагностичних параметрів. Необхідність і порядок проведення перерахованих тестів визначається фактичним станом систем ДВЗ під час діагностування (наявність симптом несправностей, кодів помилок або погіршення тягово-економічних та екологічних характеристик). У загальному випадку (за відсутності попередньої діагностичної інформації), дотримуються наведеної послідовності тестів з урахуванням ступеня локалізації несправності за результатами проведення кожного тесту.

Комплектація мотор-тестера газоаналізатором дає можливість діагносту переглядати дані з газоаналізатора безпосередньо в програмі мотор-тестера, а також використовувати дані про склад відпрацьованих газів під час тестування ДВЗ для локалізації несправної системи.

Програмне забезпечення мотор-тестера дозволяє використовувати дані газоаналізатора для визначення фактичного співвідношення повітря/паливо та оцінювати функціонування зворотного зв'язку (за допомогою датчика концентрації кисню). Поєднання функцій мотор-тестера в режимі перегляду осцилограм сигналів датчиків і виконавчих пристроїв та сканера в режимі перегляду поточних параметрів дозволяє визначити причини несправності (локалізувати місце пошкодження електричного кола).

7.3. Газоаналізатори і димоміри промислових зразків

Газоаналізатори мають переносний зонд для забору відпрацьованих газів з вихлопної труби і відрізняються за кількістю реєструються компонентів (2-х компонентні СН, СО; 3-х компонентні СН, СО, СО₂; 4-х компонентні СН, СО, СО₂, О₂; 5-ти компонентні СН, СО, СО₂, О₂, NO_x). Додатково в структурі приладів передбачають канали вимірювання частоти обертання колінчастого валу ДВЗ (тахометри), температури мастила (термометри) і індикацію розрахованого значення λ-параметра (якості паливоповітряної суміші). Інформація про склад відпрацьованих газів у комп'ютеризованих газоаналізаторах виводиться на дисплей приладу та інтерфейс для ПК. Більшість сучасних газоаналізаторів мають виносний або вбудований принтер для документації результатів аналізу. Електроживлення приладів, як правило, здійснюватиметься від автономних джерел від мережевого перетворювача ~220/12 або 24 В.

Технічні характеристики газоаналізаторів промислових зразків різних фірм виробників відрізняються за функціональними (кількість аналізованих компонентів газу, наявність інтерфейсів зв'язку, вбудованого принтера, пульта керування, тахометра, вимірювача температури олії, функції розрахунку λ-параметра), метрологічним (діапазон вимірювань компонентів газу, відносна похибка вимірювань газових каналів, наведена похибка вимірювань тахометра та термометра, час прогріву та встановлення показань) та конструктивним (тип та параметри індикатора, маса, розміри, споживана потужність) показниками. Розглянемо приклади продукції провідних виробників [25..27].

Чотирьохкомпонентний *газоаналізатор АВГ-4* (рис. 7.1, а) призначений для вимірювання об'ємної частки оксиду вуглецю, вуглеводнів, діоксиду вуглецю і кисню у відпрацьованих газах автомобілів з бензиновими двигунами, коефіцієнта надлишку повітря (лямбда показника), частоту обертання колінчастого валу. Дозволяє вимірювати температуру масла двигуна і забезпечує зв'язок з ПК по RS-232. Результати вимірів автоматично передаються на центральний комп'ютер, що дозволяє значно прискорити процес діагностування. За наявності Bluetooth-адаптера забезпечується бездротовий зв'язок з комп'ютером.



а



г



б



д



в



е

Рис. 7.1. Зовнішній вигляд приладів контролю вихлопних газів:
а...в – газоаналізатори; г...е – димоміри

Газоаналізатори «Инфракер 08/10» призначені для визначення оксиду вуглецю CO, суми вуглеводнів CH у відпрацьованих газах бензинових автомобільних двигунів і для вимірювання частоти обертання колінчастого валу. Традиційними атрибутами приладів цієї марки є: зв'язок із ПК за RS-232; автоматичний злив конденсату; можливість підстроювання чутливості тахометра. Газоаналізатори «Инфракер М-1Т.01/02» (рис. 7.1 б) призначені для вимірювання об'ємної частки оксиду вуглецю CO, вуглеводнів CH, діоксиду вуглецю CO₂, кисню O₂ у відпрацьованих газах автомобілів з бензиновими двигунами.

У газоаналізаторі є канали для вимірювання частоти обертання колінчастого валу (всі виконання) і температури масла (використання Т) двигунів автомобілів. На підставі вимірюваних значень CO, CH, CO₂ і

O₂ газоаналізатор здійснює розрахунок коефіцієнта надлишку повітря λ -параметр. У приладі виробляється автоматичний злив конденсату та автоматичне продування нуля. У модифікації «02» є вбудований принтер з годинником реального часу. Зв'язок з ПК RS-232, комплектуються програмою для графічного відображення та обробки показань газоаналізатора на персональному комп'ютері.

Чотирьохкомпонентний *газоаналізатор MGT 5 TLC* (Test Lane Connection) (рис. 7.1, в) забезпечує вимірювання викидів бензинових і газових двигунів (на зрідженому та стиснутому газі), що працюють за циклом Отто (HC, CO, CO₂, O₂; λ -розрахунок, NO_x – опція). Додатково на дисплей виводяться значення частоти обертання та температури масла ДВЗ. Передбачені функції автоматичного вимкнення для запобігання проникненню конденсату та автокалібрування.

Конструкція приладу містить змінні модулі (блок вимірювання частоти обертів, модуль E-OBD). Інтерфейсні модулі передбачають варіанти компонування газоаналізатора з ПК або ручним терміналом введення даних. Крім того, є можливість інтегрування газоаналізатора в діагностичну лінію MANA Eurosystem для спільної роботи з модульним димоміром MANA MDO 2.

Чотирьохкомпонентний *газоаналізатор AGS-200* (CO, CO₂, HC, O₂) комплектується додатковими датчиками для вимірювання концентрації NO_x, числа обертів і температури двигуна. Використовується спектрометричний блок американської фірми Sensors. Програмне забезпечення дозволяє обчислювати λ -параметр, оцінювати ефективність роботи каталізатора і системи прогріву двигуна, графічно відображати динаміку сумішоутворення, виконувати автоматичне обнулення і калібрування. Передбачено підключення до COM-порту комп'ютера за інтерфейсами RS-232, RS-485.

Димоміри призначені для вимірювання димності (не дисперсної прозорості) відпрацьованих газів дизельних ДВЗ. Як параметр для оцінки димності газу оптичним способом обраний коефіцієнт ослаблення світлового потоку N, що вимірюється в процентах. Технічні характеристики димомірів, як і газоаналізаторів відрізняються за функціональними, метрологічними (похибками приведеними до верхньої межі вимірювань) і конструктивними показниками. Розглянемо кілька прикладів продукції відзначених виробників.

Димомір АВГ-1Д (рис. 7.1, г) призначений для вимірювання димності відпрацьованих газів дизельних двигунів автомобілів і частоти

обертання колінчастого валу ДВЗ. Завдяки наявності дистанційного пульта керування димоміри АВГ-1Д дозволяють здійснювати виміри одній людині прямо з кабіни автомобіля. Показання вимірів виводяться на графічний дисплей пульта керування і дублюються на ПК (зв'язок по RS-232).

Димомір «Інфракар-Д 1.01» (рис. 7.1, д) призначений для вимірювання димності відпрацьованих газів дизельних автомобільних двигунів. У приладах цієї серії передбачено зв'язок з ПК RS-232. У базовому варіанті приладу не передбачені функції: вимірювання температури масла, частоти обертання колінчастого валу, автовідключення при підстроюванні нуля. Інтерфейс приладу передбачає підключення зовнішнього принтера, але не розрахований на підключення до терміналів лінії технічного контролю (ЛТК) та мотор-тестерів. Модифікації приладу «Інфракар Д-1.ХХ ХХХ» з індексами: 02 – оснащені вбудованим принтером; ЛТК – реалізована функція автоматичного відключення проби при підстроюванні нуля; 3 – оснащені тахометром та каналом для вимірювання температури масла; 3.01 ЛТК – додатково оснащені виносним пультом дистанційного керування.

Димомір MDO 2 LON TLC німецької фірми МАНА (рис. 7.1, е) побудований за принципом абсорбційної фотометрії. Використовується як самостійний компактний прилад для стаціонарного та мобільного застосування (рис. 7.2, а...в), а також розрахований на підключення до потужнісних стендів МАНА та в мережу діагностичної тест лінії МАНА Eurosystem для спільної роботи з модульним газоаналізатором МАНА MGT 5 (інтерфейс RS-232, ПЗ Profi-/Eurosystem).

Димомір оснащений ручним терміналом з рідкокристалічним дисплеєм та принтером. Результати вимірювань виводяться на дисплей терміналу та монітор ПК. Прилад комплектується датчиком частоти обертання; газозабірним зондом; зондом для вимірювання температури олії; шлангом для відведення відпрацьованих газів після димоміру за межі приміщення.



Рис. 7.2. Варіанти комплектації димоміру MDO 2 LON MANA:
 а – оснащення ручним терміналом; б – на візку з ручним терміналом;
 в – на комп'ютерній стійці з монітором і принтером; г – п'єзодатчик
 частоти обертання; д – фотодатчик частоти обертання

Зазначимо, що як датчик частоти обертання дизельного двигуна в димомірах фірми MANA зазвичай використовується п'єзо датчик, який розпізнає пульсацію тиску в трубопроводі високого тиску (рис. 7.2, г). Крім п'єзо датчиків для вимірювання частоти обертання колінчастого валу можуть застосовуватися й інші датчики: фотоелектричний зі світловідбивним ефектом (рис. 7.2, д), вібрації, пульсацій напруги генератора, ротофон (датчик звукових коливань).

Для автомобілів, оснащених електронними системами керування ДВЗ, цих цілей, використовується сигнал з датчика ВМТ (виведення діагностичного роз'єму).

Прилад такого класу характеризується: зручним меню, мінімальним часом прогріву після включення, мінімальними витратами на технічне обслуговування. Після перевірки димності відпрацьованих

газів дані контролю можуть бути виведені на дисплей. Підсумковий протокол виводиться на друк та зберігається у базі даних по автомобілях на дисках ПК (рис. 7.3).

	Задан. вел.		Свободные ускорения				
	Мин.	Макс.	Акт.	1	2		3
Част. вр. X.X	600	1000	760	760	760	760	1/мин
Макс. част. вр.	4000	6000	4810	4950	4950	4950	1/мин
Значение K		2,51	1,07	0,00	1,61	1,61	1/м
t-y				0,41	0,63	0,34	с
Темп. масла	80		113				°C

Внешний осмотр прошел

Тест выхлопа не прошел

Значок не выдан

Диапазон 0,50 не ОК

Ариф. среднее 1,07 ОК

▲
▼
?
🖨
📁

Рис. 7.3. Візуалізація результатів контролю димності відпрацьованих газів на дисплеї приладу MDO 2 LON MANA

Димомір OPA-100 для контролю відпрацьованих газів дизельних ДВЗ та оцінки роботи систем живлення, випуску газів та мастила. Забезпечує вимірювання числа обертів та температури ДВЗ. В автоматичному режимі здійснюється: контроль тиску та температури у вимірювальній камері; контроль забруднення фотометричних пристроїв; калібрування та обнулення.

Як зазначалося вище, прилади газоаналізу деяких моделей забезпечують спільну роботу. Це дозволяє на СТО і ЛТК універсального обслуговування (автомобілів з бензиновими та дизельними ДВЗ) використовувати газоаналізуючі комплекси, до складу яких входять газоаналізатор і димомір, які встановлені на транспортному візку (рис. 7.4).

Залежно від складу поста діагностики чи ЛТК, комплекс газоаналізу може бути доповнений спеціальним системним блоком обробки інформації або повним комплектом ПК.



Рис. 7.4. Зовнішній вигляд мобільних комплексів газоаналізу:
 а – комплектація AGS-200 и OPA-100;
 б – комплектація MGT 5 TLC и MDO 2 LON TLC

З метою розширення регламентних можливостей посту для контролю вихлопних газів при мінімальних витратах на придбання діагностичного обладнання, виробниками пропонуються комбіновані прилади, що поєднують функції газоаналізатора та димоміру (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Комбіновані прилади контролю вихлопних газів:
 а – модель Автотест-01.04; б – модифікація Автотест-01.04 П

Комбінований двокомпонентний *аналізатор газів Автотест-01.04* (рис. 7.5, а) призначений для оцінки токсичності карбюраторних двигунів (СО, СН) та димності дизельних двигунів. Використовується автономно або у складі ЛТК-МЕТА (зв'язок із комп'ютером через порт RS-232). Прилад додатково забезпечує:

- контроль температури та тиску в оптичному каналі в режимі роботи димоміру;
- вимірювання частоти обертання (датчик тахометра);
- відключення проби та корекцію нуля без відключення газозбірника в автоматичному режимі;
- автоматичний злив конденсату;
- графічну інтерпретацію результатів вимірювання токсичності;
- можливість роботи з будь-яким мотор-тестером.

Модифікація приладу *Автотест-01.04П*, на відміну від базового варіанту, має вбудований термопринтер для виведення результатів вимірювань (рис. 7.5, б).

Поряд з невисокою ціною, в порівнянні з мобільними комплексами газоаналізу (див. рис. 7.4), комбіновані прилади безперечно поступаються за якістю (компонентність, точність) зручністю експлуатації (обробка, зберігання, передача в лінію, друк) та оперативністю контролю (продуктивність посту).

7.4. Консольні мотор-тестери промислових зразків

Функціональна відмінність комп'ютеризованих МТ визначається їх структурою (складом і периферійним оточенням) і особливістю функціональних перетворень (способами реалізації вимірювань та програмним забезпеченням). Поряд з основною функцією аналізатора ДВЗ, в структурі МТ реалізуються різні додаткові функції: мультиметра та універсального осцилографа, сканера; імітатора сигналів датчиків та драйверів виконавчих пристроїв; монітора газоаналізатора, самописця та діагностичного конектору електронного блоку керування.

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 налаштування режимів вимірювань, інтерактивний пошук несправностей, форма надання діагностичної інформації).

Конструктивне виконання та апаратна реалізація моторів-тестерів відрізняються за ознаками мобільності (пересувні, портативні) та структури (автономні, модульні) [1, 2, 4, 28...30].

Пересувні консольні мотори-тестери мають усі програмно-апаратні атрибути ПК і характеризуються високим ступенем апаратної оснащеності та програмної універсальності. Мотор-тестери цієї групи реалізуються на базі спеціалізованого системного блоку, ПК або планшета.

Структура основного блоку мотор-тестерів цього класу стримує пристрої попередньої обробки сигналів (аналізатор): підсилювачі, атенюатори, компаратори, цифрові лічильники, аналогово-цифрові перетворювачі. Як правило, до складу пересувних моторів-тестерів входить стробоскоп, газоаналізатор та принтер.

Програмне забезпечення таких мотор-тестерів базується на експертній системі. Комп'ютерна система стаціонарних моторів-тестерів працює під керуванням ОС класу Windows Millennium Edition та використовує інформаційні бази даних та електронні плати інтегровані у системний блок. Основний недолік пересувних моторів-тестерів це неможливість тестування двигуна під час руху автомобіля.

Першими до виробництва консольних моторів-тестерів комп'ютерного базування почали відомі концерни Sun Electric (рис. 7.6, а) та Robert Bosch (рис. 7.6, б). Американська корпорація SPX запропонувала мотори-тестери, у яких використовується стандартний ПК у складі пересувної стійки (рис. 7.6, в).

Мотор-тестер «Авто-майстер» (АМ1-М) російських виробників (рис. 7.6, г) призначений для діагностики карбюраторних та інжекторних ДВЗ, оснащених каталізатором та системами запалення з висковольтним та низьковольтним розподілом іскри.

Двигун-тестер передбачає підключення газоаналізаторів певних типів. Складається з аналізатора ДВЗ, універсального осцилографа, імітатора сигналів датчиків, комплекту для вимірювання тиску палива і температури охолоджуючої рідини, адаптерів підключення до систем DIS, чотирьохкомпонентного газоаналізатора. Додатково забезпечує поглиблену діагностику систем керування ДВЗ та паливної магістралі систем упорскування (аналіз балансу та продуктивності форсунок).



Рис. 7.6. Пересувні мотор-тестери: а – SMP 4000; б – FSA 560; в – Vision Premier; г – AM 1-M; д – DD-4000; е – MOT-251

Мотор-тестер DD-4000 (Digital Devices) включає системний блок з інтегрованим модулем узгодження сигналів, стандартну комплектацію ПК, газоаналізатор, комплект адаптерів підключення та вимірвальних зондів (рис. 7.6, д).

Програма головного меню приладу скомпонована з урахуванням стандартної практики діагностики: клієнт; мотор (ідентифікація типу ДВЗ та системи керування); первинне, вторинне напруження; генератор, акумулятор; відносна компресія, стартер; аналіз газів; баланс потужності; аналіз оборотів; кут випередження запалення; продуктивність циліндрів; дизель (тиск упорскування); електричні форсунки; осцилограф; звіт. Забезпечує вимірювання необхідних параметрів,

проведення відповідних тестів (передбачено запис даних «стоп-кадрів») та виконання додаткових опцій.

Мотор-тестер середнього класу *Bosch MOT-251* (рис. 7.6, е) призначений для діагностики та регулювання електричних систем автомобіля, паливної апаратури, ЦПГ та ГРМ, бензинових та дизельних двигунів. На замовлення комплектується сканером електронних систем автомобіля, димоміром. Дозволяє оцінювати стан форсунок та роботу паливних насосів дизельних двигунів, отримувати інформацію з баз даних параметрів та електросхем по автомобілях різних марок та моделей. Прилад виконує функції цифрового осцилографа та мультиметра та забезпечує режими налаштування, ідентифікації автомобіля, тестування (токсичність-тест, впорскування-тест, мотор-тест). Програми «мотор-тест» включають три дельта-тести: «Відносна компресія», «Живлення циліндрів», «Ефективність циліндрів».

7.5. Мотор-тестери модульної конструкції

Мотори-тестери модульної конструкції представляють комплект конструктивно-відокремлених пристроїв (модулів), основу яких складають пристрій інтерфейсу (модуль мотора-тестера) і персональний комп'ютер типу ноутбук з відповідним програмним забезпеченням [1, 28...30] (рис. 7.7).

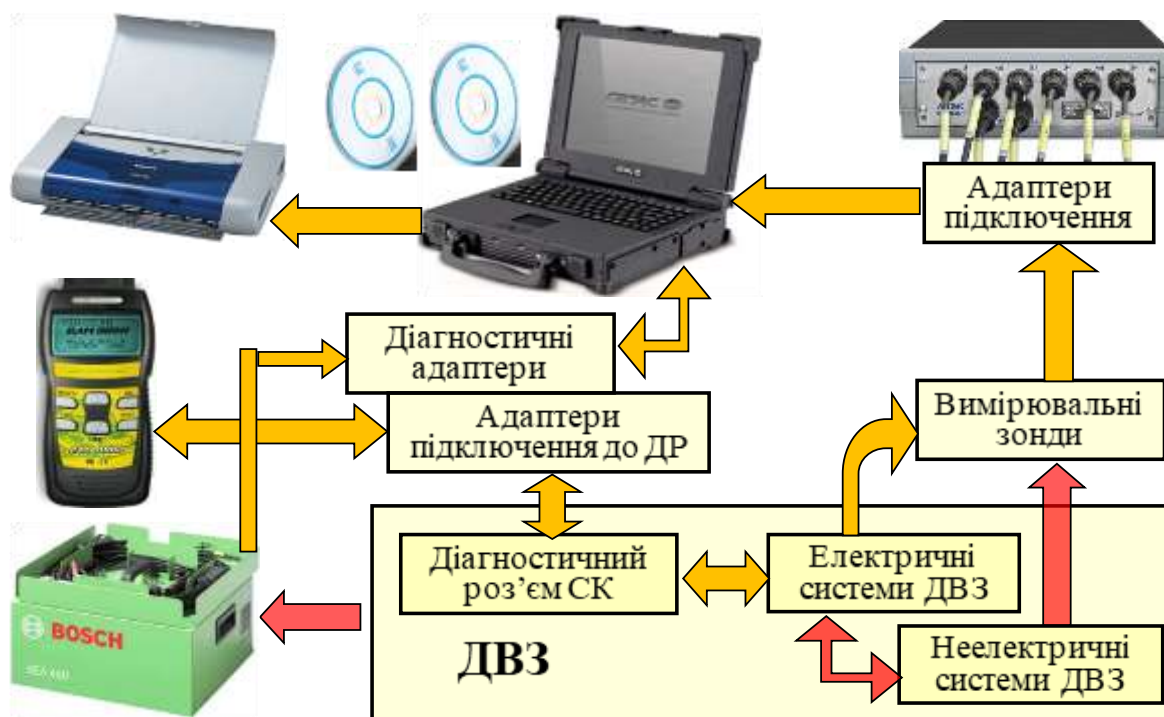


Рис. 7.7. Альтернативні конфігурації мотор-тестерів модульної конструкції

Зв'язок модульних моторів-тестерів зі стаціонарним ПК або ноутбуком відбувається під керуванням Windows 2000/XP/Vista через COM-порт. Додатково через RS232 передбачається підключення газоаналізатора та принтера.

Режим відображення (осцилограф) графічної інформації (одночасно по 4-м каналам) характеризується: частотою дискретизації до 10 МГц; розрядністю АЦП 12 біт; діапазоном вимірювання низької 0,01...500 В та високої 25...50 кВ напруги (із застосуванням зондів); вхідним опором 500...1000 кОм; швидкістю реєстрації інформації 10...20 кадрів на секунду. Живлення приладів передбачає коливання рівня постійної напруги в межах 8...30 В. У разі необхідності, окремі модулі приладу, залежно від поставленого завдання, можуть використовуватися безпосередньо на борту в стаціонарних умовах або під час руху автомобіля.

Найбільш прості та доступні за ціною мотор-тестери даного класу можуть бути побудовані на базі USB-осцилографів з комплектом вимірювальних зондів та адаптерів підключення. Так, наприклад, мотор-тестер універсального застосування на базі USB осцилографа DiSco-2 комплектується: набором щупів; адаптером запалювання; ємнісним датчиком синхронізації по 1-му циліндру; набором ємнісних датчиків DIS-4; датчиками тиску; комплектом експрес-датчиків (ємнісної та індуктивної лінійки) високої напруги (рис. 7.8).



Рис. 7.8. Комплектація мотор-тестеру на базі USB осцилографа DiSco-2

Програмне забезпечення Disco Motor Master, яке йде в комплекті з цим мотор-тестером, обчислює основні параметри сигналів, що знімаються ємнісними датчиками з високовольтних проводів системи запалювання: напруга пробую, напруга та час горіння іскри по циліндрах. Інтерфейс користувача максимально наближений до панелі керування та екрану реального осцилографу (рис. 7.9).

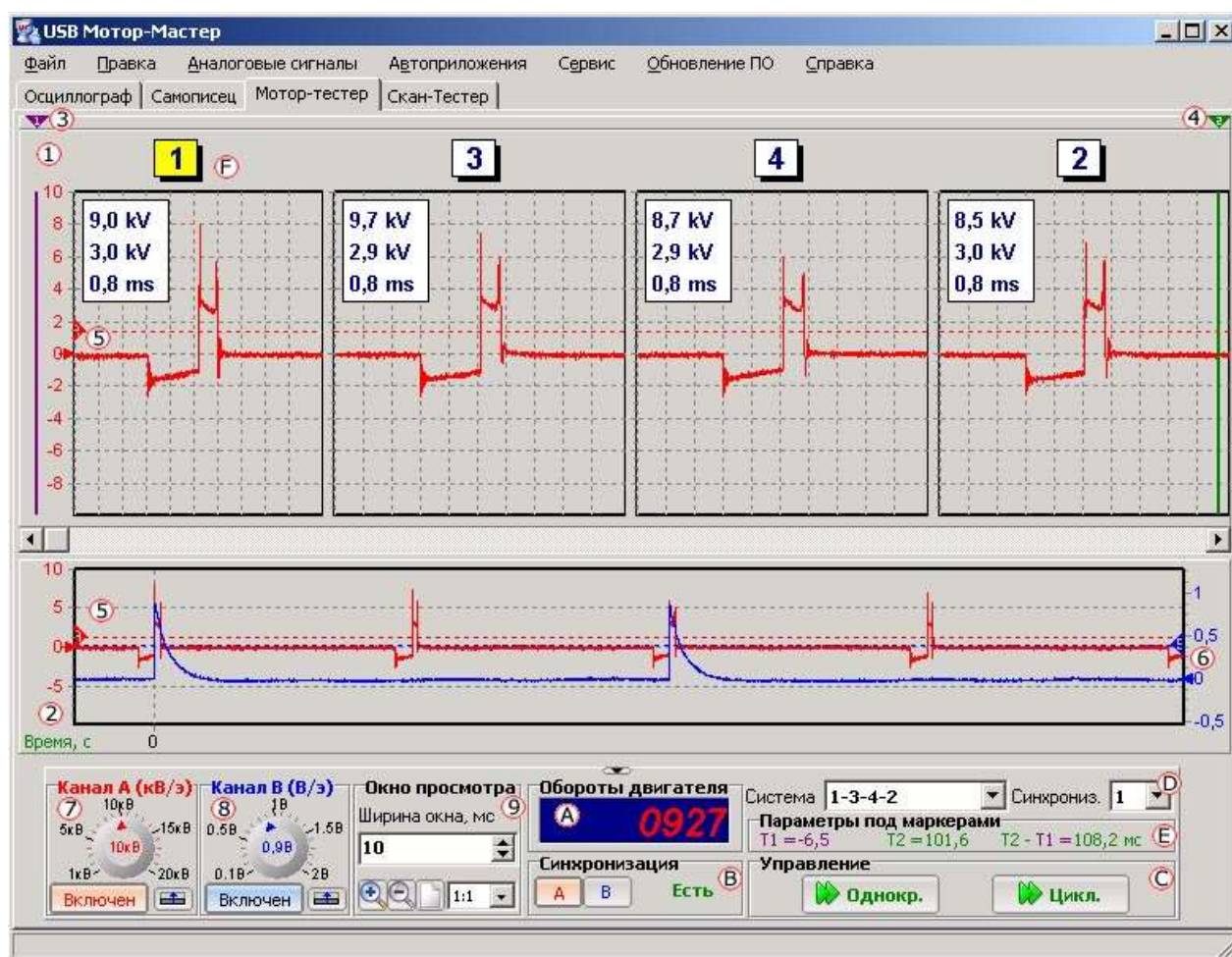


Рис. 7.9. Візуалізація результатів вимірювань вторинної напруги системи запалювання під програмою Disco Motor Master

У центрі вікна знаходиться сектор робочого екрану (поз. 1), на якому відображаються до восьми осцилограм, кожна з яких відповідає одному з циліндрів двигуна. Над рамкою робочого екрану розташовані два маркери (поз. 3 і 4), призначені для точного вимірювання часових інтервалів (індикуються під маркерами).

Знизу знаходиться допоміжна осцилограма (поз. 2), що відображає повну розгортку вхідних сигналів. Для завдання рівня

синхронізації використовуються два горизонтальні маркери (поз. 5 і 6). У програмі використовуються контрольні функції, характерні для мотор-тестера:

- «Вікно перегляду» - завдання ширини вікна, в якому відображається кожен з циліндрів і масштабу сигналу на робочому екрані;
- «Обороти двигуна» – контроль поточного значення частоти обертання двигуна;
- «Система та синхронізація» вибір аналізованої системи запалювання та циліндра, до якого підключений датчик синхронізації;
- ініціалізація перерозподілу масштабу тимчасової осі (розгортки) робочого екрану між осцилограмами циліндрів;
- селективна обробка діаграм по циліндрах (роздруківка, зберігання в файл у вигляді растрового або послідовного малюнка, копіювання в буфер обміну).

П'єзоелектричний датчик розрідження призначений для одержання осцилограми, що відображає зміну розрідження у впускному колекторі бензинового двигуна, за характерними точками і ділянками якої визначається ряд параметрів:

- взаємне положення колінчастого та розподільчих валів;
- стан ущільнень ЦППГ;
- за градусною шкалою визначити деякі фази роботи ГРМ;
- відповідність взаємному положенню зубчастого диска, що задає, і датчика положення колінчастого валу,

Методика діагностики по датчику розрідження дозволяє вимірювати і порівнювати моменти початку відкриття впускних клапанів і моменти кінця закриття випускних клапанів двигуна, визначити тривалість фази перекриття клапанів для кожного циліндра двигуна (рис. 7.10).

П'єзоелектричний датчик тиску призначений для отримання осцилограми, що відображає зміна тиску в циліндрі бензинового двигуна в процесі примусового прокручування колінчастого валу стартером. За характерними точками і ділянками осцилограми (аналогічно рис. 1.6) визначаються параметри, що дозволяють оцінити технічний стан вузлів та механізмів ДВЗ.

Диференціальний датчик перепаду тиску працює в діапазоні від 0,85 бар розрідження до 7 бар надлишкового тиску. Це дозволяє отримати достовірний графік тиску в циліндрі бензинового двигуна, прогрітого до робочої температури і працюючого на оборотах холостого

ходу з відключеною системою запалювання в циліндрі, що діагностується.

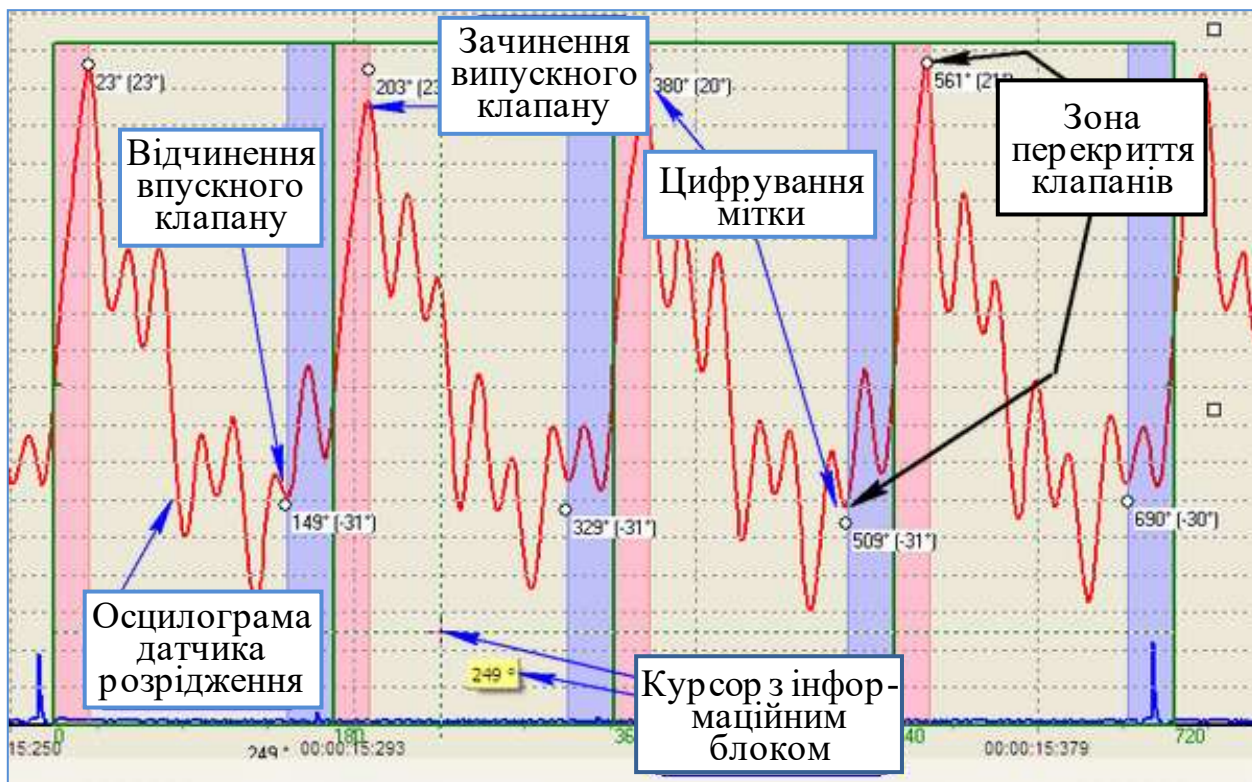


Рис. 7.10. Візуалізація результатів вимірювань тиску програмою Disco Motor Master

Мотор-тестер на базі восьмиканального USB-осцилографа Autoscope підключається до USB-порту ПК (MS Windows 98se, Windows ME, Windows 2000 або Windows XP), працює під керуванням програми «USB Осцилограф». Дозволяє вимірювати та аналізувати:

- осцилограми первинної та вторинної напруги системи запалення («парад циліндрів», «растр», «накладення») з виведенням поточних значень напруги пробую, часу і напруги горіння іскри для кожного циліндра індивідуально;

- параметри періодичних сигналів (максимальне, мінімальне та середнє значення напруги; перепад напруги; тривалість імпульсів, частота, шпаруватість та фаза);

- осцилограми тиску в циліндрах (вимірювання кута випередження запалення і оцінка роботи механічних вузлів у кожному циліндрі двигуна);

- графік розрядження у впускному колекторі, рівень пульсацій тиску газів у картері та у вихлопній трубі;

- відносну компресію в циліндрах двигуна на основі осцилограми струму стартера;
- тиск у паливних магістралях високого тиску ПНВТ дизельних двигунів;
- середнє значення та характер зміни струму стартера;
- параметри імпульсів керування паливними форсунками. Інтерфейс користувача забезпечує:
- підтримку зовнішніх програмних модулів (Plug-In) для виконання специфічних тестів;
- автоматичний аналіз записаної осцилограми на базі VBScript або JScript файлів із наданням звіту;
- можливість синхронізації по кожному з восьми каналів осцилографа;
- збереження та роздрукування отриманих даних у форматі JPEG або бінарного файлу;
- можливість створення налаштувань користувача для часто використовуваних режимів.

За аналогією з конструкцією USB-осцилографів випускаються модулі мотор-тестерів промислових зразків (рис. 7.11).



Рис. 7.11. Модулі узгодження комп'ютерних мотор-тестерів:
 а – Автоас-3; б – TEXA UNIProbe; в – Motodoc III; г – DMO 810;
 д – Bosch FSA 500

Модуль Автоас-Профі-3 (рис. 7.11, а) представляє універсальний прилад для діагностики двигунів з іскровим запалюванням

автомобілів російських та зарубіжних виробників. У приладі реалізовані функції вимірювальних трактів 6-ти каналного осцилографа, 6-ти каналного самописця та мультиметра. Прилад дозволяє проводити тести елементів систем керування ДВЗ, а також тести механічної частини двигуна: «Баланс потужності по циліндрах», «Розрядження у впускному колекторі»; «Тиск у випускній системі»; «Тиск картерних газів»; «Абсолютна компресія» «Тиск у циліндрі», «Розгін». Передбачено спільну роботу модуля мотора-тестера з програмним сканером «Автоас-Скан» та газоаналізаторами марок «Інфракар», «Аскон», «Авеста».

Модуль американської фірми *TEXA UNIProbe* (рис. 7.11 б) представляє прилад обробки даних спеціалізованим програмним забезпеченням, за допомогою якого, реалізуються функції: 4-х каналного аналогового осцилографа, мультиметра, імітатора сигналів датчиків і драйверів виконавчих пристроїв, акумуляторного зонду, вимірювача тиску повітря та палива, тестера автомобільних мереж зв'язку CAN, VAN, LIN. Додатково модуль містить програму SIV (Signal Information View) технічної підтримки (допомоги автомеханіку) під час проведення тестів (показує сигнал, виконує збір значень і даних, аналізує результати, робить експертний висновок). У разі потреби програма виводить на монітор ПК зображення електросхеми з переліком компонентів системи керування, що діагностується. При цьому автоматично активується режим осцилографа, налаштований на проведення тесту по вибраному компоненту.

Модуль *MotoDoc III* (рис. 7.11, в) призначений для пошуку несправностей у різних системах автомобілів (електромеханічних, електронних, мікропроцесорних) з бензиновими карбюраторними та інжекторними ДВЗ. Блок мотор-тестера підключається до карти мережі комп'ютера. Прилад дозволяє ефективно виявляти несправності в системах запалювання, подачі палива, газорозподілу, електропостачання. Для ефективної діагностики ДВЗ у приладі передбачено спільну роботу з газоаналізатором. Опції приладу забезпечують: тривалий період часу запису інформації в режимах осцилографа (визначається обсягом ОЗУ комп'ютера) і самописця (визначається ресурсом жорсткого диска); збереження інформації в базі даних для обраного клієнта; роздрукування звітів за результатами діагностування.

Модуль *DMO 810* (рис. 7.11, г) представляє 2-х каналний осцилограф та мультиметр. У режимі осцилографа відтворює діаграми

первинної та вторинної напруги класичних і DIS систем запалювання («Парад циліндрів», один циліндр, накладення циліндрів з колірним виділенням). Забезпечує режим стоп-кадра з покроковим переглядом попередніх кадрів. Дозволяє спостереження і аналізувати сигнали вихідних каскадів блоку керування, виконавчих пристроїв і датчиків шляхом порівняння з еталонними сигналами з бібліотеки програми. Передбачено збереження осцилограм у пам'яті комп'ютера, створюючи персональну базу сигналів. У режимі мультиметра вимірює напругу, опір та кількість обертів двигуна з автоматичним встановленням діапазону вимірювань. Програма тестера виконує стандартні тести λ -зонда та генератора.

Мотор-тестер *Bosch FSA 500* (рис. 7.11, д) представляє програмно-апаратний модуль узгодження аналогових сигналів з портом ПК, який забезпечує функції: 4-х каналного цифрового осцилографа, імітатора сигналів датчиків; тестери бортової перевірки кіл та компонентів систем керування; тестера добового відстеження струму розряду АКБ; тестери сигнальних шин CAN-BUS. Завдяки комплекту вимірювальних зондів і адаптерів підключення прилад дозволяє вимірювати і імпортувати в ПК параметри сигналів і осцилограми: струму стартерної мережі (до 1000 А), напруги вторинного кола (до 30 кВ) систем запалення (включаючи системи з індивідуальними котушками), температури, розрідження та надлишкового тиску. Роз'єми зовнішніх підключень приладу забезпечують можливість спільної роботи з програмно-апаратним сканером *Bosch KTS* і модулем газоаналізатора *Bosch FSA 050*. Для зручності користування модуль вбудований акумулятор і Bluetooth-інтерфейс. Прилад комплектується програмним забезпеченням CD ComrasSoft [plus] та електронною базою даних DVD ESI [tronic].

Модулі моторів-тестерів у комплексі з ПК та додатковими модулями (сканер, газоаналізатор, принтер, стробоскоп) базуються на пересувному візку з консоллю адаптерів підключення та вимірювальних зондів. Таке компонування діагностичного комплексу забезпечує зручність проведення операцій діагностування автомобілів у стаціонарних умовах (рис. 7.12).



Рис. 7.12. Комп'ютеризовані комплекси мотор-тестерів:
 а – КАД-400; б – Premier 7X; в – Omnibus 800; г – Bosch FSA 740; д – Bosch FSA 740 зі сканером KTS 540; е – Bosch FSA 750 зі сканером KTS 670

Базовий комплект діагностичного комплексу КАД-400 (рис. 7.12, а) включає: ПК з мережевою картою, 6-ма СОМ-портами, флоппі дисководом та пристроєм для читання CD-ROM; багатофункціональний модуль (МТ, осцилограф МО-2, генератор ГС-1), діагностичний адаптер КА-2Е для програмного сканера МТ-2Е (діагностика автомобілів російського виробництва). Базовий комплект займає лише один СОМ-порт комп'ютера, інші п'ять використовуються для підключення додаткових пристроїв.

Додатково КАД-400 може комплектуватися: сумісним газоаналізатором «Інфракар М-1Т.01» (див. рис. 7.1, б); п'єзокерамічними датчиками частоти обертання (див. рис. 7.3, г); діагностичним сканером AD-9000 (на базі модуля Fast Vox) для європейських та азіатських автомобілів; пультом дистанційного керування. За допомогою КАД-400 проводиться експрес-діагностика ДВЗ по тестах: відносна компресія по циліндрах, ефективна потужність і потужність механічних втрат, баланс циліндрів з автоматичним їх послідовним відключенням.

Цифровий осцилограф забезпечує автоматичну синхронізацію з прив'язкою до робочих процесів, масштабування, розтяжку і запам'ятовування зображень осцилограм (первинної і вторинної напруги систем запалення, систем дизельного упорскування, пульсацій генератора). Процес тестування супроводжується діалоговими вікнами і результатами вимірювань (рис. 7.13).



Рис. 7.13. Візуалізація процесу і результатів тестування на моніторі комплексу КАД-400: а – вікно «Головне меню»; б – вікно «Меню вимірювальних режимів»; в – вікно «Гістограма напруг пробою свічки»; г – вікно «Вторинна напруга»

Осцилограф МО-2 дозволяє вивести на екран монітора сигнал, безпосередньо поданий на коаксіальні входи або один з внутрішніх сигналів, що підключаються програмно-керованим комутатором: «сигнал першого циліндра», «первинний ланцюг», «вторинний ланцюг», «пульсації напруги батареї», «пульсації струму батареї», «напруга батареї», «струм батареї», «дизельний канал». У режимі «Стоп-кадр» забезпечується фіксація зображення, переміщення кадрами (до 100 позицій тому і повернення до останнього кадру). Крім візуального відліку значення сигналу по сітці екрана можливий безпосередній цифровий відлік у будь-якій вибраній за допомогою візира точці.

Екран монітора в режимі генератор (імітатор сигналів) ГС-1 розбитий на три зони: шаблони сигналів, вид сигналу, що генерується, параметри сигналу.

Список «Шаблони сигналів» дозволяє вибрати необхідний сигнал: синусоїдальний, прямокутний, тест форсунок 1 (100 імпульсів), тест форсунок 2 (50 імпульсів), тест форсунок 3 (10 імпульсів), сигнал датчика положення колінчастого валу. Форма вибраного сигналу з'явиться у вікні «Вигляд сигналу». Два вікна в нижній частині дозволять встановити значення параметрів вибраного сигналу.

До складу діагностичного комплексу *Premier 7X* входять функціональні модулі: 6-ти каналний мотор-тестер MotoDoc III (див. рис. 7.11, в); 4-х компонентний газоаналізатор (Premier 701MX); мультимарочний системний сканер РС-МАХ; персональний комп'ютер (див. рис. 7.12 б). У режимі мотор-тестеру комплекс дозволяє:

- вимірювати амплітудно-часові параметри електричних сигналів (включаючи вторинну напругу запалювання) та тиску (розрядження);
- виконувати тест відносної компресії по циліндрах і рівномірності обертання колінчастого валу;
- створювати основи еталонних сигналів та порівнювати вимірюваний сигнал з еталоном;
- оперативно запам'ятовувати до 1000 кадрів вимірювань з можливістю покадрового перегляду;
- автоматично виконувати розрахункові функції аналізу роботи двигуна.

У режимі газоаналізатора забезпечує вимірювання складу та аналіз відпрацьованих газів (CO , CH , CO_2 , O_2 , $\text{CO}_{\text{КОР}}$, λ -параметр) з можливістю відображення в цифровому та графічних видах;

У режимі сканера виконує: зчитування та стирання кодів помилок; зчитування потоку даних (у цифровому та графічному вигляді), активізацію виконавчих пристроїв систем керування. Дозволяє тестувати до ста систем керування та контролю різного призначення за десятками моделей зарубіжних автомобілів.

Модульний діагностичний комплекс на базі ПК Omnibus 800 Італійської фірми Brain Bee складається з модулів об'єднаних загальним ПЗ для Windows Omnibus з русифікованим інтерфейсом. Пересувна стійка для ПК з полицями для вимірювального модуля DMO-810 та програмного сканера AD-9000. Додаткова пересувна стійка для газоаналізатора AGS-200 та димоміру OPA-100 (див. рис. 7.4, в).

Діагностичний комплекс *Bosch FSA 740* (див. рис. 7.11, г) призначений для моторної та системної діагностики автомобілів. Побудований на базі вимірювального модуля Bosch FSA і ПК під керуванням ОС Windows XP. Комплекс забезпечує функції мотор-тестеру Bosch FSA. Для реалізації вимірювальних функцій пристрою використовуються пакети програмного забезпечення System Soft [plus] і Compact Soft [plus]. Передбачено дистанційне керування процесом діагностування. У комплект поставки додатково можуть входити модулі газоаналізатора Bosch BEA 050 та димоміру Bosch RTM 430, зонд для аналізу газів, що відпрацювали, датчик-індикатор для індивідуальних катушок запалювання. Діагностичний комплекс (див. рис. 7.11, д) додатково може комплектуватися програмно-апаратним сканером KTS 540 для тестування електронних систем керування ДВЗ через діагностичний роз'єм автомобіля.

Мотор-тестер *Bosch FSA 750* (див. рис. 7.11, е) відрізняється системою сканера Bosch KTS 670.

7.6. Портативні мотор-тестери

Портативні мотор-тестери на відміну від попередніх конструкцій об'єднують в одному корпусі вимірювальний блок та засоби відображення інформації (дисплей), керування (клавіатуру) та комунікацій (роз'єми), живляться від бортової мережі автомобіля або від автономного акумулятора [1, 31] (рис. 7.14).

Портативна конструкція дозволяє використовувати прилади під час руху автомобіля, спостерігати за зміною параметрів та визначати приховані та непостійні несправності через порт діагностичного роз'єму автомобіля. Портативний прилад доцільно використовувати як

накопичувач оперативної діагностичної інформації з подальшим її детальним аналізом за допомогою персонального комп'ютера в стаціонарних умовах (перегляд збережених осцилограм та даних на зручному моніторі, ведення бази клієнтів, оновлення програмного забезпечення, роздрукування отриманих даних)). Комплектація портативних версій моторів-тестерів зазвичай забезпечує функції сканера, газоаналізатора, осцилографа і мультиметра. Завдяки відсутності вмонтованої експертної системи вартість таких приладів нижча, ніж консольних моторів-тестерів майже вдвічі.

Мотор-тестер *Bosch FSA 450* (рис. 7.14 а) реалізує функції мультиметра з цифровим і графічним зображеннями, 4-х каналного осцилографа, аналізатора запалення, аналізатора ДВЗ.



Рис. 7.14. Портативні мотор-тестери:

а – Bosch FSA 450; б – MTS 5100; в – KES-200; г - MT 3500; д – VANTAGE Pro

Прилад має вбудований акумулятор і кольоровий сенсорний 8-дюймовий дисплей TFT VGA (640x480 пікселів). Відмінністю приладу є можливість: автоматичного масштабування сигналу на екрані; запису динамічного сигналу протягом 5-ти хвилин; активізації алгоритмів перевірок ланцюгів систем запалювання; вимірювання

температури, розрідження та надлишкового тиску; збереження записаних сигналів та їх імпортування на ПК.

Портативний мотор тестер *MTC 5100* (рис. 7.14, б) призначений для діагностування двигуна, а також для вимірювань параметрів та візуального аналізу сигналів у будь-яких електронних та електричних системах транспортного засобу. Дозволяє діагностувати будь-який автомобіль, включаючи новітні моделі, відповідно до вимог стандартів OBD II та EOBD.

Проведення механічних тестів полягає у вимірі відносної величини пульсацій розрядження в циліндрах, а також постійних і змінних складових розрядження у впускному колекторі, а також аналіз отриманих осцилограм тиску повітря в циліндрі і стартерного струму в режимі прокручування.

Універсальний 4-канальний запам'ятовуючий осцилограф вимірює вхідні сигнали в діапазоні амплітуд 25 мВ ... 200 В і розгортки 20 мкс/ділення...20 с/ділення. У режимі осцилографа системи запалення прилад забезпечує виведення на дисплей осцилограм первинної та вторинної напруги (парад, парад з виділенням циліндра, растр, одиночний циліндр, накладення циліндрів) та вимірювання первинної та пробивної напруги по циліндрах у цифровій та квазіаналоговій формі.

У режимі мультиметра виміряні параметри відображаються на дисплеї в цифровій і квазіаналоговій формі з автоматичною реєстрацією мінімальних і максимальних значень параметра. У графічному режимі, на дисплей мультиметра виводяться часові діаграми необхідного параметра сигналу (напруги, частоти, шпаруватості, тривалості імпульсів).

Пристрій дозволяє: зберігати у пам'яті результати вимірювань (до 50 кадрів); розширювати функціональність за допомогою оновлення програмного забезпечення (PCMCIA карти); працювати з ПК.

Переносний мотор-тестер *KES-200*, запропонований Китайською фірмою Launch (рис. 7.14, в), застосовується при пошуку помилок запалювання, електричних систем, систем сприскування в бензинових двигунах та аналіз роботи датчиків. У приладі реалізовані функції: 4-канального осцилографа, що запам'ятовує, цифрового мультиметра, імітатора сигналів датчиків.

Дозволяє проводити: аналіз системи запалювання різних типів, роботи стартера (напруга, струм, обороти), генератора (напруга, струм заряду, рівень пульсацій) та тестування автомобільних датчиків.

Забезпечує збереження даних вимірювань та порівняння зі стандартними значеннями (база даних на карті пам'яті PCMC2A Interface). У режимі осцилографа прилад забезпечує:

- постійне зберігання в оперативній пам'яті 50 останніх кадрів зображення в енергонезалежній пам'яті;
- можливість автоматичного або ручного вибору параметрів відображення;
- порівняння реальних осцилограм при тестуванні зі стандартними осцилограмами, записаними в приладі;
- інформаційну допомогу за датчиками та виконавчими установами (призначення, типи, принципи роботи, порядок підключення, місця розташування, методика перевірки);
- допомогу в навігації по клавіатурі;
- спостереження 4-х осцилограм одночасно;
- застосування системи курсорів;
- можливість запису до 8-ми осцилограм в енергонезалежну пам'ять приладу;
- відображення мінімальних та максимальних значень сигналу за час тесту.

Осцилограф у режимі аналізатора запалювання забезпечує:

- відображення осцилограм сигналів у первинному та вторинному ланцюгах систем запалення бензинових двигунів;
- автоматичне визначення параметрів (обороту, пробивна напруга, час горіння дуги, кут замкнутого стану первинного ланцюга) та відображення поточних, максимальних та мінімальних значень;
- різні режими відображення осцилограм (одиначний циліндр, парад, растр, бар-графіки пробивної напруги і часи іскрового розряду для кожного циліндра);
- порівняння поточних діаграм при тестуванні зі стандартними.

Осцилограф в режимі аналізатора циліндрів ДВЗ дозволяє проводити:

- тест балансу потужності (шляхом відключення запалення у кожному циліндрі);
- автоматичний тест балансу потужності – відключення запалення у всіх циліндрах по черзі на один і той самий час;
- тест визначення відносної компресії (за величиною струму стартера при блокованому запалюванні);

- тест ефективності роботи циліндрів (за кутовими прискореннями колінчастого валу);

Осцилограми та результати тестів можна зберігати на Flash карті. Модернізація мотор-тестера провадиться шляхом оновлення програмного забезпечення.

Мотор-тестер MT 3500 (рис. 7.14, г) реалізує функції аналізатора (тестера) системи запалювання, мультиметра та драйверів виконавчих пристроїв. У режимі 2-х канального осцилографа прилад забезпечує: запис даних (кадрів), надання довідкової інформації, автоматичне налаштування, відображення пікових значень, спеціальні розгортки для тестування кіл і елементів систем запалювання, спостереження тривимірних осцилограм (кута випередження) в реальному часу на дисплеї, їх запис та відтворення. У режимі мультиметра, поряд з вимірюванням значень напруги і сили струму прилад дозволяє цифрувати параметри періодичних сигналів датчиків (пікові значення напруги, частоту і період надходження, тривалість імпульсу, негативні значення імпульсу). За допомогою драйверів приладу тестуються електромагнітні паливні форсунки, приводи регуляторів холостого ходу, електромагнітні клапани різного призначення.

У портативному *мотор-тестері VANTAGE Pro* американської фірми SNAP-ON (рис. 7.14, д) реалізовані функції: 2-х канального універсального осцилографа; тестери електричних компонентів автомобіля; Тестер запалювання. У приладі передбачений роз'єм для Compact Flash ® з програмним забезпеченням, для збереження даних та USB порт для роздрукування даних тестування, підключення клавіатури, нарощування апаратури. Програмне забезпечення містить базу даних на 45000 автомобілів (конфігурації систем упорскування та запалювання) і набір «Експертні тести» (λ -зонд, котушка запалювання, температурні реле, паливні насоси).

При проведенні тесту компонентів пропонуються умови проведення тесту, значення очікуваних результатів, схеми підключення. Тестові можливості включають діагностику двигуна, ABS, системи зарядки акумулятора, АКП, керуванням підвіскою. При виборі компонента для тестування та режиму точного вимірювання видається інформація про компонент, його місцезнаходження та порядок проведення тесту.

Інтерфейс користувача дозволяє порівнювати вимірний сигнал (осцилограму) із зразком у базі даних з підстроюванням розмірів

екрану і отримувати висновок про технічний стан компонентів (підлягає заміні чи ні).

Контрольні запитання до теми 7

1. Назвіть компоненти речовин у складі відпрацьованих газів, які реєструються за допомогою сучасного газоаналізатора.
2. Які додаткові сервісні функції передбачені в мікропроцесорних газоаналізаторах?
3. За якими параметрами і за допомогою якого приладу перевіряється якість відпрацьованих газів для дизельних ДВЗ?
4. Які функціональні складові входять до структури мотор-тестера?
5. Перелічіть параметри електричних систем, що контролюються за допомогою мотор-тестера.
6. Перелічіть неелектричні параметри ДВЗ, що контролюються за допомогою мотор-тестера.
7. В чому полягає відмінність мотор-тестерів від сканерів?
8. Перелічіть тести ДВЗ, які проводяться за допомогою мотор-тестера.
9. За якими технічними характеристиками різняться газоаналізатори промислових зразків?
10. Назвіть функціонально-конструктивні відмінності газоаналізаторів і димомірів промислових зразків різних виробників.
11. Назвіть переваги та недоліки пересувних консольних мотор-тестерів.
12. Назвіть конструктивні відмінності пересувних мотор-тестерів різних виробників.
13. Наведіть конфігурацію мотор-тестера модульної конструкції.
14. Назвіть переваги та недоліки мотор-тестерів модульної конструкції в порівнянні з пересувними.
15. Що собою являє USB-мотор-тестер?
16. Назвіть переваги мотор-тестерів побудованих на базі USB-осцилографів в порівнянні з мотор-тестерами попередніх поколінь.
17. Назвіть конструктивні відмінності модульних мотор-тестерів різних виробників.
18. Наведіть приклади комплектації комп'ютеризованих комплексів мотор-тестерів для діагностування в стаціонарних умовах.
19. В чому полягає відмінність конструкції портативних мотор-тестерів від модульних?
20. Назвіть переваги та недоліки портативних мотор-тестерів в порівнянні з модульними.

8. Пости і лінії інструментального контролю

8.1. Класифікація ліній технічного контролю

Причини втрати ідеальних ходових якостей можуть бути різними: зміни кутів установки коліс, зниження працездатності амортизаторів, зміна геометрії гальмівних дисків. Зазвичай автовласник навіть не усвідомлює того, що поведінка його автомобіля вже далеко не ідеальна. Визначити причини зниження ходових якостей, у цьому випадку, можна за допомогою сучасних постів та ліній інструментального контролю.

Комплексний контроль вихідних характеристик (функціональних діагностичних параметрів) автомобіля в обсязі експрес-діагностики проводиться за допомогою переліку спеціалізованих приладів під час випробувань автомобіля на спеціальних або багатофункціональних стендах (див. табл. 1.2).

Засоби діагностики, об'єднані мережею центрального комп'ютера, утворюють інформаційно-вимірювальні діагностичні комплекси, які, залежно від регламенту контрольних (діагностичних) операцій, структурних особливостей і цілей технічного огляду (обслуговування) прийнято називати лініями (технічного контролю, тест-контролю, експрес-діагностики, інструментального контролю) або станціями (діагностичними, технічного контролю, експрес-контролю).

Лінії технічного контролю (ЛТК) призначені для проведення технічного контролю в рамках державного технічного огляду (ДТО), а також при проведенні ремонтних і регулювальних робіт. Є комплектом з силового гальмівного стенду СГС і додаткового обладнання, об'єднаного програмним комплексом через засоби зв'язку приладів. Принцип роботи лінії полягає в послідовному зборі та програмній обробці результатів вимірювань та візуального контролю технічного стану АТЗ за допомогою вимірювальних приладів та обладнання, що входять до лінії. Результати вимірювань та візуального контролю фіксуються в програмі лінії автоматично (через кабелі зв'язку або по радіоканалу) а також вручну (через клавіатуру ПК або за допомогою мобільного поста) і виводяться на екран монітора або роздруковуються на принтері у формі діагностичної карти, зведення гальмівного стенду і висновку щодо технічного стану АТЗ.

Технічні дані на АТЗ вибираються з бази даних програмного забезпечення ЛТК, що має засоби для розширення. Реєстраційні дані

АТЗ вводяться вручну або автоматично з бази даних реєстрації транспортних засобів.

Оснoву ліній складають гальмівні стенди, до складу яких входить комплект ПК, що встановлюється у стійку керування стенду. Контрольно-вимірjувальне обладнання, що входить до комплекту поставки лінії, розміщується на підготовлених для встановлення цього обладнання майданчиках і приладових стійках.

Лінії технічного контролю розрізняються за ознаками мобільності, компонування (бази установки), категорії автомобілів, що перевіряються (навантаження на вісь), комплектності обладнання та приладів. Функціональність ЛТК визначається удосконаленням основного гальмівного стенду та додаткового обладнання і приладів, якими комплектується діагностична станція. До обов'язкових засобів діагностування при проведенні технічного огляду (комплектність ЛТК) слід віднести:

- навантажувач зчіпного пристрою причепів;
- прилад для регулювання та вимірювання сили світла фар;
- газоаналізатор та димомір;
- тестери люфтів рульового керування, підвіски, відведення автомобіля, якості гальмівної рідини;
- мобільний пост діагностики, оглядове дзеркало;
- витяг, компресор, пристрій для видалення вихлопних газів;
- шумомір, шукач протічок горючих газів, дефектоскоп;
- вимірник світло пропускання скла.

Опціoне обладнання ЛТК може включати: прилади перевірки тахографів, натяг приводних ременів, справжності документів; комплект бездротового зв'язку; систему автоматичної відео реєстрації; штамп-годинник.

Багатопостові лінії технічного контролю організуються з урахуванням всіх моделей ліній ЛТК. Програмне забезпечення багатопостових ліній технічного контролю надає можливість проводити перевірку АТЗ одночасно на декількох постах, передаючи інформацію з діагностичних приладів, що входять до складу лінії, в загальну базу даних через комп'ютерну мережу станції. Багатопостова технологія дозволяє додати до базового комплекту обладнання ЛТК, за принципом модульності, необхідну кількість постів інструментального контролю і робочих місць оператора, для прискорення перевірки технічного стану при великому потоці АТЗ. При цьому, кожний пост на

кожній ЛТК інформаційно пов'язані у локальну комп'ютерну мережу. До цієї мережі також мають доступ адміністративна і бухгалтерська служби разом з відділом прийомки заказів і оплати послуг. Локальна комп'ютерна мережа підприємства має вихід на мережу служби ДІБДР.

Приклад розподілу обладнання для двопостової лінії:

I. *Пост інструментального контролю* включає в себе: ПК, ПЗ багатопостової лінії, блок безперебійного живлення, мережеве обладнання. Пост призначений для перевірки технічного стану АТЗ за допомогою діагностичних приладів, підключених до даного посту, обліку та передачі результатів вимірювання в базу даних через комп'ютерну мережу станції державного технічного огляду (ДТО), заповнення в автоматичному режимі діагностичної карти встановленого зразка.

II. *Робоче місце оператора* включає в себе: стійка керування, ПК з можливістю підключення вимірювальних приладів, багатопостової лінії, блок безперебійного живлення, мережеве обладнання. Робоче місце призначене для введення параметрів автомобіля, даних про власника та про оплату за надані послуги (проведення ДТО), формування будь-яких видів звітності.

8.2. Варіантні виконання ліній ЛТК

Композиції ЛТК для автомобілів малої та середньої вантажопідйомності, позначають аналогічно силовим гальмівним стендам (див. рис. 2.8). При цьому, в назві ЛТК вказують її основні атрибути: допустиме навантаження на вісь (3 т, 10 т, 13 т); застосовність (для легкових, вантажних поїздів, універсальні); мобільність (пересувні, стаціонарні); компоновка (контейнерні, з силовою установкою на підлозі/в фундамент, з офісом або ні). Дамо загальну характеристику варіантним виконанням ЛТК, що виробляються компанією Німецької фірми CARTEC, для яких характерні основні принципи побудови діагностичних комплексів [32]:

- модульність, варіантність і можливість подальшого розширення функцій;
- можливість організації комплексів багатопостового контролю;
- автоматична передача результатів на ПК бездротового зв'язку;
- виведення діагностичної карти встановленого зразка;
- відео-реєстрація автомобілів, що проходили ТО;

- можливість керування з клавіатури ПК, пульта дистанційного керування або з кишенькового комп'ютера.

Стационарна лінія технічного контролю *ЛТК-3Л-СП-11* призначена для обслуговування легкових автомобілів, мікроавтобусів і міні-вантажівок з навантаженням на вісь до 3 т (рис. 8.1, а).



Рис. 8.1. Зовнішній вигляд ліній технічного контролю моделей:
а – ЛТК-3Л-СП-11; б – ЛТК-3П-СП-11

У лінії передбачена автоматична передача з приладів результатів вимірювань в центральний комп'ютер за допомогою проводового зв'язку або по радіоканалу. Формування та виведення на друк діагностичної карти встановленого зразка. Відео-реєстрація АТЗ з розпізнаванням державного номера АТЗ та автоматичною передачею даних з бази реєстрації для формування діагностичної карти.

Встановлення блоку роликів врівень із підлогою. Лінія оснащена персональним комп'ютером, принтером, пультом дистанційного керування. Укомплектована обов'язковими засобами технічного діагностування: стендом контролю гальмівних систем СГС-3-СП-11, приладом контролю люфту рульового керування ІСЛ 401, приладом перевірки зовнішніх світлових приладів ОПК, газоаналізатором ІНФРАКАР М-2Т.01 або АВГ-4. МД-01 або АВГ-1Д, вимірювачем світло пропускання скла ІСС-1, тахометром, приладом контролю температури масла в картері двигуна.

Замовні опції: тестер люфтів ТЛ 2000, тічешукач-сигналізатор горючих газів ТС-92ВМ, дефектоскоп ВАНГА для перевірки справжності маркування агрегатів, прилад для перевірки справжності документів УЛЬТРАМАГ-5СЛГ, оглядове дзеркало з підсвіткою УО-3. Діаметр коліс автомобіля 520...790 мм.

Повнокомплектна лінія технічного контролю виконана з урахуванням гальмівного стенду СГС-3П-СП-12. Вбудовані два додаткові модулі виробництва німецької фірми CARTEC: тестер відведення і тестер підвіски. Тестер відведення призначений для експрес-діагностики сходження коліс. Визначає величину відведення автомобіля від прямолінійного руху в мм/м. Тестер підвіски визначає показник демпфування та резонансну частоту. Площа під обладнання 5×14 м.

Стаціонарна лінія технічного контролю *ЛТК-3Л-СП-11* (рис. 8.1 б) призначена для визначення технічного стану легкових автомобілів з навантаженням на вісь до 3 тон. У склад лінії входить стенд СГС-3-СП-12П, додатково оснащений тестерами експрес-діагностики FWT-2010E і SSP-2000.

Програмне забезпечення ліній передбачає формування, зберігання та передачу наступних даних:

- реєстрація облікових даних по АТЗ;
- реєстрацію відомостей про власника АТЗ та відомостей про оплату виконуваних робіт;
- вимірювання кількісних показників ефективності роботи механічних систем автомобіля;
- реєстрацію несправностей за існуючими нормативами;
- оформлення результатів перевірки технічного стану;
- зберігання отриманих результатів ДТО;
- складання технічних звітних документів;
- формування платіжних документів;
- передачу даних електронною поштою.

Стаціонарні універсальні лінії потокового технічного контролю *ЛТК-10У/13У-СП-11* (рис. 8.2, а) призначені для перевірки АТЗ на відповідність нормативним показникам при ДТО, техобслуговуванні та ремонті легкових і вантажних автомобілів, автобусів і автопоїздів з навантаженням на вісь до 10/13 т.

Забезпечують можливість модульного нарощування функцій та організації багатопостової технології контролю технічного стану АТС. Базуються на гальмівних стендах СГС-10У/13У-СП-11 (див. рис. 2.8, в). Пристрій, комплектація та комп'ютерна технологія аналогічні попереднім варіантам моделей.



Рис. 8.2. Зовнішній вигляд ліній технічного контролю моделей:
а – ЛТК-10У/13У-СП-11; б – ЛТК-10УП/13УП-СП-11

Діагностична лінія *ЛТК-10У-СП-14* аналогічного призначення зі стійкою керування та установкою підлоги роликів. Лінія виконана з урахуванням гальмівного стенду СГС-10У-СП-14 (див. рис. 2.8, г). Застосування підлогового варіанту в будь-якому приміщенні дозволить уникнути капітальних настановних робіт. Площа під обладнання 6×19 м.

Стационарні універсальні лінії потокового технічного контролю *ЛТК-10УП/13УП-СП-11* (рис. 8.2, б) призначені для оцінки технічного стану легкових автомобілів та автопоїздів з навантаженням на вісь до 10/13 тон. До складу ліній входять стенди СГС-10У-СП-11П/СТС-13УСП-11П додатково оснащений тестером відведення (експрес-аналізу сходження) коліс SSP-4000. Програмне забезпечення ліній передбачає функції аналогічні попереднім варіантам моделей.

Мобільна універсальна лінія *ЛТК-3Л-СП-16* (рис. 8.3, а) призначена для оцінки технічного стану легкових автомобілів, мікроавтобусів і міні-вантажівок з офісом і підлоговою установкою блоку роликів з навантаженням на вісь до 3 т. Лінія виконано на базі гальмівного стенду СГС-3-СП-24. Радіозв'язок за допомогою цифрового бездротового телефону фірми Panasonic (базовий блок в офісі, трубка в автомобілі).

Радіус дії в приміщенні до 50 м, на відкритому просторі до 300 м. Не має обмежень по висоті автомобіля, що перевіряється. Лінія пристосована для перевезення в кузові бортового автомобіля і установки автокраном, може бути оперативно розгорнута на відкритому майданчику під навісом в ангарі, що не опалюється. Площа під обладнання 7×14 м, габарити офісу $3,3 \times 2,3 \times 2,3$ м.



Рис. 8.3. Зовнішній вигляд ліній технічного контролю моделей:
а – ЛТК-3Л-СП-16; б – ЛТК-10У/13У-СП-16

Мобільна універсальна лінія технічного контролю *ЛТК-10У/13У-СП-16* (рис. 8.3, б) використовується для легкових та вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів з офісом та підлоговою установкою блоку роликів з навантаженням на вісь до 10/13 т. Лінії виконані на базі гальмівних стендів СГС-10У/13У-СП-24. Інші атрибути аналогічні попередньому варіанту моделі. Лінії укомплектовані реглоскопом та чотирьох-компонентним газоаналізатором АВГ-4.2-01. Площа під обладнання 8x19 м, висота 2300 мм. Корисна площа 6,16 м².

Станція технічного контролю *ЛТК-10У/13У-СП-17* є пересувним пунктом і призначена для контролю технічного стану легкових і вантажних автотранспортних засобів з навантаженням на вісь до 10/13 тон при проведенні ДТО і інструментального контролю (рис. 8.4, а).



Рис. 8.4. Зовнішній вигляд ліній технічного контролю моделей:
а – ЛТК-10У/13У-СП-17; б – ЛТК-10У-СП-13Н

Станція виготовляється на базі стандартного контейнера та пристосована під перевезення автомобільним та залізничним транспортом.

Мобільна універсальна лінія технічного контролю легкових та вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів *ЛТК-10У-СП-13Н* виконана на базі гальмівного стенду *СГС-10У-СП-21Н*, також має опалюваний та кондиціонований офіс (рис. 8.4, б).

Пересувні ЛТК, що транспортуються на автомобілі як штатне обладнання (спеціалізоване АТЗ) прийнято називати пересувними діагностичними станціями (ПДС). Специфічними показниками ПДС є мала маса і габарити. Функціональність ПДС забезпечується конструктивними елементами стендами та агрегатами, експлуатація яких передбачає можливість автономного енергозабезпечення станції (рис. 8.5).

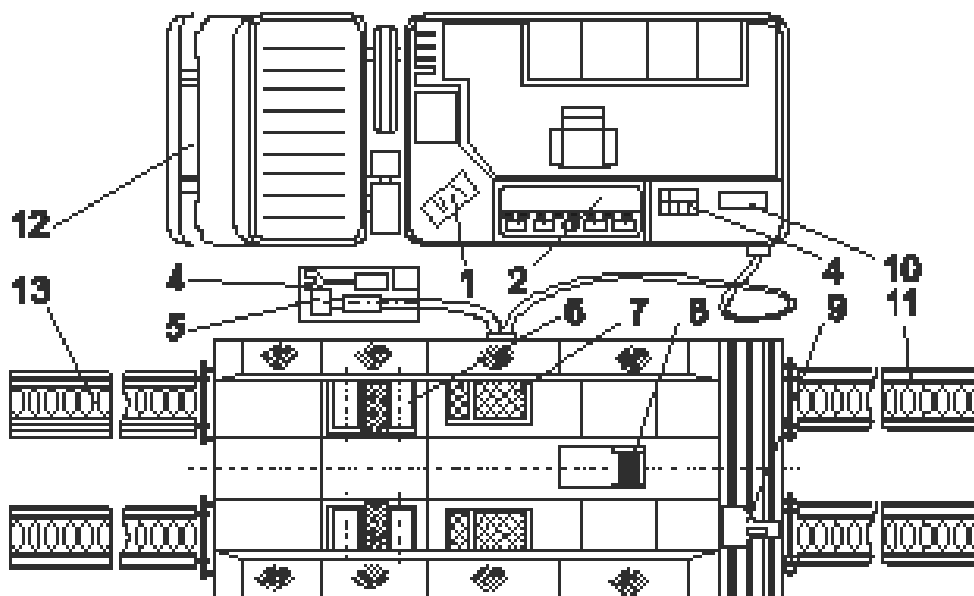


Рис. 8.5. Пересувна станція діагностики легкових автомобілів ПДС-1В:

- 1 – прилад для діагностики системи запалювання; 2 – пульт керування;
- 3 – самописець; 4 – комплект приладів для діагностики агрегатів трансмісії;
- 5 – динамометричний пристрій; 6 – тягово-гальмівний стенд;
- 7 – майданчиковий стенд; 8 – гідропідйомник; 9 – прилад для перевірки фар;
- 10 – витратомір палива; 11, 13 – виїзні апарелі; 12 – енергоустановка

Основне діагностичне обладнання встановлено на причепі. До переліку такого обладнання відносяться комбінований стенд з біговими барабанами, прилад для перевірки фар, газоаналізатор, витратомір палива та ін.

У станції ПДС-1В передбачено два режими використання – експрес-діагностика та поглиблена діагностика. При експрес-діагностуванні станція дозволяє за 10 хв. перевіряти стан основних агрегатів і систем автомобіля, що забезпечують безпеку його руху: гальмівної системи, механізму рульового керування, ходової частини, приладів освітлення та сигналізації. У режимі поглибленого діагностування перевіряються двигун та його системи, електрообладнання, трансмісія.

Подібна ПДС може бути покращена за рахунок оснащення естакадою, що складається, або причепом, який на місці роботи трансформується в естакаду для огляду автомобіля знизу. Комплект діагностичного обладнання в цьому випадку перевозиться в салоні або кузові автомобіля-тягача. Є варіант ПДС, що складається з автомобіля з розміщеним на ньому діагностичним обладнанням та знімного гальмівного стенду. Стенд перевозиться на причепі, що буксирується автомобілем-тягачем, або на самому автомобілі.

Є варіанти ДПС (Швейцарія, Франція, Україна) з естакадою, яка у транспортному положенні є причепом, на якому перевозиться стенд із біговими барабанами. Англійська фірма «Брітіш Петролеум» використовувала для оснащення ПДС діагностичним обладнанням та естакадою автобус великого класу «Лейланд». У бічних стінках кузова виконані отвори, через які по в'їзним апарелям подають автомобіль і встановлюють на стенді.

Виробники сервісного обладнання запропонували ПДС у вигляді мобільного діагностичного комплексу реалізованого на базі напівпричепи вантажного автомобіля. При здійсненні процесу діагностики напівпричеп розкладається за допомогою гідравлічних підсистем у випробувальну доріжку довжиною до 13,5 м (рис. 8.6 а).

Дозволяє здійснювати ДТО стану вантажних та легкових автомобілів з виїздом на точки проведення контролю з підключенням до зовнішніх систем енергопостачання. Також передбачається можливість розгортання ПДС у робоче положення в будь-яких лівих умовах при оснащенні комплексу генераторною установкою, що дозволяє працювати в повному автономному режимі протягом близько 50 годин (при повній заправці бака).

Напівпричеп ПДС складається з трьох відсіків. Передній відсік – офіс для прийому клієнтів з усіма необхідними атрибутами офісного приміщення.



Рис. 8.6. Зовнішній вигляд мобільних діагностичних комплексів:
 а – на базі напівпричепу для вантажних автомобілів; б – на базі причепу
 для легкових автомобілів

Центральний відсік – технічна зона з мостами, що розкладаються, утворює випробувальну доріжку для поперечного руху транспортних засобів послідовно через встановлені на ній діагностичні стенди. Підйом і опускання центрального відсіку і, отже, його розгортання в робоче положення здійснюються за допомогою гідравліки. У задньому відсіку комплексу розташовується обладнання для його загального обслуговування (генераторна установка 40 кВА, силова шафа, гідравлічна станція, верстат, компресор з ресивером). Апаратна частина ПДС дозволяє здійснювати контроль та діагностику основного переліку вихідних параметрів та характеристик автомобіля.

Аналогічні за своїми функціями та завданнями, фірмою АКТІА МЮЛЛЕР Сервіс розроблено мобільні комплекси-автопричепи загальною вагою до семи тон для діагностики виключно легкових автомобілів (рис. 8.6, б).

8.3. Альтернативні технології побудування ліній вхідного контролю

Компанія HUNTER, пропонує фірмову технологію вхідного контролю, яка має цілу низку незаперечних плюсів у порівнянні з традиційними лініями [33]. Інструментальний контроль на комп'ютеризованій діагностичній лінії HUNTER дозволяє за 3 хвилини перевірити справність всіх компонентів, що відповідають за плавність ходу та визначити подальшу методику їх усунення. Крім цього діагностика на інструментальній лінії HUNTER дозволяє виявити приховані дефекти ходової частини, а отже, виконати не тільки заявковий ремонт, а й додаткові роботи. Лінія HUNTER перевіряє три основні показники автомобіля: ефективність гальмівної системи, демпфуючі властивості підвіски, бічний відведення автомобіля (сходження коліс).

Для вирішення першого завдання використовується стенд Hunter платформного типу В400 (див. рис. 2.14). Перевірка властивостей підвіски (стан амортизаторів), що демпфують, перевіряється за допомогою аналізатора підвіски SA400 аналогічного тестеру підвіски FWT-2010E (див. рис. 4.19). У аналізаторі SA400 реалізовано ноу-хау фірми Hunter – технологія Damping Measurement System. З її допомогою визначається характер демпфування стійки або амортизатора (м'яке, нормальне або жорстке). Таким чином, випробування дозволяють не тільки встановити працездатність амортизаторів, але і змусити клієнта задуматися про зміну якостей підвіски, що демпфують, наприклад про перехід з комфортної «м'якої» до більш спортивної «жорсткої». Бічний відведення автомобіля на лінії HUNTER оцінюється тестером бокового відведення SS100 аналогічним тестеру моделі SSP-2000 (див. рис. 5.17, а). Аналогічна технологія застосована на комбінованих стендах Univers Німецької фірми HEKA Auto Test GmbH [34] (рис. 8.7).

Силова частина стенду Univers A2 (далі UA2) включає два майданчики з тензодатчиками (DMS сенсори) для вимірювання гальмівних зусиль (гальмівний стенд) та оцінки ефективності підвіски по залишковим коливанням автомобіля після гальмування (метод гальмування), а також дві платформи для вимірювання бокового відведення колеса (тестер відведення) з потенціометричними датчиками переміщення.



Рис. 8.7. Зовнішній вигляд комбінованих стендів фірми НЕКА:
а – Univers A2; б – Univers A4

Система обробки інформації та керування складається з електронного блоку, дисплея і пульта керування (рис. 8.8).

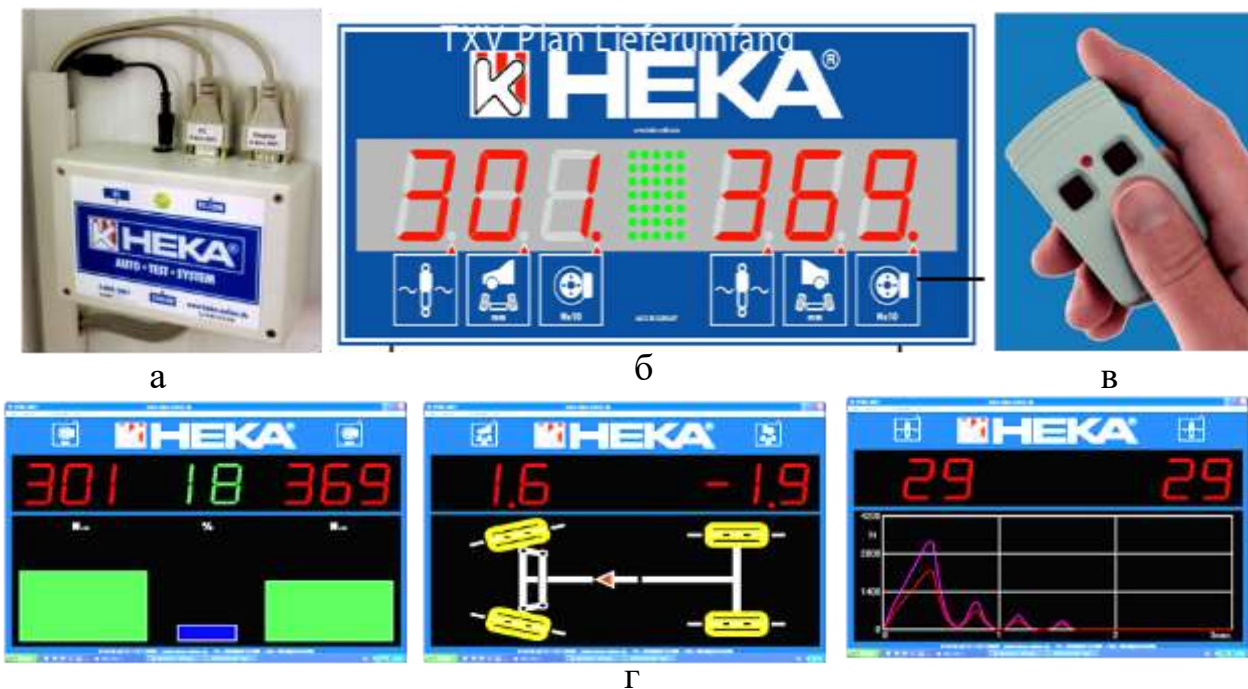


Рис. 8.8. Система обробки інформації і керування стендів НЕКА Univers:
а – електронний блок; б – дисплей; в – пульт дистанційного керування;
г – візуалізація результатів вимірювань

На стенді перевіряють гальма, установку коліс і підвіску автомобілів з будь-яким типом повного приводу і будь-яким дорожнім проясом з осьовим навантаженням до 3 т. Стенд імітує відрізок дороги і тестування відбувається в умовах, максимально наближених до реальних. Гальмівні сили оцінюються за рівнем розвантаження задньої осі

при гальмуванні. Вимірювання гальмівних сил (і різниці гальмівних сил) при початковій швидкості 5...10 км/год. Тест проводиться за 3 зупинки (на першій – робоча гальмівна система передньої осі, на другій, – робоча гальмівна система задньої осі; на третій, – стоянкова гальмівна система). Оцінка ефективності роботи підвіски представляється у графічній формі. Експрес-діагностика сходження коліс проводиться по чергово на кожній осі при проїзді по ній автомобіля. Стенд оснащений інформаційним світлодіодним дисплеєм для виведення вимірюваних параметрів і забезпечує можливість підключення до ПК (інтерфейсний блок і ПЗ входять в комплект) для наочної роздруківки результатів вимірювання, а також збереження даних. Варіанти встановлення стенду: підлоговий (висота платформ 40 мм) або врівень із підлогою.

На стендах Univers A4 на відміну від UA2 використовуються чотири гальмівні майданчики і тест проводиться для автомобілів з осьовим навантаженням до 4 т всього за дві зупинки. На першій зупинці перевіряється робоча гальмівна система обох осей, на другій - стоянкова гальмівна система.

Характерними для стендів UA є: оперативність тестування (близько 30 секунд); мінімальна споживана потужність (близько 50 Вт); висока надійність (за рахунок відсутності рухомих частин); простота конструкції; зручність та швидкість монтажу.

8.4. Комплектація ліній технічного контролю

Лінії технічного контролю в обов'язковому порядку комплектуються засобами контролю токсичності відпрацьованих газів і світлових пучків фар головного освітлення. До першої групи відносять газоаналізатори та димоміри (див. п.п. 6.5), до другої групи – прилади перевірки світла фар (регласкопи) різних типів. Розглянемо перелік вимірювальних приладів, якими рекомендується доповнювати основне обладнання сучасних ЛТК.

Прилад для перевірки технічного стану та регулювання зовнішніх світлових приладів *ОПК* (рис. 8.9, а).

Результати вимірювань виводяться на рідкокристалічний буквено-цифровий дисплей з підсвічуванням. Прилад має вихід для інформаційного зв'язку з комп'ютером за інтерфейсом RS-232. За наявності КБС забезпечується бездротовий зв'язок з комп'ютером.



Рис. 8.9. Зовнішній вигляд периферійних приладів ліній технічного контролю: а – регласкоп ОПК; б – перевірки автомобільних тахографів TPA-SE 5 PILOT; в – тічешукач горючих газів ТС-ФП-12; г – вимірювач світло пропускання скла ИСС-1; д – шумомір ОКТАВА-101А

Прилад перевірки автомобільних тахографів *TPA-SE 5 PILOT* виробництва Німецької фірми Semmler (рис. 8.9 б). Здійснює: вимірювання кола колеса, імпульсного числа колії та констант тахографа; контроль лічильника кілометрів, показань тахографа та спідометра; перевірку годинника.

Тічешукач-сигналізатор горючих газів *ТС-ФП-12* - портативний прилад з вбудованим мініатюрним насосом (рис. 8.9, в). Призначений виявлення місць витоків горючих газів (метан, пропан, водень). Застосовується для контролю, технічного обслуговування та ремонту газової системи живлення автомобілів. Зі збільшенням концентрації газів, по черзі знизу вгору, включаються світлодіоди. При досягненні порогової концентрації включається четвертий світлодіод і постійний звуковий сигнал.

Вимірювач світло пропускання скла *ИСС-1* забезпечений освітлювачем і фотоприймачем (рис. 8.9, г). Забезпечує виведення

інформації на вбудований рідкокристалічний індикатор та передачу на ПК стенду за інтерфейсом RS-232.

Шумомір *ОКТАВА-101А* (рис. 8.9, д) використовується в двох режимах вимірювань - звук та інфразвук. У звуковому режимі прилад одночасно виконує функції двох приладів – інтегруючого шумоміра та аналізатора спектра. Одночасно в реальному часі вимірюються загальні та кориговані рівні звуку, а також рівні звукового тиску в октавних смугах частот 25...16 кГц з тимчасовими характеристиками S, F, I, і еквівалентні (за енергією) рівні. В інфразвуковому режимі прилад дозволяє в реальному часі бачити на екрані октавний спектр 1,6...20 Гц. Результати вимірювань зберігаються в незалежній пам'яті з наступним виведенням на рідкокристалічний графічний індикатор або на ПК за інтерфейсом RS-232.

8.5. Обладнання ліній експрес-діагностики за вимогами європейських стандартів

Для легкових, великовантажних автомобілів та автобусів з допустимим навантаженням на вісь до 20 тон як базове обладнання на діагностичних лініях *Eurosystem* фірми МАНА використовуються силові роликіві гальмівні стенди моделі ІW 4/7. Діагностична лінія *Eurosystem* має модульний принцип побудови [35] (рис. 8.10).



Рис. 8.10. Зовнішній вигляд діагностичної лінії *Eurosystem* МАНА:
а – для легкових автомобілів; б – для великовантажних автомобілів

Це дозволяє комплектувати її обладнанням, виходячи з індивідуальних вимог. Основою лінії *Eurosystem* є роликіві агрегат типу ІW 4/7 EURO (див. рис. 2.9) з комунікаційним пультом (рис. 8.11, а).

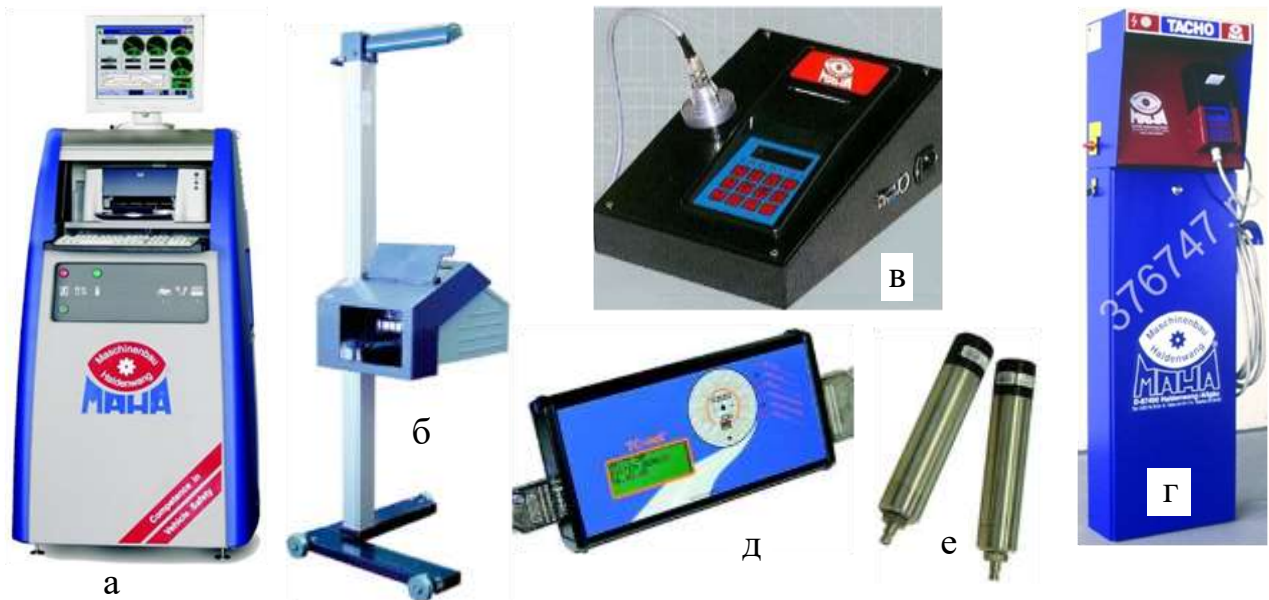


Рис. 8.11. Зовнішній вигляд периферійних приладів діагностичної лінії Eurosystem фірми МАНА:

а – комунікаційний пульт; б – регласкоп LITE 3; в – перевірки якості гальмівної рідини BFT 2000; г – перевірки спідометрів TPS II EURO; д – перевірки тахографів TCS; е – радіо-датчики тиску пневматичних систем типу RCD 20-2

Додатково на лінії Eurosystem можуть використовуватись:

- прилади перевірки світла фар та якості гальмівної рідини;
- прилади вимірювання рівня шуму, газоаналізатор MGT 5 п'ятого покоління для бензинових та газових двигунів та димомір MDO 2 LON з підключенням по мережі до ASA/Eurosystem;
- стенди перевірки (тестери) бокового відведення коліс (див. п.п. 5.3), амортизаторів підвіски (див. п.п. 4.4), люфтів рульового керування (див. п.п. 4.5), спідометрів та тахографів;
- комплект для 4WD автомобілів, що забезпечує тестування ефективності системи ASR і блокування диференціала;
- симулятор навантаження на вісь автомобіля в поєднанні з електронними вагами;
- набір радіо-датчиків тиску.

Оптико-електронний прилад LITE 3 фірми МАНА (Німеччина) для перевірки та регулювання світла фар із цифровою відеокамерою та лінзою Френеля під керуванням мікропроцесора (рис. 8.11, б).

Прилад дозволяє оперативно оцінювати (установку напрямку та положення центру світлового пучка) та вимірювати параметри (кути нахилу світлового кордону щодо поверхні руху та нахилу світлового кордону до горизонту, бічний кут між похилою частиною

світлотіньової кордону та горизонтом і силу світла): ближнього світла, дальнього світла, протитуманних фар, фар денного водіння. Прилад характеризується технічними особливостями:

- обладнаний акумуляторною батареєю;
- забезпечує доступне меню та оцінку результатів вимірювань з LCD дисплея;
- застосована високошвидкісна відеокамера, яка цифрує картину світлорозподілу і відсилає її в центр обробки приладу (CMOS технологія);
- мікропроцесор приладу з флеш-пам'яттю може програмуватися для роботи в стандартах різних країн;
- дані вимірювань (картина світлорозподілу та її оцінка) можуть бути представлені в аналоговому зображенні або передані до комп'ютера через дротовий або бездротовий (Bluetooth) зв'язок;
- передбачено режим асоціативного акустичного налаштування фар для зорового розвантаження оператора при регулюванні фари;
- забезпечена можливість підключення до діагностичної лінії (результати вимірювань можуть бути передані на комп'ютер через інтерфейси RS 232/USB або Bluetooth).

Тестер гальмівної рідини BFT 2000 (Німеччина) є компактним приладом (рис. 8.11, в), що дозволяє протягом 15 секунд провести оцінку якості гальмівної рідини в гідроприводі гальм автомобіля шляхом визначення точки її кипіння (до 300°C). До складу BFT2000 входять: зовнішній випробувальний сенсор-нагрівач, вбудовані рідкокристалічний дисплей (2 рядки по 16 знаків) та принтер. Прилад оснащений звуковою та світловою індикаторною сигналізацією. Результати тестування виводяться на дисплей та принтер або передаються до лінії за інтерфейсом RS 232.

Стенд перевірки спідометрів MAHA TPS II EURO (Німеччина) має виносний пульт із провідним зв'язком (рис. 8.11, г). У пульті реалізовані функції клавіатури керування роликівим модулем, дисплея для спостереження результатів тестування і принтер для документації протоколу перевірки. Стенд дозволяє проводити:

- оцінку точності показань спідометрів вантажних автомобілів без демонтажу;
- діагностування в автоматичному чи ручному режимі;
- виведення показань на виносний термінал або екран ПК;

- роздруківку показань заданої швидкості, вимірної швидкості та різниці показань у цифровому та графічному видах;
- керування з клавіатури комунікаційного пульта або з виносного пульта стенду.

Стенд забезпечує можливість інтеграції в єдину діагностичну лінію.

Прилад перевірки тахографів серії TCS німецької фірми МАНА (рис. 8.11, д) призначений для комплексної перевірки всіх типів механічних та електронних тахографів будь-яких виробників. Прилад TCS поставляється у трьох модифікаціях – TCS Basic, TCS Comfort та TCS SMG та передбачений для використання у складі роликів агрегатів гальмівних стендів або в реальних дорожніх умовах (модель TCS SMG). Прилад TCS забезпечує:

- перевірку тахографів згідно з ECE/TRANS/SC.1/2006/2;
- визначення кількості оборотів приводного валу тахографа на метр шляху, кількість імпульсів на кілометр шляху для всіх механічних та електронних тахографів (1314; 1318; TVI 8400, Actia-Poltik);
- відображення помилок у відсотках;
- зчитування констант;
- запис ступінчастої діаграми електронними тахографами у встановленому на АТЗ стані;
- перевірку правильності відображення значення швидкості та пройденої відстані, включаючи роздруківку;
- перевірку обмежувачів швидкості (системи Tempo Set) разом із електронним тахографом;
- перевірку годинника, включаючи роздруківку допусків;
- програмування FTCO 1319 і MTCO 1324, TVI 2400, розроблених для EFAS (Grundig), SmarTach (Actia), DTCO (Chipkarten-Tachograph);
- роздрукування та збереження етикеток з відображенням дати, номера та адреси діагностичної станції, результатів вимірювань, номера транспортного засобу та його шасі.

Радіо датчики тиску (рис. 8.11, е) призначені для діагностування пневматичних (датчики типу RCD 20-2) і пневмогідролічних (датчики типу RAN 10-2) гальмівних систем за допомогою вимірювання тиску в спеціальних контрольних точках.

Датчики, що поставляються фірмою МАНА, програмно інтегровані в силові роликів гальмівні стенди МАНА. Виміряні значення

тиску передаються по радіоканалу в програмне забезпечення Eurosystem, де використовуються при розрахунках та аналізі. Зокрема, в ПЗ включений програмний блок контролю герметичності пневматичних гальмівних систем, розроблений відповідно до чинного законодавства і дозволяє істотно скоротити час проведення перевірки. Крім інформації для оцінки стану автомобіля при технічному огляді, інформація від датчиків тиску використовується для поглибленого діагностування гальмівних систем.

Всі необхідні контрольні операції можна зробити, придбавши стартовий комплект, що складається з двох радіо датчиків тиску і зарядної станції. Програмне забезпечення Eurosystem дозволяє одночасну роботу з десятьма датчиками (зменшується час тестування). Інформація, передана з периферійних приладів діагностичної лінії, надходить на комунікаційний пульт для оперативного спостереження за процесом діагностування та офісне робоче місце для складання звіту (протоколу) тестування.

Характерними особливостями устрою лінії Eurosystem є:

- повністю автоматизована процедура вимірів;
- оперативна інформація оператору виводиться на екран;
- графічне та цифрове відображення вимірної інформації на кольоровому дисплеї;
- програмне забезпечення МАНА Eurosystem реалізовано серед Windows XP;
- програмне керування проводиться 32-бітним мікропроцесором;
- інтерфейсна технологія забезпечує підключення зовнішніх модулів та комбінацій індивідуальних програмних пакетів;
- інформація про значення тиску в пневматичних або гідравлічних системах гальм може передаватися за допомогою радіо датчиками (транспондерами) тиску (відсутність з'єднувальних проводів та шлангів);
- незалежний радіо-термінал датчиків тиску для робіт на системах з тиском;
- зручна (модифікована) форма подання та оцінки даних на екранному меню;
- зміст у додатковому ПК офісного менеджера ПЗ баз даних щодо автомобілів та клієнтів;
- роздрукування результатів вимірювань у форматі офіційно затверджених форм подання;

- кореляція контрольних операцій тягач/причіп;
- широкий ряд роликів агрегатів та потужностей електроприводів для різних цілей;
- переносний радіо-дисплей як додатковий монітор.

Програма *Eurosystem Truck* виводить на екран монітора комунікаційного пульта інформацію про хід проведення та результати випробувань автомобіля на лінії.

Процес перевірки установки коліс за сходженням проводиться послідовно по осях. Спочатку, через платформу стенду відведення проїжджають колеса передньої осі автомобіля. При цьому, на екрані монітора відображається чисельне значення відхилення коліс від паралельної орієнтації. Потім проводиться заїзд задньої осі з повторенням вимірів. У випадку відхилення сходження коліс від норми, виводиться відповідне повідомлення і червоним кольором сигналізується значок осі (рис. 8.12, а).

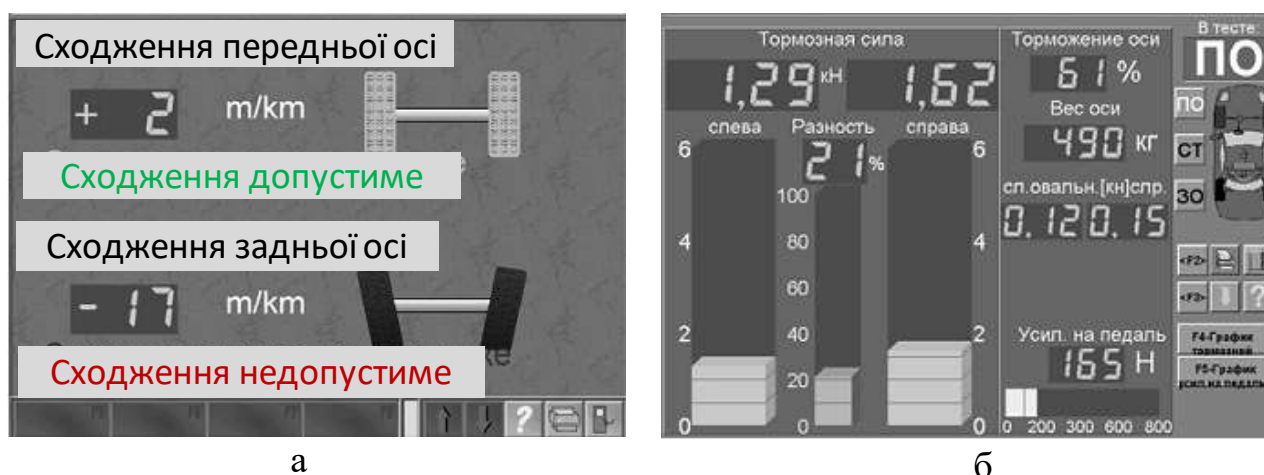


Рис. 8.12. Візуалізація перевірок ходової частини автомобіля:
 а – бокового уводу коліс; б – овальності дисків і гальмівної сили

Стан підвіски також перевіряється послідовно по передній і задній осях ходової частини автомобіля після наїзду коліс на віброплатформи. При цьому, на екран виводиться вага осі. Потім, в автоматичному режимі по черзі активізуються ліва і права платформи стенда і на екрані відображаються різним кольором графіки коливань лівого і правого колеса осі. Одночасно надаються розраховані значення параметрів гасіння коливань та балансу амортизаторів (див. рис. 4.20).

Під час перевірки гальм на роликівому стенді (по черзі по осях) спочатку оцінюється овальність дисків, а потім вимірюються гальмівні сили на кожному колесі при фіксованому зусиллі на педалі гальма

(рис. 8.12, б). Крім інструментальних перевірок, користувач програми може приймати рішення про включення візуальних дефектів у загальну оцінку стану автомобіля (рис. 8.13).

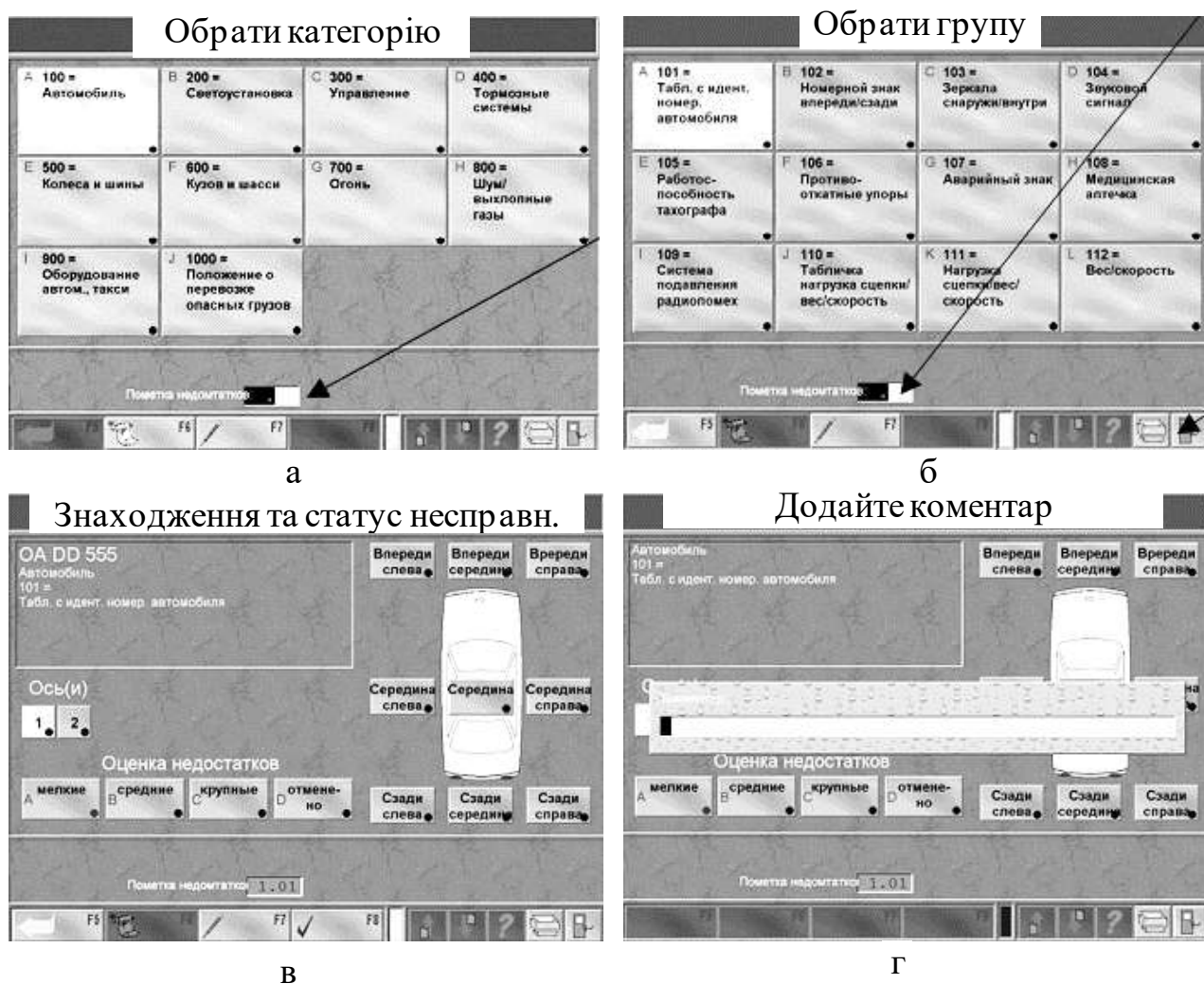


Рис. 8.13. Вигляд екранів визначення візуальних дефектів:
 а – вибір категорії недоліку; б – вибір виду недоліку;
 в – вибір місцезнаходження недоліку; г – вибір списку недоліків

Каталог дефектів Eurosystem містить оціночні показники, які вибираються за ознаками категорії дефекту (рис. 8.13, а) та групи недоліків (рис. 8.13, б). Потім у групі вибирають реєструється недолік за місцезнаходженням і статусом (рис. 8.13, в). Ці дані заносяться до карти дефектів. При цьому є можливість додати до сформованої інформації додатковий коментар, уточнюючий характер дефекту (рис. 8.13, г).

Введення візуальних дефектів може здійснюватися до або після процедури перевірки, а також при перегляді результатів вимірювань.

Для перегляду результатів тестування автомобіля виводиться список клієнтів (рис. 8.14 а).

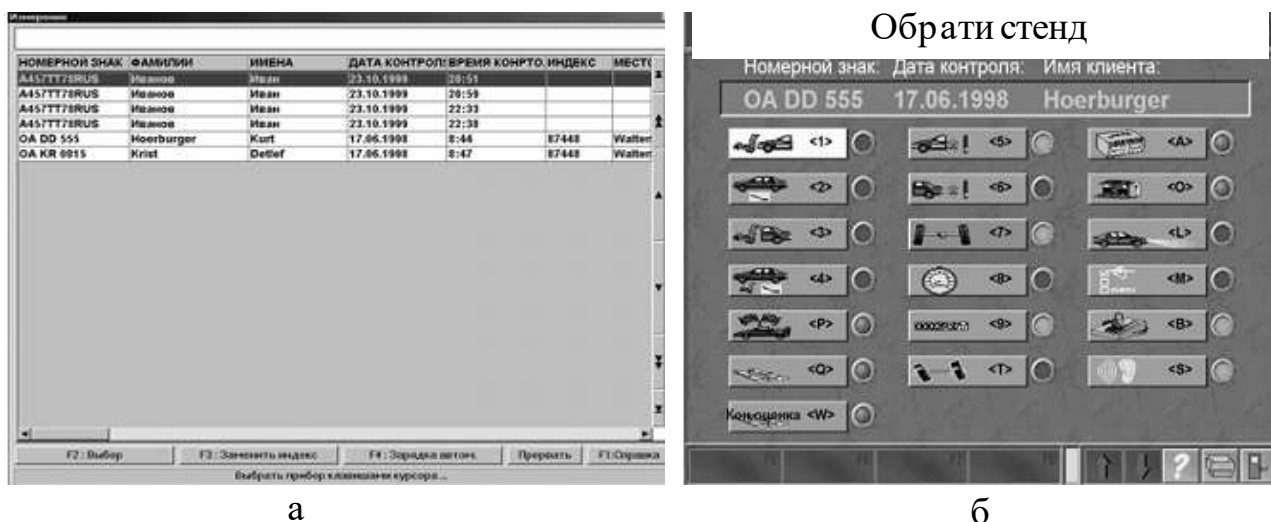


Рис. 8.14. Екрани перегляду бази даних вимірювань по клієнтам: а – список клієнтів; б – вибір виду вимірювань по автомобілю клієнта для перегляду

По кожному клієнту (ПІБ, номерний знак, дата і час контролю) можна вибрати вид тестування, результатами якого цікавляться, за символічними іконками (рис. 8.14, б). Додатково, програмою Eurosystem формуються екрани: головного меню зручної конфігурації; введення даних клієнта (власника та автомобіля, можна з чіп-картки); зважування та опору обертання по осях; тесту спідометра (цифрові значення фактичної швидкості); кореляції тягач/причіп.

Для підвищення оперативності проведення вимірювань і достовірності наданих результатів контролю в зоні ЛТК використовуються сервісні прилади (рис. 8.15).

Система відео-реєстрації (рис. 8.15, а) призначена для організації автоматичної фото-фіксації АТЗ та занесення фото звіту до бази даних з прив'язкою до конкретного огляду. Відео-реєстратор на посту контролю гальмівних систем дозволяє робити фотографію або записувати кольоровий відеоролик в момент, коли передня вісь автомобіля знаходиться на роликах гальмівного стенду.



Рис. 8.15. Зовнішній вигляд комунікаційних приладів, що використовуються в зоні ліній технічного контролю: а – система відео-реєстрації; б – комплект бездротового зв'язку; в – мобільний пост керування

У цей момент запускається програма перевірки гальмівної системи. Перша операція програми полягає у фотографуванні об'єкта на місці проведення випробувань. Далі автоматично запускаються наступні операції з перевірки гальмівної системи автомобіля. Система не дозволяє фотографувати один автомобіль, а подальшу перевірку гальмівної системи іншого автомобіля. Це виключає можливість підробки під час перевірки гальмівної системи АТЗ. На програмному рівні забезпечено захист створеної системи бази даних фото-фіксації від несанкціонованого доступу і можливості маніпуляцій з фотографією. На фотографії фото звіту відображається державний знак АТЗ, що перевіряється, дата та час проведення огляду. Фотографія АТЗ, що перевіряється, автоматично прикріплюється до висновку за результатами діагностики АТЗ і зберігається в базі даних програми, що використовується діагностичною станцією для проведення ДТО. Архівування бази даних на знімні носії, перегляд результатів діагностики на моніторі, друк на принтері, передача електронною поштою. Комплект поставки: відеокамера, адаптер, кабель підключення, ПЗ, сумісне з ПК лінії.

Комплект бездротового зв'язку забезпечує бездротовий зв'язок (Bluetooth) між приладами та установками ЛТК та персональним

комп'ютером. Зручний при організації багатопостових ліній технічного контролю. Поставляється разом із ПЗ. Різна комплектація в залежності від кількості приладів, що підключаються. Дальність зв'язку щонайменше 20 м (рис. 8.15, б).

Мобільний пост керування представляє окремий термінал з урахуванням кишенькового ПК (рис. 8.15, в). Дозволяє керувати процесом діагностування та контролювати результати вимірювань по бездротовому радіозв'язку на значному віддаленні від стаціонарного ПК лінії. Дозволяє втручатися в автоматичну процедуру вимірювання. Ефективно застосовується на багатопостових лініях. Комплектація: підставка із зарядним пристроєм, ПЗ сумісне з ПК лінії.

Контрольні запитання до теми 8

1. Означте призначення та склад ЛТК.
2. За якими загальними ознаками розрізняють ЛТК?
3. Наведіть перелік основного устаткування ЛТК для проведення технічного огляду автомобіля.
4. Поясніть призначення і особливості формування багатопостових ЛТК.
5. Яка інформація вказується в абревіатурі позначення ЛТК?
6. Яких принципів побудови діагностичних комплексів додержуються при створенні сучасних ЛТК?
7. Назвіть опціональні прилади та устаткування, якими оснащуються ЛТК.
8. Які дані обробляє та зберігає програмне забезпечення ЛТК?
9. Поясніть особливості будови пересувних діагностичних станцій.
10. Які переваги дає застосування ЛТК платформного типу?
11. Які системи автомобіля перевіряються на ЛТК платформного типу?
12. Назвіть конструктивні відзнаки ЛТК з платформними стендами промислових зразків різних виробників.
13. Наведіть комплектацію додаткових приладів лінії технічного контролю автомобіля за вимогами євро стандартів.
14. Дайте характеристику сучасного регласкопу типу LITE 3.
15. Дайте характеристику тестеру гальмівної рідини типу BFT 2000.
16. Дайте характеристику приладу перевірки спідометрів типу TPS EURO.
17. Дайте характеристику приладу перевірки тахографів серії TCS.
18. Обґрунтуйте використання системи відео-реєстрації на ЛТК.
19. Обґрунтуйте використання бездротового зв'язку на ЛТК.
20. Обґрунтуйте використання мобільного поста керування на ЛТК.

9. Стенди контролю геометрії кузова

9.1. Критерії оцінки технічного стану кузова легкового автомобіля

Кузов легкового автомобіля є складною просторовою фігурою, що складається з великої кількості складових елементів. Ці елементи характеризуються своїми розмірами, формою та просторовою орієнтацією щодо один одного. Для контролю геометрії кузовних елементів і отворів, документацією виробників автомобілів пропонується певна сукупність контрольних точок, що мають координатні розміри щодо обраної вимірювальної бази і розмірні відстані у взаємному розташуванні (рис. 9.1).

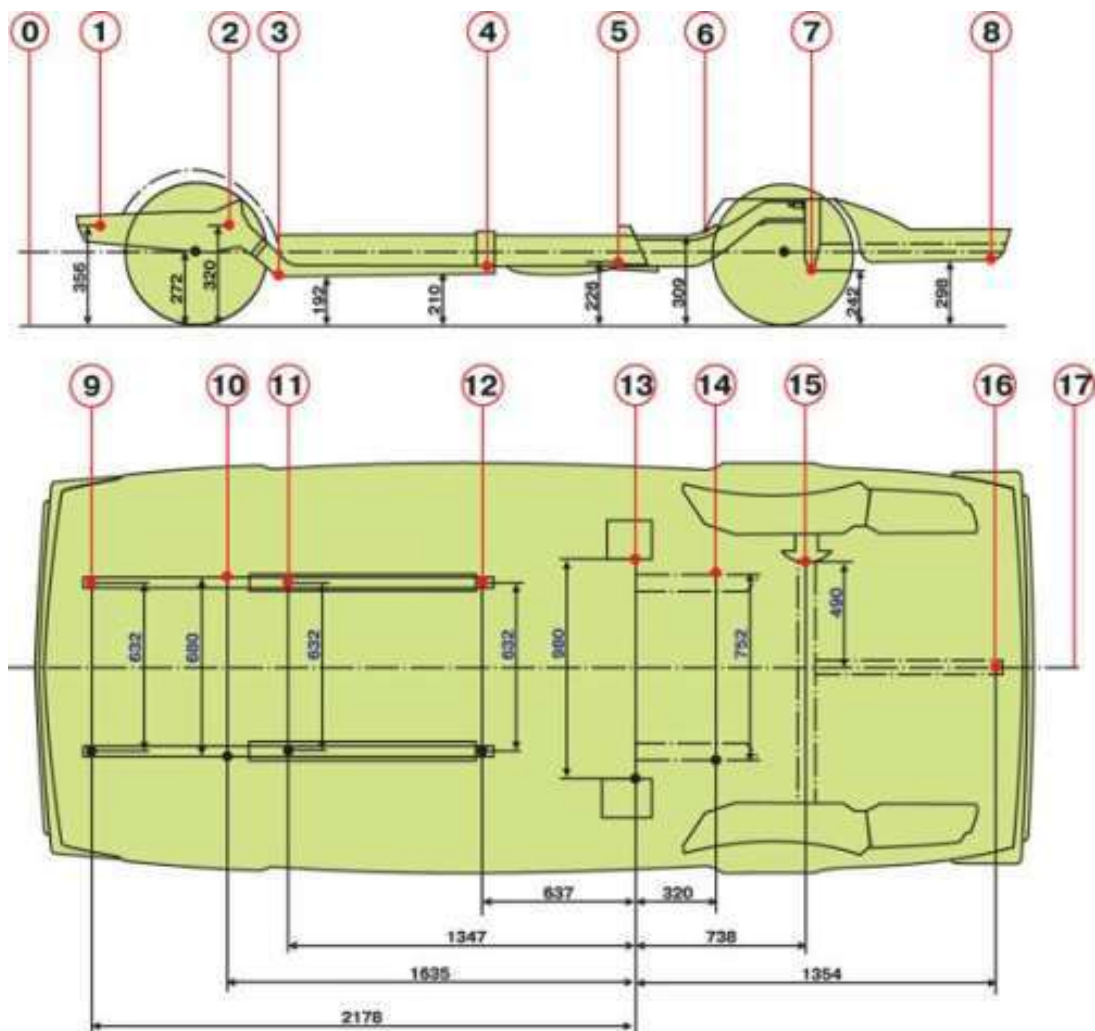


Рис. 9.1. Приклад карти розміщення точок контролю геометрії кузова легкового автомобіля

Виконати контроль геометрії кузова – означає визначити координати всіх контрольних точок і порівняти їх із заводською базою даних. Технічний стан кузова, як основного агрегату автомобіля, визначають за величиною зносу основних його деталей, а також зміни геометричних параметрів. Основними деталями кузова можна назвати частини, які сприймають основне навантаження під час руху автомобіля. Силова схема кузова легкового автомобіля сприймає основну частину навантажень через днище кузова в місцях кріплення пружних елементів підвіски. Ці навантаження передаються бічним і центральним стоякам, стоякам вітрового скла та елементам даху. Кузов сучасних легкових автомобілів у більшості випадків суцільнометалевий несучої конструкції (крім лімузинів). Кузов є жорсткою конструкцією, що складається з окремих, попередньо зібраних вузлів. Основні вузли (деталі) кузова можна розбити на групи щодо сприйняття навантаження і якості використовуваної сталі.

У першу групу входять деталі зі сталі найвищої міцності, що знаходяться в основі передньої та бічних частин кузова. До цих частин кузова кріпляться ходова частина, трансмісія, двигун. Деталі в основі з боків кузова забезпечують необхідну жорсткість кузова в поздовжній і поперечній площині і розраховані на сприйняття ударів від елементів підвіски, сил скручування, вібрацій і поглинання сили удару під час аварії.

До другої групи входять деталі зі сталі високої міцності, що знаходяться по периметру даху і в основі стійок. Ці елементи корпусу кузова надають додаткову жорсткість нижньої частини кузова, а також забезпечують необхідну жорсткість кузова по вертикальній площині. Сприймає менше значення навантаження, оскільки частина енергії поглинула нижня частина кузова. З точки зору безпеки забезпечує додатковий захист при аваріях.

Третя група – деталі з маловуглецевої сталі, а саме панелі підлоги кузова, підкапотний простір крила, капот і кришка багажника. Панелі забезпечують захист від бічних ударів при аваріях, частково поглинаючи енергію удару. Несучої функції практично не здійснюють.

Найбільш схильні до руйнування вузли основи, передньої та задньої частин автомобіля. Основа кузова, як правило, виконана з цільноштампованої панелі, посиленої по периметру жорстким коробчастим профілем, частково передні та задні лонжерони, підсилювачі. Відхилення геометричних параметрів від допустимих значень в результаті

деформацій тягне за собою виникнення напруг у місцях з'єднання кузовних деталей і як наслідок їх дії призводить до низки несправностей (руйнації зварних швів, перекосів у місцях кріплення елементів підвіски і трансмісії). Це в свою чергу призводить до раннього виходу з ладу сайлентблоків поперечної рами, кермового механізму, кермових тяг, деталей трансмісії. Виникнення перекосів кузовних панелей тягне у себе порушення герметичності ущільнювачів дверних прорізів, люка і скла.

9.2. Методи і засоби контролю

Системи вимірювання геометрії кузова призначені для оцінки ступеня пошкодження кузова автомобіля по зміщенню координат контрольних точок (технологічні отвори, вузли кріплення та ін) від заданих у специфікаціях (стапельних картах або базі даних) значень, відстеження координат точок у процесі ремонту, а також визначення якості відновлювальних робіт. Для цього на підприємствах автомобільного сервісу використовуються контрольні-вимірювальні інструменти, пристосування (шаблони) та стенди (рис. 9.2).

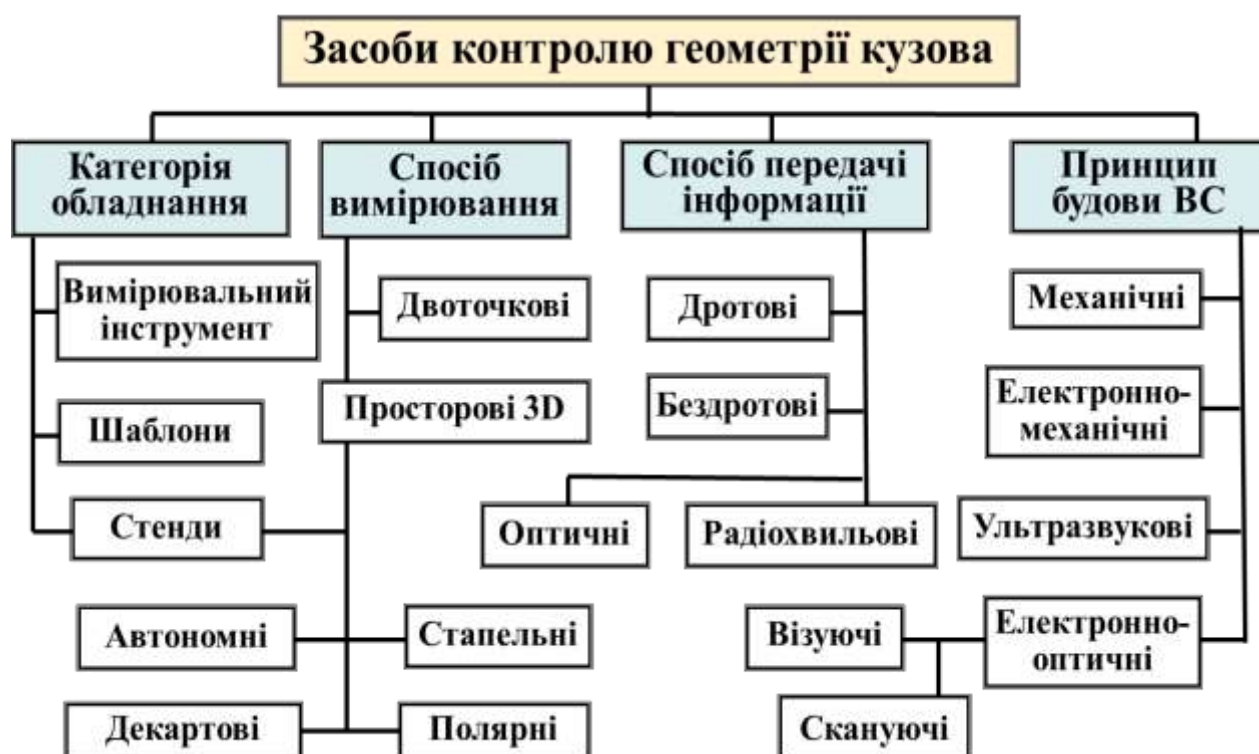


Рис. 9.2. Класифікація обладнання для контролю геометрії кузовів легкових автомобілів

До контрольно-вимірювальних інструментів і пристроїв відносяться універсальні лінійки, рулетки і штангенциркулі/рейсмуси, спеціальні інструменти (лінійки та рейсмуси), а також шаблони. Спеціальні лінійки складаються зі штанги, на яку нанесена вимірювальна шкала, нерухомого та рухомого наконечників. Кузовні штангенрейсмуси є штативом з вимірювальною шкалою і висувною лінійкою зі шкалою і наконечником.

Кузовні шаблони бувають двох видів – для контролю отворів кузова та для фіксації кузова на рамі стану. Шаблони першого виду мають конфігурацію, ідентичну конфігурації контрольованого отвору кузова, і виконані з допусками набагато жорсткіше, ніж зазначені в конструкторській документації на даний елемент кузова. Шаблони другого виду спільно з кузовним стапелем утворюють шаблонну вимірювальну систему. Робота з такою системою полягає у перевірці розбіжності контрольних точок кузова з кріпленням шаблону на стапелі. При цьому, відхилення контрольної точки від установленого кріплення чітко показує напрямок витяжки деформованої частини кузова. Основний недолік шаблонної системи вимірювання геометрії кузова – її надзвичайно вузька спеціалізація (на кожен модель кузова використовується свій комплект).

Стенди для вимірювання та контролю геометрії кузова випускаються як для автономного застосування, так і для роботи спільно з тяговим кузовним стапелем. У такому разі вимірювальний стенд є частиною конструкції стапеля. Вимірювальні системи стендів базуються на вимірах у прямокутній, полярній або комбінованій системах координат. За видом отримання та передачі інформаційного сигналу розрізняють стенди з механічною, електронно-механічною, оптичною (лазерною), електронно-оптичною та ультразвуковою вимірювальними системами.

Механічні вимірювальні системи монтується на твердій рамі, яка встановлюється на стапель або свою основу. На рамі кріпляться пересувні по санчатах консолі з вимірювальними телескопічними стійками (лінійками) для нижньої частини кузова та штангенрейсмуси – для бічних поверхонь кузова. Дані по координатах контрольних точок різних моделей автомобілів занесені в спеціальні стапельні карти, що постачаються в комплекті зі стендом.

За допомогою *оптичних (лазерних) систем контролю геометрії верхніх точок кузова* виконують обмір правої та лівої частини

автомобіля щодо його площини симетрії. У комплект таких систем входить набір мішеней, підставки, телескопічна балка з двома лазерними указками (візирами) і універсальним кронштейном для закріплення на кузові (рис. 9.3, а).



Рис. 9.3. Лазерна система контролю геометрії кузова:
а – комплектація; б – спосіб вимірювання

Два лазерних промені строго паралельні і знаходяться від центральної осі на рівних відстанях. Дані про ступінь деформації пошкодженої частини кузова отримують за допомогою лінійки, вимірюючи відстані від симетричних точок кузова до утворених лазерними візирами площин (рис. 9.3, б).

Вимірювальні системи сучасних комплексів контролю геометрії кузова сполучаються з персональним комп'ютером, в якому зберігаються бази даних по кузовам різних моделей автомобілів різних виробників. Відповідно до класифікаційного визначення (див. рис. 1.3) таке обладнання відноситься до класу комп'ютеризованих діагностичних систем, які складаються з двох основних модулів – вимірювального та комп'ютерного. Інформаційний зв'язок між цими модулями може здійснюватися по провідній шині даних (кордовий зв'язок) або радіоканалу (Bluetooth зв'язок). За методом вимірювання комп'ютеризовані вимірювальні системи можна поділити на двоточкові (діагональні) і просторові 3D-системи.

Двоточкові електронні системи являють собою спеціальні лінійки з електромеханічним перетворювачем положення рухомого наконечника (позиційного модуля) в напрямку осі вимірювання. Результати лінійних вимірів між контрольними точками виводяться на

дисплей позиційного модуля і можуть бути передані на комп'ютер для зіставлення з базою даних.

Комп'ютеризовані 3D-системи виміру працюють за принципом побудови тривимірної геометричної моделі. Модель фактичного стану кузова прораховується щодо базової поверхні, отриманої виходячи з координат кількох точок, попередньо обраних на недеформованій частині кузова. Результати вимірів порівнюються в комп'ютері зі значеннями параметрів, які містяться в базі даних. На екран монітора для візуального контролю виводиться різниця значень (ступінь деформації). За принципом дії розрізняють електронно-механічні, ультразвукові та електронно-оптичні (лазерні) вимірювальні системи.

Електронно-механічні системи вимірювання мають механічну телескопічну вимірювальну штангу з вимірювальним наконечником (щупом) і приймальний блок, в якому координати вимірювального наконечника перетворюються на електричні сигнали датчиків положення шарнірів важільного механізму (принцип «електронної миші»). Стенди з електронно-механічною системою вимірювання працюють автономно (без стапеля) і мають у своєму складі вимірювальну тумбу і приладову стійку. Сигнал з приймального блоку надходить у ПК (по кордовій мережі або радіоканалу), де за спеціальною програмою обробляється і видається на дисплей у вигляді координати контрольної точки. Перед початком вимірювань вимірювальна тумба фіксується під автомобілем, встановленим на підйомнику або оглядовій ямі. В якості вихідної інформації, в комп'ютер вводяться координати не менше трьох відомих контрольних точок, місцезнаходження яких в даному автомобілі відповідає конструкторській документації. Ці координати є базовими інших вимірювань. Недоліком цього способу є необхідність переміщати весь блок при вимірі задньої та передньої частини автомобіля.

В *ультразвукових системах* вимірювальний модуль складається з приймальної балки та випромінювачів, які під час роботи підвішуються до контрольних точок кузова. Випромінювачі генерують ультразвук, який сприймають кілька мікрофонів, розташованих на вимірювальній балці. Час проходження звуку від випромінювача до мікрофона дозволяє визначити координати контрольної точки кузова в трьох вимірах щодо базової площини. Випромінювачі, що прикріплюються до днища, пов'язані з балкою та електронним блоком проводами живлення, що не дуже зручно в роботі (можна зачепити провід та

зірвати датчик). Крім того, така конструкція системи вимагає додаткового часу на підготовчі і заключні операції. Принциповим недоліком ультразвукових систем слід вважати нестійкість вимірювального сигналу, спричинена неоднорідностями (турбулентністю) повітряного середовища.

Принцип роботи *електронно-оптичних вимірювальних систем* схожий на роботу ультразвукових. Вимірювальний модуль таких систем, у більшості випадків представляє лазерний сканер і профільні (кодуючі) відбивачі (мішені), які кріпляться до контрольних точок кузова. Фотодатчики сканера визначають кут відбитого від мішені променя, результати обробляються, а обчислені координати точки зіставляються зі значеннями, зазначеними у базі даних.

Лазерні вимірювальні 3D-системи, на відміну ультразвукових, не мають провідних підключень інформаційних кіл. У конструкції передбачений тільки один провід, що зв'язує вимірювальну частину з комп'ютером. Лазерний випромінювач прикріплюється знизу до днища кузова, а мішені – до точок контролю. Сканер, обертаючись з певною частотою, зчитує інформацію про геометрію кузова і видає результати обміру на монітор комп'ютера. Лазерна система значно спрощує процедуру припасування деталей кузова, так як дає можливість миттєво зіставляти їх положення відносно один одного. Недоліком лазерних систем у порівнянні з ультразвуковими можна вважати наявність рухомих механічних частин у пристрої сканера. Ультразвукові та електронно-оптичні системи гарні тим, що дозволяють у процесі ремонту спостерігати за всіма змінами контрольованих точок, відстежуючи процес відновлення кузова. При цьому слід зазначити, що при значній кількості точок, що перевіряються, зростає ймовірність оптичного перекриття мішеней.

Для прикладу, в системі Genesis від Chief використовується дві лазерні головки, що обертаються зі швидкістю 750 хв^{-1} . Як відбивачі застосовані спеціальні пластини-мішені з нанесеними штрих-кодами. Відбитий промінь лазера повертається до лазерної головки, що є одночасно і приймачем. Система не вимагає калібрування і дозволяє проводити вимірювання під час виправлення кузова.

9.3. Застосування двоточкових електронних вимірювальних систем

Електронні діагональні вимірювальні системи EMS 2A Німецької фірми Trommelberg і Allvis Шведської фірми JNE засновані на процесі зняття вимірювань у поєднанні з ON-LINE базою даних мають аналогічну конструкцію та спосіб вимірювання та передачі інформації [36] (рис. 9.4).

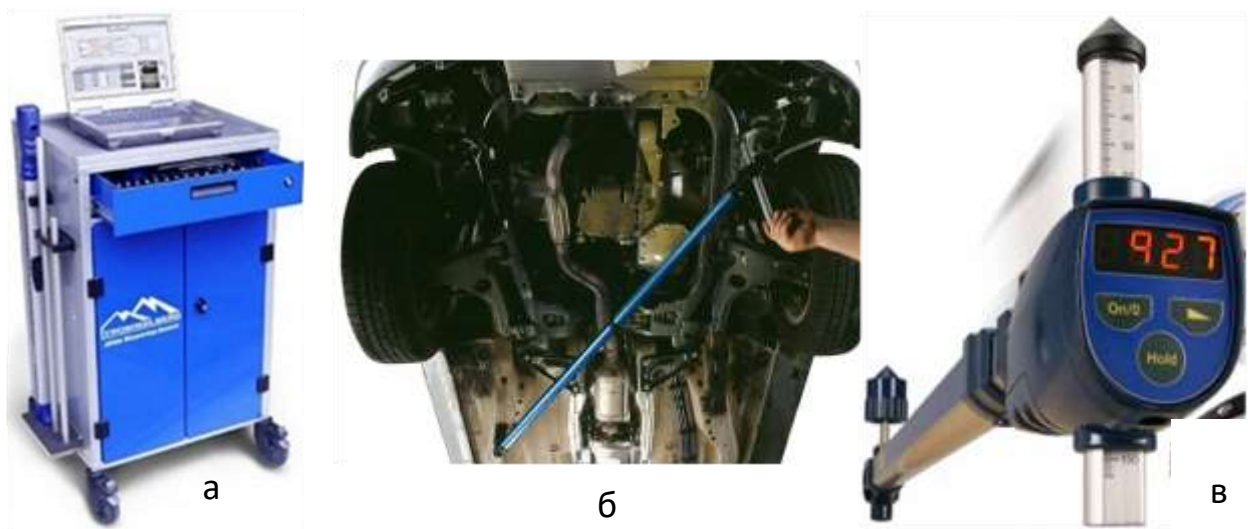


Рис. 9.4. Діагональні вимірювальні системи Allvis и EMS 2A:
а – комплектація; б – спосіб вимірювання; в - електрона лінійка

Технологія контролю полягає у вимірі взаємного розташування двох контрольних точок за трьома координатами з подальшою обробкою даних на комп'ютері. Відстань між точками вимірюється розчином лінійки (рис. 9.4, б), а порівняння висот контролюється вбудованим рівнем. Системи можна використовувати разом з обладнанням для кузовного ремонту будь-якого типу: платформними, підлоговими та рамними стапелями.

У конструкції електронної лінійки використовується запатентований магніт, що самоцентрується, і вимірювальна головка вільної орієнтації, що робить можливим проведення всіх операцій одним оператором. Дисплей лінійки показує виміряні значення і дозволяє «заморожувати» і коригувати показання (рис. 9.4, в).

У системі використовується одна з кращих ON-LINE баз даних за кузовними розмірами автомобілів (понад 5000 автомобілів 70 виробників), яка постійно поповнюється новими даними (близько 300 нових машин на рік) через Інтернет. Програма системи повністю

русифікована, наочна та зручна у використанні, а також забезпечена кольоровими фотографіями контрольних точок різних моделей кузова. Результати вимірювань можна вносити в спеціальний звіт (протокол вимірювань), який згодом можна роздрукувати або зберегти у файл.

Двоточкова тривимірна електронна вимірювальна система EzCalibre (електронна лінійка) фірми Autorobot (Фінляндія) призначена для аналізу пошкоджень верхньої та нижньої частин кузова автомобіля та забезпечення контролю його геометрії під час проведення рихтувальних робіт. У комплект системи входять: лінійка з вимірювальним блоком; додаткова штанга; набір насадок; програмне забезпечення для ПК [37] (рис. 9.5 а).

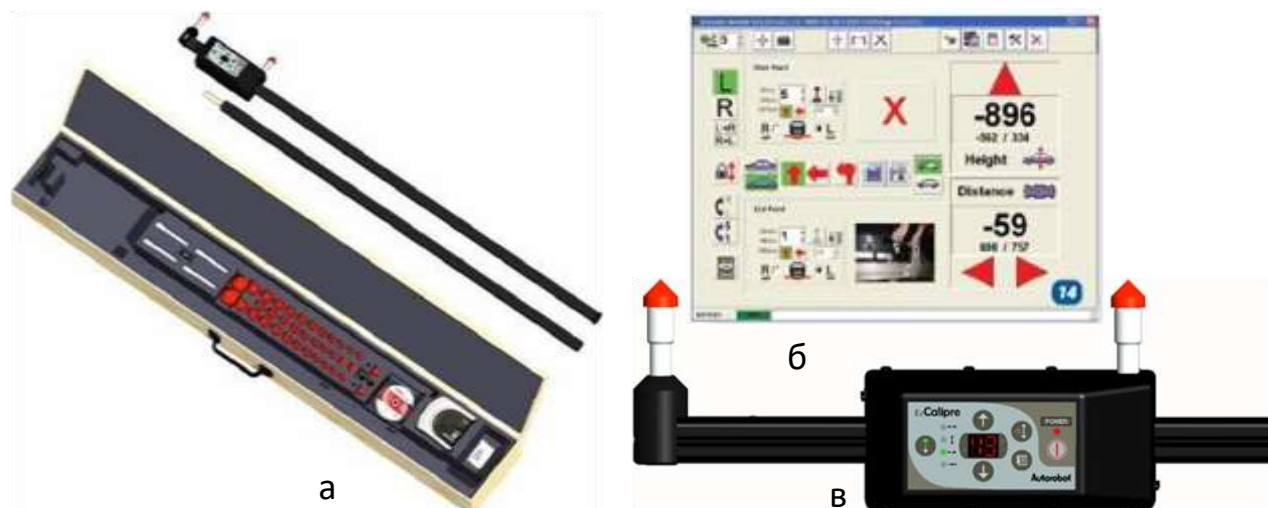


Рис. 9.5. Електронна вимірювальна система EzCalibre:
а – комплектація; б – візуалізація контролю на моніторі ПК
в – вимірювальний блок лінійки

Вимірювальний блок лінійки зчитує тривимірні координати точок вимірювання за допомогою датчиків довжини та висоти. У системі використовується бездротовий зв'язок лінійки з ПК на якому встановлена база даних Autorobot. База даних включає вимірювальні карти верхньої та нижньої частини кузова за різними марками моделей автомобіля, а також фотографії положення контрольних точок на кузові. Інтерфейс програмного забезпечення виконаний великими значками і дозволяє спостерігати інформацію на екрані монітора ПК з робочого місця (рис. 9.5, б). Одночасно на дисплеї вимірювального блоку лінійки відображаються еталонне та фактичне значення виміру, а також різниця між ними (рис. 9.5, в). Протоколи результатів вимірів в

друкованому вигляді можуть надаватися страховим компаніям, клієнтам і служити основою для калькуляції вартості ремонту.

Унікальною особливістю вимірювальної системи є можливість заміряти різницю по висоті між двома точками. Таким чином, лінійка дозволяє виконувати ряд спеціальних функцій: симетричне вимірювання; перехресний замір; завмер відстані по довжині, ширині та висоті. За допомогою лінійки можна перевіряти геометрію рульових тяг та стійок підвіски та порівняти пошкоджену частину автомобіля з непошкодженою.

Обмір параметрів кузова автомобіля разом з калібруванням лінійки можна проводити на майданчику, підйомнику або на рихтувальному стенді. Лінійка не вимагає спеціального розміщення або закріплення автомобіля, що значною мірою скорочує час необхідний на вимірювання та отримання результатів стану кузова автомобіля.

9.4. Характеристика 3D-вимірювальних систем промислових зразків

Комп'ютерна електронно-механічна система 3D-виміру NAJA Evolution французької фірми Celette, побудована на фундаментальних принципах класичної системи MZ [38]. Система містить два основних елементи – вимірювальний модуль 3D-вимірювання з шарнірним продовжувачем на поздовжній балці та комп'ютерний блок-кабінет з базою даних Naja Celette (рис 9.6, а).



Рис. 9.6. Вимірювальна система NAJA:
а – комплектація; б – вимірювальна головка на рельсовій балці

Програмна універсальність системи забезпечується обновлюваною базою даних (діагональні та лінійні вимірювання між будь-якими точками) від провідних автовиробників (VW-AUDI, Citroen, Ford, Nissan, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Toyota та ін).

Для забезпечення інструментальної універсальності комплект системи доповнюється набором вимірювальних наконечників і адаптерів. Кожен адаптер має електронний зв'язок з вимірювальною головою, і програма системи розпізнає його підбір і місце розташування в просторі з точністю до 0,5 мм.

Вимірювальний модуль базується на поздовжньому супорті, який встановлюється на будь-якому рамному стенді Celette (рис 9.6, б). Крім того, за допомогою супорта Gazelle система NANA дозволяє створити пост діагностики кузовів автомобілів високої пропускної спроможності на двостійковому підйомнику розташованому поблизу по-старих рихтування. Віртуальна базова площина відліку створюється програмою на підставі тривимірного вимірювання розташування мінімум трьох контрольних точок неушкодженої частини автомобіля. Вимірювальний модуль обмінюється даними з комп'ютером за допомогою бездротового з'єднання Bluetooth.

Програмне забезпечення системи передбачає кілька типових програм: діагностики, ремонту, симетрії, персоналізації даних. У процесі вимірювання програма діагностики створює віртуальну модель з відхиленнями геометрії реального кузова автомобіля і дозволяє проводити експрес-діагностику геометрії кузова автомобілів (визначити характер пошкодження і скласти запобіжний кошторис рихтувальних робіт). Інтерфейс програми забезпечує виведення даних у цифровому та графічному вигляді, а також видає звукові підказки при піднесенні вимірювального наконечника до контрольованої точки. Крім того, при позиціонуванні точки контролю, на екрані монітора з'являється фотографія місця її розташування на реальному автомобілі, що спрощує роботу і виключає можливість помилкового виміру. Додатково на екрані монітора відображаються основні параметри самої системи: рівень зарядки акумулятора; наявність радіозв'язку між вимірювальною головою та основним блоком; номер використовуваного наконечника; розмір та конфігурація подовжувача, встановленого на вимірювальній головці.

У процесі проведення рихтувальних робіт (програма ремонту), система вказує відхилення контрольної точки від правильної позиції

по трьох осях і пропонує підказки оператору про направлення докладання зусилля витяжки. У міру виправлення геометрії кузова відображаються всі базові та контрольні точки. При цьому точки з неправильним розташуванням, що знаходяться в зоні деформації кузова, сигналізуються червоним кольором, а після попадання точки в зону допуску, значення координат на екрані висвічуються зеленим кольором, і подається звуковий сигнал (рис. 9.7, а).

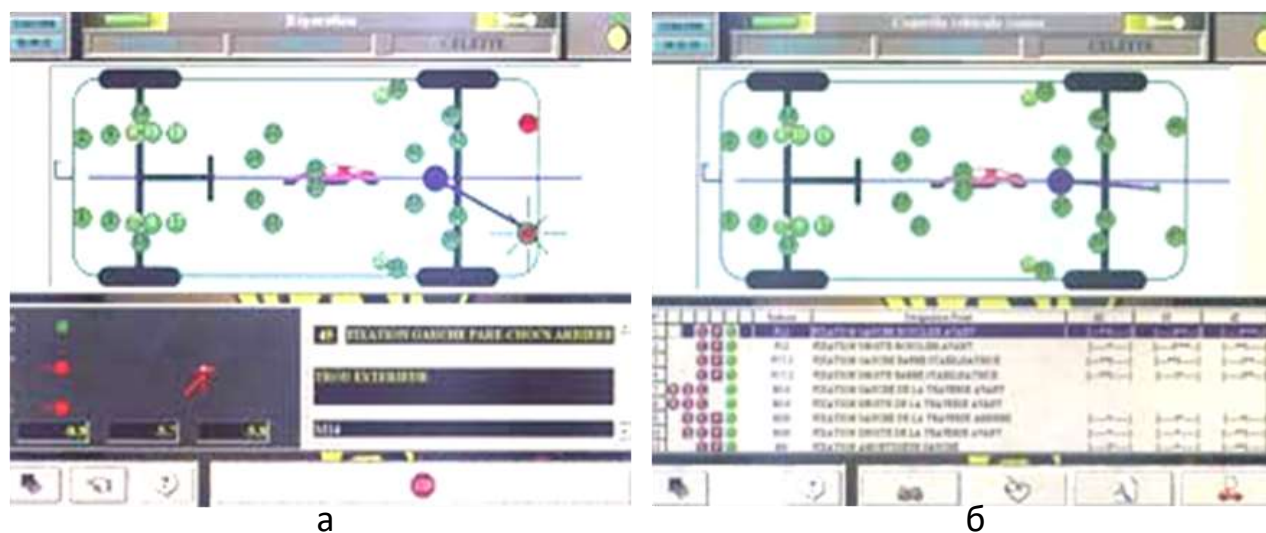


Рис. 9.7. Візуалізація результатів вимірювань на стенді NAJA:
а – перевірка координатних точок; б – протокол вимірювань

Результати вимірювань після рихтування формуються в чіткий наочний документ, який гарантує відсутність найменшого ризику неправильного трактування даних (рис. 9.7, б).

Програма симетрії виробляє віртуальне відображення координат симетричних точок кузова і дозволяє здійснювати прискорений промір точок контролю кузовів автомобілів (з одного борту), а також розраховувати відстані між вимірюваними контрольними точками і віртуальними, зберігаючи ці значення в базі даних. Крім контролю несучої частини кузова, програма симетрії дозволяє контролювати ходову частину, раму, дверні прорізи та інші елементи кузова.

Програма персоналізації даних дає можливість додавати контрольні точки кузова автомобілів в існуючі карти, а також складати нові стапельні карти на моделі автомобілів, які відсутні в базі даних.

Основний недолік – порівняно висока ціна (виправдана на спеціалізованих ділянках ліній діагностики та рихтування високої пропускної спроможності).

Лінійка вимірювальних систем, об'єднаних загальною назвою *TOUCH* (розробки італійської компанії Spanesi) відрізняється максимальною автоматизацією процесів, простотою і швидкістю застосування (без використання адаптерів на будь-яких підйомниках), точністю вимірювань, використанням сучасних і актуальних баз даних. Універсальна електронна система вимірювання, дозволяє працювати з усіма автомобілями мотоциклами і деталями з можливістю формування власної бази даних [39] (рис. 9.8, а).

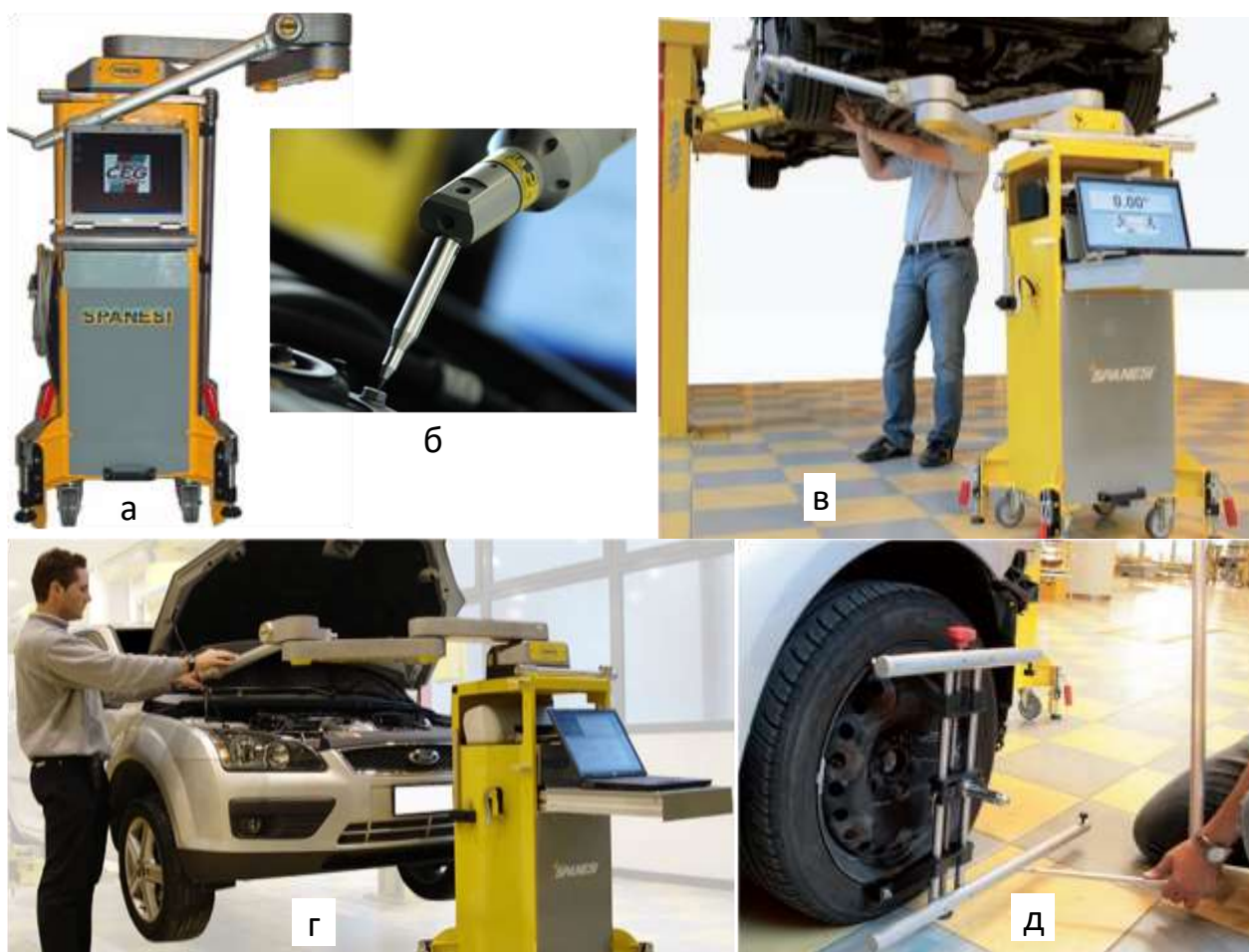


Рис. 9.8. Система вимірювання геометрії кузова TOUCH Spanesi:
 а – зовнішній вигляд; б – вимірювальний щуп; в – обмір контрольних точок на днищі кузова; г – обмір точок кріплення підвіски;
 д – система контролю установки коліс TOUCH Wheels

Формування координатних сигналів у системі здійснюється статичними датчиками кутового положення (енкодерами) сегментів підвісу вимірювальної штанги, а передача інформації на ПК відбувається по провідному зв'язку.

Вимірювання геометрії кузова проводиться щодо площини побудованої по чотирьох (мінімум трьом обраним) базовим точкам днища. При обмірі будь-яких точок використовується той самий щуп (рис. 9.8, б), що заощаджує час і забезпечує ідеальну точність. Використання підйомника забезпечує доступ до точок контролю, які розташовані в будь-якій частині кузова (рис. 9.8, в, г).

Для вимірювання віддалених і важкодоступних точок у комплект системи входять два подовжувачі. На базі розробленої технології, компанією Spanesi створена електронна вимірювальна система *TOUCH Wheels* (рис. 9.8, д), що дозволяє швидко (без встановлення на підйомнику та закріплення головок) провести діагностику кутів установки коліс (функція стенду розвал/сходження з базою даних по 12000 автомобілям). Прилад дозволяє обміряти координати всіх механічних компонентів автомобіля у зібраному чи розібраному вигляді. Також розроблено систему *TOUCH Bike* для діагностики мотоциклів у зборі або за окремими компонентами з видачею сертифіката про правильність ремонту.

Компактність конструкції систем *TOUCH Spanesi* забезпечує можливість їхнього використання в обмеженому просторі. Опційні камери системи забезпечують перегляд ремонтного процесу на відео для клієнта. За допомогою системи можна проводити експрес-геометрію кузова (до і після ремонту) і спостерігати в реальному часі зміну положення точки в процесі редагування автомобіля. Система дозволяє проводити симетричний вимір «битої» частини автомобіля відносно непошкодженої і підходить для контролю результатів рихтувальних робіт на стапелях всіх світових виробників.

Ультразвукова електронна система вимірювання геометрії кузова Shark американської фірми Blackhawk призначена для оперативного проміру автомобіля при діагностиці стану кузова на підйомнику і при роботі на стапелі. Система складається з мобільного кабінету та вимірювальної балки з напрямними [40] (рис. 9.9 а).

Мобільний кабінет включає комп'ютер з базою даних Shark та програмою під керуванням Windows, монітор, клавіатуру та прин-тер. У ящиках кабінету містяться: комплект випромінювачів ультразвуку з фіксаторами; дуги для вимірювання чашки McPherson; комплект магнітних головок TORX.



Рис. 9.9. Система вимірювання геометрії кузова Blackhawk Shark:
 а – комплектація; б – діагностика на підйомнику;
 в – розташування датчиків на днищі кузова;
 г – відновлення геометрії кузова на рихтовочному стенді

У русифіковану базу даних Shark входить більшість моделей європейських та азіатських виробників, а також деякі американські моделі. Програмою системи передбачено ведення власної бази даних клієнтів, ручне внесення параметрів на новий не ідентифікований автомобіль.

Для проведення вимірювань приймальну балку доволно розташовують під автомобілем вздовж його осі симетрії. Точність виміру такої системи залежить від їх становища. Координати вимірюваних точок визначаються в такий спосіб. До вимірюваних точок автомобіля кріпляться випромінювачі ультразвуку (до дванадцяти штук). Випромінювачі з'єднуються проводами з приймальною балкою, розташованою під автомобілем. Звукове випромінювання сприймається мікрофонами (від чотирьох до восьми штук залежно від моделі стенду), розташованими на балці. Час проходження звуку від датчика до мікрофона

дозволяє визначити координати точки на кузові в трьох вимірах щодо віртуальної площини (будується програмою на підставі мінімум трьох точок відомим способом).

Контроль геометрії кузова проводиться без стапеля на двостоковому витягу (рис. 9.9, б, в). При проведенні рихтувальних робіт система може працювати практично з усіма стапелями і стендами Blackhawk, а при використанні спеціальних пристроїв - рихтувальними стендами інших виробників (рис. 9.9, г). При цьому всі точки (базові та вимірювані) відображаються на екрані монітора в графічному та цифровому вигляді (рис. 9.10, а).

Дані вимірювання з точністю до 0,1 мм порівнюються з даними виробника авто і обчислюється розбіжність. Інформація щодо цього автомобіля зберігається в пам'яті комп'ютера і може бути документована. Є можливість додавати нові точки на картку (актуально при значних локальних деформаціях). На діагностичному графіку вказується, на скільки міліметрів і в який бік потрібно виправити цю ділянку, щоб вона опинилась у межах допустимих значень (рис. 9.10, б).

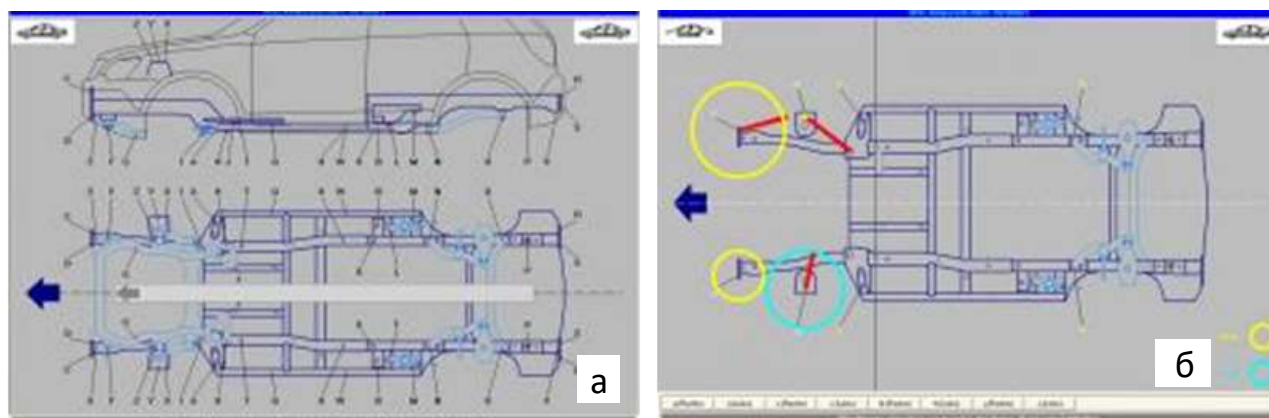


Рис. 9.10. Інформаційні вікна програми Shark:

- а – розташування контрольних точок кузова;
- б – графічна інтерпретація прикладення зусиль правки

Програма системи юстує дані по координатним точкам непошкодженої частини кузова, що виключає ризик випадкових відхилень автомобіля або балки відносно один одного, і оновлює поточні дані на ділянці відновлення кожні три секунди. Після закінчення робіт на принтері комплексу друкується звіт з вимірювань кузова, правки та отриманих результатів.

Наявність у комплекті дуг McPherson дозволяє вимірювати точки кріплення підвіски, не знімаючи її, що дає додаткову економію часу.

Бази даних супроводжуються фотографіями місць розташування контрольних точок, що виключає суб'єктивні помилки оператора. Таким чином, можливості системи Shark дозволяють повністю виміряти більшість контрольних точок кузова за 30...40 хв.

Оптична 3D-система вимірювання геометрії кузова Siver Data призначена для вимірювань контрольних розмірів днища та верхньої частини кузова пошкодженого автомобіля в процесі ремонту та документального огляду стану кузова автомобіля [41]. Робота системи заснована на принципі безконтактного вимірювання положення мішені в просторі, шляхом фіксування положення відеокамерами з подальшим тривимірним моделюванням. Склад системи показаний на рис. 9.11.



Рис. 9.11. Система вимірювання геометрії кузова Siver Data:
а – загальний вигляд комплексу з мобільним кабінетом;
б – указка з візирними мітками і насадками; в – комутаційний блок;
г – вимірювальна балка з відеокамерами

Вимірювальна частина системи складається з мішені-указки (рис. 9.11, б) та вимірювальної балки з відеокамерами (рис. 9.11, г). На бічній поверхні мішені-указки розташовані двадцять три яскраві світлодіоди. Живлення вказівки здійснюється від вбудованих батарей. Зв'язок з комп'ютером передачі керуючих команд забезпечується у вигляді оптичних команд. Комутаційний блок (рис. 9.11, в), що

підключається до вимірювальної балки, містить блок живлення, радіоприймач і плату інтерфейсу для зв'язку з комп'ютером.

У системі використовується принцип бінокулярного зору (візуальне визначення відстані до об'єкта). Якщо, контрастний об'єкт потрапляє у поле зору двох камер, розташованих на кінцях вимірювальної балки, система дозволяє обчислити його просторові координати. Таким контрастним об'єктом для камер є світлодіодні випромінювачі, розташовані на мішені-указці в певному порядку. Таким чином, якщо в сектор перекритого огляду камер помістити мішень-указку (доторкнутися щупом до контрольної точки на кузові автомобіля), система визначить її положення в тривимірному просторі.

При аналізі кадру комп'ютер ідентифікує зображення точок мішені. Після зіставлення отриманих кадрів обчислюються просторові координати кожної крапки, що світиться (у тому числі і координати вимірювального вістря щупа) і всієї вказівки в цілому. Система відображає тривимірні координати вимірюваної точки та її зміщення щодо контрольної позиції (похибка вимірювань до 2 мм). База даних системи містить інформацію про контрольні точки декількох тисяч кузовів з встановленими агрегатами і без них. Графічна інформація баз даних супроводжується фотографіями розташування контрольних точок. Система не вимагає механічної прив'язки до рихтувального стенду і сумісна з будь-якими типами стапелів. Для інспекції розмірів автомобіля використовується підйомник (рис. 9.12).

Для зручності доступу до контрольних точка кузова, крім основного (штатного) щупа, в комплекті поставляється кілька змінних щупів: бічний поворотний – для вимірювання точок, що лежать на вертикальній поверхні; подовжений - для точок, що знаходяться за виступом; екстра довгий – для доступу до точок, що розташовані глибоко. Перехід з одного щупа на інший може проводитися безпосередньо в процесі вимірювань. Номер щупа при цьому передається до комп'ютера дистанційно, простим натисканням спеціальної кнопки, розташованої на вказівці.

Відзначимо переваги системи Siver Data перед стендами аналогічного класу:

- немає механічних частин, складної електроніки та лазера (простота і надійність);



Рис. 9.12. Рихтувальний комплекс SIVER

- немає прив'язки до стапеля, вимірювальна балка розташовується довільно (незалежна);

- не вимагає встановлення додаткових пристроїв та використання комплектів адаптерів (простота та зручність в експлуатації).

Крім регламентованих операцій система здатна виконувати функції геометричного вимірювача: відстані між двома точками; кута між прямими, що перетинаються і не перетинаються; відхилень точки від площини, проведеної через три інші точки; діаметра та центру кола.

9.5. Процедура перевірки геометрії кузова на 3D-стенді

Порядок роботи на 3D-стенді розглянемо на прикладі інтерфейсу вимірювальної системи NAJA, яка дозволяє виконувати три види контрольних вимірювань: проміри по картах з бази даних; обмір симетричних точок; складання індивідуальної карти автомобіля. Для проведення вимірювань автомобіль встановлюють на підйомник, під нього підводять рейку-візок Gazell і встановлюють на рейці вимірювальну головку (рис. 9.13).

Запускають програму NAJA на ПК. Дочекавшись налаштування зв'язку між ПК та вимірювальною головкою, входять у програму NAJA та вибирають вид проведення контрольних вимірювань.



Рис. 9.13. Робоча композиція вимірювальної системи NAJA

При використанні бази даних із переліку, що надається, вибирають марку і модель автомобіля. Потім ідентифікують стан автомобіля на момент вимірювання шляхом натискання на відповідну піктограму меню (рис. 9.14).

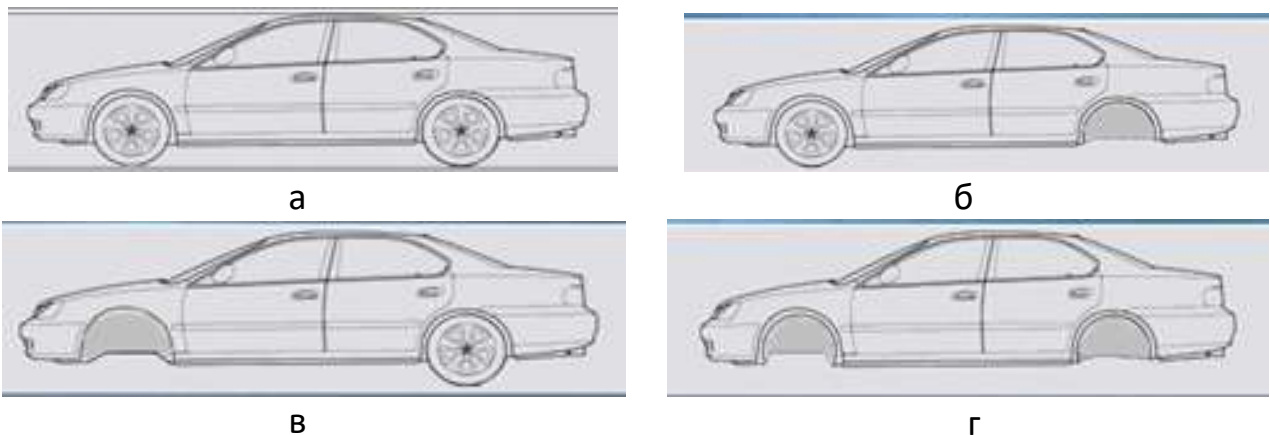


Рис. 9.14. Піктограми меню стану автомобіля:

- а – в повній комплектації, обидві осі на місці;
- б – з ушкодженням задньої частини, задня вісь знята;
- в – з ушкодженням передньої частини, демонтовані ходова частина і двигун з трансмісією;
- г – розукомплектованого, зняті обидві осі і трансмісія

Така ініціалізація дозволяє скласти список точок для контролю (місць кріплення силових агрегатів до кузова) і вибрати відповідні насадки вимірювального органу. Якщо, стан автомобіля передбачає знятий агрегат, у місці його кріплення використовуватиметься насадка

під відповідний отвір. В результаті на екрані монітора отримують контурну схему автомобіля з вказівкою розташування контрольних точок (рис. 9.15).

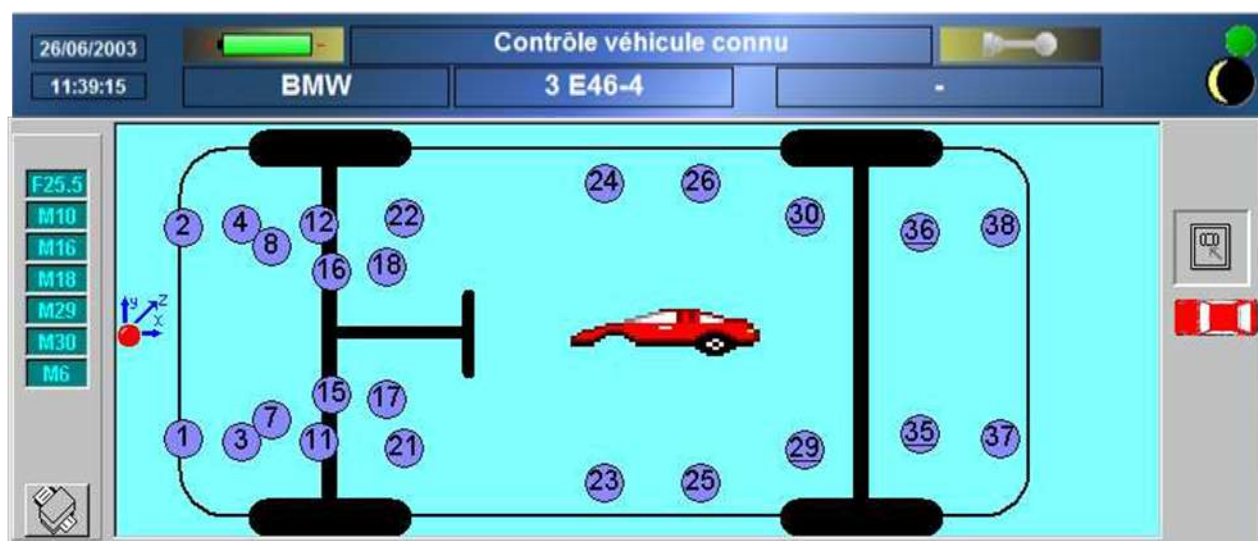


Рис. 9.15. Зображення схеми автомобіля з вказанням точок контролю

У верхньому полі картинки наводяться: дата та час проведення операцій; марка та модель автомобіля; інформація про стан акумулятора та радіозв'язку з вимірювальною головкою. У лівому полі картини наводиться перелік використовуваних насадок (вгорі) і кнопка друку, в правому – кнопка виклику фотографії розташування контрольної точки.

Вимірювання геометрії починають з вибору (ініціалізації на зображенні монітора) трьох контрольних точок для моделювання базової площини. Четверта необхідна точка вибирається автоматично і вказується на схемі автомобіля (рис. 9.16).

Відповідно до схеми рис. 9.16 обрані базові точки симетрії 19/20 та 33/34. З зазначених точок виділяють (ініціалізують) першу для вимірювання (наприклад 34). При цьому, можна вивести фотографії розташування точок на екран.

У нижньому полі зображення висвічуються номер активованої точки, номер та конфігурація відповідної насадки та інформація до дій оператора. Далі аналогічно обмірюють інші базові точки, після чого на екрані з'являється вимірювальний рукав для опитування позицій контрольованих точок.

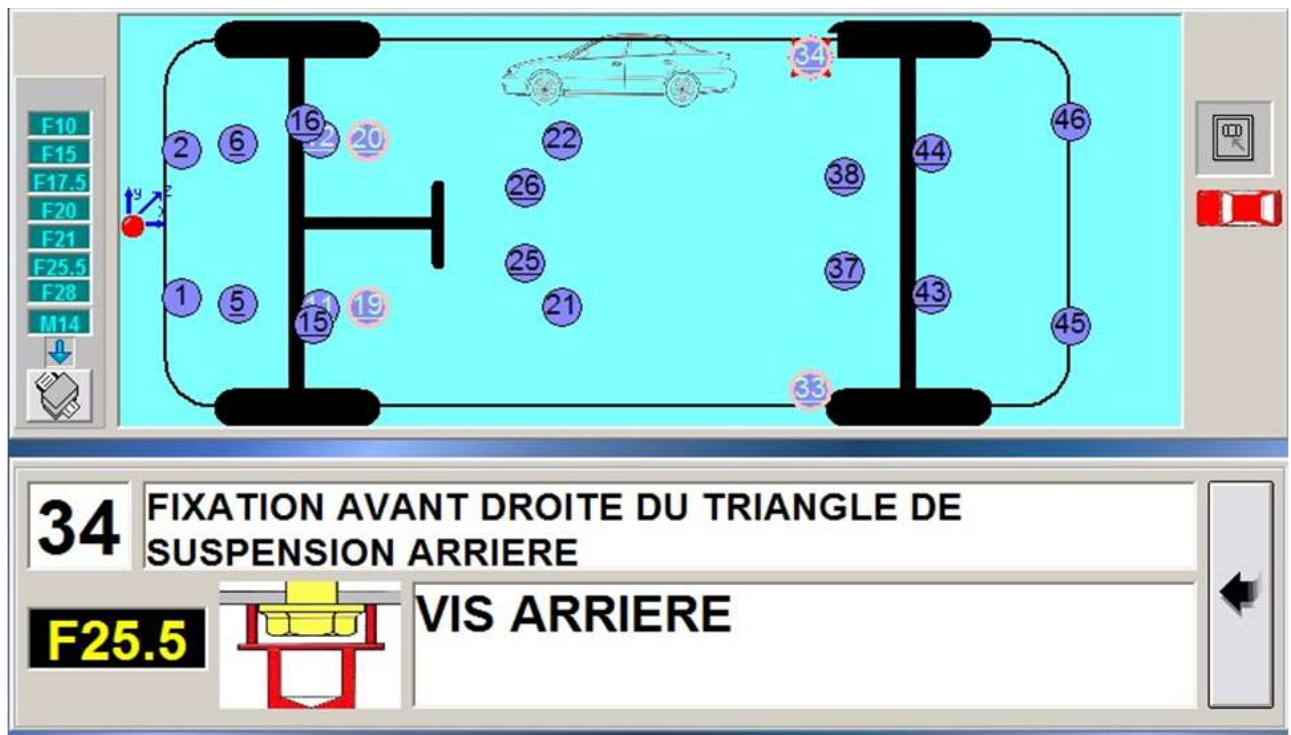


Рис. 9.16. Вибір точок для побудови базової площини

Якщо, базова площина не вибудовується (одна або кілька точок знаходяться поза зоною допуску), на екрані з'явиться повідомлення про координатні відхилення «Attention! Best Fit» (рис. 9.17).

У цьому випадку (можлива причина – деформація кузова в околиці вибраних точок) рекомендується повторити процедуру визначення базової площини за контрольними точками. Якщо проблема не усувається, перевірте радіозв'язок та акумулятор (піктограми у верхньому полі зображення). Для підтвердження правильності виконаних обмірів базових точок натискають піктограму функціональної клавіші внизу зліва (рис. 9.17). З цього моменту, на схемі автомобіля символізується вимірювальна головка зі штангою і починається процедура обміру всіх контрольних точок кузова автомобіля. При цьому, на екран під схемою вимірювань виводиться таблиця опису контрольних точок з інформацією про кожну позицію: літерний коментар, номер необхідної насадки, текстовий опис, координати.

Літерний коментар супроводжується чотирма позиціями: R – точка рекомендується для порівняння площини; S – точки, пов'язані з безпекою; C – наявність коментарю в базі даних; P – наявність фотографії у базі даних. Текстовий опис точки характеризує функціональне призначення місця на кузові (отвір під кріплення, виступ лонжерона).

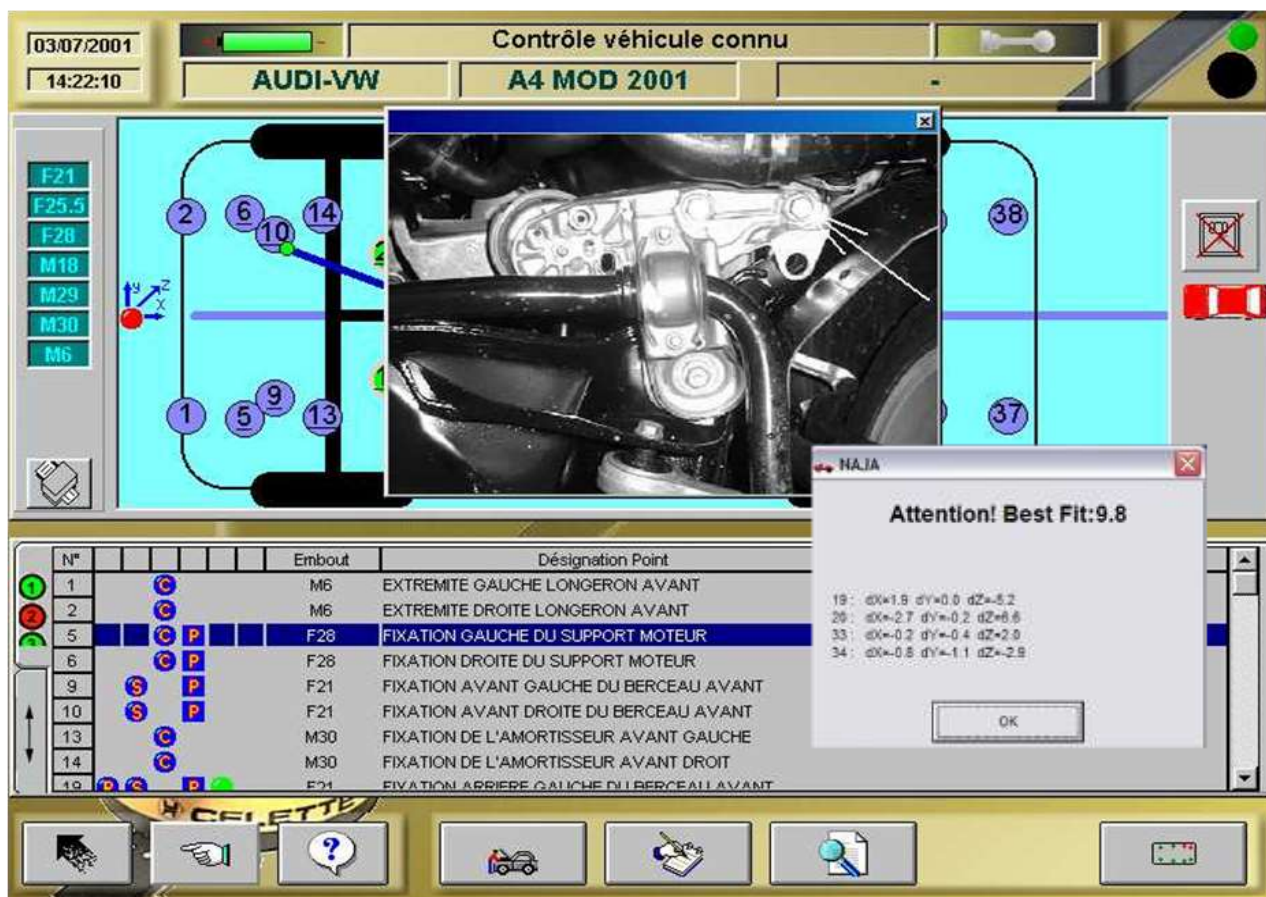


Рис. 9.17. Візуалізація процесу обміру контрольних точок кузова

Процедура обміру контрольних точок супроводжується звуковими сигналами «пізнання» кожної точки при розташуванні датчика вимірювальної штанги в безпосередній близькості від неї.

За результатами обміру координат контрольних точок можна виміряти (виконати програму розрахунку) відстаней між ними. Для цього вибирають режим індикатора відстаней і на схемі автомобіля активується перша точка. При цьому з'являється червона лінія кореспонденції. Далі активують другу, кореспондуючу точку. При цьому символізується лінія теоретичної середини (рис. 9.18).

Результати обмірів відстаней між точками, що цікавляться, і по відношенню до лінії симетрії відображаються в роздруківці звіту (таблиця в нижньому полі картинки).

Контроль геометрії кузова по симетричним контрольним точкам є найбільш поширеним і відносно не трудомістким. Але основна його відмінна риса полягає в тому, що цей спосіб застосовується до будь-якого автомобіля (незалежно від наявності автомобіля в базі даних).

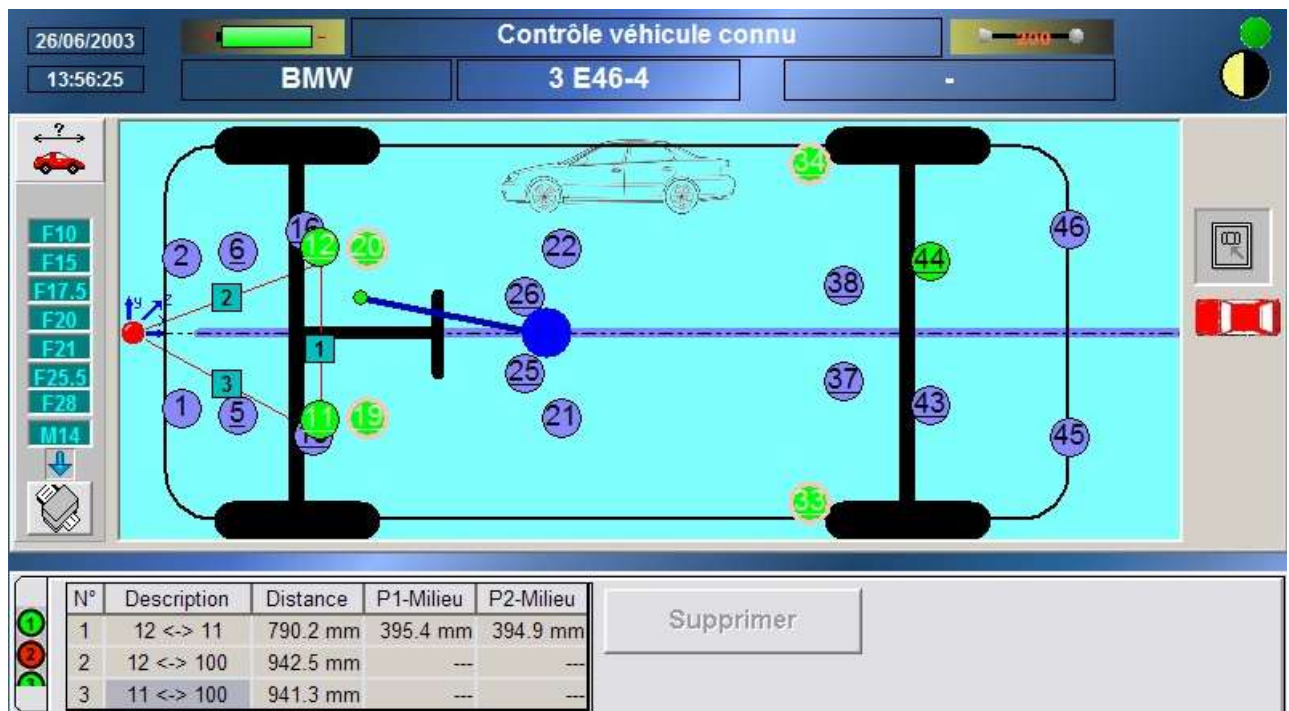


Рис. 9.18. Візуалізація результатів обміру відстаней між контрольними точками кузова

Контроль автомобіля за симетрією полягає в наступному:

- вимірюється площа симетрії автомобіля;
- контролюється симетрія (щодо цієї площини) деяких точок;
- розраховуються відстані між обміряними точками.

Для контролю автомобіля, що немає у базі даних, потрібно вибрати режим «контроль автомобіля». При цьому, з'являється список марок та моделей. За списком перевіряють наявність автомобіля в базі даних. Якщо автомобіль відсутній у списках, натискають кнопку контролю автомобіля за симетрією (кнопка з'являється, якщо модель не вибрано). Потім вибирають тип кузова автомобіля (рамний чи несучий). З'являється зображення екрана контролю за симетрією.

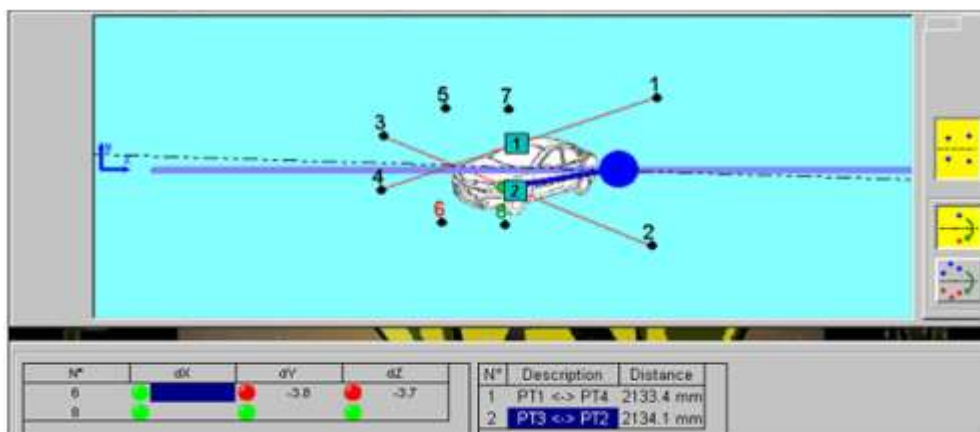
Для визначення площини симетрії необхідно вказати кількість точок (дві або чотири точки) на правому функціональному полі екрана. Потім потрібно виміряти одну (або дві) пари симетричних точок. Рекомендуємо вибрати чотири точки, оскільки після виміру двох пар точок відбувається перевірка. При неточних вимірах з'являється повідомлення. При цьому активується кнопка автоматичного розрахунку симетрії. Після активації цієї кнопки при кожному вимірі точки автоматично розраховується її відображення в плані симетрії, а наступний

вимір порівнює цю розрахункову точку з обміряною. Відхилення наводяться у таблиці.

Можна забезпечити режим роботи з кількома точками (нижня кнопка в лівому функціональному полі). Таким чином, обміривши кілька точок з одного боку автомобіля, потім потрібно зробити вимірювання всіх симетричних точок другої сторони. Виміри симетричних точок можуть виконуватися в будь-якому порядку, оскільки при кожному вимірі симетричної точки програма зіставить її з найближчою теоретичною симетричною точкою. На екрані з'являється вісь симетрії автомобіля (рис. 9.19).



а



б

Рис. 9.19. Візуалізація процесу обміру контрольних точок по осі симетрії кузова не ідентифікованого автомобіля:
а – побудова осі симетрії; б - відстаней між контрольними точками кузова

Маючи координатні дані обміряних точок, можна розрахувати відстань між ними. Для цього активують на схемі одну з точок, яка цікавить, і у вікні, що з'явилося, ініціалізують клавішу розрахунку

відстаней «Calculer distance». Далі на схемі активують другу кореспондуючу точку. Розрахована відстань заноситься в таблицю відстаней (рис. 9.19, б). У разі розбіжності координат симетричних (розрахованих) точок з їх фактичним (обміряним) розташуванням, на екрані активується лінія фактичної симетрії для обраних пар точок.

Для складання індивідуальної карти автомобіля, у списку автомобілів активують режим введення персональних карток (клавiша «Новий») і вказують тип кузова. При цьому активізується вимірювальна штанга і на екрані ініціалізується вікно з двома індикаторними панелями (рис. 9.20).

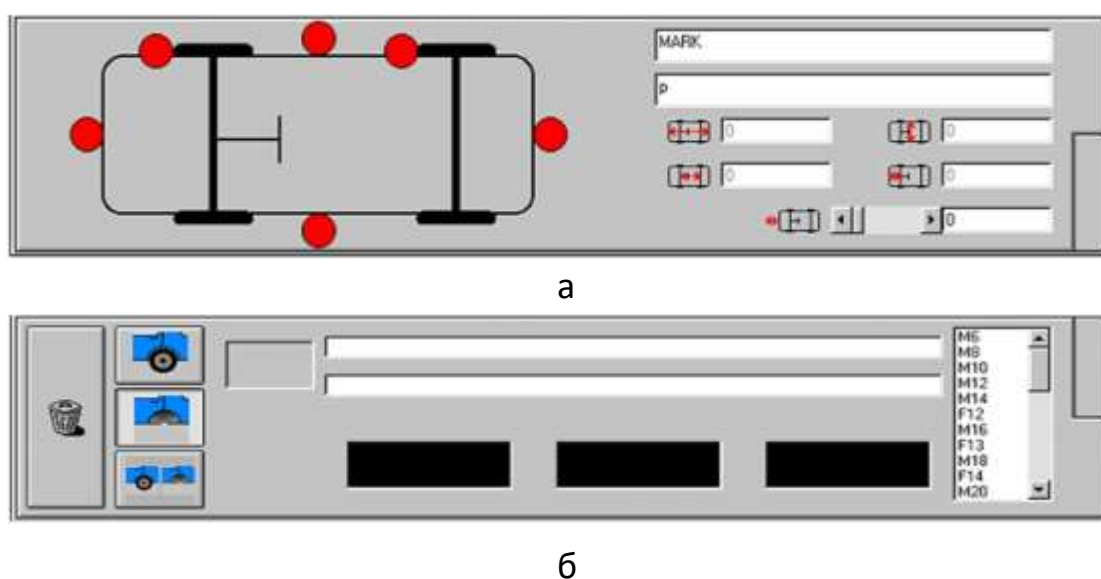


Рис. 9.20. Інтерфейс програми складання індивідуальної карти:
а – панель «Об'єм автомобіля»; б – панель «Характеристика точки»

Перше вікно (рис. 9.20 а) дозволяє визначити розміри автомобіля, необхідні для накреслення його контурів (схеми кузова) на екрані. Відповідно до позицій точок, зазначених на схемі, необхідно виконати їх обміри. У процесі вимірювань реєструється інформація про довжину, ширину, відстанню між передньою і задньою віссю, а також передній винос автомобіля. За результатами вимірювань виводиться схема кузова автомобіля.

Після виміру кожної нової (крім тих, що визначають об'єм автомобіля) точки активується другий індикатор (рис. 9.20, б).

На панелі індикатора з кожної позиції вказується: стан об'єкта (агрегати зняті чи ні); коментар до її функціонального призначення;

номер насадки, що використовується при вимірах; координати місцезнаходження точки.

Далі заповнюється індивідуальна карта нового автомобіля за форматом існуючих карток (активізація клавіші «Індивідуальна карта»). Для цього зі списку автомобілів вибирають аналог за маркою виробника та моделі реалізації. Карта складається з кількох інформаційних панелей (рис. 9.21).

The screenshot shows a software interface for vehicle control information. It is divided into several sections:

- Section a:** Fields for owner information: Nom du propriétaire (LANBDA), Immatriculation (256 DFG 38), Kilométrage (51202), and Numéro de série (dfi452lrytr69).
- Section б:** Fields for vehicle details: Marque (AUDI-VW), Modèle (A1 MOD 2001), Date (15/11/2001), and Nombre de points contrôlés.
- Section в:** A dropdown menu for Nom de l'opérateur.
- Section г:** A field for ID Rapport (01).
- Section д:** Fields for requester information: Nom du demandeur, Téléphone, Nom de l'assurance, and Téléphone.
- Section e:** A text area for Commentaires.
- Section ж:** A text area for Commentaires Confidentiels.
- Section з:** A button with a green icon and social media symbols (Facebook, Twitter, LinkedIn).

Рис. 9.21. Інформаційні вікна карти контролю:

- а – відомості про оператора; б – дані по автомобілю; в - інше;
- г – ідентифікація звіту; д – результати контролю; е – коментар до результатів контролю; ж – конфіденційний коментар;
- з – клавіша запису даних

Активізація клавіші (рис. 9.21, з) дозволяє зберегти звіт після заповнення даних щодо автомобіля та результатів контролю.

На відміну від описаної технології в системі Blackhawk Shar до вимірюваних точок автомобіля кріпляться випромінювачі ультразвуку, а в системі SIVER DATA кріпиться вимірювальний блок щодо автомобіля (або на самому автомобілі).

Контрольні запитання до теми 9

1. Що собою являє карта контрольних точок кузова автомобіля?
2. Яким чином складається стапельна карта кузова автомобіля?

3. На які три групи поділяють деталі кузова автомобіля, щодо сприйняття навантаження?

4. За якими загальними ознаками класифікують засоби контролю геометрії кузова?

5. Назвіть вимірювальні інструменти, які використовуються під час контролю геометрії і дайте їх характеристику.

6. Назвіть призначення кузовних шаблонів.

7. Які типи стендів контролю геометрії кузова розрізняють за принципом будови вимірювальної системи?

8. Опишіть склад та процедуру контролю геометрії верхніх точок кузова за допомогою лазерної вимірювальної системи.

9. Опишіть устрій та процедуру контролю геометрії кузова за допомогою двоточкової електронної вимірювальної системи.

10. Поясніть принцип будови і загальну процедуру вимірювань на стендах контролю геометрії кузова 3D-групи.

11. Які типи стендів контролю геометрії кузова 3D-групи розрізняють за принципом будови вимірювальної системи?

12. Опишіть устрій та процедуру контролю геометрії кузова автомобіля за допомогою електронно-механічної 3D-вимірювальної системи.

13. Опишіть устрій та процедуру контролю геометрії кузова автомобіля за допомогою ультразвукової 3D-вимірювальної системи.

14. Опишіть устрій та процедуру контролю геометрії кузова автомобіля за допомогою електронно-оптичної 3D-вимірювальної системи.

15. Наведіть конструктивні особливості електронно-механічної вимірювальної системи стенду NAJA.

16. Наведіть конструктивні особливості електронно-механічної вимірювальної системи стенду TOUCH.

17. Наведіть конструктивні особливості ультразвукової вимірювальної системи стенду Shark.

18. Наведіть конструктивні особливості електронно-оптичної вимірювальної системи стенду Siver Data.

ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ

АКБ – акумуляторна батарея;
АРП – авторемонтне підприємство;
АСП – автосервісне підприємство;
АТЗ – автотранспортні засоби;
АЦП – аналого-цифровий перетворювач;
ВГ – відпрацьовані гази;
ВМТ – верхня мертва точка;
ГРМ – газорозподільний механізм;
ДІБДР – державна інспекція безпеки дорожнього руху;
ДВЗ – двигун внутрішнього згоряння;
ДВА – датчик ваги автомобіля;
ДГС – датчик гальмівної сили;
ДНА – датчик наявності автомобіля;
ДПК – датчик прослизання коліс;
ДС – діагностична система;
ДТО – державний технічний огляд;
ДП – діагностичний параметр;
ЕС – експертна система;
ЕСКД – електронна система керування двигуном;
КВ – колінчастий вал;
КШМ – кривошипно-шатунний механізм;
ЛТК – лінія технічного контролю;
ЛД – люфт-детектор;
МП – мікропроцесор;
МТ – мотор-тестер;
ПДС – пересувна діагностична станція;
ПЗ – програмне забезпечення;
ПК – персональний комп'ютер;
ПНВТ – паливний насос високого тиску;
РВ – розподільний вал;
САР – система автоматичного регулювання;
СГС – силовий гальмівний стенд;
СДЛ – стенд діагностичний лазерний;
СК – система керування;
СТО – станція технічного обслуговування;
ТЛ – тестер люфтів;
ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач;
ЦПГ – циліндро-поршнева група;
ШІМ – широто-імпульсна модуляція;
ШРКШ – шарнір рівних кутових швидкостей;

ІНОЗЕМНІ АБРЕВІАТУРИ

- ABS (Antilock Brake System) – анти-блокувальна система гальм;
ABC (Active Body Control) – гідропружинна підвіска (Mercedes-Benz);
AC (Alternatively Current) – змінний струм;
ACC (Adaptive Chassis Control) – адаптивна підвіска (Volkswagen);
ADD (Analogy Digital Devise) – аналогово-цифрові вимірювальні прилади;
ADS (Adaptive Damping System) – адаптивна підвіска (Mercedes-Benz);
AGCS (Active Geometry Control Suspension) – підвіска з керованими важелями (Hyundai);
ASR (Antriebs Schlupf Regelung) – система анти-пробуксовки;
ATT – (Automotive Testing Technologies) – технологія тестування геометрії колісної бази;
AVS (Adaptive Variable Suspension) – адаптивна підвіска (Toyota);
CAN (Controller Area Network) – мережа контролера, послідовний інтерфейс;
CCD (Charge-Coupled Device) – прилад із зарядним зв'язком;
CCT (Color Coded Triangulation) – кодування методом кольорової тріангуляції;
CDC (Continuous Damping Control) – керована підвіска (Opel);
CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) - комплементарний метало-оксидний напівпровідник;
COM (Communications port) - сленгова назва послідовного інтерфейсу стандарту RS-232;
DC (Direct Current) – постійний струм;
DIS (Double Ignition System) – система запалювання з холостою іскрою;
DSP (Device System Position) – прилад системи позиціонування;
EDC (Electronically Damping Control) – керована підвіска (BMW);
TFT (Thin Film Transistor) – рідинно-кришталевий дисплей на тонко-плівкових транзисторах;
LCD (Liquid Crystal Display) – рідинно-кришталевий дисплей;
OBD (On Bort Diagnostic) – бортова діагностика;
PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) – карта зовнішньої пам'яті;
PDC (Porsche Dynamic Control) – підвіска з керованими стабілізаторами поперечної стійкості (Porsche);
POD (POrtable Device) – портативні вимірювальні пристрої;
ROM (Read Only Memory) – постійна пам'ять контролеру;
SPI (Serial Peripheral Interface) – послідовний периферійний інтерфейс;
TIP (Target Imaging Pointer) – покажчик зображення цілі (мішені вимірювального комплексу розвал-сходження);
UHR (Ultra-High Range) – надвисокий діапазон;
USB (Universal Serial Bus) – універсальна послідовна шина даних;

ЛІТЕРАТУРА

1. Бороденко Ю.М. Діагностика мехатронних систем автомобіля / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков: підручник. – Харків: ХНАДУ, 2015. – 330 с.
2. Волков В.П. Технологічне обладнання для підприємств авто- мобільного транспорту: підручник / В.П. Волков, В.М. Міщенко, О.П. Кравченко та ін. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
3. Бороденко Ю.М. Діагностика електрообладнання автомобілів: навч. посібник / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков. – Харків: ХНАДУ, 2014. – 230 с.
4. Advanced Automotive Fault Diagnosis: Automotive Technology: Vehicle Maintenance and Repair 5th Edition. / Tom Denton. – Great Britain: Routledge, 2020. – 396 p.
5. Gupta, I. and Nagpal, G. Artificial Intelligence and Expert Systems. Berlin, Boston: Mercury Learning and Information, 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1515/9781683925057>
6. Величко О.М. Гордієнко Т.Б. Інтелектуальні інформаційні системи: структура і застосування / підручник / О.М. Величко, Т.Б. Гордієнко – Київ: Олді+, 2022. – 728 с. ISBN:978-966-289-552-0.
7. Tentrup, T., Corves, B., Neumann, J., Krass, W., Archut, J.L., Paris, J.N. (2020). Lateral Dynamics of Vehicles on a “Steerable” Roller Test Stand. In: Kecskeméthy, A., Geu Flores, F. (eds) Multibody Dynamics 2019. ECCOMAS 2019. Computational Methods in Applied Sciences, vol 53. Springer, Cham.
8. Mahdisoozani, H.; Mohsenizadeh, M.; Bahiraei, M.; Kasaeian, A.; Daneshvar, A.; Goodarzi, M.; Safaei, M.R. Performance Enhancement of Internal Combustion Engines through Vibration Control: State of the Art and Challenges. Appl. Sci. 2019, 9, 406.
9. Dynapack Chassis Dynamomètre. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.synoptic-tuning.com/dynapack-2/>
10. A deep dive into adaptive suspension systems in cars: mastering the magic of movement. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://automovestage.com/adaptive-suspension-systems-magic-of-movement/>
11. Дэймон Лоуни. ZF announces new GenShock energy-recovery suspension. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autoblog.com/2013/08/30/zf-genshock-energy-recovery-suspension/?guccounter=1>
12. Бороденко, Ю. М. Мехатронні системи автомобіля: підручник / Ю. М. Бороденко, А. В. Гнатов, Ш. В. Аргун; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків: Мачулін, 2024. – Ч. 2: Ходова частина. – 228 с.
13. Adaptive suspension explained. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.carexpert.com.au/car-news/adaptive-suspension-explained>

14. Larsonneur, R. (2009). Principle of Active Magnetic Suspension. In: Maslen, E., Schweitzer, G. (eds) Magnetic Bearings. Springer, Berlin, Heidelberg. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-3-642-00497-1_2
- 15 Active body control suspension. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ijates.com/images/short_pdf/1459265671_335N.pdf
16. Hand-Held Ride Height Remote Kit. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.hunter.co.hu/pdf/hunter_futomuallito_kiegeszitok_eng.pdf
17. Wheel Alignment. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.plazatireservice.com/tires/wheel-alignments/>
18. Slide Slip Tester. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.indiamart.com/proddetail/slide-slip-tester-26007563355.html>
19. Laser Wheel Aligner HD-30 EasyTouch [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://exxotest.com/wp-content/uploads/2018/03/GU_MT-HD-30_EN.pdf
20. Stand LAUNCH 3D KWA-300 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.crypton.co.za/Launch/LPictures/KWA-300%203D%20Wheel%20Aligner%20OPERATOR%20Manual-EN.pdf>
21. Techno vector 7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.technovector.com/techno-vector/catalogue/techno-vector--7/>
22. Bosch FWA 9000 Original Instructions Manual. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.manualslib.com/manual/2846235/Bosch-Fwa-9000.html>
23. 3EXCEL Wheel Aligner & 3D Wheel Aligner. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.3excelwheelaligner.com/>
24. Automobile Exhaust Gas Analyzer. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gas-analyzers.com/AutomobileExhaustGasAnalyzer/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw1emzBhB8EiwAHwZZxSsWIEVD4-bZjDAudVDFOGfRQI08odFe967O5aA6PwaAdxtJVoXF2RoCNv4QAvD_BwE
25. 4 Gas Analyzer (Exhaust Gas Analyzer) – CO/CO₂/HC/O₂. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bridg analyzers.com/engine-performance/4-gas-analyzer/>
26. 5-GAS Automotive Exhaust Gas Analyzer Kit. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.anseddiagnostics.com/products/automotive-exhaust-gas-analyzer-ansed-kane-ega5>
27. AVL Smoke Meter. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.avl.com/en/testing-solutions/all-testing-products-and-software/emission-analysis-and-measurement/avl-smoke>
28. Automotive Oscilloscopes. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tek.com/en/solutions/industry/automotive-test-solutions/automotive-oscilloscopes>

29. Automotive Application Scopes. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oemtools.com/products/automotive-scopes/>
30. Мотор-тестери і осцилографи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://carelectro.com.ua/uk/10-motor-testeri-i-oscilografi>
31. Launch KES-200 Engine Analyzer. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ebay.com.au/itm/185768213022>
32. Equipment for Technical Inspection of Vehicles. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ryme.com/en/>
33. Hunter automotive inspection lanes. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.automotivetechnology.com/brands/hunter/inspection-lanes/>
34. HEKA das Tool für Ihren Erfolg. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.heka-online.de/>
35. MBT 2250 Eurosystem VP 210111. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maha.de/en/products/brake-testing-technology/mbt-2000-series/mbt-2250-eurosystem~p864>
36. Allvis Connect measurement system. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///C:/Users/docen/Downloads/Measurement%20system%20Allvis%20Connect%20221027%20-%20eng.pdf>
37. Ezcalipre Measuring System Autorobot 300EL+3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hurricaneauto.co.za/product/ezcalipre-electronic-measuring-system/>
38. Computerized measuring system for check and repair [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.celette.com/our-products/measuring-systems/naja-3d/>
39. Electronic measuring systems. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.spanesi.com/media/prodotti/Damage%20Diagnostics/Touch/Spanesi_Electronic_Measuring_Systems.pdf
40. Catalogue Black Hawk. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blackhawkcollision.com/wp-content/uploads/2019/02/Blackhawk-catalogue-2018-ENGLISH-8.0.pdf>
41. Electronic measuring systems for car body repair Siver Data. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nordbergcorp.com/product/measuring-system-siver-data/>

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
ВСТУП.....	4
1. ЗАГАЛЬНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	6
1.1. Класифікаційні ознаки об'єктів діагностики і діагностичного обладнання.....	6
1.2. Структура діагностичних систем.....	11
1.3. Класифікація способів діагностування АТЗ.....	15
1.4 Загальна характеристика засобів контролю діагностичних параметрів.....	23
<i>Контрольні запитання до теми 1</i>	31
2. ВИКОРИСТАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СТЕНДІВ.....	33
2.1. Класифікація стендів для перевірки гальмівних систем.....	33
2.2. Принципи будови стендів.....	35
2.3. Устрій і функціонування роликового стенду силового типу...	39
2.4. Варіантні виконання силових роликових стендів.....	44
2.5. Характеристика силових стендів виробництва МАНА.....	47
2.6. Характеристика інерційних платформних стендів промислових зразків.....	52
<i>Контрольні запитання до теми 2</i>	57
3. СТЕНДИ КОНТРОЛЮ ТЯГОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ.....	59
3.1. Принципи побудови стендів.....	59
3.2. Устрій і функціонування комбінованого стенду.....	63
3.3. Характеристика тягових стендів виробництва МАНА.....	68
3.4. Характеристика динамометричних стендів промислових зразків.....	73
<i>Контрольні запитання до теми 3</i>	80
4. УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДВІСКИ.....	82
4.1. Об'єкти контролю.....	82
4.2. Методи і засоби діагностики.....	85
4.3. Застосування люфт детекторів підвіски.....	92
4.4. Використання тестеру перевірки амортизаторів типу SAT USB.....	95
4.5. Характеристика вібраційних стендів промислових зразків.....	103
4.6. Вимірювачі сумарного люфту системи кермування.....	107
<i>Контрольні запитання до теми 4</i>	111
5. КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ.....	113
5.1. Об'єкти і методи контролю.....	113

5.2. Принципи побудови вимірювальних систем.....	117
5.3. Характеристика тестерів уводу коліс промислових зразків ...	134
<i>Контрольні запитання до теми 5</i>	138
6. ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕНДІВ РОЗВАЛ/СХОДЖЕННЯ ВЕДУЧИХ ВИРОБНИКІВ	139
6.1. Лазерні стенди.....	139
6.2. Комп'ютерні стенди ССD-групи.....	142
6.3. Комп'ютерні стенди 3D-групи.....	149
<i>Контрольні запитання до теми 6</i>	161
7. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ДВЗ	162
7.1. Принципи побудування і параметри контролю.....	162
7.2. Зміст мотор-тестів.....	166
7.3. Газоаналізатори і димоміри промислових зразків.....	172
7.4. Консольні мотор-тестери промислових зразків.....	179
7.5. Мотор-тестери модульної конструкції.....	182
7.6. Портативні мотор-тестери.....	193
<i>Контрольні запитання до теми 7</i>	198
8. ПОСТИ І ЛІНІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ..	199
8.1. Класифікація ліній технічного контролю.....	199
8.2. Варіантні виконання ліній ЛТК.....	201
8.3. Альтернативні технології побудування ліній вхідного контролю.....	209
8.4. Комплектація ліній технічного контролю.....	211
8.5. Обладнання ліній експрес- діагностики за вимогами європейських стандартів.....	213
<i>Контрольні запитання до теми 8</i>	222
9. СТЕНДИ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРІЇ КУЗОВА	223
9.1. Критерії оцінки технічного стану кузова легкового автомобіля.....	223
9.2. Методи і засоби контролю.....	225
9.3. Застосування двохточкових електронних вимірювальних систем.....	230
9.4. Характеристика 3D-вимірювальних систем промислових зразків.....	232
9.5. Процедура перевірки геометрії кузова на 3D-стенді.....	241
<i>Контрольні запитання до теми 9</i>	249
ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ.....	251
ІНОЗЕМНІ АБРЕВІАТУРИ.....	252
ЛІТЕРАТУРА.....	253
ЗМІСТ.....	256

Навчальне видання

БОРОДЕНКО Юрій Миколайович
ДЗЮБЕНКО Олександр Андрійович
ТРУНОВА Ірина Сергіївна

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск А.В. Гнатов

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка Ю.М. Бороденко

Дизайн обкладинки Д.Ю. Нерівні