

ЛЕКЦІЯ 5

МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ В МОБІЛЬНИХ МАШИНАХ. КЛАСИФІКАЦІЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

5.1 Мехатронні системи в мобільних машинах

Проблема мехатронних систем на транспорті та в тягових машинах різного призначення виникла в останні роки, коли автоматика почала застосовуватись в автомобілях і тракторах. Насамперед – це закордонні автомобілі та трактори. Легко припустити появу та прогресуючого розвитку на автомобілях і тракторах і вітчизняного виробництва в найближчому майбутньому автоматика, а разом із нею і розвитку на них мехатронних систем.

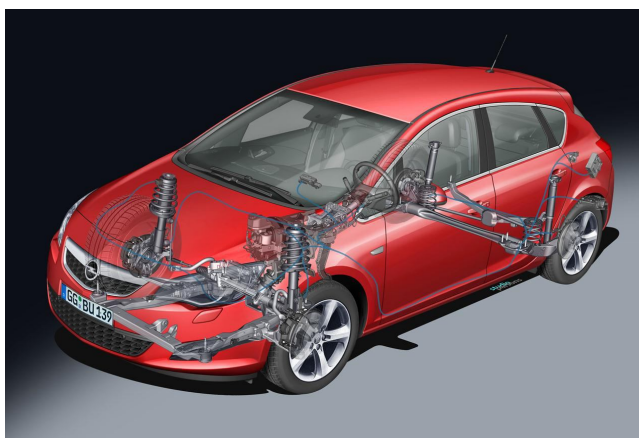


Рисунок 5.1 – Мехатронні системи в мобільних машинах

Уже усталене в технічному світі поняття «мехатроніки» у найзагальнішому тлумаченні полягає в такому: всякий мехатронний об'єкт, або інакше мехатронний комплекс, становить нерозривну єдність трьох компонентів – механічних агрегатів, електро – або електрогідравлічних пристроїв управління ними та автоматика управління.

Ці три складники перебувають у складній синергічній взаємодії та нерозривних функціональному та інформаційному зв'язках. Провідну й визначальну роль серед цих складників переконання грає автоматика, що власне й породила цей технічний напрям.

Поява в світовому авто- та тракторобудування автоматика, особливо комп'ютерної мікропроцесорної автоматика, призвело до перебудови й зарубіжної системи проектування, до переведення її на мехатронні рейки, на методи єдиного комплексного проектування всіх трьох складників мехатронних комплексів.

Методологія проектування в техніці взагалі консервативна, а наші проектувальники, як показує сьогоднішня практика проектування автомобілів і тракторів, не навчені комплексному, системному, «мехатронному» підході до проектування. Мехатронне проектування вимагає від проектувальників кожної

з трьох сфер мехатроніки розширення їхніх знань на суміжні мехатронні сфери, що вимагає від них підвищення кваліфікації, не прийнятою поки в сфері технічної підготовки (як у медицині), а від нашої системи вищої школи – підготовки більш універсальних фахівців, ніж вона готує зараз.

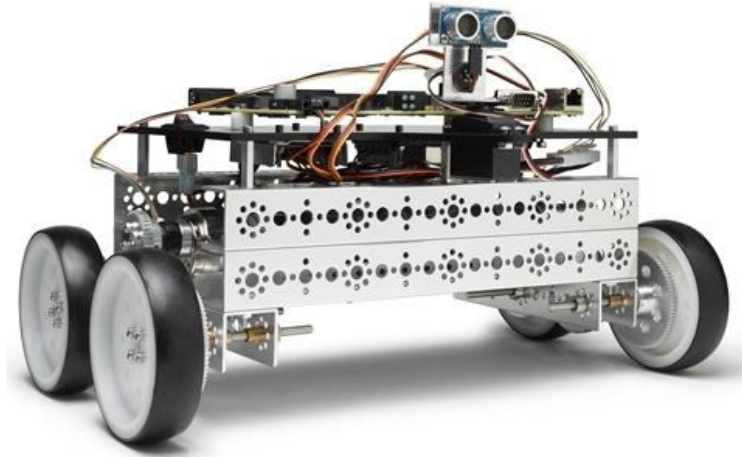


Рисунок 5.2 – Застосування мехатроніки та робототехніки на машинах

Розвиток мехатроніки на ТЗ і на виробничих машинах має свої особливості. На ТЗ експансія автоматизації, а отже, і мехатроніки, переважно почалася в сфері пристроїв комфорту, на тракторах – у сфері силових агрегатів.

Другим – система силового управління навісним пристроєм (EHR), світовим лідером у виробництві якої є фірма Bosch.

Третім – трансмісія. Тут процес почався з появи механічних трансмісій із перемиканням ступенів під навантаженням. На них з'явилися гідравлічні, потім електрогідравлічні пристрої перемикання, а потім і електронна автоматика управління перемиканнями. Західні фірми (Німецька ZF та інші) почали постачати їх на автомобільні й тракторні заводи і виробляти на продаж трансмісії теж у повному комплекті. З появою потім у зарубіжному тракторобудуванні безступінчатих трансмісій (поки ще тільки гідрооб'ємних двопоточних) це явище усталилося [2, 8].

Силу та вигоду мехатронного виконання агрегатів особливо яскраво бачимо на прикладі трансмісій, які за наявності й відсутності автоматизації управління при однакових інших компонентах комплексу становлять різкий контраст у характеристиках як їх самих, так і обладнаних ними тракторів і автомобілів. У мехатронному виді вони забезпечують на порядок вигідніші характеристики практично за всіма показниками роботи машин: технічним, економічним і ергономічним.

Порівнюючи мехатронні комплекси з їхніми не мехатронними прообразами за технічною досконалістю, легко побачити, що перші значно перевершують останніх не тільки за загальними показниками, а й за рівнем і

якістю проектування. Це не дивно: синергетичний ефект виявляється не тільки в кінцевому продукті, а й у процесі проектування внаслідок нового підходу до проектування та підвищенням за необхідністю кваліфікації проектувальників.

Порівняння ціни цих об'єктів ще більш різке. Мехатронні комплекси внаслідок застосування в автоматичній мікропроцесорній технології, що дає досить дешеві пристрої автоматичної, за ціною дуже небагато дорожче прообразів, зате за сукупним показником ціна - якість перевершують їх на порядок.

Ця обставина знімає питання про економічну ефективність мехатронних агрегатів, залишаючи тільки питання про готовність сучасної промисловості до організації та виконання проектування та виготовлення таких технічних систем.

Контрольні питання

1. Мехатронні системи в мобільних машинах.
2. Особливості розвитку мехатроніки на виробничих машинах.
3. Які основні технологічні принципи діагностування?
4. З яких складників комплектуються мобільні станції діагностики?
5. Який порядок розгортання мобільної діагностичної станції в робоче положення?

ЛЕКЦІЯ 6

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ. МЕТОДИ Й ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ

6.1 Прогнозування технічного стану електромехатронних систем

Фізичні основи прогнозування технічного стану. Фізико-хімічні процеси зміни властивостей і розмірів деталей і вузлів підпорядковуються певним законам, і їхній технічний стан можна прогнозувати з певним ступенем точності. Прогнозування технічного стану обладнання, тобто процес передбачення зміни параметрів у майбутньому, є досить важким технічним завданням.

За умовами технології виробництва деталі й вузли рухомого складу, як і інших технічних пристроїв, виготовляють із певними допусками в розмірах, хімічній і структурній властивостях матеріалів. Це також впливає на інтенсивність зношування або старіння деталей і вузлів. Крім цього, на інтенсивність зношування деталей і вузлів обладнання істотно впливає організація та періодичність технічного обслуговування й поточного ремонту. Якщо технічне обслуговування та ремонти здійснюють нерегулярно або їх зовсім не проводять, то швидкість зношування вузлів і деталей значно збільшується і зношування швидко досягають своїх граничних значень. У наслідок цього всі перелічені вище фактори впливають на імовірність прогнозування роботи обладнання [6].

Існуючі методи прогнозування не дають можливості передбачати раптові відмови, які характеризуються стрибкоподібною зміною параметрів стану деталі або вузла обладнання до граничного значення. Прогнозувати з певним ступенем точності можна поступові відмови, які характеризуються поступовою зміною параметрів технічного стану й зумовлені зношуванням або старінням матеріалу деталей або вузлів обладнання. Процеси зношування й старіння деталей і вузлів переважно містять детермінований (визначальний) і випадковий складники, кожен із яких може мати переважальний вплив для кожного конкретного випадку, що відбивається на характері процесів зношування або старіння.

Головним завданням прогнозування є визначення залишкового ресурсу елементів систем і агрегатів рухомого складу. Завданнями прогнозування під час експлуатації обладнання є скорочення трудоемкості й вартості робіт при поточних ремонтах, бо їх проводять тільки за необхідності, тобто у разі повного вичерпання ресурсів деталей і вузлів; визначення строків регульовальних і ремонтних робіт, у разі повного виробітку ресурсу – строків заміни обладнання;

визначення потрібної кількості запасних частин; скорочення строків перебування обладнання в ремонті, бо будуть відомі елементи й вузли, які підлягають ремонту або заміні; встановлення строків (періодичності) проведення діагностування; перевірка якості виконання регулювальних і ремонтних робіт. Під ресурсом розуміють напрацювання об'єкта від початку експлуатації або її поновлення після ремонту до настання граничного стану, коли подальша експлуатація повинна бути припинена, урахувавши вимоги техніки безпеки або економічні міркування. У техніці найчастіше для визначення ресурсу користуються такими термінами, як *доремонтний, міжремонтний, залишковий і використаний ресурс*. Доремонтний ресурс характеризується напрацюванням нового обладнання від початку експлуатації до першого ремонту, а міжремонтний – напрацюванням між ремонтами. Під час прогнозування зазвичай визначається залишковий ресурс, тобто напрацювання обладнання від моменту діагностування (контролю) до граничного стану, обумовленого технічною документацією. Використаний ресурс характеризується напрацюванням обладнання після виготовлення або ремонту до моменту діагностування (контролю).

Для орієнтовного порівняння технічного стану елементів діагностованої машини або апарата, які характеризуються різними діагностичними параметрами, можна користуватися поняттям коефіцієнта технічного ресурсу, за допомогою якого оцінюють залишковий ресурс деталі, спряження або вузла. Для параметрів, абсолютні значення яких збільшуються під час експлуатації обладнання, коефіцієнт технічного ресурсу визначають за формулою:

$$K_p = (P_z - P_g) / (P_z - P_n), \quad (6.1)$$

де P_z – граничне значення параметра;

P_n – номінальне значення параметра;

P_g – вимірне значення параметра. Якщо під час експлуатації значення параметра зменшується, то коефіцієнт залишкового ресурсу визначається виразом:

$$K_p = (P_g - P_z) / (P_n - P_z). \quad (6.2)$$

Для нового елемента вузла або машини $K_p = 1$, а при повному вичерпанні ресурсу $K_p = 0$.

Відмова або загроза відмови зазвичай настає з вини однієї-двох деталей або вузла, що зумовлено нерівномірністю та з різною зносостійкістю деталей або вузлів обладнання. Конструкцією обладнання зазвичай передбачається нескладна заміна частини деталей, які швидко зношуються (щіток електричних машин). Після заміни або ремонту деталей, які вичерпали ресурс роботи, машина знову стає працездатною та отримує певний запас часу роботи до наступної загрози втрати працездатності.

Головні способи вирішення завдань прогнозування.

Розрізняють такі головні шляхи отримання результатів прогнозу, що об'єднують групи методів прогнозування: коли результат прогнозу визначається в одній розмірності з контрольованими параметрами, тобто метою прогнозування зміни технічного стану об'єкта є отримання значення контрольованого параметра, що характеризує протікання процесу в часі; результат прогнозу визначається імовірністю виходу або не виходу характеристик контрольованих параметрів за певні межі; унаслідок прогнозу контрольований об'єкт зараховують до того або іншого класу технічного стану, який встановлюють наперед за критерієм працездатності або довговічності. Відповідно є три методи прогнозування: аналітичний, імовірнісний і статистичної класифікації.

Метод аналітичного прогнозування застосовують для завдань, коли зміна контрольованого параметра інерційна в часі й всі зміни поступово накопичуються. Тоді завданням прогнозування є визначення за відомими значеннями функції контрольованого параметра $\Pi(t)$ у минулому та теперішньому величини функції в майбутньому, а також визначення моменту часу, коли параметр досягне свого допустимого значення Π_0 .

Метод імовірнісного прогнозування застосовують для завдань, коли необхідно визначити імовірність виходу або не виходу контрольованого діагностичного параметра Π за встановлені межі.

Під час вирішення завдань прогнозування методами статистичної класифікації (розпізнавання образів) відомі значення параметра в певні моменти часу зараховують до одного з класів, тобто до своєрідного еталону (образу), а потім, урахувавши закономірності зміни параметрів певного класу, вирішують, як буде змінюватися певний параметр у майбутньому. При цьому розподіл значень параметрів на класи може бути часовим (за часом або напрацюванням) або параметричним (за величинами контрольованих параметрів).

6.2 Методи та засоби діагностування електромехатронних систем

Ефективність технічного діагностування рухомого складу забезпечується за допомогою пристосованості конструкції вузлів і агрегатів до діагностичного обстеження, їхньої високої ремонтпридатності: усунення виявленої несправності не повинне бути складнішим і трудомістким, ніж її пошук. Усе це закладається на стадії проектування. Засоби, за допомогою яких здійснюється технічна діагностика, доцільно проектувати паралельно з розробкою конструкції автомобілів.

Пристосування діючої конструкції до діагностичного обстеження та створення комплексу відповідного обладнання – дуже трудомісткі й дорогі роботи, тому необхідна об'єктивна, строго аргументована оцінка їх техніко-економічної доцільності.

Засобами технічної діагностики є контрольні й вимірні прилади, інструменти, стенди та їхні поєднання, що забезпечують збір достатньої

інформації про технічний стан контрольованого вузла або агрегата. Для контрольовано-діагностичного обстеження механічного обладнання транспортних засобів можуть бути рекомендовані такі стенди:

- силового типу з біговими барабанами та балансирний підвішеним пристроєм навантаження (рис. 6.1, а);

- інерційний із біговими барабанами й маховиками, що імітують силу інерції поступально рухомої маси автомобіля (рис. 6.1, б); такого типу стенди дають змогу контролювати параметри потужності або сили тяги, а також втрати в агрегатах трансмісії.

Стенди, виконані за схемами рисунку 6.1, дають змогу контролювати потужність і силу тяги, а також втрати в агрегатах трансмісії. За допомогою стендів, виконаних за схемами, наведеними на рисунку 6.2, можна вимірювати осьовий зсув майданчика, барабана або валика під впливом бічних сил і у такий спосіб контролювати правильність установки керованих коліс. З цією метою застосовують і оптичний стенд з дзеркальними відбивачами й оптико-електричними приладами, що укріплюються на колесах відомого моста та проектують кути установки коліс на екрани.

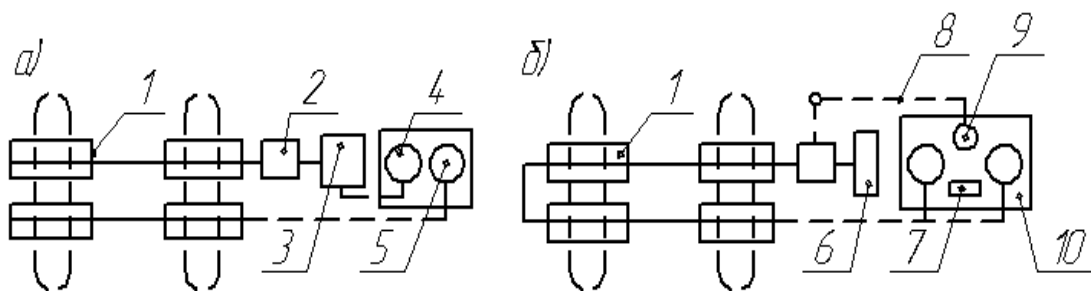


Рисунок 6.1 – Принципові схеми стендів силового типу (а) і інерційного (б):

- 1 – бігові барабани; 2 – редуктор; 3 – балансирно-підвішений (гідравлічний, електричний або індукторний) пристрій навантаження; 4 – вимірники сили тяги; 5 – вимірника швидкості; 6 – інерційні маси (маховик); 7 – вимірник шляху (часу) роботи на пускових позиціях; 8 – вимірник прискорення бігових барабанів; 9 – вимірник реактивного моменту; 10 – тахометр для виміру частоти обертання бігових барабанів

- із двома майданчиками, що вільно переміщуються, в поперечному напрямі (рис. 6.2, а);

- із двома біговими барабанами, що примусово обертаються (рис. 6.2, б);

- з контактним валиком, що знаходиться між біговими барабанами, що примусово обертаються (рис. 6.2, в);

- з майданчиками, які мають можливість переміщатися на відстань, пропорційну гальмівним силам, що виникають при гальмуванні (рис. 6.3, а);

- роликівий силовий для вимірювання опору обертанню коліс під час їх гальмування (рис. 6.3, б);

- гальмівний з біговими барабанами і вимірниками реактивної сили (рис. 6.3, в);
- гальмівний для визначення гальмівного моменту під час розкручування колеса (рис. 6.3, з).

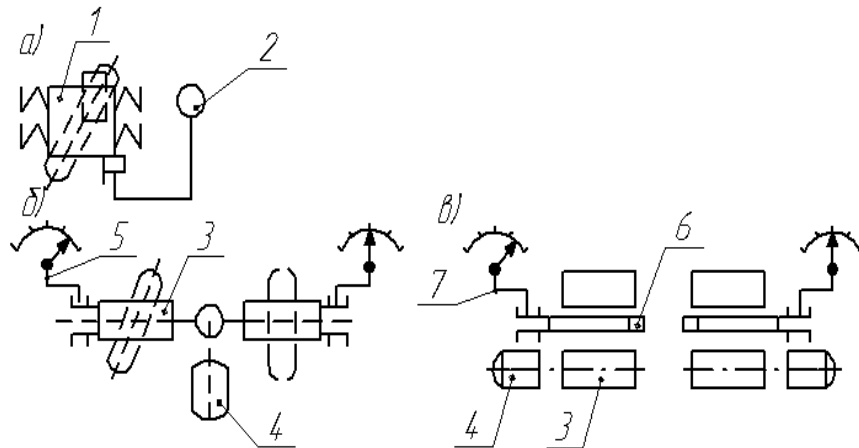


Рисунок 6.2 – Принципові схеми стендів для контролю правильності установки керованих коліс:

- 1 – плаваючі майданчики; 2 – вимірник бічної сили; 3 – бігові барабани;
- 4 – електричний привід; 5 – вимірник бічного зсуву барабанів;
- 6 – контактний валик; 7 – вимірник осьових зсувів валика

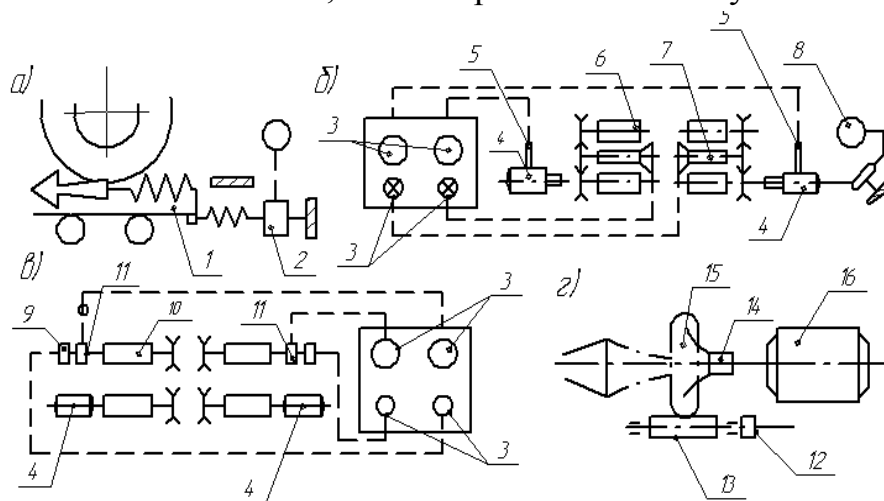


Рисунок 6.3 – Принципові схеми стендів для визначення параметрів процесу гальмування:

- 1 – платформа; 2 – вимірник переміщень; 3 – вимірник гальмівних сил;
- 4 – електричний привід барабанів; 5 – давач інформації; 6 – бігові барабани;
- 7 – контактні валики; 8 – вимірник тиску на педаль гальма; 9 – маховики, що імітують поступальну ходу маси тролейбуса при гальмуванні; 10 – гальмівні барабани; 11 – вимірник реактивної сили; 12 – вимірник шляху гальмування;
- 13 – що підтримує барабан; 14 – приводний пристрій; 15 – колесо тролейбуса;
- 16 – електродвигун

Стенди, схеми яких наведені на рисунку 6.3, слугують для визначення гальмівного моменту, гальмівних сил, кутового уповільнення або реактивного моменту, що виникає під час гальмування [7, 8].

Засоби технічної діагностики, що відповідають вимогам, що висуваються до них експлуатаційними підприємствами, повинні дозволяти контролювати всі головні параметри, що характеризують працездатність вузла або агрегата. Програма діагностування обмежується межами експлуатаційної необхідності та складається так, щоб можна було уникнути значної кількості підключень апаратів, приладів і механізмів. Проте при цьому бажано здійснювати велику кількість перемикань, які можливо не тільки механізувати та автоматизувати, але й запрограмувати, що знижує трудомісткість діагностичного обстеження. Результати (інформація) технічного діагнозу повинні видаватися в зафіксованому вигляді (картограми, перфокарти, таблограми тощо).

Діагностування транспортних засобів може бути загальним або поелементним, тобто може проводитися для досягнення локальної мети (обстеженню піддаються тільки вузли й деталі, що забезпечують безпеку руху) або для оцінки працездатності автомобіля за всіма головними параметрами. Залежно від поставленої мети застосовується та або інша форма діагностичного обслуговування – спеціалізовані пости по об'єктах або комплексні станції для загального обстеження. Спеціалізовані пости можуть бути розташовані окремо або вбудовані в потокову лінію.

Перспективними є бортові системи технічної діагностики (розташовані в кабіні транспортного засобу). При цьому водій може одержувати інформацію про ресурс працездатності вузлів і агрегатів керованої ним одиниці рухомого складу.

6.3 Взаємозв'язок діагностики з надійністю та якістю функціонування транспортних засобів автоматизації

Якість системи автоматизації є сукупність її властивостей, що обумовлюють придатність системи задовольняти певні потреби відповідно до її призначення [6–8]. Одним з показників якості є показник надійності як безвідмовності, довговічності, зберігання, ремонтпридатності. Найважливішими принципами, методами та засобами забезпечення надійності є такі:

- вибір, удосконалення та створення нових матеріалів;
- пошук і реалізація нових фізичних принципів роботи систем автоматизації;
- реалізація нових видів енергії та способів її перетворення;

- створення захисних умов застосування систем в умовах важких зовнішніх впливів;
- удосконалення технологій виробництва;
- застосування різних видів резервування та надмірності;
- реалізація заходів, що підвищують ефективність отримання, обробки й використання інформації (застосування захисних і перешкодозахисних кодів, розробка якісного математичного забезпечення).

Необхідно відзначити, що заходи апаратурного й інформаційного напрямку з підвищення надійності мають на меті усунення дефектов, які призводять до неправильної роботи. Такі заходи «маскують» дефекти через апаратурну та інформаційну надмірності. Виявити дефекти при цьому вельми важко. Унаслідок збільшення кількості дефектів можливе відмовлення системи. При цьому безвідмовність системи буде нижче, ніж безвідмовність за відсутності надмірності. Водночас необхідно здійснювати пошук несправностей в умовах резервування системи з метою підтримки її захисних властивостей.

Резервування (від лат. *Reservo* – зберігаю) – метод підвищення надійності системи шляхом застосування структурної, функціональної, інформаційної та тимчасової надмірності стосовно мінімально необхідної та достатньої для виконання системою заданих функцій.

Надмірність – наявність у системи можливостей понад мінімально необхідних для нормального функціонування. Під час діагностики систем необхідно вирішити питання визначення технічного стану об'єкта шляхом визначення справності, працездатності, правильності функціонування й пошуку дефектів на всіх етапах виробництва й експлуатації систем.

Діагностичне забезпечення має закладатися на стадії проектування, забезпечуватися на стадії виробництва та підтримуватися на стадії експлуатації. Ідеальна повнота виявлення та глибина пошуку дефектів систем не завжди досяжні внаслідок неможливості отримати необхідну інформацію, або з техніко-економічних міркувань. Особливо небажана безконтрольна неповнота виявлення дефектів, коли невідомо, які можливі дефекти не виявляються.

Сучасним засобом перевірки є моделювання поведінки системи як у справному стані, так і за наявності в ній дефектів. Таке моделювання називається діагностичним.

6.4 Тестове діагностування

Тест (англ. *test* – проба, випробування, дослідження) – завдання з відомим рішенням, призначене для перевірки якості системи. Завдання побудови тесту полягає в тому, щоб знайти таку сукупність і послідовність

вхідних впливів, при подачі якої на об'єкт діагностування одержувані відповіді об'єкта в заданих контрольних точках дають змогу робити висновок про його технічний стан. Перевіряючі тести призначені для перевірки справності або працездатності об'єкта, а тести пошуку дефектів – для зазначення місця і, можливо, причин дефектів, що порушують справність і працездатність об'єкта діагностування.

Для дискретних об'єктів тести (їхні алгоритми) будуються або за структурними, або за функціональними моделями. Тести можуть бути як строго визначеними (детерменірованими) так і імовірнісними. Як тестові можна використати вхідні впливу, які є робочими у разі застосування системи за призначенням. Такі тести називають функціональними. Однак необхідно пам'ятати, що функціональні тести придатні тільки для перевірки працездатності об'єктів, оскільки повнота виявлення та глибина пошуку дефектів, що забезпечується ними недостатні для перевірки справності та пошуку дефектів.

Іншим аспектом тестового діагностування є завдання вибору й розробки засобів реалізації тестів. Засоби тестового діагностування містять дві головні частини – генератор тестових впливів і аналізатор відповідей об'єкта на тестові впливу. Зазвичай генератор і аналізатор функціонально та конструктивно виконують окремо один від одного. Генератор зберігає і створює (генерує) тести й подає їх на об'єкт діагностування. Аналізатор зберігає отримані відповіді, порівнює фактичні відповіді з очікуваними й видає результат – діагноз. Нерідко аналізатор становить сукупність еталона (справна копія об'єкта) і схему порівняння. Також нерідко частина функцій генератора й аналізатора покладається на людину.

6.5 Функціональне діагностування

Функціональне діагностування може здійснюватися як безперервно, так і періодично або епізодично. У разі функціонального діагностування необхідно чітко визначити:

- поняття справності, працездатності, правильності функціонування стосовно конкретних функцій і умови застосування об'єкта;
- типи й переліки дефектів, що підлягають виявленню та пошуку під час діагностування;
- розподіл завдань діагностики за періодами життєвого циклу об'єкта;
- алгоритм функціонального діагностування та його види;
- глибину функціонального діагностування;

– кошти (апаратурні, програмні, автоматичні або ручні, спеціалізовані або універсальні, зовнішні або вбудовані) функціональної діагностики.

Для формування алгоритмів систем функціонального діагностування (СДФ) використовуються математичні моделі як самого об'єкта, так і його несправностей. Установлюється зв'язок між ступенем розвитку несправностей і дефектів і поведінкою вимірюваних корисних властивостей. Зазвичай математичні моделі (ММ) елементів системи – це сукупність диференціальних і алгебраїчних рівнянь, емпіричні формули, таблиці, графіки, що описують елемент, а також зв'язку між внутрішніми та зовнішніми керувальними й збудувальними параметрами. Розрізняють ММ із закладеною в них інформацією про несправності, так і без неї.

6.6 Технічні засоби діагностики

Засоби, за допомогою яких здійснюється діагностування технічного стану об'єкта, називаються технічними засобами діагностування [7,8]. Кошти можуть бути апаратурними або програмними, зовнішніми або вбудованими, ручними, автоматизованими або автоматичними, спеціалізованими або універсальними.

Як засоби діагностування може виступати оператор – людина, контролер, наладчик. Вибір і розробка засобів тестового діагностування повинні здійснюватися з урахуванням багатьох факторів: наявності серійного випуску необхідних коштів, наявності відповідних коштів на заводі-виробнику, масовості випуску об'єкта та його складності, необхідних якостей кошти (точності, продуктивності, надійності тощо). Засоби функціональної діагностики є зазвичай вбудованими та створюються одночасно з об'єктом. Для складних об'єктів істотними стають проблеми підвищення контролепридатності.

Контролепридатність – властивість об'єкта, що характеризує його пристосованість до проведення контролю заданими засобами. Рівень контролепридатності об'єктів визначає ступінь ефективності вирішення завдань тестового діагностування їхнього технічного стану, впливає на продуктивність процесу їхнього виробництва та якість. У процесі експлуатації рівень контролепридатності визначає їхній коефіцієнт готовності й витрати, зумовлені ремонтом.

Коефіцієнт готовності – показник надійності ремонтіваних об'єктів, що характеризує ймовірність того, що об'єкт буде працездатний у довільно обраний момент часу в проміжках між виконаннями планового технічного обслуговування.

$$K_z = T/(T+T_g),$$

де T – напрацювання на відмову;

T_6 – середній час відновлення працездатності.

Водночас з тим додаткові технічні засоби діагностування роблять об'єкт дорожчим і менш надійним і теж повинні діагностуватися.

Контролепридатність забезпечується шляхом перетворення структури об'єкта, що перевіряється до вигляду, зручного для проведення діагностування. Для цього в об'єкт ще на етапі його проектування та конструювання вводять додаткові елементи (апаратуру) – вбудовані засоби тестового діагностування. До вбудованих засобів тестового діагностування можна віднести:

- додаткові контрольні точки;
- додаткові входи для блокування сигналів і завдання необхідних значень сигналів;
- апаратні засоби, які під час діагностики змінюють структуру об'єкта;
- апаратні засоби, які генерують тести й аналізують результати.

Технічні засоби для діагностики (ТЗД) складного автоматизованого технологічного обладнання залежно від призначення поділяються на вбудовані й зовнішні.

Зовнішні системи (кошти) діагностики зі свого боку можуть бути мобільними та стаціонарними.

Мобільні засоби призначені для контролю параметрів і діагностування об'єктів під час приймально-здавальних випробувань, під час експлуатації та ремонту.

Стаціонарні (стенди) використовуються переважно для дослідження та випробування об'єктів у процесі їх створення. Під час розробки та використання технічних засобів діагностики (ТЗД) далі важливе значення має метрологічна підготовка та забезпечення метрологічного обслуговування засобів, що включають перевірки (атестацію), юстирування й ремонт цих засобів.

Юстування (від нім. *Justieren* – вивіряти, регулювати, від лат. *Justus* – правильний) – сукупність операцій із доведення похибок засобів вимірювань, приладів, механізмів до значень, що відповідають технічним вимогам. Отже, головна мета застосування ТЗД – забезпечення якості обладнання систем автоматизації під час його випуску й експлуатації шляхом своєчасного та достовірного контролю технічного стану, якості збірки, наладки та регулювання, якості виконання основних функцій під час експлуатації, а також виявлення, локалізація й подальше виправлення дефектних станів агрегатів, модулів, вузлів і елементів та встановлення причин їхньої появи.

Призначення ТЗД – визначення із заданою імовірністю, реєстрація та прийняття рішення про відповідність або невідповідність поточного технічного

стану контрольованого обладнання номінальному. Найчастіше ТЗД використовуються для реалізації таких методів діагностування:

- метод тимчасових інтервалів;
- метод контрольних осцилограм;
- метод контролю параметрів.

Метод тимчасових інтервалів спрямований на контроль часу циклу роботи системи автоматизації, а також його окремих складників. Для діагностування складних систем автоматизації застосовують *метод контрольних (еталонних) осцилограм*. Метод заснований на використанні графіків функцій різних параметрів у часі, на підставі аналізу яких робиться висновок про працездатність і технічний стан системи та її окремих елементів. *Метод контролю параметрів* зводиться до визначення (виміру) тих чи інших параметрів, перебування яких у встановлених межах визначає працездатність системи або її окремих елементів.

Контрольні питання

1. Фізичні основи прогнозування технічного стану.
2. Який взаємозв'язок діагностики з надійністю та якістю функціонування транспортних засобів автоматизації?
3. Призначення технічних засобів діагностування.
4. Порівняйте тестове та функціональне діагностування.
5. Найчастіше ТЗД використовуються для реалізації яких методів діагностування?