

УДК 621.863.2

ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

Л.М. Березін, к.т.н., доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: мехатронна система, надійність, розподіл Вейбула, ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов.

До складу традиційної мехатронної системи входять наступні обов'язкові частини: електромеханічна (робочий орган, механічні ланки і передачі, електродвигуни, сенсори, додаткові елементи), електронна (мікропроцесорні пристрої, силові перетворювачі, електроніка вимірювальних ланцюгів) та комп'ютерна (різні мікроконтролери, ПК, обчислювальні пристрої, програмні засоби). При мехатронному підході навіть при використанні стандартних компонентів система будується монолітно, без використання зайвих інтерфейсів поміж модулями, що підвищує компактність та надійність системи.

В першому наближенні, без урахування синергетичних зв'язків поміж системами, припускається, що механічні і електронні системи та програмні засоби з'єднані за структурною схемою надійності послідовно,

тобто $P_S(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t)$, де $P_i(t)$ - ймовірності безвідмовної роботи механічної і електронної компонент та програмних засобів.

Для оцінки надійності будь-яких систем першочергово необхідно встановити закон розподілу значень випадкових величин. Найбільш універсальним є розподіл Вейбула, який використовують для опису наробіток деталей до втомленісного руйнування, електронних ламп, напівпровідників тощо [1]. Розподіл характеризується [2]:

- функцією безвідмовної роботи

$$P(t) = e^{-\frac{t^m}{t_o}} ;$$

- інтенсивністю відмов

$$\lambda(t) = \frac{m}{t_o} t^{m-1} ;$$

- щільністю розподілу відмов

$$f(t) = \frac{m}{t_o} t^{m-1} e^{-\frac{t^m}{t_o}} ,$$

де $m > 0$ - параметр форми; $t_o > 0$ - параметр масштабу.

Універсальність розподілу полягає в наступному:

а) при $m < 1$ функції $\lambda(t)$ та $f(t)$ випадкової величини є спадаючими;

б) при $m=1$ маємо $P(t) = e^{-\frac{t}{t_0}} = e^{-\lambda t}$, тобто розподіл Вейбула перетворюється в експоненціальний з $\lambda = 1/t_0 = \text{const}$ та $f(t)$ - спадаючою функцією;

в) при $m=3,3$ розподіл Вейбула близький до нормального.

В період нормальної експлуатації надійність електромеханічної компоненти характеризується раптовими відмовами, які виникають при несприятливому збігу декількох обставин та мають сталу інтенсивність, яка не залежить від часу попередньої роботи. Наробітки на відмову таких руйнувань підпорядковуються експоненціальному закону розподілу часу безвідмовної роботи, а для більш точного опису та узагальнення – законом Вейбула за випадком (б). Надійність електронних пристроїв забезпечується надійністю самого пристрою та його електрозабезпечення. За висновками роботи [3], значення відмов електронної частини мехатронної системи також підпорядковуються експоненціальному закону.

Для опису надійності механічних складових в період поступових відмов, передусім за критерієм зношування, найбільш зручним та вживаним є нормальний розподіл, який доцільно також представляти законом Вейбула за умовою (в).

Питання надійності програмного забезпечення (спеціального – програми керування, системного – операційні системи, драйвери) розглядалися в роботі [4]. Встановлено, що для програмних засобів відсутнє поняття фізичного старіння, при організованому програмному супроводі регулярно усуваються помилки (скриті дефекти), а надійність програмних засобів з перебігом часу збільшується. У цьому випадку (а) доцільно використовувати закон Вейбула при $m < 1$, коли ймовірність відмови монотонно зменшується і не обмежена в початковий момент часу.

Таким чином, приведення розподілу параметрів відмов різних складових мехатронних систем до єдиного розподілу Вейбула дозволяє перейти до опису надійності мехатронної системи з послідовно з'єднаними компонентами, що значно спрощує обрахунки нормованих показників надійності.

Список використаних джерел

1. Решетов Д.Н. Надежность машин/ Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. – М.: Высш. шк. – 1988. – 238 с
2. Хазов Б.Ф. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования/ Б.Ф. Хазов, Б.А. Дидусев. – М.: Машиностроение. – 1986. – 224 с.
3. Надежность механических и электронных систем. Справочное пособие / Под общ. ред. В.М.Шарапова. – М.: Техносфера. – 2012. – 624 с.
4. Фролов В.Я. Оценка надежности составляющих частей мехатронных систем / В.Я. Фролов, А.В. Гопко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2011. – №49. – С. 188–192.