

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ДАТЧИКІВ І РОБОТИ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Сучасний розвиток автомобільної техніки та систем керування двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) характеризується широким впровадженням електронних систем контролю та регулювання робочих процесів. Ефективність функціонування теплового двигуна значною мірою залежить від точності вимірювання параметрів його роботи та оперативності обробки інформації, що надходить від численних датчиків. Електричні сигнали датчиків відображають поточний стан основних параметрів двигуна, таких як тиск, температура, склад відпрацьованих газів, положення дросельної заслінки, витрата повітря тощо, і використовуються електронним блоком керування для оптимізації процесів згоряння палива, підвищення економічності та зменшення шкідливих викидів.

У зв'язку з ускладненням конструкції сучасних двигунів та зростанням кількості контрольованих параметрів особливого значення набуває використання методів математичного моделювання. Математичні моделі дозволяють описати взаємозв'язок між фізичними процесами, що відбуваються в двигуні та електричними сигналами датчиків, які фіксують зміни цих процесів. Це дає змогу аналізувати режими роботи двигуна, прогнозувати його поведінку за різних умов експлуатації та вдосконалювати алгоритми керування.

Математичне моделювання взаємозв'язку електричних сигналів датчиків і роботи теплового двигуна також сприяє підвищенню ефективності діагностики технічного стану ДВЗ. Завдяки моделюванню можна встановити залежності між відхиленнями параметрів сигналів і можливими несправностями елементів системи, що дозволяє своєчасно виявляти та усувати порушення у роботі двигуна.

Метою даної роботи є розробка та аналіз математичної моделі, яка описує взаємозв'язок електричних сигналів датчиків із основними параметрами роботи теплового двигуна, що дозволяє підвищити точність контролю та ефективність керування його робочими процесами.

Найбільш універсальною моделлю об'єкта діагностування є представлення його у вигляді «чорного ящика», вхідні та вихідні параметри якого мають кінцеву множину значень. Передбачається, що всі можливі стани об'єкта утворюють кінцеву множину станів. В даному випадку об'єкт є

«чорним ящиком» не тому, що його внутрішня структура і параметри повністю не відомі, а тому, що накладається заборона на доступ до них і стан об'єкта можна визначати, тільки досліджуючи його вихідні параметри (без розбирання).

Для представлення об'єкта діагностики у вигляді «чорного ящика» необхідно задати (рис. 1):

- кількість всіх вхідних дій Y від стимулюючих пристроїв і зовнішнього середовища;
- кількість всіх вихідних ознак несправності S ;
- кількість всіх несправностей об'єкта діагностування X ;
- оператор A , який перетворює кількості X та Y в кількість S :

$$S = A\{Y, X\}. \quad (1)$$

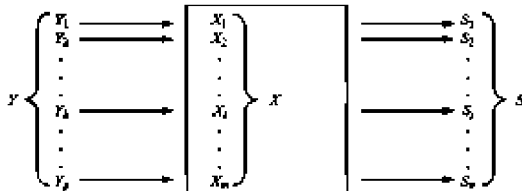


Рисунок 1 – Представлення об'єкта діагностування у вигляді «чорного ящика»

Враховуючи, що при діагностуванні елементи кількості Y стабілізуються (або змінюються по заданому закону), вираз (1) перетвориться у вигляді:

$$S = A\{X\}. \quad (2)$$

Іншими словами, будь-який вихідний параметр об'єкта діагностування є функцією його технічного стану при даному стані входів.

Якщо несправність об'єкта діагностування $\{X_i\}$ віднести до вихідних параметрів автоматизованої системи, то діагностична задача формулюється наступним чином: за відомими ознаками несправності $\{S_j\}$ визначити невідомі несправності об'єкта діагностування $\{X_i\}$.

Для успішного вирішення цього завдання необхідно знати вид оператора A , тобто необхідний вичерпний опис зв'язків між усіма вихідними параметрами і всіма можливими станами (несправностями) об'єкта.

При наявності аналітичної моделі об'єкта діагностування завдання постановки діагнозу в загальному вигляді формулюється таким чином: за даними ознаками несправності $S_1, S_2, \dots, S_n$, отриманих в результаті відповідних вимірювань, визначити технічний стан (несправності) об'єкта

діагностування $X_1, X_2, \dots, X_m$, якщо відомі функціональні залежності між кожним діагностичним сигналом і структурними параметрами.

Система рівнянь (3) є математичною моделлю об'єкта діагностування, що має m структурних параметрів і n діагностичних сигналів.

$$\left\{ \begin{array}{l} S_1 = \varphi_1(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_2 = \varphi_2(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ \\ S_j = (x_1, x_2, \dots, x_m); \\ \\ S_n = (x_1, x_2, \dots, x_n). \end{array} \right. \quad (3)$$

Очевидною перевагою постановки діагнозу з використанням аналітичної моделі є можливість отримання конкретної несправності об'єкта діагностування, що дозволяє визначити технічний стан об'єкта не тільки в момент діагностування, але і, накопичуючи інформацію, отриману за кілька діагностичних обстежень об'єкта, аналізувати зміну структурних параметрів з метою прогнозування його технічного стану.