

УДК 621.113

Ю. Ю. Кукурудзяк, к. т. н.

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА

Описано модель та запропоновано алгоритм автоматизованого визначення несправностей систем автомобільного двигуна. Цей підхід базується на визначенні параметрів математичної моделі діагностичних сигналів відповідної системи двигуна та автоматизованому порівнянні їх з параметрами інформаційної бази даних.

Вступ

Удосконалення конструкції систем автомобільного двигуна (особливо в області застосування електронних компонентів) суттєво покращує його експлуатаційні показники, але, разом з цим, виникає необхідність розробки нових підходів до визначення його технічного стану. Методи, засоби та технології діагностування двигуна за останні десятиліття суттєво удосконалились. Це стало можливим завдяки швидкому розвитку електронної та обчислювальної техніки. Ця тематика висвітлюється у роботах [1, 3]. Функції сучасного мотор-тестера дають можливість зчитувати (з використанням різноманітних сенсорів) і аналізувати діагностичні сигнали з характерних точок діагностування різних систем двигуна. Висновок про технічний стан робиться на основі візуального та логічного аналізу отриманих діагностичних даних. Слід відмітити удосконалення системи бортової діагностики автомобіля (OBD), яке дає можливість зменшити коло пошуку несправності, але ймовірність визначення конкретної причини несправності за отриманим кодом становить менше 50 %.

Мета роботи — розробити математичну модель автоматизованого діагностування систем автомобільного двигуна. Об'єктом досліджень є двигуни різних моделей з системою керування двигуном.

Зчитування та попередня обробка діагностичних даних

Будь-яка система автомобільного двигуна може бути охарактеризована низкою діагностичних і структурних параметрів. В процесі експлуатації двигуна ці параметри змінюються, що дає змогу робити висновок про його технічний стан. Визначення технічного стану двигуна може здійснюватись як методами тестового, так і методами функціонального діагностування. Методи функціонального діагностування дають можливість оцінити діагностичні параметри, які безпосередньо характеризують робочі процеси під час функціонування всіх систем двигуна.

Значення параметрів, які пов'язані з робочими циклами двигуна, є такими, що періодично повторюються. До таких процесів можна віднести функціонування системи запалювання, впорскування бензину, механізмів двигуна, робота яких може бути охарактеризована рядом діагностичних сигналів, зчитаних з характерних місць діагностики. Це можуть бути електричні сигнали з первинного і вторинного кіл системи запалювання, сигнали керування електромагнітними форсунками, сигнали генераторів імпульсів в безконтактних системах запалювання, сигнали зміни тиску та розрідження, віброакустичні сигнали різної природи та ін.

Почергове визначення діагностичних параметрів приводить до необгрунтованого збільшення трудомісткості, тому необхідно вибрати тільки ті параметри, які мають достатню діагностичну цінність, а процес їх визначення та аналізу займає порівняно невеликий час і дає можливість автоматизації процесу аналізу та визначення причин несправностей.

Для зчитування, реєстрації і попередньої обробки вхідної діагностичної інформації приймається попереднє припущення, що вхідні сигнали є неперервними (дискретизованими) і обмеженими в часі $t \in [0, t_{\max}]$.

Отже, зчитування діагностичного сигналу є процесом отримання відповідного масиву даних, що надходить в пам'ять ПК і являє собою одномірний потік даних $y(k)$, які визначені через деякий інтервал часу T_d (період дискретизації). Характеристикою прийнятого масиву даних є частота дискретизації f_d .

Для можливості проведення аналізу цей сигнал необхідно поділити на окремі частини (окремі реалізації), які відповідають періоду одного повного робочого циклу двигуна T_0 .

Таким чином, масив даних $y(k)$ можна представити у вигляді матриці

$$y(k) = \begin{pmatrix} y_1^1(k) & y_2^1(k) & \dots & y_z^1(k) \\ y_1^2(k) & y_2^2(k) & \dots & y_z^2(k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_1^m(k) & y_2^m(k) & \dots & y_z^m(k) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де m — номер циліндра двигуна; z — номер реалізації діагностичного сигналу в цьому циліндрі.

Кількість вибірок n_z^m однієї реалізації визначається числом елементів відповідного масиву $y_z^m(k)$. Для проведення подальшої цифрової обробки і дослідження сигналу необхідно визначити усереднені реалізації в кожному циліндрі двигуна.

При постійній частоті обертання колінчастого вала досліджуваний сигнал вважається періодичним і стаціонарним. Процес усереднення окремих реалізацій може бути здійснений за формулою

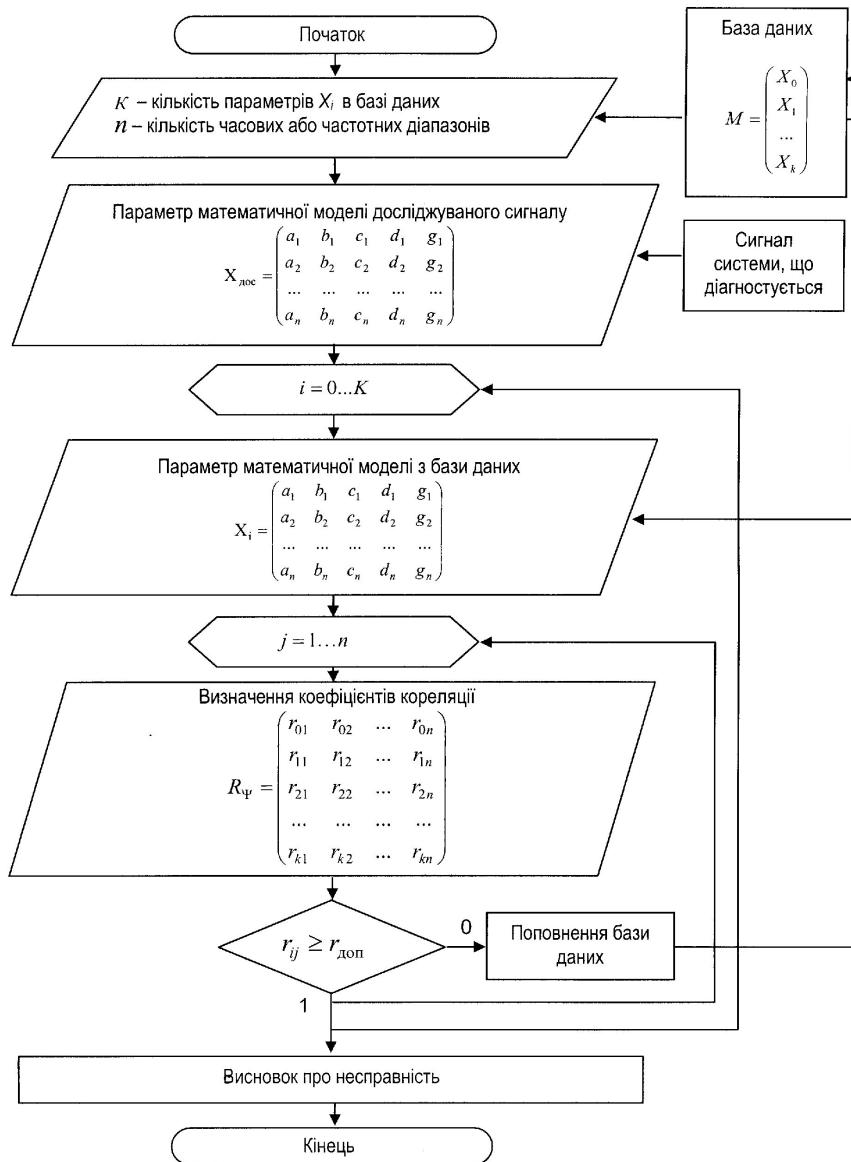
$$\overline{y^m(k)} = \frac{1}{z} \sum_{i=0}^{z-1} y_i^m(k). \quad (2)$$

Якщо частота обертання колінчастого вала змінюється, то формулу (2) використати неможливо з причини того, що у сусідні реалізації сигналу буде попадати різна кількість вибірок.

Для можливості усереднення деякої кількості реалізацій необхідно вибрати одну реалізацію з базовим числом вибірок N_0 і привести до цього числа кількість вибірок інших реалізацій. Процедура зміни частоти дискретизації (передискретизації) окремих реалізацій виконується у такій послідовності: вибір базової реалізації і визначення базового числа вибірок N_0 для усереднення; збільшення частоти дискретизації (інтерполяція) в N_0 разів; зменшення частоти дискретизації (проріджування) в ціле число разів, рівне поточній кількості вибірок n_z^m ; фільтрування сигналу цифровим фільтром нижніх частот, яке передбачає вилучення гармонік, частота яких перевищує половину частоти дискретизації сигналу f_d .

Автоматизація процесу діагностування

Діагностичні сигнали, отримані з характерних точок діагностування різних систем двигуна, можна умовно поділити на дві групи: сигнали які не містять високочастотних складових (сигнали зміни тиску (розрідження), сигнали від різних датчиків та ін.) і сигнали, що містять гармоніки з порівняно високою частотою (сигнали напруги системи запалювання). Процес діагностування, відповідно, також поділиться на два напрямки: виявлення аномальних ділянок сигналів першої групи та виявлення змін у спектральних характеристиках сигналів другої групи.



Блок-схема автоматизованого порівняння параметрів математичної моделі та поповнення бази даних

Висновок

Запропонована модель дає можливість описати технічний стан різних систем двигуна (справний та появу різних несправностей) у числовій формі. Розроблений алгоритм дозволяє автоматизувати процес пошуку причин несправностей. Цей алгоритм дає можливість поповнювати інформаційну базу даних, що робить його адаптивним і відкритим.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта : учебн. пос. / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. — Харьков: ХГАДТУ, 2001. — 271 с.
2. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Юрій Юрійович Кукурудзяк. — Харків, 2005. — 205 с.
3. Яковлев В. Ф. Диагностика электронных систем автомобиля / В. Ф. Яковлев. — М. : Солон-Пресс, 2005, — 272 с.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Надійшла до редакції 9.09.09
 Рекомендована до друку 20.10.09

Кукурудзяк Юрій Юрійович — доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Вінницький національний технічний університет