

**УДК 681.5**  
**ОЦІНЮВАННЯ ІДЕНТИЧНОСТІ РОБОЧИХ ЦИКЛІВ В УМОВАХ**  
**НЕПОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

**О.Ф. Єнікєєв, Д.Ю. Захаренков**

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ  
*e-mail: Al\_enikeev@bigmir.net*

Розглянуто питання побудови комп'ютерної системи для оцінювання ідентичності робочих циклів двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) на основі обробки даних непрямих вимірювань. Авторами запропоновано використати сигнал девіацій швидкості обертання колінчатого валу у якості джерела первинної інформації. Розробка інформаційної технології оцінювання та на її основі побудова комп'ютерної системи для програмного завдання процесів паливоподачі в окремі циліндри покращить техніко-економічні та екологічні показники ДВЗ.

Математичну модель багатоциліндрового ДВЗ подано у вигляді лінійної механічної системи, яка має декілька ступенів волі. При цьому поданні не враховувалось тертя. За допомогою теорії сигнальних графів отримано передатні функції, які пов'язують зображення за Лапласом крутних моментів циліндрів та коливання маси біля якої встановлено первинний перетворювач. При визначенні частотних характеристик каналів передач «циліндр-колінчастий вал» застосовано середовище Matlab. Крутні моменти, які створюються циліндрами на валу ДВЗ, подаються у вигляді обмеженого ряду Фур'є із урахуванням їхнього запізнення. Зміни у налаштуванні процесу подачі палива до окремих циліндрів подано у вигляді амплітудних коефіцієнтів.

Інформаційна технологія визначення цих коефіцієнтів полягає у розв'язуванні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, праву частину якої утворює вектор частотного подання вимірювального сигналу девіацій. На основі передатних функцій каналів передач та подання крутних моментів визначено коефіцієнти матриці лівої частини системи рівнянь. Розроблено алгоритм мінімізації нев'язання. За результатами розрахунку амплітудних коефіцієнтів комп'ютерна система виконує зміну налаштувань процесів подачі палива до циліндрів.

Комп'ютерним моделюванням створено інформаційну базу даних девіацій швидкості обертання першої маси у межах одного оберту колінчатого валу при різноманітних налаштуваннях робочих циклів ДВЗ. Також встановлено, що амплітуда девіацій не перевищує 0.05% сигналу миттєвої швидкості обертання колінчатого валу. Тому процедура вимірювань сигналу девіацій є достатньо складною і потребує розробки нового методу та відповідних апаратних засобів.

Встановлено, що основною проблемою вимірювань сигналу миттєвої швидкості обертання є наявність кінематичної похибки виготовлення первинних перетворювачів. Авторами запропоновано апаратний метод, який суттєво зменшує її величину, та на його основі розроблено оригінальний вимірювальний перетворювач. Метод полягає в організації багатоканальних вимірювань інтервалів часу, які формуються одною рисою первинного перетворювача та відповідають повному оберту колінчастого вала.

Вихідний сигнал первинного перетворювача за допомогою лічильника та дешифратора перетворюється у декілька імпульсних послідовностей, які відповідають моментам часу проходження біля чутливого елемента датчика однієї риски та подаються на вхід відповідного пристрою для вимірювань. Кількість каналів пристрою для вимірювань інтервалів часу визначається кількістю рисок первинного перетворювача. Технічну реалізацію апаратних засобів проведено на основі методу дискретизації за часом сформованих інтервалів. Усунення взаємних накладань вимірювальної інформації каналів при їхньому поєднанні у інформаційний сигнал для пристрою цифрової обробки виконується за допомогою лічильників. Об'єм останніх та частота взірцевого генератора обираються таким чином, щоб переповнення лічильника виконувалося за час трохи менший ніж середній період імпульсної послідовності. При цьому з вимірювальної інформації кожного каналу виключається калібрований за тривалістю проміжок часу. Поєднання вихідних сигналів каналів в сигнал вимірювальної інформації виконується за допомогою схеми АБО. Кількість імпульсів цього сигналу за допомогою лічильника перетворюється у двійковий код, який накопичується у оперативній пам'яті комп'ютерної системи. Інформаційна технологія обробки сигналу миттєвої швидкості цим блоком складається з таких обчислювальних процедур: виділення сигналу девіацій та його подання у вигляді обмеженого ряду Фур'є.

При запропонованому методі вимірювань сигналу миттєвої швидкості кінематична похибка не впливає на тривалість сформованих інтервалів часу. Зрушення за часом дискретних відліків часової реалізації сигналу девіацій, які виникають як наслідок кінематичної похибки виготовлення первинного перетворювача, являють собою динамічну похибку. Визначено динамічну похибку зрушень за часом дискретних відліків сигналу девіацій. Результати розрахунків довели ефективність запропонованого методу апаратної компенсації кінематичної похибки первинного перетворювача. На основі інформаційного підходу у результаті статистичної обробки дослідних даних встановлено, що пристрій для вимірювань сигналу миттєвої швидкості обертання колінчастого вала має відповідні метрологічні характеристики. Розроблено апаратні засоби комп'ютерної системи та відповідне прикладне програмне забезпечення.