

Олександр Єнікєєв, д.т.н., доц., Дмитро Захаренков (Україна, Краматорськ)

МОНІТОРИНГ ІДЕНТИЧНОСТІ РОБОЧИХ ЦИКЛІВ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Економічні та екологічні показники дизель-генераторів (ДГ) визначає налаштування робочих циклів силового агрегату. Пропонується ідея отримати кількісну оцінку їхньої ідентичності на основі даних непрямих вимірювань. За результатами моніторингу комп'ютерна система формує програмні зміни налаштувань процесів подачі палива та повітря у циліндри. Тому **актуальною** є задача побудови апаратних засобів із відповідними метрологічними характеристиками, а також розроблення алгоритмічного та прикладного програмного забезпечення для опрацювання вхідної інформації із заданою точністю та продуктивністю.

Постановка задачі. Незадовільна точність відомих апаратних засобів для вимірювань флуктуацій швидкості обертання колінчастого валу, відсутність алгоритмічного забезпечення для опрацювання вхідної інформації.

Розв'язання задачі. Проведено аналізування складових похибки апаратних засобів для опрацювання сигналу флуктуацій швидкості обертання валу ДГ ЗТД-1. Запропоновано метод багатоканальних вимірювань інтервалів часу, які формуються обраною ризикою первинного перетворювача (ПП) та відповідають повному оберту валу ДГ. Побудовано пристрій для вимірювань сигналу флуктуацій та у результаті статистичного опрацювання дослідних даних встановлено його точність. Інформаційна технологія опрацювання частотно-модульованого сигналу флуктуацій складає такі процедури: розраховуємо середнє значення періоду повторення; визначаємо масив флуктуацій у межах усього обсягу дослідних даних; виконуємо процедуру усереднення за всім ансамблем реалізацій та формуємо масив флуктуацій у межах одного оберту валу; подаємо цей масив у вигляді обмеженого ряду Фур'є. На основі аналізування вихідного сигналу математичної моделі кінематичної схеми ДГ ЗТД-1 встановлено процедури його опрацювання з метою моніторингу ідентичності робочих циклів.

При складанні детермінованої моделі ДГ ЗТД-1 використано такі припущення: круту схему подаємо у вигляді механічної системи, яка має три ступені в волі (за кількістю циліндрів); враховано дію тертя. Обрано перетворення Лапласу у якості математичного апарату аналізу. Отримано передавальні функції, які встановлюють інформаційні зв'язки між крутними моментами циліндрів та сигналом флуктуацій. За допомогою програмного середовища Matlab отримано амплітудно-частотні характеристики каналів передач крутних моментів. Процедура пошуку нулів та полюсів передавальних функцій спрощує модель за рахунок погашення коренів чисельника та знаменника, а також відкидання нестійких та коренів другого порядку малості.

Крутний момент, який утворює на колінчастому валу ДГ його циліндр, подано у вигляді обмеженого ряду Фур'є. При цьому можливо організувати зміни в налаштуванні процесів подачі палива та повітря в циліндр у вигляді коефіцієнтів D_i . Якщо розраховане значення D_i відрізняється від одиниці, то потрібно змінити налаштування процесів подачі палива та повітря у відповідний циліндр. Фазове запізнення процесів подачі палива до циліндрів відносно першого кратне 120° й розраховується із урахуванням наступної послідовності їхньої роботи: 1–2–3. Ідентичність робочих циклів ДГ ЗТД-1 встановлюємо за величиною коефіцієнтів циліндрів, які отримано у результаті розв'язання перевизначеної системи алгебраїчних рівнянь

$$BD = \Delta\omega_1 + \delta,$$

де B – матриця, коефіцієнти якої визначаються на основі передатних функцій; D – вектор-стовпець коефіцієнтів; $\Delta\omega_1$ – вектор-стовпець флуктуацій першої маси; δ – завада.

Висновок. Запропоновано метод вимірювань сигналу флуктуацій швидкості обертання колінчастого валу ДГ ЗТД-1, який за рахунок використання апаратних засобів компенсації кінематичної похибки виготовлення ПП забезпечує потрібну точність. На його основі побудовано інформаційно-вимірювальний пристрій. Отримано передавальні функції між крутними моментами циліндрів та сигналом флуктуацій швидкості обертання першої маси. На основі частотного подання сигналу флуктуацій розроблено інформаційну технологію моніторингу ідентичності робочих циклів ДГ. При розв'язуванні системи перевизначених рівнянь використано процедуру оптимізації рішення із використанням методу найменших квадратів.