

# **ВИМІРЮВАННЯ ТА КОРЕКЦІЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ПРИ ПОШКОДЖЕННІ ОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕНКОДЕРА**

**Назарова О.С., Осадчий В.В., Олєйніков М.О.**

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

Вступ. Вимірювання швидкості обертання виконавчих механізмів або їх позиціонування відносно початкового положення шляхом визначення кутового положення вала двигуна або осі обертання є однією з найбільш розповсюджених задач при розробці та дослідженні систем автоматизації. Діагностика та корекція неправильного вихідного сигналу з енкодера може дати змогу продовжити на певний час коректну роботу навіть з пошкодженим енкодером та запобігти ряду аварій.

Мета роботи - підвищення точності визначення кутової швидкості при пошкодженні оптичної системи інкрементного енкодера, що дозволить подовжити час використання цих енкодерів для коректного завершення робочого циклу.

На сьогодні у різних галузях промисловості існує досить велика кількість цифрових систем автоматичного керування (САК) швидкістю та положенням виконавчого механізму [1,2]. Для якісної роботи цих систем необхідно мати коректні дані про частоту обертання [3,4]. Найбільш розповсюдженим давачем у таких системах є інкрементний енкодер.

При виникненні будь-яких несправностей метрологічні характеристики енкодера різко погіршуються. Тому подальше його використання стає неефективним, і виникає необхідність негайної зупинки технологічного процесу без можливості коректного завершення робочого циклу. Щоб поновити процес необхідно придбати нове обладнання або відремонтувати існуюче. Це зумовить простій обладнання і, як наслідок, певні матеріальні збитки. Як один із можливих шляхів вирішення такої проблеми, пропонується створення алгоритму та стенду для дослідження і виявлення можливостей для корекції сигналів пошкодженого енкодера. Це дозволить використовувати деякий час сигнали несправних енкодерів для адекватної роботи певних технологічних агрегатів.

Алгоритм для корекції сигналів пошкодженого енкодера має такі етапи. Сигнали з цифрового осцилографа при різних значеннях напруги надходять до персонального комп'ютера і записуються у вигляді текстових файлів у шістнадцятковій системі. Далі, ці дані, переносяться до електронної таблиці Microsoft Excel, де перетворюються у десяткову систему і заносяться до таблиці у стовпчик, з яким у подальшому будуть виконуватися відповідні операції. Впровадження таблиці даних з Microsoft Excel у середовище системи комп'ютерної алгебри Mathcad. Будуємо графік сигналу з датчика у Mathcad. Присвоюємо даним зі стенду змінні. Розділяємо отриманий графік на п'ять рівних частин, зміщених за часом та визначаємо середнє значення відхилення. Для виявлення періодичності сигналу у масиві періодів імпульсів виділяємо послідовні діапазони з певною кількістю елементів у кожному та визначаємо середнє

значення. У середовищі Mathcad створюємо програму для побудови графіку, який відображає найменше значення відхилення сигналу від середнього значення та визначаємо середнє квадратичне значення. Будуємо графік, на якому у разі пошкодження в оптичній системі енодера присутні мінімуми, які свідчать про періодичність сигналу. У разі не пошкодженого сигналу імітованого диском, визначаємо частоту обертання у таблиці Excel. Визначаємо частоту обертання диска за допомогою тахометра: “Digital tachometer: DT-2234C” та порівнюємо її з розрахованою частотою пошкодженого енодера [5].

Для оцінки працездатності системи визначено границі допуску зміни вимірної кутової швидкості у межах  $\pm 0,16$  об/с. За експериментальними даними розраховано середньоквадратичне відхилення, дисперсію і Т-критерій, за якими похибка першого роду  $\alpha=0,15$  і похибки другого роду  $\beta=0,85$ . Таким чином, у разі виникнення пошкодження оптичної системи енодера запропонований метод ідентифікації кутової швидкості енодера дає змогу правильно визначити вимірювану кутову швидкість і коректно завершити робочий цикл.

Висновки. Використання програмної частини лабораторного стенду дає змогу продовжити на певний час роботу енодера у разі виникнення несправностей у його оптичній системі, що дозволить уникнути ряду аварій та матеріальних збитків, внаслідок раптової зупинки технологічного процесу. Алгоритм для корекції сигналу кутової швидкості при пошкодженні оптичної системи енодера перевірено на спеціально розробленому лабораторному стенді. Проведені дослідження показали, що похибка між результатами роботи пошкодженого та справного енодерів не перевищує 3,5%. Запропонований програмно-апаратний комплекс лабораторного стенду для дослідження сигналів енодерів можна використовувати у лабораторному практикумі дисциплін, пов'язаних з метрологією, інформаційно-вимірювальними системами, а також з системами автоматичного керування технологічними процесами. Планується подальша робота над алгоритмом, розширення експерименту та робота над іншими видами пошкоджень енодера.

#### Перелік посилань.

1. Nazarova Olena. Computer Modeling of Multi-Mass Electromechanical Systems. The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), Vol. 2608, pp. 489-498. CEUR-WS.org/Vol-2608/paper36.pdf

2. Осадчий В. В. Дослідження позиційного електропривода двомасової системи з внутрішнім слідкуючим контуром / В. В. Осадчий, О. С. Назарова, М. О. Олейніков // Вісник НТУ «ХП» - Харків, 2019. – С.47-54. <http://doi.org/10.20998/2079-8024.2019.16.09>

3. Осадчий, В. В. Исследование позиционного электропривода на основе шагового двигателя в микрошаговом режиме / В. В. Осадчий, Е. С. Назарова, С. Ю. Тоболкин // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2015. – № 19(95).– С. 24-27. <http://dx.doi.org/10.15276/eltecs.19.95.2015.06>

4. Осадчий, В. В. Исследование системы управления позиционным электроприводом с дискретным датчиком положения / В. В. Осадчий, Е. С. Назарова, В. В. Брылистый, Р. И. Савилов // Вісник НТУ «ХП». – 2017. – № 27(1249). – С. 146-149.

5. Назарова О. С. Ідентифікація кутової швидкості при завадах в оптичній системі енкодера / О.С. Назарова, В. В. Осадчий, І. А. Мелешко, М. О. Олейніков // Вісник НТУ «ХПІ» - Харків, 2019. – С.65-69. <http://doi.org/10.20998/2079-8024.2019.16.12>