

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЧЕСАЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ

До чесальних установок висувається ряд специфічних технічних вимог, які полягають в наступному. Щітка чесальної установки повинна однаковий час обертатись в обох напрямках для запобігання загинання ворсу в одному напрямку, що значно підвищує строк її експлуатації. Особлива вимога до чесальних установок – їх безпечність: вони повинні мати блокувальну систему електродвигуна у разі неприпустимого збільшення навантаження, наприклад, якщо хвіст тварини намотався на щітку. Вимірювання параметрів обертального руху щітки, необхідних для обліку часу користування чесальною установкою, реалізації функції аварійного блокування електродвигуна, забезпечення рівномірного обертання щітки в обох напрямках, доцільно реалізувати з використанням вимірювального перетворювача параметрів обертального руху, що дозволить спростити конструкцію установки і підвищити її надійність.

У роботах [1, 2] розглянуто фотоелектричний вимірювальний перетворювач параметрів обертального руху на основі пари фотодіод-операційний підсилювач [3, 4]. Вищевказаний перетворювач має вал, на який насаджено модулятор, за модулятором знаходиться діафрагма. За діафрагмою знаходиться фотодіод фотоприймача на основі пари фотодіод - операційний підсилювач. Діафрагма має прорізь, форма якої обмежена концентричними колами, центр яких співпадає з центром модулятора, та променями, які починаються в центрі модулятора і кут між якими дорівнює α_D . Модулятор теж має прорізь, форма якої обмежена колом, центр якого співпадає з центром модулятора, та кривою, яка описується радикально-лінійною функцією у полярних координатах з полюсом, який співпадає з центром модулятора. При обертанні щітки, яка sprzęжена з валом електродвигуна, залежність вихідної напруги фотоприймача від часу в діапазоні значень кута повороту $\varphi \in [0, 2\pi - \alpha_D)$ визначається виразом:

$$U_{CH}(t) = \frac{1}{4} K_{CH} (2\alpha_D \varphi(t) + \alpha_D^2). \quad (1)$$

де K_{CH} - постійний коефіцієнт, який залежить від геометричних характеристик прорізі модулятора та параметрів елементної бази фотоприймача; $\varphi(t)$ - залежність кута повороту модулятора відносно діафрагми від часу.

Як слідує з виразу (1), миттєве значення кута повороту модулятора фотоелектричного вимірювального перетворювача відносно діафрагми визначається співвідношенням

$$\varphi(t) = \frac{4U_{CH}(t) - K_{CH}\alpha_D^2}{2K_{CH}\alpha_D}. \quad (2)$$

Кутова швидкість обертання щітки в діапазоні значень кута повороту $\varphi \in [0, 2\pi - \beta)$ визначається як перша похідна кута повороту за часом

$$\omega(t) = \varphi'(t) = \frac{2}{K_{CH}\alpha_D} U'_{CH}(t). \quad (3)$$

Для визначення першої похідної вихідної напруги фотоелектричного вимірювального перетворювача параметрів обертального руху бажано використовувати дискретне диференціювання з усередненням, тому як чесальна установка працює в умовах високого рівня електромагнітних перешкод. У цьому випадку, миттєве значення кутової швидкості обертання щітки визначається за виразом

$$\omega(t) = \varphi'(t) = \frac{4}{K_{CH}\alpha_D} \cdot \frac{\frac{1}{t_{i+2}-t_{i+1}} \int_{t_{i+1}}^{t_{i+2}} U_{CH}(t) dt - \frac{1}{t_{i+1}-t_i} \int_{t_i}^{t_{i+1}} U_{CH}(t) dt}{t_{i+2}-t_i}, \quad (4)$$

де t_i, t_{i+1}, t_{i+2} - моменти часу, які обмежують інтервали усереднення вихідної напруги фотоелектричного перетворювача параметрів обертального руху.

Розглянемо рис. 1, на якому наведено часові діаграми вихідної напруги фотоелектричного вимірювального перетворювача параметрів обертального руху та її першої похідної за часом.

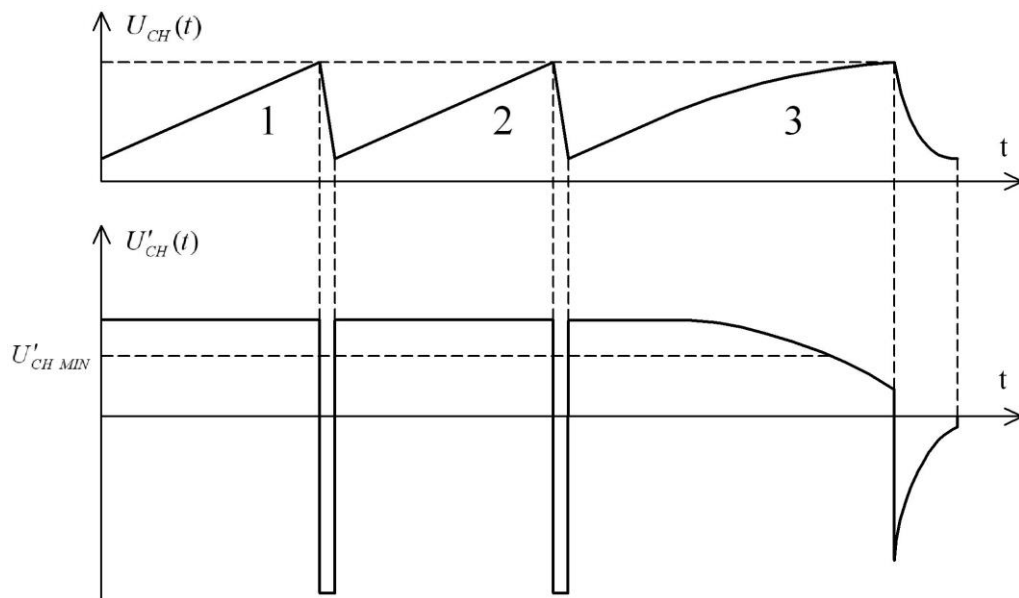


Рис. 1 – Часові діаграми вихідної напруги фотоелектричного вимірювального перетворювача параметрів обертального руху та її першої похідної за часом

Як слідує з рис. 1, за один оберт щітки формується один імпульс пилкоподібної напруги, який має два фронти. Один із фронтів має більшу тривалість і відповідає повороту модулятора відносно діафрагми на кут $\varphi \in [0, 2\pi - \beta)$. Цей фронт є інформативним і використовується для визначення параметрів обертального руху. Інший фронт має меншу тривалість, відповідає повороту модулятора відносно діафрагми на кут $\varphi \in [2\pi - \beta, 2\pi)$ і для визначення параметрів обертального руху не використовується.

Внаслідок того, що кількість імпульсів вихідного сигналу фотоелектричного перетворювача кута повороту дорівнює кількості обертів щітки, а знак першої похідної переднього фронту цього імпульсу визначає напрямок обертання, алгоритмічно несклад-

но забезпечити рівномірне обертання щітки в обох напрямках. Для цього, на початку роботи, встановлюється довільний напрямок обертання щітки, після чого підраховується певна кількість обертів у цьому напрямку, далі напрямок обертання змінюється на протилежний. Цей процес виконується циклічно на протязі усього часу роботи установки. Шляхом вимірювання суми тривалостей вихідних імпульсів фотоелектричного перетворювача параметрів обертального руху визначається час, протягом якого тварина використовувала чесальну установку.

У нормальному режимі роботи електричний двигун чесальної установки працює без суттєвих перевантажень, відповідно $\omega \approx const$ [5]. У цьому випадку кут повороту модулятора в часі змінюється лінійно, перша похідна вихідного сигналу фотоелектричного перетворювача має постійне значення (пилкоподібні імпульси 1 та 2 на рис. 1). Якщо виникає аварійна ситуація, наприклад на щітку намотується хвіст тварини, кутова швидкість знижується нижче мінімально допустимого значення ω_{MIN} (пилкоподібний імпульс 3 на рис. 1). Як слідує з (3), значення першої похідної вихідного сигналу фотоелектричного вимірювального перетворювача, яке відповідає ω_{MIN} , визначається виразом

$$U'_{CH\ MIN} = \frac{K_{CH}\alpha_D}{2} \omega_{MIN}. \quad (5)$$

У цьому випадку негайно здійснюється вимикання живлення електродвигуна та формується аварійний сигнал, на який має відреагувати обслуговуючий персонал тваринницької ферми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Поджаренко, В. О. До питання вибору форми модулятора тахометричного перетворювача / В. О. Поджаренко, В. М. Міхалевич, П. І. Кулаков // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. - № 1. - с. 12-18.
2. Поджаренко, В. О. Пристрій для вимірювання і контролю кутової швидкості та кута повороту / В.О. Поджаренко, П. І. Кулаков, А.В. Поджаренко, С. А. Шаргородський, Є.В. Почверук // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. - № 2. - с. 45 - 50.
3. Kucheruk, V. Measurement of the Number Servings of Milk and Control of Water Content in Milk on Stall Milking Machines / V. Kucheruk, P. Kulakov, N. Storozhuk // Proceedings of the International Conference SCIT 2016, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Part V, Volume 543 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, pp 435-447. - 01 December 2016. - DOI: 10.1007/978-3-319-48923-0_46
4. Кучерук, В. Ю. Датчик інтенсивності молоковіддачі переносного доїльного апарату для стійлового молокопроводу / В. Ю. Кучерук, Є. А. Паламарчук, П. І. Кулаков, Т. В. Гнесь // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2013. - № 3. - с. 44 - 48.
5. Shtuts, A., Kolisnyk, M., Vydmysh, A., Voznyak, O., Baraban, S., & Kulakov, P. (2020). Improvement of Stamping by Rolling Processes of Pipe and Cylindrical Blades on Experimental Research. Key Engineering Materials, 844, 168–181. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.844.168>