



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35497 (13) U
(51) МПК (2006)
G01B 11/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ СТАТИЧНИХ ТА КВАЗІДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРОКОВИХ ДВИГУНІВ

1

2

(21) u200804097

(22) 01.04.2008

(24) 25.09.2008

(46) 25.09.2008, Бюл.№ 18, 2008 р.

(72) КУХАРЧУК ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ, UA,
УСОВ ВІКТОР ВАСИЛЬОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Пристрій автоматизованого контролю статичних та квазідинамічних характеристик крокових двигунів, що містить підсилювач, який відрізняється тим, що в нього введено мікропроцесорний контролер, перші одинадцять виходів якого з'єднані з одинадцятирозрядною вихідною шиною, другі вісім виходів підключені до восьмирозрядної вихідної шини, третій вихід з'єднаний з входом послідового інтерфейсу, що підключений до персонального комп'ютера через системний канал та з'єднаний з першим входом мікропроцесорного контролера, систему керування кроковим двигуном, яка підключена до мікропроцесорного контролера через одинадцятирозрядну вихідну шиною, чотири виходи якої з'єднані з чотирирозрядною вихідною шиною,

яка підключена до крокового двигуна, що закріплений на станині, систему керування електромагнітною муфтою, яка підключена до мікропроцесорного контролера через восьмирозрядну вихідну шиною, два виходи якої підключені до електромагнітної муфти, яка закріплена на станині і зв'язана з валом крокового двигуна через першу пружну муфту спряження, та валом сенсора кута повороту, що закріплений на станині, через другу пружну муфту спряження, перший вихід сенсора кута повороту з'єднаний з п'ятим входом мікропроцесорного контролера, другий вихід сенсора кута повороту підключений до першого входу D-тригера, третій вихід сенсора кута повороту з'єднаний з четвертим входом мікропроцесорного контролера та другим входом D-тригера, вихід якого підключений до третього входу мікропроцесорного контролера, тензорезистивний сенсор зусилля, що закріплений на станині і зв'язаний з корпусом електромагнітної муфти, вихід якого з'єднаний з входом підсилювача, вихід якого підключений до другого входу мікропроцесорного контролера.

Корисна модель відноситься до області вимірювальної техніки і може бути використана для вимірювання статичних та квазідинамічних характеристик крокових двигунів.

Відомий пристрій для дослідження статичних характеристик крокових двигунів [Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 200с.], що складається з вантажу, який підвішується на сталій струні, що закріплена на шківі, який в свою чергу жорстко з'єднаний з валом досліджуваного двигуна, на корпусі якого закріплюється шкала.

Основним недоліком описаного пристрою є недостатня точність вимірювання, за рахунок впливу методичної, інструментальної та суб'єктивної похибок. Використання вантажу в якості навантаження не дозволяє автоматизувати

експеримент, що призводить до зниження швидкості вимірювання.

Найбільш близьким по технічній суті до корисної моделі, що заявляється, є пристрій для вимірювання статичних характеристик [Дискретный электропривод с шаговыми двигателями: под общ. ред. М.Г. Чиликина. - М.: Энергия, 1971. - 624с.], що містить приводний двигун, який зв'язаний з досліджуванним кроковим двигуном через редуктор з великим передатним числом та торсіометр, який підключений до підсилювача, що з'єднаний з першим входом осцилографа, обертовий трансформатор, що зв'язаний з валом крокового двигуна, вихід якого підключений до другого входу осцилографа, потенціометр, що регулює значення струму в обмотках крокового двигуна.

Головними недоліками описаного засобу є низька точність вимірювання за рахунок

UA
(13)

35497
(11)

UA
(19)

використання обертового трансформатора, в якості сенсора кута, статична характеристика якого нелінійна, та застосування редуктора, наявність люфтів в якому призводить до виникнення додаткових коливань та вібрації ротора крокового двигуна, що підвищує похибку вимірювання як кута повороту, так і обертального моменту. Також описаний пристрій не забезпечує повну автоматизацію процесу вимірювання статичних характеристик та не дозволяє проводити контроль кватидинамічних характеристик крокових двигунів.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою автоматизованого контролю статичних та кватидинамічних характеристик крокових двигунів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається можливість лінеаризувати статичну характеристику та уникнути додаткових коливань і вібрації ротора крокового двигуна, за рахунок чого підвищується точність вимірювання. Крім того, досягається підвищення швидкодії та повна автоматизація процесу вимірювання статичних та кватидинамічних характеристик.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для вимірювання статичних характеристик, що містить підсилювач, введено мікропроцесорний контролер, перші одинадцять виходів якого з'єднані з одинадцятирозрядною вихідною шиною, другі вісім виходів підключені до восьмирозрядної вихідної шини, третій вихід з'єднаний з входом послідовного інтерфейсу, що підключений до персонального комп'ютера через системний канал та з'єднаний з першим входом мікропроцесорного контролера, систему керування кроковим двигуном, яка підключена до мікропроцесорного контролера через одинадцятирозрядну вихідну шию, чотири виходи якої з'єднані з чотирьохрозрядною вихідною шиною, яка підключена до крокового двигуна, що закріплений на станині, систему керування електромагнітною муфтою, яка підключена до мікропроцесорного контролера через восьмирозрядну вихідну шию, два виходи якої підключені до електромагнітної муфти, яка закріплена на станині і зв'язана з валом крокового двигуна через першу пружну муфту спряження, та валом сенсора кута повороту, що закріплений на станині, через другу пружну муфту спряження, перший вихід сенсора кута повороту з'єднаний з п'ятим входом мікропроцесорного контролера, другий вихід сенсора кута повороту підключений до першого входу D-тригера, третій вихід сенсора кута повороту з'єднаний з четвертим входом мікропроцесорного контролера та другим входом D-тригера, вихід якого підключений до третього входу мікропроцесорного контролера, тензорезистивний сенсор зусилля, що закріплений на станині і зв'язаний з корпусом електромагнітної муфти, вихід якого з'єднаний з входом підсилювача, вихід якого підключений до другого входу мікропроцесорного контролера.

На Фіг.1 подана структурна схема пристрою автоматизованого контролю статичних та кватидинамічних характеристик крокових двигунів, на Фіг.2 представлено алгоритм роботи пристрою

автоматизованого контролю статичних та кватидинамічних характеристик крокових двигунів.

Пристрій містить: 1 - мікропроцесорний контролер, 2 - одинадцятирозрядна вихідна шию, 3 - система керування кроковим двигуном, 4 - чотирьох розрядна вихідна шию, 5 - кроковий двигун, 6 - восьмирозрядна вихідна шию, 7 - система керування електромагнітною муфтою, 8 - електромагнітна муфта, 9 - перша пружна муфта спряження, 10 - тензорезистивний сенсор зусилля, 11 - підсилювач, 12 - друга пружна муфта спряження, 13 - сенсор кута повороту, 14 - D-тригер, 15 - послідовний інтерфейс, 16 - системний канал, 17 - персональний комп'ютер, 18 - станина. При цьому мікропроцесорний контролер 1, перші одинадцять виходів якого з'єднані з одинадцятирозрядною вихідною шиною 2, яка підключена до системи керування кроковим двигуном 3, чотири виходи якої з'єднані з чотирьохрозрядною вихідною шиною 4, яка підключена до крокового двигуна 5, що закріплений на станині 18, другі вісім виходів з'єднані з восьмирозрядною вихідною шиною 6, яка підключена до системи керування електромагнітною муфтою 7, два виходи якої з'єднані з електромагнітною муфтою 8, що закріплена на станині 18, з корпусом якої зв'язаний тензорезистивний сенсор зусилля 10, вихід якого підключений до входу підсилювача 11, вихід якого з'єднаний з другим входом мікропроцесорного контролера 1, і зв'язана з валом крокового двигуна 5 через першу пружну муфту спряження 9, та валом сенсора кута повороту 13, що закріплений на станині 18, через другу пружну муфту спряження 12, перший вихід якого підключений до п'ятого входу мікропроцесорного контролера 1, другий вихід з'єднаний з першим входом D-тригера 14, третій вихід підключений до четвертого входу мікропроцесорного контролера 1 та другого входу D-тригера 14, вихід якого з'єднаний з третім входом мікропроцесорного контролера 1, третій вихід якого підключений до входу послідовного інтерфейсу 15, що з'єднаний з персональним комп'ютером 17 через системний канал 16, і своїм виходом підключений до першого входу мікропроцесорного контролера 1.

Пристрій працює наступним чином. Після подачі напруги живлення та ініціалізації мікропроцесорного контролера 1, на його перший вхід надходить сигнал з персонального комп'ютера 17 через послідовний інтерфейс 15 про вибір режиму вимірювання. У випадку, коли даний сигнал відповідає режиму вимірювання статичних характеристик, на перших одинадцяти виходах мікропроцесорного контролера 1 формуються сигнали настройки та синхронізації системи керування кроковим двигуном 3 в режимі живлення однієї фази, а на других восьми виходах з'являються сигнали настройки та синхронізації системи керування електромагнітною муфтою 7 в режимі лінійного зростання вихідного моменту. Після цього вал крокового двигуна 5 почне повертатися, що призведе до обертання вала сенсора кута повороту 13, на першому виході якого сформуються прямокутні імпульси, кількість яких N_k пропорційна куту відхилення θ , і які

підраховує мікропроцесорний контролер 1 та записує у внутрішню оперативну пам'ять. Односно з цим, на виході тензорезистивного сенсора зусилля 10 з'являється напруга, що пропорційна моменту електромагнітної муфти 8, яка підсилюється підсилювачем 11 та потрапляє на другий вхід мікропроцесорного контролера 1, який перетворює її в пропорційний двійковий код N_m та записує у внутрішню оперативну пам'ять. Процес вимірювання продовжується до того моменту, коли напруга на виході тензорезистивного сенсора 10 не буде рівною нулю.

Після цього, збережені значення кількості імпульсів N_k з виходу сенсора кута повороту 13 зчитуються з оперативної пам'яті мікропроцесорного контролера 1 та перераховуються у відповідне значення кута наступним чином:

$$\theta = \frac{2\pi}{z} \cdot N_k, \quad (1)$$

де N_k – кількість імпульсів;

θ - кут повороту;

z - кількість міток сенсора кута повороту 13.

Аналогічно збережені значення напруги з виходу тензорезистивного сенсора зусилля 10 у вигляді двійкового коду N_m зчитуються з оперативної пам'яті і переховуються у відповідне значення моменту M за формулою:

$$M = \frac{U_0 R}{2^n S} \cdot N_m, \quad (2)$$

де N_m - двійковий код;

U_0 - опорна напруга мікропроцесорного контролера 1;

n - розрядність аналого-цифрового перетворювача мікропроцесорного контролера 1;

S - чутливість тензорезистивного сенсора зусилля 10;

R - радіус корпусу електромагнітної муфти 8.

Отримані значення моменту M та кута повороту θ передаються через послідовний інтерфейс 15 на персональний комп'ютер 17 для подальшої обробки та представлення у вигляді статичної характеристики $M(\theta)$.

У випадку, коли сигнал з персонального комп'ютера 17, що подається через послідовний інтерфейс 15 на перший вхід мікропроцесорного контролера 1, відповідає режиму вимірювання пускових характеристик, на перших одинадцяти виходах мікропроцесорного контролера 1 формуються сигнали настройки та синхронізації системи керування кроковим двигуном 3 в пусковому режимі при мінімальній частоті керуючих імпульсів $f=1$ Гц, а на других восьми виходах з'являється сигнали настройки та синхронізації системи керування електромагнітною муфтою 7 в режимі навантаження максимальним пусковим моментом ($M_{\text{нав}}=M_{\text{max}}$). Після цього здійснюється запуск крокового двигуна 5, і підраховується кількість імпульсів N_k з виходу сенсора кута повороту 13, а напруга на виході тензорезистивного сенсора зусилля 10 перетворюється в двійковий код N_m , та перераховуються у відповідні їм значення кута повороту θ та моменту M за формулами (1) та (2). Далі проводиться перевірка умови:

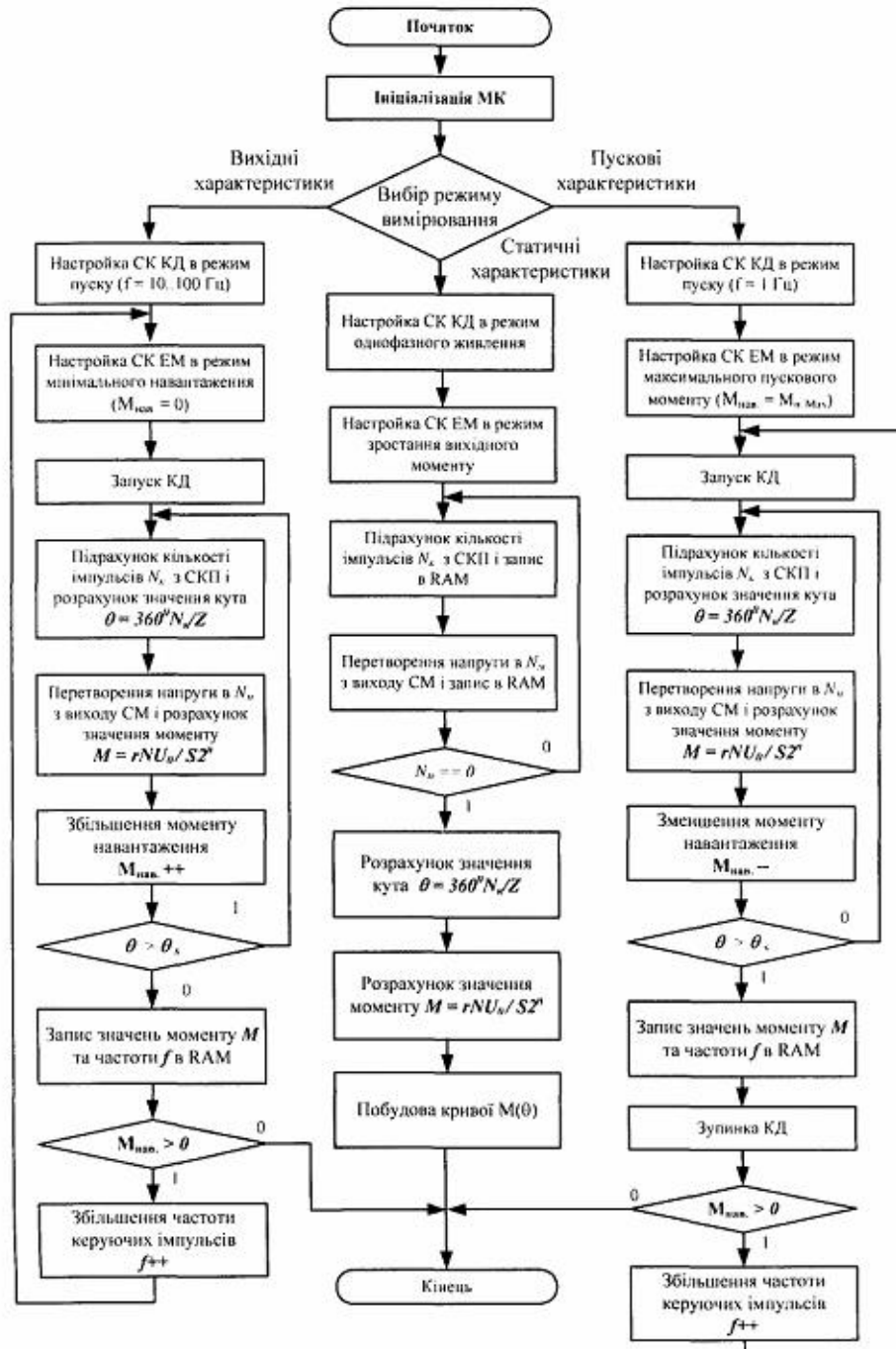
$$\theta > \theta_s, \quad (3)$$

де θ_s - номінальне значення кроку крокового двигуна 5.

Якщо вона не виконується, тобто двигун не може запускатися при заданому навантаженні і його пусковий момент $M < M_{\text{нав}}$, то шляхом подачі відповідних сигналів настройки і синхронізації системи керування електромагнітною муфтою 7, досягається зменшення моменту навантаження $M_{\text{нав}}$ до того моменту, поки не виконається умова (3). Якщо вона виконується це означає, що двигун запустився і його пускового моменту достатньо для подолання заданого навантаження. Після цього останні значення частоти керуючих імпульсів f та моменту M записуються в оперативну пам'ять мікропроцесорного контролера 1, а на його перших одинадцяти виходах формується сигнал зупинки крокового двигуна 5. Тоді на перших одинадцяти виходах мікропроцесорного контролера 1 формуються сигнали на збільшення частоти керуючих імпульсів і на запуск двигуна. Далі операції вимірювання та керування електромагнітною муфтою 8 і кроковим двигуном 5 повторюються доти поки момент навантаження не буде рівним нулю. Тоді записані в оперативні пам'яті мікропроцесорного контролера 1 значення моменту M та частоти f передаються через послідовний інтерфейс 15 на персональний комп'ютер 17 для подальшої обробки та побудови пускової характеристики $M(f)$.

У випадку, коли сигнал з персонального комп'ютера 17 відповідає режиму вимірювання вихідних характеристик, на перших одинадцяти виходах мікропроцесорного контролера 1 формуються сигнали настройки та синхронізації системи керування кроковим двигуном 3 в режимі пуску при частоті керуючих імпульсів в діапазоні від 10 до 100Гц, а на других восьми виходах формуються сигнали настройки і синхронізації системи керування електромагнітною муфтою 7 на мінімальне навантаження ($M_{\text{нав}}=0$). Після цього здійснюється запуск крокового двигуна 5, і підраховується кількість імпульсів N_k з виходу сенсора кута повороту 13, а напруга на виході тензорезистивного сенсора зусилля 10 перетворюється в двійковий код N_m , і перераховуються у відповідні їм значення кута повороту θ та моменту M за формулами (1) та (2). Далі проводиться перевірка умови (3). Якщо вона виконується, то це означає, що двигун обертається і його моменту достатньо для подолання заданого навантаження, тоді шляхом подачі відповідних сигналів настройки і синхронізації системи керування електромагнітною муфтою 7 досягається збільшення моменту навантаження $M_{\text{нав}}$ до того моменту поки умова (3) не буде порушеною, тобто двигун не зможе обертатися при заданому навантаженні і його момент $M < M_{\text{нав}}$.

Після цього останні значення частоти керуючих імпульсів f та моменту M записуються в оперативну пам'ять мікропроцесорного контролера 1, а на його перших одинадцяти виходах формуються сигнали на збільшення частоти керуючих імпульсів. Одночасно з цим, на його других восьми виходах формуються сигнали



Фіг. 2