

Винахід відноситься до області електротехніки і може бути використаний для вимірювання робочого ресурсу електричного двигуна по стану ізоляції.

Відомий пристрій для визначення ресурсу машин (А.С.СРСР№ 1005115, М. Кл.<sup>3</sup> G07C3/10, бюл. №10, 1983), що містить датчик контрольованого параметра, який підключений до входів порогових елементів рівня контрольованого параметра, блок вагових коефіцієнтів, вихід якого з'єднаний з входом суматора і генератор тактових імпульсів, вихід якого підключений до першого входу першого елемента І, вихід якого з'єднаний з лічильником розходу ресурсу, перемикач, селектори, формувач імпульсів, послідовно з'єднані блок вмикання, елемент пам'яті й індикатор рівня контрольованого параметра, генератор стандартного сигналу, елемент порівняння, порогові елементи тривалості контрольованого параметра, пороговий елемент тривалості пуску, другий елемент І, реверсивний лічильник, блок задания ресурсу, дільник частоти, ключі, програмний блок, лічильники рівня контрольованого параметра, лічильник числа пуску, лічильник тривалості пуску і лічильники тривалості контрольованого параметра, виходи порогових елементів рівня контрольованого параметра через перший селектор підключені до відповідних лічильників рівня контрольованого параметра і до керуючих входів ключів, входи яких з'єднані з датчиком контрольованого параметра, який підключений до входів порогових елементів рівня контрольованого параметра, до входу порогового елемента тривалості пуску і до входу блоку вмикання, виходи ключів підключені до входів блоку вагових коефіцієнтів, вихід суматора з'єднаний з першим входом елемента порівняння, другий вхід якого підключений до генератора стандартного сигналу, а вихід - до другого входу першого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом реверсивного лічильника і з одним із входів програмного блоку, інші входи якого підключені до виходу реверсивного лічильника і до виходу другого елемента І, який з'єднаний з лічильником тривалості пуску, і до виходу елемента пам'яті, який підключений до одного з входів блоку вагових коефіцієнтів, входи другого елемента І з'єднані з генератором тактових імпульсів, який підключений до перемикача і через дільник частоти з входом першого селектора і з виходом порогового елемента тривалості пуску, вихід формувача імпульсів через порогові елементи тривалості контрольованого параметра підключений до входів другого селектора, виходи якого з'єднані з лічильниками тривалості контрольованого параметра, вихід порогового елемента тривалості пуску підключений до входу формувача імпульсів, до входу лічильника пуску, до одного із входів програмного блоку і до перемикача, вихід програмного блоку підключений до входу блоку задания ресурсу, вихід якого з'єднаний з другим входом реверсивного лічильника.

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє точно вимірювати залишковий ресурс машини, оскільки враховує лише один контрольований параметр.

За прототип обрано пристрій для контролю роботи електричних машин (А.С. СРСР № 1381560, М. Кл. G 07 C 3/10, бюл. №10, 1988), що містить датчик струму, вихід якого підключений до входу порогового елемента, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента І, генератор імпульсів, вихід якого підключений до входу дільника частоти, перший, другий, третій і четвертий виходи якого з'єднані відповідно з другим входом першого елемента І, першими входами другого, третього і четвертого елемента І, перший і другий лічильники, п'ятий елемент І, виконавчий елемент, задавач номінальної температури, задавач констант, задавач інтервалу часу, задавач номінального ресурсу, датчик температури, блок пуску двигуна, аналого-цифровий перетворювач, компаратор, вираховувач, суматори, блок піднесення до степеня, блок ділення, блок множення, розподільник імпульсів і регістри, перший вхід першого з яких підключений до виходу задавача констант, а вихід - до першого входу першого суматора, вихід датчика температури підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача, перший вихід якого з'єднаний з інформаційним входом другого регістра, вихід якого підключений до першого входу вираховувача і другого входу першого суматора, виходи яких з'єднані відповідно з інформаційними входами третього і четвертого регістрів, виходи яких підключені відповідно до першого і другого входів блоку ділення, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом блоку піднесення до степеня, вихід якого підключений до інформаційного входу п'ятого регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом блоку множення, вихід якого підключений до інформаційного входу шостого регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом другого суматора, вихід якого підключений до входу виконавчого елемента, перший і другий виходи задавача номінальної температури з'єднані відповідно з другим входом вираховувача і з першим входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу п'ятого елемента І, вихід якого з'єднаний з керуючим входом другого регістра, перший блок входу пуску двигуна підключений до другого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний з керуючим входом шостого регістра, вихід задавача інтервалу часу підключений до другого входу блоку множення, другий вихід блоку пуску двигуна підключений до другого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний із зчитувальним входом першого лічильника, вихід якого підключений до інформаційного входу сьомого регістра, перший вихід якого з'єднаний з другим входом другого суматора, другий вихід сьомого регістра підключений до установочного входу першого лічильника, виходи задавача номінального ресурсу з'єднані з третім входом другого суматора, вихід першого елемента І підключений до зчитувального входу другого лічильника, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом восьмого регістра, перший вихід якого підключений до четвертого входу другого суматора, другий вихід восьмого регістра з'єднаний з установочним входом другого лічильника, третій вихід блоку пуску двигуна підключений до другого входу четвертого елемента І, вихід якого з'єднаний з входом розподільника імпульсів, перший вихід якого підключений до другого входу п'ятого елемента І і керуючого входу першого регістра, четвертий вихід блоку пуску двигуна з'єднаний з керуючим входом генератора, третій вихід дільника частоти підключений до керуючих входів сьомого і восьмого регістрів, п'ятий, шостий і сьомий виходи дільника частоти з'єднані відповідно з третім входом блоку множення, з третім входом блоку ділення і другим входом аналого-цифрового перетворювача, другий вихід розподільника імпульсів підключений до керуючих входів третього і четвертого регістрів, третій і четвертий виходи розподільника імпульсів з'єднані відповідно з керуючими входами блоку піднесення до степеня і п'ятого регістра.

Недоліком даного пристрою є те, що він не враховує старіння ізоляції в після аварійному режимі, а також швидкість зміни температури у вирахованні залишкового ресурсу електричного двигуна.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення пристрою для контролю робочого ресурсу електричного двигуна, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається підвищення

точності роботи пристрою, а як наслідок, є можливість більш об'єктивно оцінити технічний стан електричного двигуна на даний момент часу і спрогнозувати його зміну в майбутньому, що дає можливість обґрунтовано й об'єктивно призначити заходи щодо технічного обслуговування й ремонту.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна, який складається з датчика струму (в подальшому - сенсора струму СС), аналого-цифрового перетворювача (в подальшому - першого аналого-цифрового перетворювача АЦП), першого та другого лічильників імпульсів, розподільника імпульсів (в подальшому - першого розподільника тактів РТ), першого та другого логічних елементів І, дільника частоти (в подальшому - першого дільника частоти ДЧ), генератора імпульсів (в подальшому - першого генератора імпульсів), компаратора (в подальшому - цифрового компаратора), регістра, першого та другого суматорів, датчика температури (в подальшому - сенсора температури СТ), задавача номінального ресурсу (в подальшому - задавача ресурсу ЗР), причому вихід першого генератора імпульсів підключений до входу ДЧ, вихідна цифрова шина регістра підключена до першої вхідної цифрової шини першого суматора, введено функціональний перетворювач (ФП), перший, другий, третій і четвертий логічні елементи АБО, блок установки нуля (БУН), перетворювач напруги (ПН), задавач коду (ЗК), задавач швидкості зміни температури (ЗШЗТ), диференціальний підсилювач, другий АЦП, другий РТ, другий генератор імпульсів, двійковий лічильник ресурсу, логічний елемент АБО-Ш, підсилювач сигналу, причому вихід СС з'єднаний з ПН та з першим входом першого АЦП, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого РТ, другий вихід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів, третій вихід першого РТ з'єднаний з першим входом першого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід ДЧ підключений до першого входу першого РТ, другий вхід якого з'єднаний з виходом БУН, вихід якого підключений і до другого входу другого РТ, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу, вихідна цифрова шина першого АЦП підключена до вхідної цифрової шини ФП, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом першого логічного елемента І, вихід якого підключений до віднімаючого входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімаючого входу двійкового лічильника ресурсу, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною ЗР, вихідна цифрова шина двійкового лічильника ресурсу підключена до вхідної цифрової шини логічного елемента АБО-НІ, вихід якого підключений до другого входу четвертого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з входом підсилювача сигналу, вихід якого з'єднаний з колом сигналізації контрольованого об'єкта, вихід ПН підключений до першого входу диференційного підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом СТ, вихід диференціального підсилювача підключений до першого входу другого АЦП, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого РТ, вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, вихід якого підключений і до другого входу другого логічного елемента І, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого РТ, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, і до другої вхідної цифрової шини другого суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого суматора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною ЗК, вихідна цифрова шина ЗШЗТ підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого суматора, третій вихід другого РТ підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів, віднімаючий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента І, вихід якого з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів підключена до вхідної цифрової шини другого логічного елемента АБО, вихід якого підключений до третього входу другого логічного елемента І, вихід цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого логічного елемента АБО.

Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - СС; 2, 16 - відповідно перший і другий АЦП; 3 - ФП; 4, 21 - відповідно перший і другий лічильники імпульсів; 5, 22, 27, 30 - відповідно перший, другий, третій і четвертий логічні елементи АБО; 6, 23 - відповідно перший і другий РТ; 7, 24 - відповідно перший і другий логічні елементи І; 8 - БУН; 9 - ДЧ; 10, 25 - відповідно перший і другий генератори імпульсів; 11 - ПН; 12 - ЗК; 13 - ЗШЗТ; 14 - цифровий компаратор; 15 - диференціальний підсилювач; 17 - регістр з інверсними виходами; 18, 19 - перший і другий суматори відповідно; 20 - СТ; 26 - ЗР двигуна; 28 - двійковий лічильник ресурсу; 29 - логічний елемент АБО-НІ; 31 - підсилювач сигналу, причому вихід СС 1 з'єднаний з ПН 11 та з першим входом першого АЦП 2, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого РТ 6, другий вихід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів 4, третій вихід першого РТ 6 з'єднаний з першим входом першого логічного елемента 17, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 10, вихід якого з'єднаний і з входом ДЧ 9, вихід якого підключений до першого входу першого РТ 6, другий вхід якого з'єднаний з виходом БУН 8, вихід якого підключений і до другого входу другого РТ 6, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу 28, вихідна цифрова шина першого АЦП 2 підключена до вхідної цифрової шини ФП 3, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 4, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого логічного елемента АБО 5, вихід якого з'єднаний з третім входом першого логічного елемента 17, вихід якого підключений до віднімаючого входу першого лічильника імпульсів 4 і до першого входу третього логічного елемента АБО 27, вихід якого підключений до віднімаючого входу двійкового лічильника ресурсу 28, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною ЗР 26, вихідна цифрова шина двійкового лічильника ресурсу 28 підключена до вхідної цифрової шини логічного елемента АБО-НІ 29, вихід якого підключений до другого входу четвертого логічного елемента АБО 30, вихід якого з'єднаний з входом підсилювача сигналу 31, вихід якого з'єднаний з колом сигналізації контрольованого об'єкта, вихід ПН 11 підключений до першого входу диференційного підсилювача 15, другий вхід якого з'єднаний з виходом СТ 20, вихід диференціального підсилювача підключений до першого входу другого АЦП 16, другий вхід якого з'єднаний

з першим виходом другого РТ 23, вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 25, вихід якого підключений і до другого входу другого логічного елемента 124, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого РТ23, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра 17, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП 16, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів 21 і до другої вхідної цифрової шини другого суматора 19, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого суматора 18, перша і друга вхідні цифрові шини якого з'єднані з вихідною цифровою шиною регістра 17 та з вихідною цифровою шиною ЗК 12 відповідно, вихідна цифрова шина ЗШЗТ 13 підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 14, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого суматора 19, третій вихід другого РТ 23 підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів 21, віднімаючий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента 124, вихід якого з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО 27, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів 21 підключена до вхідної цифрової шини другого логічного елемента АБО 22, вихід якого підключений до третього входу другого логічного елемента 124, вихід цифрового компаратора 14 підключений до першого входу четвертого логічного елемента АБО 30.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему БУН 8 коротким імпульсом переводить в початковий нульовий стан перший РТ6 і другий РТ23, а при подачі імпульсу на двійковий лічильник 28, в останній записується значення робочого ресурсу двигуна із ЗР 26. Одночасно на виходах першого 10, другого 25 генераторів імпульсів починають вироблятися послідовності імпульсів.

Для контролю робочого ресурсу електричного двигуна сенсори пристрою розподілені по об'єкту контролю таким чином: СС 1 встановлюється в колі вмикання двигуна, а СТ 20 - у найбільш нагрітій точці двигуна.

Припускається, що в блоці ЗШЗТ 13 записане максимально допустиме значення швидкості зміни температури, а в блоці ЗР 26 в цифровому вигляді записане значення робочого ресурсу електричного двигуна.

У частині схеми, що містить блоки 1-10, здійснюється вимірювання значення струму, спожитого електродвигуном, і його перерахунок у виділене тепло з подальшим урахуванням його в зміні залишкового ресурсу двигуна.

Послідовності імпульсів з генератора імпульсів G 10 поступають на другий вхід першого логічного елемента 17 і на вхід ДЧ 9, на виході якого з'являється кожен k-ий імпульс з тих, що на нього поступають. Число k підбирається таким чином, щоб узгодити роботу частин пристрою. Далі імпульси з виходу ДЧ 9 поступають на вхід першого РТ 6. На першому такті вимірювання струму з першого виходу першого РТ 6 подається сигнал дозволу зчитування інформації з СС 1 на перший АЦП 2, де аналоговий сигнал перетворюється в цифровий код, який потім подається на вхід ФП 3. На виході ФП 3 формується цифровий код, який відповідає рівню відпрацьованого ресурсу двигуна по струму, який протікає в обмотках електричного двигуна. На другому такті вимірювання струму з другого виходу першого РТ 6 подається сигнал дозволу зчитування інформації з ФП 3 на лічильний вхід першого лічильника імпульсів 4. Потім цифровий код з виходу першого лічильника імпульсів 4 через перший логічний елемент АБО 5 подається на третій вхід логічного елемента 17. На третьому такті вимірювання струму на третьому виході першого РТ 6 з'являється сигнал, який подається на перший вхід першого логічного елемента 17. На виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який одночасно подається на віднімаючий вхід першого лічильника імпульсів 4 і на перший вхід третього логічного елемента АБО 27. У випадку обнуління першого лічильника імпульсів 4, на виході першого логічного елемента 17 присутній сигнал логічного нуля. З виходу третього логічного елемента АБО 27 сигнал поступає на віднімаючий вхід двійкового лічильника ресурсу 28. В двійковому лічильнику 28 від залишкового ресурсу двигуна віднімається відпрацьований ресурс, обумовлений старінням ізоляції обмоток протікаючим струмом. У випадку обнуління двійкового лічильника ресурсу 28, що свідчить про вичерпання ресурсу роботи двигуна, останній відключається від мережі сигналом, поданим із виходу логічного елемента АБО-НІ 29 через четвертий логічний елемент АБО 30 і підсилювач сигналу 31, або ж видається попереджувальний сигнал експлуатаційному персоналу (в коло сигналізації).

У частині схеми, що містить блоки 11-25, здійснюється вимірювання значення температури і перетворення її у відповідне значення відпрацьованого ресурсу двигуном.

Послідовності імпульсів з генератора імпульсів G25 поступають на другий вхід другого логічного елемента 124 і на вхід другого РТ 23. З виходу СТ 20 сигнал, який відповідає температурі обмоток двигуна, поступає на другий вхід диференціального підсилювача 15, на перший вхід якого поступає сигнал з ПН 11, а на вхід останнього поступає сигнал з СС 1. На першому такті вимірювання температури з першого виходу другого РТ 23 подається сигнал дозволу зчитування інформації з диференціального підсилювача 15 на другий АЦП 16, де аналоговий сигнал, що відповідає перевищенню температури електричного двигуна, яка подається від СТ 20, над температурою, викликану нагрівом при протіканні струму в обмотках, перетворюється в цифровий код. На другому такті вимірювання температури цифровий код з виходу другого АЦП 16 записується в регістр RG 17 по сигналу, який надходить на лічильний вхід цього регістра з другого виходу другого РТ23. Далі цифровий код з виходу регістра RG 17 поступає на перший вхід першого суматора 18, на другий вхід якого поступає також цифровий код із ЗК 12. Сумарний цифровий код з виходу першого суматора 18 надходить на перший вхід другого суматора 19, на другий вхід якого надходить цифровий код з виходу другого АЦП 16. На виході другого суматора 19 формується цифровий код, який відповідає швидкості зміни температури. У випадку перевищення швидкості зміни температури максимально допустимого значення, яке записане у цифровому коді в ЗШЗТ 13, то на виході цифрового компаратора 14 з'являється сигнал логічної одиниці, який через четвертий логічний елемент АБО 30 і підсилювач сигналу 31 подається на відключення двигуна від мережі (в коло сигналізації). В іншому випадку на виході цифрового компаратора 14 присутній сигнал логічного нуля. На третьому такті вимірювання температури на третьому виході другого РТ23 з'являється сигнал, який подається на лічильний вхід другого лічильника імпульсів 21. При цьому останньому надається дозвіл зчитування інформації з другого АЦП 16. Далі цифровий код з виходу другого лічильника імпульсів 21 через другий логічний елемент АБО 22 подається на третій вхід другого логічного елемента 124. На виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який одночасно

