



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11971 (13) U  
(51) МПК  
G07C 3/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РОБОЧОГО РЕСУРСУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

1

2

(21) u200507040

(22) 15.07.2005

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Мокін Борис Іванович, Грабко Володимир Віталійович, Розводюк Михайло Петрович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна, який складається із сенсора струму, першого та другого аналого-цифрових перетворювачів, першого та другого лічильників імпульсів, першого та другого розподільників тактів, першого та другого логічних елементів І, подільника частоти, першого та другого генератора імпульсів, цифрового компаратора, регістра, першого та другого суматорів, сенсора температури, задавача ресурсу, першого функціонального перетворювача, першого, другого, третього і четвертого логічних елементів АБО, блока установаження нуля, перетворювача напруги, задавача коду, задавача швидкості зміни температури, диференціального підсилювача, двійкового лічильника ресурсу, логічного елемента АБО-НІ, підсилювача сигналу, причому вихід сенсора струму з'єднаний з перетворювачем напруги та з першим входом першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів, третій вихід першого розподільника тактів з'єднаний з першим входом першого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід якого підключений до входу подільника частоти, вихід якого підключений до першого входу першого розподільника тактів, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установаження нуля, вихід якого підключений і до другого входу другого розподільника тактів, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача підключена до вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача, 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 віднімального входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімального входу двійкового лічильника ресурсу, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача ресурсу, 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 перетворювача напруги підключений до першого входу диференціального підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом сенсора температури, вихід диференціального підсилювача підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого розподільника тактів, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, який підключений і до другого входу другого логічного елемента І, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена 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 задавача коду, перша вхідна шина першого суматора підключена до вихідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина задавача швидкості зміни температури підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого суматора, третій вихід другого розподільника тактів підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів, віднімальний вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента І, який з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною другого лічильника імпульсів підключена до вхід-

UA (19) 11971 (13) U

ної 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, який **відрізняється** тим, що в нього введено сенсор вібрації, третій аналого-цифровий перетворювач, другий функціональний перетворювач, третій лічильник імпульсів, третій розподільник тактів, третій генератор імпульсів, третій логічний елемент І та п'ятий логічний елемент АБО, причому вихід сенсора вібрації підключений до першого входу третього аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом третього розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу третього лічильника імпульсів, третій вихід третього розподільника тактів з'єдна-

ний з першим входом третього логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього генератора імпульсів, який підключений і до першого входу третього розподільника тактів, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установлення нуля, вихідна цифрова шина третього аналого-цифрового перетворювача підключена до вхідної цифрової шини другого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом третього логічного елемента І, вихід якого підключений до віднімального входу третього лічильника імпульсів і до третього входу третього логічного елемента АБО.

Корисна модель відноситься до області електротехніки і може бути використаний для вимірювання робочого ресурсу електричного двигуна за станом ізоляції його обмоток і за впливом вібрацій.

Відомий пристрій для контролю роботи електричних машин [А.С. СРСР №1381560, М.Кл. G07C3/10, 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 подільника 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 компара-

тора, 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 подільника частоти підключений до керуючих входів сьомого і восьмого регістрів, п'ятий, шостий і сьомий виходи подільника 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 в степінь і п'ятого регістра.

Недоліком даного пристрою є те, що він не враховує старіння ізоляції в післяаварійному режимі, а також швидкість зміни температури у вира-

хуванні залишкового ресурсу електричного двигуна.

За прототип обрано пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна [Патент №70887 А (Україна), М.Кл.<sup>7</sup> G07C3/10, бюл.№10, 2004], який містить перший генератор імпульсів, вихід якого підключений до входу подільника частоти, реєстр, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого суматора, сенсор струму, вихід якого з'єднаний з перетворювачем напруги та з першим входом першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів, третій вихід першого розподільника тактів з'єднаний з першим входом першого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, дільник частоти, вихід якого підключений до першого входу першого розподільника тактів, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку установки нуля, вихід якого підключений і до другого входу другого розподільника тактів, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу, функціональний перетворювач, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого аналого-цифрового перетворювача, а вихідна шина функціонального перетворювача 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 віднімального входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімального входу двійкового лічильника ресурсу, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача ресурсу, логічний елемент АБО-НІ, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини двійкового лічильника ресурсу, а вихід логічного елемента АБО-НІ 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, диференціальний підсилювач, перший вхід якого підключений до виходу перетворювача напруги, а другий вхід диференційного підсилювача підключений до виходу сенсора температури, а вихід диференціального підсилювача підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого розподільника тактів, 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 розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу реєстра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів і до другої вхідної цифрової шини другого суматора, вхідна цифрова шина якого з'єднана з

вихідною цифровою шиною першого суматора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача коду, задавач швидкості зміни температури, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого суматора, а третій вихід другого розподільника тактів 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, другий логічний елемент АБО, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, а вихід другого логічного елемента АБО підключений до третього входу другого логічного елемента І, а вихід цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого логічного елемента АБО

Недоліком даного пристрою є те, що він не враховує вплив на залишковий ресурс електричного двигуна вібрацій, які суттєво впливають на його термін працездатності.

В основу корисної моделі 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 із сенсора струму (СС), першого та другого аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), першого та другого лічильників імпульсів, першого та другого розподільників тактів (РТ), першого та другого логічних елементів І, подільника частоти (ДЧ), першого та другого генератора імпульсів, цифрового компаратора, реєстра, першого та другого суматорів, сенсора температури (СТ), задавача ресурсу (ЗР), функціонального перетворювача (в подальшому першого функціонального перетворювача ФП), першого, другого, третього і четвертого логічних елементів АБО, блока установки нуля (БУН), перетворювача напруги (ПН), задавача коду (ЗК), задавача швидкості зміни температури (ЗШЗТ), диференціального підсилювача, двійкового лічильника ресурсу, логічного елемента АБО-Ш, підсилювача 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 якого підключений до входу подільника частоти, вихід якого 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 першого 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 віднімального входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімального входу двійкового лічильника ресурсу, вихідна 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, перший 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, вихідна 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, перша вхідна шина першого суматора підключена до вихідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина ЗШЗТ підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної 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, введено сенсор вібрації СВ, третій АЦП, другий ФП, третій лічильник імпульсів, третій РТ, третій генератор імпульсів, третій логічний елемент І та п'ятий логічний елемент АБО, причому вихід СВ підключений до першого входу третього АЦП, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом третього РТ, другий вихід якого підключений до лічильного входу третього лічильника імпульсів, третій вихід третього РТ з'єднаний з першим входом третього логічного елемента І,

другий вхід якого з'єднаний з виходом третього генератора імпульсів, вихід якого підключений і до першого входу третього РТ, другий вхід якого з'єднаний з виходом БУН, вихідна цифрова шина третього АЦП підключена до вхідної цифрової шини другого ФП, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом третього логічного елемента І, вихід якого підключений до віднімального входу третього лічильника імпульсів і до третього входу третього логічного елемента АБО.

Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема, де: 1 - СС; 2, 16, 33 - відповідно перший, другий і третій АЦП; 3, 34 - відповідно перший і другий ФП; 4, 21, 35 - відповідно перший, другий і третій лічильники імпульсів; 5, 22, 27, 30, 36 - відповідно перший, другий, третій, четвертий і п'ятий логічні елементи АБО; 6, 23, 37 - відповідно перший, другий і третій РТ; 7, 24, 38 - відповідно перший, другий і третій логічні елементи І; 8 - БУН; 9 - ДЧ; 10, 25, 39 - відповідно перший, другий і третій 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; 32 - сенсор вібрації, 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 І 7, 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 23, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу 28, і до другого входу третього РТ 37, 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 І 7, вихід якого підключений до віднімального входу першого лічильника імпульсів 4 і до першого входу третього логічного елемента АБО 27, вихід якого підключений до віднімального 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 І 24, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого РТ 23, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра RG 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 RG 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 І 24, 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, вихід СВ 32 підключений до першого входу третього АЦП 33, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом третього РТ 37, другий вихід якого підключений до лічильного входу третього лічильника імпульсів 35, третій вихід третього РТ 37 з'єднаний з першим виходом третього логічного елемента 138, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього генератора імпульсів 39, вихід якого підключений і до першого входу третього РТ 37, вихідна цифрова шина третього АЦП 33 підключена до вхідної цифрової шини другого ФП 34, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього лічильника імпульсів 35, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого логічного елемента АБО 36, вихід якого з'єднаний з третім виходом третього логічного елемента І 38, вихід якого підключений до віднімального входу третього лічильника імпульсів 35 і до третього входу третього логічного елемента АБО 27.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему БУН 8 коротким імпульсом переводить в початковий нульовий стан перший РТ 6, другий РТ 23 і третій РТ 37, 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.

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 першого генератора імпульсів 10 поступають на другий вхід першого логічного елемента І 7 і на вхід ДЧ 9, на виході якого з'являється кожен  $k$ -vm 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 першого ФП 3. На виході першого ФП 3 формується цифровий код, який відповідає рівню відпрацьованого ресурсу двигуна за струмом, 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 першого логічного елемента І 7. На третьому такті вимірювання струму на третьому виході першого РТ 6 з'являється сигнал, який подається на перший вхід першого логічного елемента І 7. 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 І 7 з'явиться 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 другого генератора імпульсів 25 поступають на другий вхід другого логічного елемента І 24 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 пос-

тупає 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 І 24. На виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який одночасно подається на віднімаючий

вхід другого лічильника імпульсів 21 і на другий вхід третього логічного елемента АБО 27. У випадку обнуління другого лічильника імпульсів 21, на виході другого логічного елемента І 24 присутній сигнал логічного нуля. В двійковому лічильнику 28 від залишкового ресурсу двигуна віднімається відпрацьований ресурс, обумовлений старінням ізоляції обмоток перевищенням температури.

У частині схеми, що містить блоки 32-39, здійснюється вимірювання рівня вібрації електродвигуна і його перерахунок у відповідне значення відпрацьованого ресурсу двигуном.

Послідовності імпульсів з третього генератора імпульсів 39 поступають на другий вхід третього логічного елемента І 38 і на перший вхід першого РТ 37. На першому такті вимірювання вібрації з першого виходу третього РТ 37 подається сигнал дозволу зчитування інформації із СВ 32 на третій АЦП 33, де аналоговий сигнал перетворюється в цифровий код, який потім подається на вхід другого ФП 34. На виході другого ФП 34 формується цифровий код, який відповідає рівню відпрацьованого ресурсу електродвигуна за впливом вібрації. На другому такті вимірювання вібрації із другого виходу третього РТ 37 подається сигнал дозволу зчитування інформації із другого ФП34 на лічильний вхід третього лічильника імпульсів 35. Потім цифровий код з виходу третього лічильника імпульсів 35 через п'ятий логічний елемент АБО 36 подається на третій вхід третього логічного елемента І 38. На третьому такті вимірювання вібрації на третьому виході третього РТ 37 з'являється сигнал, який подається на перший вхід третього логічного елемента І 38. На виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який одночасно подається на віднімаючий вхід третього лічильника імпульсів 35 і на третій вхід третього логічного елемента АБО 27. У випадку обнуління третього лічильника імпульсів 35 на виході третього логічного елемента І 38 з'явиться сигнал логічного нуля.

