



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154128** (13) **U**
(51) МПК
G01K 13/08 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2023 01615	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.04.2023	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 12.10.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 11.10.2023, Бюл.№ 41	

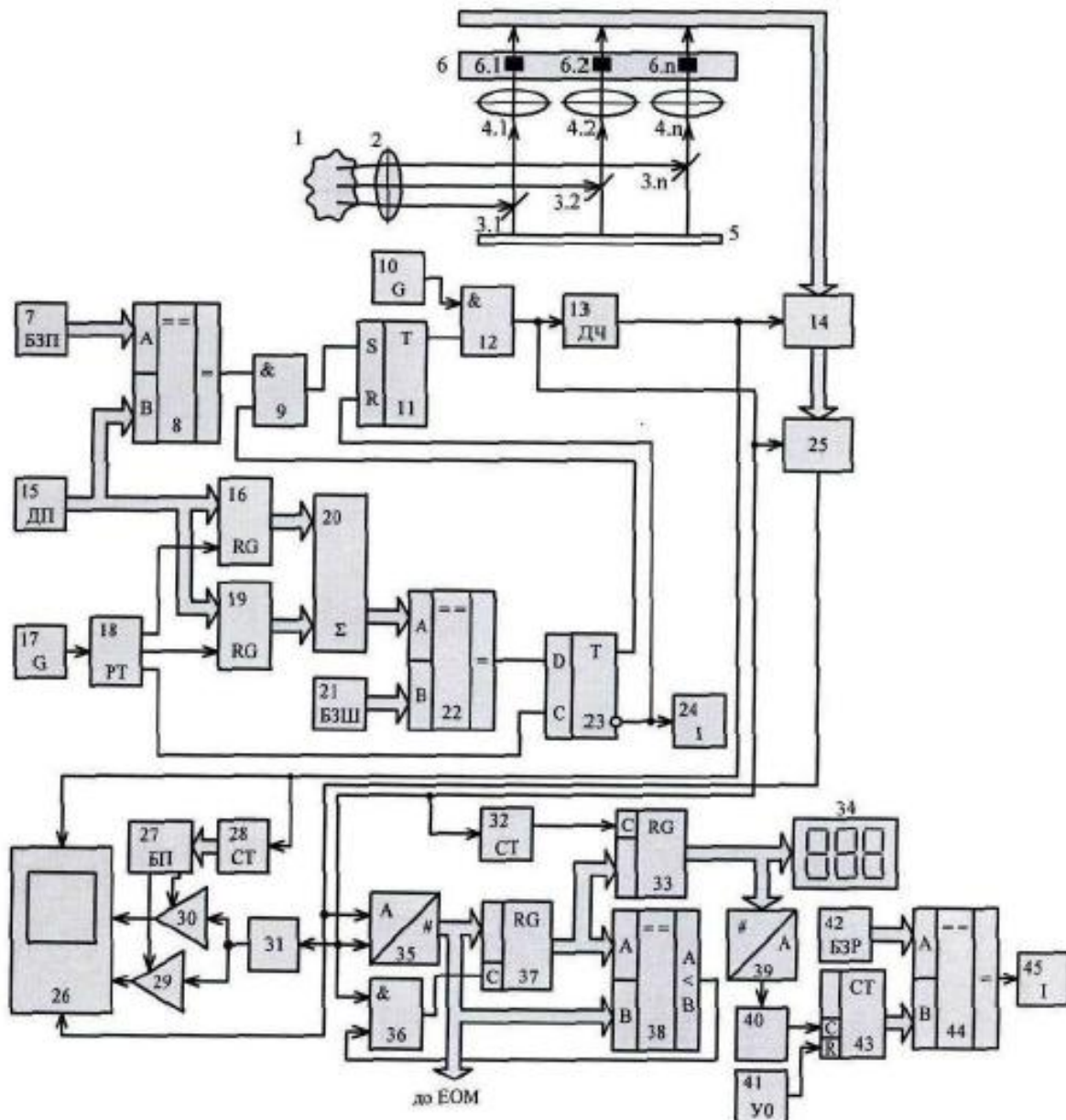
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора містить об'єкти, п дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз, встановлених на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку п ІЧ-датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи І та перший індикатор. Вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока. Другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто. Другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника. Четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих ІЧ-датчиків. Вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення. Вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом зі входом першого індикатора підключені до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільувача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний зі входом розподільувача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів. Вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюється ступінчасто,

UA 154128 U

комутатора та до другого входу аналого-цифрового перетворювача. Введено два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, другий індикатор, цифровий індикатор, третій елемент І, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу. Вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача. Другий вхід третього елемента І разом зі входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента І. Вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля. Вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу. Вихід з'єднаний зі входом другого індикатора, вихід третього цифрового компаратора підключений до першого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом третього регістра, вихід другого лічильника підключений до входу четвертого регістра. Вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з колами ЕОМ.



Корисна модель належить до безконтактної термометрії і може бути використана для вимірювання ресурсу ізоляції за температурою об'єктів, що обертаються, зокрема ротора гідрогенераторів.

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури (Патент України № 19737, МПК G01K 13/00, бюл. № 12, 2006), що містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор, доповнений круглим отвором, центр якого співпадає з вершиною сектора та головною оптичною віссю, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, діафрагмуючі отвори дзеркал являють собою еліпси, на одній оптичній осі з якими встановлені n лінз та лінійка n інфрачервоних (ІЧ) датчиків, вихід n -го ІЧ датчика через конденсатор підключений до другого входу першого компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого джерела опорної напруги, а вихід підключений до входу першого світлодіода, вихід третього джерела опорної напруги з'єднаний з першим входом першого комутатора, другий вхід якого разом з другим входом другого компаратора підключені до виходу генератора напруги, що змінюється лінійно, перший вхід другого компаратора з'єднаний з виходом другого джерела опорної напруги, а вихід підключений до третього входу першого комутатора, до входу другого світлодіода та до першого входу другого ключа, другий вхід якого з'єднаний з виходом лічильника, вхід якого, а також другий вхід першого ключа, вхід буферного регістра, вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та перший вхід відеоконтрольного блока підключені до виходу дільника частоти, вхід якого, а також вхід другого комутатора та перший вхід першого аналого-цифрового перетворювача (АЦП) з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, вхід якого підключений до виходу першого комутатора, вихід n ІЧ датчиків з'єднані з вхідною шиною буферного регістра, вихідна шина якого підключена до вхідної шини другого комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом першого АЦП, вихідна шина якого підключена до вхідної шини інтерфейсного блока, вихідна шина якого з'єднана з колами ЕОМ, вихід другого комутатора підключений до другого входу відеоконтрольного блока, третій і четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, вихідна шина лічильника з'єднана з першою вхідною шиною постійного запам'ятовуючого блока, перший і другий входи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, виходи першого та другого світлодіодів з'єднані з загальною шиною, вихід другого ключа підключений до першого входу першого ключа, вихід якого з'єднаний зі входом крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід перетворювача частота-напруга підключений до другого входу третього компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого джерела опорної напруги, а вихід підключений до першого входу генератора напруги, що змінюється лінійно, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока порівняння швидкості, вхід якого разом зі входом блока обробки сигналу підключені до виходу перетворювача напруга-частота, вихідна шина буферного регістра з'єднана з вхідною шиною блока обробки сигналу, вихід якого підключений через блок обчислення до входу другого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною постійного запам'ятовуючого блока, виходи n ІЧ датчиків підключені до вхідних шин перетворювача частота-напруга та блока порівняння швидкості.

Головним недоліком даного пристрою, є те, що він не дозволяє вимірювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора в процесі його роботи, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

За найближчий аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 66867, МПК G01K 13/08, бюл. № 2, 2012), що містить об'єктив, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка n ІЧ-датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, інтерфейсний блок, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник (в подальшому - перший лічильник), генератор напруги, що змінюють ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільвач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи І та індикатор (в подальшому - перший індикатор), причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюють ступінчасто, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід

відеоконтрольного блока разом з першим входом АЦП з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ-датчиків, вихідна цифрова шина АЦП через інтерфейсний блок підключена в коло ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом зі входом першого індикатора підключені до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільвача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний зі входом розподільвача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюють ступінчасто, комутатора та до другого входу АЦП.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати та оцінювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора в процесі його роботи, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертають, зокрема потужними електричними машинами, та не дозволяє оцінювати стан роботоздатності об'єкта дослідження.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість на працюючому гідрогенераторі вимірювати та оцінювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора, що розширює функціональні можливості пристрою та дозволяє оцінювати стан роботоздатності об'єкта дослідження.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єкти, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка n ІЧ датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, два генератори імпульсів, два керовані підсилувачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, що змінюють ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільвач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи І та перший індикатор, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилувачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюють ступінчасто, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом АЦП з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом зі входом першого індикатора підключені до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільвача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора

імпульсів з'єднаний зі входом розподільвача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюють ступінчасто, комутатора та до другого входу АЦП, згідно з корисною моделлю, введено два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, другий індикатор, цифровий індикатор, третій елемент І, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина АЦП з'єднана зі вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП, другий вхід третього елемента І разом зі входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора, вихід третього цифрового компаратора підключений до першого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом третього регістра, вихід другого лічильника підключений до входу четвертого регістра, вихідна цифрова шина АЦП з'єднана з колами ЕОМ.

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора пояснює креслення, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - об'єкт дослідження - ротор гідрогенератора; 2 - об'єктив; 3 - п дзеркал; 4 - п лінз; 5 - оптична лінійка; 6 - лінійка п 14 датчиків; 7 - блок задання положення; 8 - перший цифровий компаратор; 9 - перший елемент І; 10 - перший генератор імпульсів; 11- перший тригер; 12 - другий елемент І; 13 - дільник частоти; 14 - буферний регістр; 15 - датчик положення; 16 - перший регістр; 17 - другий генератор імпульсів; 18 - розподільвач тактів; 19 - другий регістр; 20 - цифровий суматор; 21 - блок задання швидкості; 22 - другий цифровий компаратор; 23 - другий тригер; 24 - перший індикатор; 25 - комутатор; 26 - відеоконтрольний блок; 27 - блок пам'яті; 28 - перший лічильник; 29, 30 - перший та другий керовані підсилювачі; 31 - генератор напруги, що змінюють ступінчасто; 32 - другий лічильник; 33 - четвертий регістр; 34 - цифровий індикатор; 35 - аналого-цифровий перетворювач (АЦП); 36 - третій елемент І; 37 - третій регістр; 38 - третій цифровий компаратор; 39 - цифро-аналоговий перетворювач; 40 - перетворювач напруга-частота; 41 - блок установки нуля; 42 - блок задання ресурсу; 43 - третій лічильник; 44 - четвертий цифровий компаратор; 45 - другий індикатор, причому за об'єктивом 2 п дзеркал 3 закріплені на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю і на одній оптичній осі з дзеркалами встановлені п лінз 4, вихід дільника частоти 13 підключений до входів буферного регістра 14, першого лічильника 28 та до першого входу відеоконтрольного блока 26, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 29 та другого 30 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюють ступінчасто, 31, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті 27, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 28, четвертий вхід відеоконтрольного блока 26 разом з першим входом АЦП 35 з'єднані з виходом комутатора 25, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 14, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих ІЧ датчиків 6, вихідна цифрова шина АЦП 35 підключена в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення 7 з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора 8, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого 16 та другого 19 регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення 15, вихід першого цифрового компаратора 8 з'єднаний з першим входом першого елемента І 9, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера 23, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера 11, другий вхід якого разом зі входом першого індикатора 24 підключені до другого виходу другого тригера 23, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора 22, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості 21, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора 20, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого 16 та другого 19 регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільвача тактів 18, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера 23, вихід другого генератора

імпульсів 17 з'єднаний зі входом розподільвача тактів 18, вихід першого тригера 11 підключений до першого входу другого елемента І 12, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 10, а вихід підключений до входів дільника частоти 13, генератора напруги, що змінюють ступінчасто, 31, комутатора 25 та до другого входу АЦП 35, вихідна цифрова шина АЦП 35 з'єднана зі вхідною цифровою шиною третього регістра 37, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра 33 та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 38, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП 35, другий вхід третього елемента І 36 разом зі входом другого лічильника 32 підключені до виходу другого елемента І 12, вихідна цифрова шина четвертого регістра 33 з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора 34 та зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача 39, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота 40, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника 43, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля 41, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 44, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу 42, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора 45, вихід третього цифрового компаратора 38 підключений до першого входу третього елемента І 36, вихід якого з'єднаний зі входом третього регістра 37, вихід другого лічильника 32 підключений до входу четвертого регістра 33, позицією 1 позначено об'єкт дослідження - ротор гідрогенератора.

Запропонований пристрій працює наступним чином.

При подачі напруги живлення перший 10 та другий 17 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Одночасно вихідним сигналом блока установки нуля 41 третій лічильник 43 скидає. Потік інфрачервоного випромінювання, який створюють поверхнею ротора гідрогенератора 1, що знаходять на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єкти 2, через n дзеркал 3, що закріплені на оптичній лінійці 5, та через n лінз 4 на лінійку n ІЧ датчиків 6, розташованих вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора гідрогенератора в кожен момент часу в поле зору лінійки n ІЧ датчиків 6 потрапляє лише фрагмент поверхні вздовж радіуса ротора. Отримуючи фрагменти теплового зображення, можна побудувати тепловий портрет всієї поверхні ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Якщо ротор гідрогенератора 1 знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 26 теплове зображення поверхні ротора не виводить. Це обумовлено наступним. Під впливом другого генератора імпульсів 17 по чергово на виходах розподільвача тактів 18 формують сигнали. Сигналом з першого виходу розподільвача тактів 18 в перший регістр 16 записують код з виходу датчика положення 15. В другий регістр 19 сигналом з другого виходу розподільвача тактів 18 записують інший код з виходу датчика положення 15. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечують другим генератором імпульсів 17, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначають в цифровому суматорі 20 та подають на перший вхід другого цифрового компаратора 22, в якому здійснюють порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 21. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на виході другого цифрового компаратора 22 з'являється сигнал логічного нуля, який під дією сигналу з третього виходу розподільвача тактів 18 записують в другий тригер 23. При цьому перший індикатор 24 залишають ввімкненим, тепловий портрет ротора не фіксують.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на другому виході другого тригера 23 з'являється сигнал логічного нуля, перший індикатор 24 вимикають, на першому виході другого тригера 23 з'являється сигнал логічної одиниці, який подають на вхід першого елемента І 9. В момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу датчика положення 15 та з виходу блока задання положення 7 співпадають, на виході першого цифрового компаратора 8 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через перший елемент І 9 встановлюють в одиничний стан перший тригер 11. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 10 через другий елемент І 12 починають надходити в блоки, за допомогою яких формують тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 26.

Залежно від кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 10, що пов'язано співвідношенням $f_1/n = \omega/(2\pi \cdot m)$, де $m=360^\circ/\beta$, β - мінімальний сектор поверхні ротора, що потрапляє в поле зору лінійки n ІЧ датчиків 6, n - коефіцієнт ділення дільника частоти 13, що відповідає кількості окремих ІЧ датчиків 6.1, 6.2,...6.n. Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання

ротора, на виході діляника частоти 13 з'являються імпульси, якими фіксують у буферному реєстрі 14 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів n окремих ІЧ датчиків 6.1, 6.2, ..., 6.n. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта 1 (кількість таких ділянок $N=n \cdot m$). Комутатором 25 здійснюють зчитування інформації з буферного реєстра 14 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 25 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 26 і на вхід АЦП 35, в якому він перетворюється в цифрову форму та передається в ЕОМ.

Генератор напруги, що змінюють ступінчасто, 31, перший 29 та другий 30 керовані підсилювачі і блок пам'яті 27 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 26. Сигнал частотою f_1 , що надходить на вхід генератора напруги, що змінюють ступінчасто, 31, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подає на входи першого 29 і другого 30 керованих підсилювачів коефіцієнт підсилення, який задають вихідними сигналами блока пам'яті 27. При цьому коефіцієнти підсилення першого 29 та другого 30 керованих підсилювачів задають так, що на їх виходах формують сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin \varphi_j$ та $R_i \cdot \cos \varphi_j$ відповідно, де R_i - радіус, φ_j - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат, що обумовлено сигналами з датчика положення 15. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

На вхід блока пам'яті 27 сигнали надходять з першого лічильника 28, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює t . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 26 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу діляника частоти 13 формують зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора 1.

Очевидно, що, згідно із запропонованим алгоритмом, сканування ротора гідрогенератора 1 здійснюють спочатку вздовж деякого радіуса R_j . Коли закінчено сканування n точок, що лежать на радіусі R_j , здійснює сканування n точок, що лежать на радіусі R_{j+1} . Так знаходить кругову розгортку всього теплового зображення ротора гідрогенератора 1 в процесі його роботи.

Вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора 1, залежно від температури впливу на ізоляцію, за тепловим портретом здійснюють так. Одночасно аналогові сигнали з виходу комутатора 25 потрапляють і на відеоконтрольний блок 26, і на вхід АЦП 35, в якому по сигналу з виходу другого елемента І 12 здійснюють їх перетворення в цифровий код. По закінченню першого перетворення в третьому цифровому компараторі 38 здійснюють порівняння цифрового коду з виходу АЦП 35 та нульового коду, записаного в третьому реєстрі 37. При цьому на виході третього цифрового компаратора 38 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривають третій елемент І 36 і по сигналу з виходу другого елемента І 12 цифровий код з виходу АЦП 35 записують в третій реєстр 37. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході АЦП 35 з'являється цифровий код, який порівнюють з кодом, записаним в третьому реєстрі 37. І якщо цифровий код на виході АЦП 35 перевищує код, записаний в третьому реєстрі 37, то відбувається перезапис коду в третій реєстр 37. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок об'єкта дослідження 1, в третьому реєстрі 37 зберігають код, що відповідає найвищій температурі об'єкта дослідження 1. По завершенню повного оберту об'єкта дослідження 1 на виході другого лічильника 32, коефіцієнт ділення якого дорівнює N , з'являється імпульс, яким інформація з третього реєстра 37 переписують в четвертий реєстр 33 та виводять на цифровий індикатор 34. Одночасно цифровий код з виходу четвертого реєстра 33 надходить на вхід цифро-аналогового перетворювача 39, вихідний аналоговий сигнал якого подають на вхід перетворювача напруга-частота 40. З виходу останнього послідовність імпульсів надходить в третій лічильник 43 - лічильник відпрацьованого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора 1, який накопичують за кожен оберт ротора гідрогенератора 1 в процесі його роботи.

Зауважимо, що температура в місці нагріву ізоляції обмотки ротора гідрогенератора 1 може змінюватись, а, отже, буде змінюватись і частота надходження імпульсів в третій лічильник 43, яка залежить від значення аналогового сигналу, що відповідає температурі елементарної ділянки поверхні ротора гідрогенератора, який передають за допомогою відповідного інфрачервоного сенсора.

У випадку, коли ресурс роботи ізоляції ротора, що залежить від температури, вичерпують цифровий код на виході третього лічильника 43 досягає значення, записаного в блоці задання ресурсу 42. При цьому на виході четвертого цифрового компаратора 44 з'являється сигнал логічної одиниці, яким вмикають другий індикатор 45, що свідчить про вичерпання робочого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5 Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить
об'єкти, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут
45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами,
лінійку n ІЧ-датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий
перетворювач, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок,
10 перший лічильник, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик
положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два
регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи І та
перший індикатор, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра,
першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого
з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до
15 виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а другі входи з'єднані відповідно з
першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної
цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим
входом аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова
шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина
20 якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ-датчиків, вихідна цифрова шина блока задання
положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора,
друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого
регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового
компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до
25 першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий
вхід якого разом зі входом першого індикатора підключені до другого виходу другого тригера,
перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова
шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна
цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні
30 цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого
регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільувача тактів,
третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора
імпульсів з'єднаний зі входом розподільувача тактів, вихід першого тригера підключений до
першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора
35 імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюється
ступінчасто, комутатора та до другого входу аналого-цифрового перетворювача, який
відрізняється тим, що введено два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори,
другий індикатор, цифровий індикатор, третій елемент І, цифро-аналоговий перетворювач,
перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу, причому вихідна
40 цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі вхідною цифровою шиною
третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини
четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора,
друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового
перетворювача, другий вхід третього елемента І разом зі входом другого лічильника підключені
45 до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною
цифровою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового
перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого
з'єднаний з першим входом третього лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока
установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною
50 четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної
цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора, вихід
третього цифрового компаратора підключений до першого входу третього елемента І, вихід
якого з'єднаний зі входом третього регістра, вихід другого лічильника підключений до входу
четвертого регістра, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з
55 колами ЕОМ.

