



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161960** (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

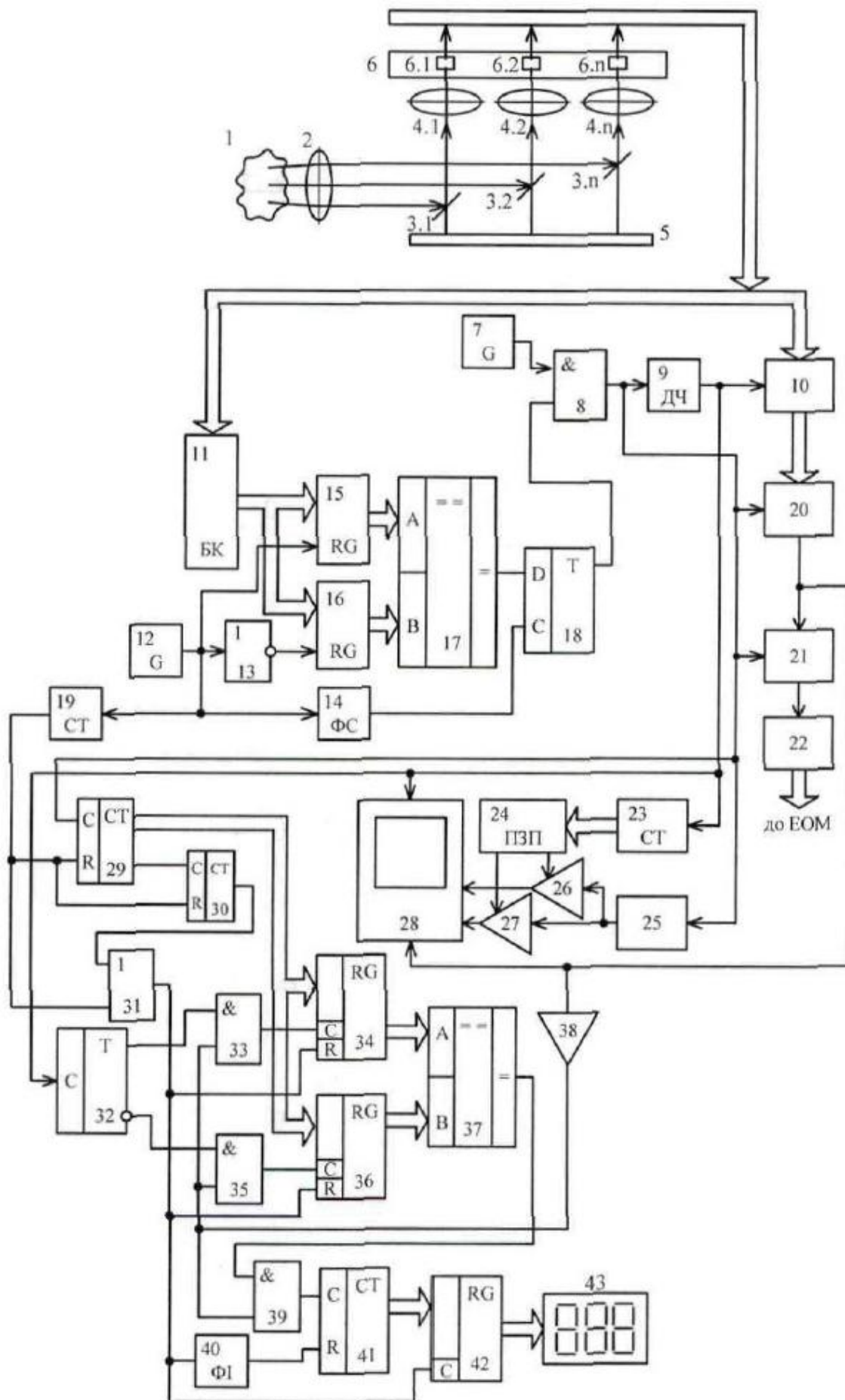
(21) Номер заявки: u 2025 03897	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Мошноріз Микола Миколайович (UA), Щерба Антон Віталійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.08.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.01.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.01.2026, Бюл.№ 3	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ОБМОТОК РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для тепловізійного діагностування обмоток ротора гідрогенератора містить об'єктив, n дзеркал, лінійка n окремих інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, інтерфейсний блок, два регістри, перший цифровий компаратор, перший тригер, перший елемент І, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу. При цьому в нього введено чотири лічильники, три регістри, три елементи І, елемент АБО, другий тригер, компаратор, другий цифровий компаратор, формувач імпульсів та цифровий індикатор.

UA 161960 U



Корисна модель належить до безконтактної термометрії і може бути використана для вимірювання температури об'єктів, що обертаються, зокрема поверхні обмоток ротора гідрогенераторів.

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 66867, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 2, 2012), що містить об'єкти, за яким п дзеркал закріплені на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю і на одній оптичній осі з дзеркалами встановлені п лінз, вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, 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, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом аналого-цифрового перетворювача (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 п окремих інфрачервоних (ІЧ) датчиків, вихідна цифрова шина АЦП підключена через інтерфейсний блок в кола 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 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 з 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 змінюється ступінчасто, комутатора та до другого входу АЦП.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє ідентифікувати та фіксувати виток з підвищеною температурою полюса обмотки ротора гідрогенератора в процесі вимірювання його теплового портрету під час роботи, оскільки гідрогенератор є специфічною електричною машиною закритого виконання, що ускладнює доступ до його обертючих частин.

Найближчим аналогом є пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 120310, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 20, 2017), що містить об'єкти, п дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка п окремих ІЧ датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, інтерфейсний блок, два регістри, цифровий компаратор (в подальшому - перший цифровий компаратор), тригер (в подальшому - перший тригер), елемент І (в подальшому - перший елемент І), індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник (в подальшому - перший лічильник), генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент ІІ та формувач сигналу, 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, 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 п окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина АЦП через інтерфейсний блок підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вихід якого підключений до входу індикатора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу АЦП, перший вихід першого тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу

формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента НІ з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента НІ підключений до входу другого регістра, вихідна цифрова шина блока компараторів з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки п окремих ІЧ-датчиків.

Головним недоліком найближчого аналога є те, що він не дозволяє ідентифікувати та фіксувати виток з підвищеною температурою полюса обмотки ротора гідрогенератора в процесі вимірювання його теплового портрету під час роботи, оскільки гідрогенератор є специфічною електричною машиною закритого виконання, що ускладнює доступ до його обертових частин.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для тепловізійного діагностування обмоток ротора гідрогенератора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість на працюючому гідрогенераторі ідентифікувати та фіксувати виток з підвищеною температурою полюса обмотки ротора гідрогенератора в процесі вимірювання його теплового портрету, що розширює функціональні можливості пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для тепловізійного діагностування обмоток ротора гідрогенератора, що містить об'єкти, п дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка п окремих ІЧ-датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, інтерфейсний блок, два регістри, перший цифровий компаратор, перший тригер, перший елемент І, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу, 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, 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 п окремих ІЧ-датчиків, вихідна цифрова шина АЦП через інтерфейсний блок підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу АЦП, вихід першого тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента НІ з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента НІ підключений до входу другого регістра, вихідна цифрова шина блока компараторів з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки п окремих ІЧ-датчиків, згідно з корисною моделлю, введено чотири лічильники, три регістри, три елементи І, елемент АБО, другий тригер, компаратор, другий цифровий компаратор, формувач імпульсів та цифровий індикатор, причому вихід дільника частоти з'єднаний зі входом другого тригера, перший та другий входи якого підключені, відповідно, до перших входів другого та третього елементів І, виходи яких з'єднані з першими входами третього та четвертого регістрів, а другі входи разом з другим входом четвертого елемента І підключені до виходу компаратора, вхід якого з'єднаний з виходом комутатора, перший вхід четвертого елемента І підключений до виходу другого цифрового компаратора, перша та друга вхідні цифрові шини якого з'єднані, відповідно, з вихідними цифровими шинами третього та четвертого регістрів, вхідні цифрові шини яких підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника, а другі входи яких разом з входом формувача імпульсів та входом п'ятого регістра з'єднані з виходом елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу третього лічильника, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого лічильника, а другий вхід разом з другими входами другого лічильника та елемента АБО підключені до виходу п'ятого лічильника, вихід формувача імпульсів з'єднаний з другим входом четвертого лічильника, перший вхід якого підключений до виходу четвертого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифрового індикатора, перший вхід другого лічильника з'єднаний з виходом першого елемента І, вихід другого генератора імпульсів підключений до входу п'ятого лічильника.

Пристрій для тепловізійного діагностування обмоток ротора гідрогенератора пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - ротор гідрогенератора; 2 - об'єктив; 3 - п дзеркал; 4 - п лінз; 5 - оптична лінійка; 6 - лінійка п окремих ІЧ-датчиків; 7 - перший генератор імпульсів; 8 - перший елемент І; 9 - дільник частоти; 10 - буферний регістр; 11 - блок компараторів; 12 - другий генератор імпульсів; 13 - елемент НІ; 14 - формувач сигналу; 15 - перший регістр; 16 - другий регістр; 17 - перший цифровий компаратор; 18 - перший тригер; 19 - п'ятий лічильник; 20 - комутатор; 21 - АЦП; 22 - інтерфейсний блок; 23 - перший лічильник; 24 - блок пам'яті; 25 - генератор напруги; 26, 27 - перший та другий керовані підсилювачі; 28 - відеоконтрольний блок; 29 - другий лічильник; 30 - третій лічильник; 31 - елемент АБО; 32 - другий тригер; 33 - другий елемент І; 34 - третій регістр; 35 - третій елемент І; 36 - четвертий регістр; 37 - другий цифровий компаратор; 38 - компаратор; 39 - четвертий елемент І; 40 - формувач імпульсів; 41 - четвертий лічильник; 42 - п'ятий регістр; 43 - цифровий індикатор, причому п дзеркал 3.1 - 3.п закріплені на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз 4.1-4.п встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, вихід дільника частоти 9 підключений до входів буферного регістра 10, першого лічильника 23 та до першого входу відеоконтрольного блока 28, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 26 та другого 27 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 25, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті 24, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 23, четвертий вхід відеоконтрольного блока 28 разом з першим входом АЦП 21 з'єднані з виходом комутатора 20, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 10, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки 6 п окремих ІЧ-датчиків 6.1-6.п, вхідна цифрова шина АЦП 21 через інтерфейсний блок 22 підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора 17 з'єднаний з першим входом першого тригера 18, вихід першого генератора імпульсів 7 з'єднаний з першим входом першого елемента І 8, вихід якого підключений до входів дільника частоти 9, комутатора 20, генератора напруги 25 та до другого входу АЦП 21, вихід першого тригера 18 з'єднаний з другим входом першого елемента І 8, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу 14, вхід якого разом зі входами першого регістра 15 та елемента НІ 13 з'єднані з виходом другого генератора імпульсів 12, вихід елемента НІ 13 підключений до входу другого регістра 16, вхідна цифрова шина блока компараторів 11 з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого 15 та другого 16 регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора 17, вхідна цифрова шина блока компараторів 11 з'єднана з виходами лінійки 6 п окремих ІЧ-датчиків 6.1-6.п, вхідна цифрова шина блока компараторів 11 з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.п інфрачервоного приймача 6, вихід дільника частоти 9 з'єднаний зі входом другого тригера 32, перший та другий входи якого підключені, відповідно, до перших входів другого 33 та третього 35 елементів І, виходи яких з'єднані з першими входами третього 34 та четвертого 36 регістрів, а другі входи разом з другим входом четвертого елемента І 39 підключені до виходу компаратора 38, вхід якого з'єднаний з виходом комутатора 20, перший вхід четвертого елемента І 39 підключений до виходу другого цифрового компаратора 37, перша та друга вхідні цифрові шини якого з'єднані, відповідно, з вихідними цифровими шинами третього 34 та четвертого 36 регістрів, вхідні цифрові шини яких підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника 29, а другі входи яких разом з входом формувача імпульсів 40 та входом п'ятого регістра 42 з'єднані з виходом елемента АБО 31, перший вхід якого підключений до виходу третього лічильника 30, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого лічильника 29, а другий вхід разом з другими входами другого лічильника 29 та елемента АБО 31 підключені до виходу п'ятого лічильника 19, вихід формувача імпульсів 40 з'єднаний з другим входом четвертого лічильника 41, перший вхід якого підключений до виходу четвертого елемента І 39, а вхідна цифрова шина з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого регістра 42, вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифрового індикатора 43, перший вхід другого лічильника 29 з'єднаний з виходом першого елемента І 8, вихід другого генератора імпульсів 12 підключений до входу п'ятого лічильника 19, позицією 1 позначено ротор гідрогенератора, позицією 2 позначено об'єктив.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 7 та другий 12 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Потік інфрачервоного випромінювання, який створюється поверхнею ротора гідрогенератора 1, що знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єктив 2 та через п дзеркал 3.1-3.п, закріплених на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, через п лінз 4.1-4.п, встановлених на одній

оптичній осі з дзеркалами, на лінійку 6 п окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n, розташованих вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора гідрогенератора 1 в кожен момент часу в поле зору інфрачервоних датчиків 6.1-6.n 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 28 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним.

Сигнали, що надходять з виходів n окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n на вхід блока компараторів 11, перетворюються в цифрову форму та записуються по сигналу логічної одиниці з виходу другого генератора імпульсів 12 в буферний регістр 10, а по сигналу логічного нуля, який перетворюється в сигнал логічної одиниці в елементі НІ 13, записуються в другий регістр 16. Зазначимо, що обидва регістри 15 та 16 мають синхронний прямий динамічний вхід і сигнали записуються в них по передньому фронту імпульсів з виходу другого генератора імпульсів 12. Якщо на виході першого цифрового компаратора 17 присутній сигнал логічного нуля, то це значить, що в першому 15 та другому 16 регістрах цифрові коди не співпадають, а, отже, частота сигналів другого генератора імпульсів 12 відрізняється від частоти обертання ротора гідрогенератора 1, що визначається кутовою швидкістю, розташованого по радіусу ротора, мінімального сектора поверхні ротора β , що потрапляє в поле зору інфрачервоних датчиків 6.1-6.n. Сигнал логічного нуля з виходу першого цифрового компаратора 17 перезаписується в перший тригер 18 по імпульсу, що з'являється на виході формувача сигналу 14 по задньому фронту вихідного імпульсу з другого генератора імпульсів 12. Враховуючи те, що в першому тригері 18 зберігається сигнал логічного нуля, то тепловий портрет ротора не фіксується.

Очевидно, що у разі співпадання кутової швидкості мінімального сектора поверхні ротора β з частотою надходження імпульсів другого генератора імпульсів 12 в перший 15 та другий 16 регістри буде записуватись один і той же цифровий код.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора 1 стає рівною номінальній, то на виході першого цифрового компаратора 17 з'являється сигнал логічного нуля, на виході першого тригера 18 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 8. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 7 через перший елемент І 8 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 28.

Залежно від номінальної кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора 1 вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 7, 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 інфрачервоних датчиків 6.1-6.n, n - коефіцієнт ділення дільника частоти 9, що відповідає кількості окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n. Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 9 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 10 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N = n \cdot m$). Комутатором 20 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 10 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 20 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 28 і на вхід АЦП 21, в якому він перетворюється в цифрову форму та передається через інтерфейсний блок 22 в ЕОМ.

Генератор напруги 25, перший 26 та другий 27 керовані підсилювачі і блок пам'яті 24 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 28. Сигнал частотою f_1 , що надходить на вхід генератора напруги 25, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 26 і другого 27 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 24. При цьому коефіцієнти підсилення першого 26 та другого 27 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються 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. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

На вхід блока пам'яті 24 сигнали надходять з першого лічильника 23, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m. В результаті на екрані відеоконтрольного блока 28 при наявності

одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 9 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора 1.

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

Ідентифікація витка обмотки з підвищеною температурою ротора гідрогенератора здійснюється так. Нагадаємо, що на виході дільника частоти 9 сигнал з'являється кожен раз, коли закінчується сканування вздовж лінійки окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n. По кожному імпульсу з виходу дільника частоти 9 другий тригер 32 кожен раз перемикається з одного положення в інше.

В період, коли ротор обертається з номінальною швидкістю, на виході першого елемента І 8 встановлюється послідовність імпульсів, яка формується першим генератором імпульсів 7, і ці імпульси надходять на перший вхід другого лічильника 29, внаслідок чого на його виході нараховується цифровий код від нульового значення до максимального, що відповідає кількості окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n. Послідовно за ним ввімкнений третій лічильник 30, коефіцієнт ділення якого відповідає розміру одного полюса обмотки ротора гідрогенератора 1 в перерахунку на кількість секторів його сканування.

Якщо на виході одного з окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n з'являється підвищене значення напруги, що відповідає підвищеній температурі фрагменту поверхні обмотки ротора гідрогенератора 1, то на виході компаратора 38 формується імпульс, який подається на другий 33 та третій 35 елементи І. В залежності від положення другого тригера 32 логічний сигнал з'являється або на першому, або на другому його виходах. Внаслідок цього цифровий код, що відповідає номеру інфрачервоного датчика в лінійці 6 окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6.n, з виходу другого лічильника 29 надходить на входи третього 34 та четвертого 36 регістрів. І коли під дією другого тригера 32 та компаратора 38 відкривається другий 33 та третій 35 елементи І, то цифровий код з виходу другого лічильника 29 заноситься в третій 34 та четвертий 36 регістри. Зазначимо, що при ввімкненні пристрою, коли в третьому 34 та четвертому 36 регістрах записаний нульовий цифровий код, при запису цифрового коду з виходу другого лічильника 29 в третій 34 або четвертий 36 регістри на виході другого цифрового компаратора 37 присутній сигнал логічного нуля.

При скануванні наступного сектора поверхні полюса ротора гідрогенератора 1, тобто, коли тим же інфрачервоним датчиком, що і в попередньому скануванні, фіксується підвищена температура, то в третій 34 або четвертий 36 регістри (в той, в якому записаний нульовий цифровий код) заноситься цифровий код з виходу другого лічильника 29, який співпадає з кодом, записаним при попередньому скануванні, і на виході другого цифрового компаратора 37 з'являється сигнал, що надходить на перший вхід четвертого елемента І 39. При цьому на його другому вході присутній сигнал з виходу компаратора 38, внаслідок чого на перший вхід четвертого лічильника 41 надходить імпульс, яким нараховується в ньому цифровий код, що свідчить про наявність підвищеної температури в сусідніх секторах в одному витку полюса обмотки ротора гідрогенератора 1.

Таке сканування та відповідна обробка інформації здійснюється над кожним полюсом обмотки ротора гідрогенератора 1 протягом повного оберту ротора гідрогенератора 1, внаслідок чого однаковий цифровий код періодично з виходу другого лічильника 29 заноситься по чергово то в третій 34, то в четвертий 36 регістри (за умови, що існує область підвищеної температури одного витка полюса обмотки ротора). Після завершення сканування одного полюса обмотки на виході третього лічильника 30 з'являється імпульс, яким через елемент АБО 31 обнуляються третій 34 та четвертий 36 регістри. Цим же сигналом цифровий код з виходу четвертого лічильника 41 переноситься в п'ятий регістр 42 і по завершенні імпульсу на виході формування імпульсів 40 з'являється сигнал, яким обнуляється четвертий лічильник 41.

Після цього розпочинається сканування другого полюса обмотки ротора гідрогенератора 1.

Зауважимо, що коефіцієнт ділення п'ятого лічильника 19 визначається кількістю імпульсів другого генератора імпульсів 12, період яких вкладається в повний оберт ротора гідрогенератора 1 на номінальній швидкості обертання таким чином, що на виході п'ятого лічильника 19 імпульс з'являється кожен раз, коли завершується повний оберт ротора гідрогенератора 1.

По завершенні сканування всіх полюсів обмотки ротора гідрогенератора на виході п'ятого лічильника 19 з'являється імпульс, яким обнуляється другий 29 та третій 30 лічильники і через елемент АБО 31 обнуляються третій 34 та четвертий 36 регістри. Цим же сигналом цифровий код з виходу четвертого лічильника 41 переноситься в п'ятий регістр 42 і по завершенні

імпульсу на виході формувача імпульсів 40 з'являється сигнал, яким обнуляється четвертий лічильник 41.

Цифровий код з виходу п'ятого регістра 42 заноситься в цифровий індикатор 43, на якому почергово відображається довжина області підвищеної температури вздовж одного витка кожного полюса обмотки ротора гідрогенератора 1, що і є сигналом для обслуговуючого персоналу щодо можливості подальшої експлуатації гідрогенератора.

У разі, коли підвищену температуру має тільки фрагмент ізоляції витка полюса обмотки в цифровому індикаторі 43 фіксується число, що підтверджує виникнення локальної області підвищеної температури.

Цикл сканування поверхні ротора гідрогенератора 1 повторюється.

Зазначимо, що частота імпульсів з другого генератора імпульсів 12 співпадає з частотою імпульсів, що формуються на виході дільника частоти 9. Тривалість імпульсу на виході формувача сигналів 14 вибирається суттєво меншою тривалості півперіоду частоти сигналів другого генератора імпульсів 12.

Поріг спрацьовування компараторів в блоці компараторів 11 вибирається дослідним шляхом.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для тепловізійного діагностування обмоток ротора гідрогенератора, 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 окремих інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, інтерфейсний блок, два регістри, перший цифровий компаратор, перший тригер, перший елемент І, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу, 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, 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 якого з'єднана з виходами лінійки n окремих інфрачервоних датчиків, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача через інтерфейсний блок підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу аналого-цифрового перетворювача, вихід першого тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента НІ з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента НІ підключений до входу другого регістра, вихідна цифрова шина блока компараторів з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки n окремих інфрачервоних датчиків, який **відрізняється** тим, що в нього введено чотири лічильники, три регістри, три елементи І, елемент АБО, другий тригер, компаратор, другий цифровий компаратор, формувач імпульсів та цифровий індикатор, причому вихід дільника частоти з'єднаний зі входом другого тригера, перший та другий виходи якого підключені, відповідно, до перших входів другого та третього елементів І, виходи яких з'єднані з першими входами третього та четвертого регістрів, а другі входи разом з другим входом четвертого елемента І підключені до виходу компаратора, вхід якого з'єднаний з виходом комутатора, перший вхід четвертого елемента І підключений до виходу другого цифрового компаратора, перша та друга вхідні цифрові шини якого з'єднані відповідно з вхідними цифровими шинами третього та четвертого регістрів, вхідні цифрові шини яких підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника, а другі входи яких разом з входом формувача імпульсів та входом п'ятого регістра з'єднані з виходом елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу третього лічильника, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого лічильника, а другий вхід разом з другими входами другого лічильника та елемента АБО підключені до виходу п'ятого лічильника, вихід формувача імпульсів з'єднаний з другим входом четвертого лічильника, перший вхід якого

підключений до виходу четвертого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифрового індикатора, перший вхід другого лічильника з'єднаний з виходом першого елемента І, вихід другого генератора імпульсів підключений до входу п'ятого лічильника.

