



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 162498

(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 03891**

(22) Дата подання заявки: **12.08.2025**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **02.04.2026**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **01.04.2026, Бюл.№ 13**

(72) Винахідник(и):

**Грабко Володимир Віталійович (UA),
Грабко Валентин Володимирович (UA),
Мошноріз Микола Миколайович (UA),
Кушнір Дмитро Анатолійович (UA)**

(73) Володілець (володільці):

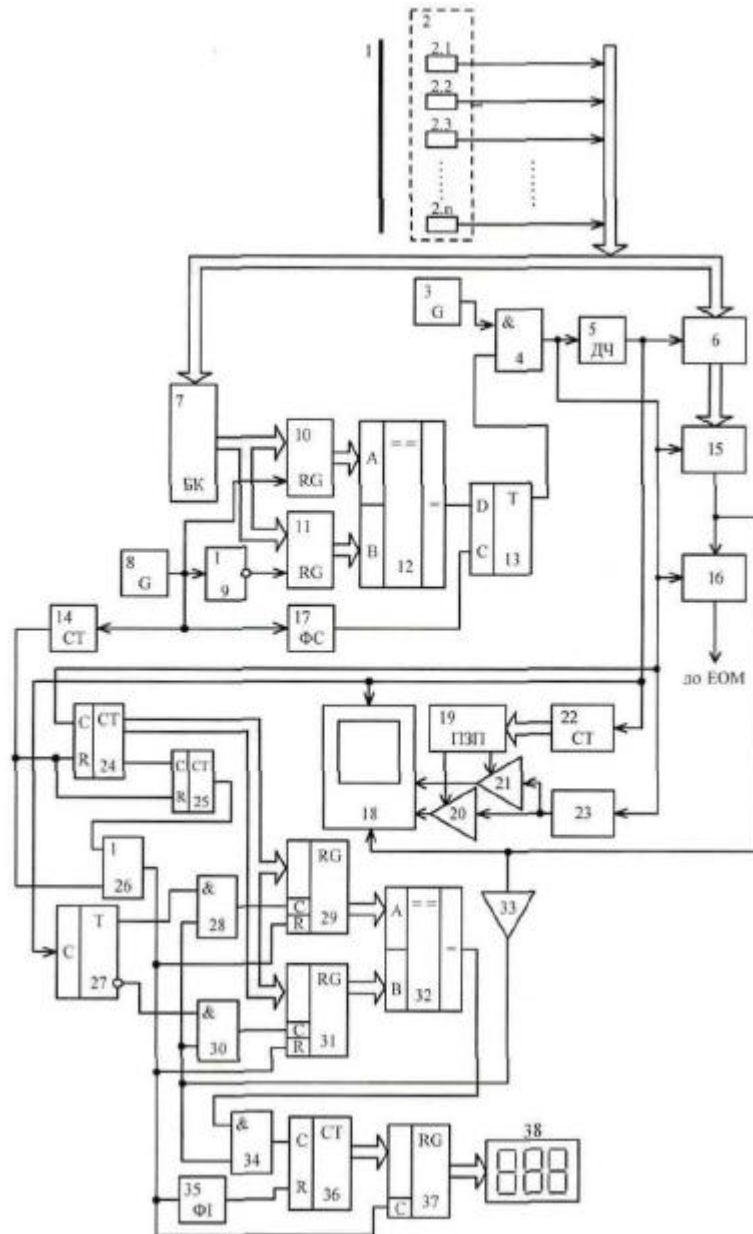
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця,
21021 (UA)**

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ОБМОТОК РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для тепловізійного діагностування обмоток ротора гідрогенератора містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, два регістри, перший цифровий компаратор, перший тригер, перший елемент І, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу. У пристрій введено чотири лічильники, три регістри, три елементи І, елемент АБО, другий тригер, компаратор, другий цифровий компаратор, формувач імпульсів та цифровий індикатор.

UA 162498 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 [патент України № 66866, МПК G01K 13/08, Бюл. № 2, 2012], що містить об'єкти, інфрачервоний приймач, що містить п окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрові компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи І та індикатор, причому 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, 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 блока підготовки даних з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихід блока підготовки даних підключений 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 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, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, комутатора та до другого входу блока підготовки даних.

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.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі є пристрій для безконтактного вимірювання температури [патент України № 120311, МПК G01K 13/08, Бюл. № 20, 2017], що містить об'єкти, інфрачервоний приймач, що містить п окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник (в подальшому - перший лічильник), генератор напруги, блок пам'яті, два регістри, цифровий компаратор (в подальшому - перший цифровий компаратор), тригер (в подальшому - перший тригер), елемент І (в подальшому - перший елемент І), індикатор, 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 блока підготовки даних з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихід блока підготовки даних підключений в кола ЕОМ, 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 блока підготовки даних, вихід першого цифрового компаратора підключений до першого входу першого тригера, другий вихід якого з'єднаний зі входом індикатора, вихідна цифрова шина блока компараторів підключена до вхідних цифрових шин першого та другого регістрів, вихідні

цифрові шини яких з'єднані з першою та другою вхідними цифровими шинами першого цифрового компаратора, 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, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача.

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 обертових частин.

В основу корисної моделі поставлена задача 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 п окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, два регістри, перший цифровий компаратор, перший тригер, перший елемент І, 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 блока підготовки даних з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихід блока підготовки даних підключений в кола ЕОМ, 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 блока підготовки даних, вихід першого цифрового компаратора підключений до першого входу першого тригера, вихідна цифрова шина блока компараторів підключена до вхідних цифрових шин першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких з'єднані з першою та другою вхідними цифровими шинами першого цифрового компаратора, 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, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, 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 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 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 - об'єктив; 2 - інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів; 3 - перший генератор імпульсів; 4 - перший елемент І; 5 - дільник частоти; 6 -
 5 буферний регістр; 7 - блок компараторів; 8 - другий генератор імпульсів; 9 - елемент НІ; 10 -
 перший регістр; 11 - другий регістр; 12 - перший цифровий компаратор; 13 - перший тригер; 14 -
 п'ятий лічильник; 15 - комутатор; 16 - блок підготовки даних; 17 - формувач сигналу; 18 -
 відеоконтрольний блок; 19 - блок пам'яті; 20, 21 - перший та другий керовані підсилювачі; 22 -
 10 перший лічильник; 23 - генератор напруги; 24 - другий лічильник; 25 - третій лічильник; 26 -
 елемент АБО; 27 - другий тригер; 28 - другий елемент І; 29 - третій регістр; 30 - третій елемент І;
 31 - четвертий регістр; 32 - другий цифровий компаратор; 33 - компаратор; 34 - четвертий
 елемент І; 35 - формувач імпульсів; 36 - четвертий лічильник; 37 - п'ятий регістр; 38 - цифровий
 індикатор, причому вихід дільника частоти 5 підключений до входів буферного регістра 6,
 15 першого лічильника 22 та до першого входу відеоконтрольного блока 18, другий та третій входи
 якого з'єднані з виходами першого 20 та другого 21 керованих підсилювачів, перші входи яких
 підключені до виходу генератора напруги 23, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та
 другим виходами блока пам'яті 19, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової
 шини першого лічильника 22, четвертий вхід відеоконтрольного блока 18 разом з першим
 20 входом блока підготовки даних 16 з'єднані з виходом комутатора 15, вхідна цифрова шина якого
 підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 6, вхідна цифрова шина якого
 з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1- 2.n інфрачервоного приймача 2,
 вихід блока підготовки даних 16 підключений в кола ЕОМ, вихід першого генератора імпульсів 3
 з'єднаний з першим входом першого елемента І 4, вихід якого підключений до входів дільника
 25 частоти 5, комутатора 15, генератора напруги 23 та до другого входу блока підготовки даних 16,
 вихідна цифрова шина блока компараторів 7 підключена до вхідних цифрових шин першого 10
 та другого 11 регістрів, вихідні цифрові шини яких з'єднані з першою та другою вхідними
 цифровими шинами першого цифрового компаратора 12, вихід якого підключений до першого
 входу першого тригера 13, перший вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І 4,
 а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу 17, вхід якого разом зі входами
 30 першого регістра 10 та елемента НІ 9 з'єднані з виходом другого генератора імпульсів 8, вихід
 елемента НІ 9 підключений до входу другого регістра 11, вхідна цифрова шина блока
 компараторів 7 з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1 - 2.n інфрачервоного
 приймача 2, вихід дільника частоти 5 з'єднаний зі входом другого тригера 27, перший та другий
 35 входи якого підключені, відповідно, до перших входів другого 28 та третього 30 елементів І,
 входи яких з'єднані з першими входами третього 29 та четвертого 31 регістрів, а другі входи
 разом з другим входом четвертого елемента І 34 підключені до виходу компаратора 33, вхід
 якого з'єднаний з виходом комутатора 15, перший вхід четвертого елемента І 34 підключений до
 виходу другого цифрового компаратора 32, перша та друга вхідні цифрові шини якого з'єднані,
 відповідно, з вхідними цифровими шинами третього 29 та четвертого 31 регістрів, вхідні
 40 цифрові шини яких підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника 24, а другі входи
 яких разом з входом формувача імпульсів 35 та входом п'ятого регістра 37 з'єднані з виходом
 елемента АБО 26, перший вхід якого підключений до виходу третього лічильника 25, перший
 вхід якого з'єднаний з виходом другого лічильника 24, а другий вхід разом з другими входами
 другого лічильника 24 та елемента АБО 26 підключені до виходу п'ятого лічильника 14, вихід
 45 формувача імпульсів 35 з'єднаний з другим входом четвертого лічильника 36, перший вхід якого
 підключений до виходу четвертого елемента І 34, а вихідна цифрова шина з'єднана зі вхідною
 цифровою шиною п'ятого регістра 37, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної
 цифрової шини цифрового індикатора 38, перший вхід другого лічильника 24 з'єднаний з
 виходом першого елемента І 4, вихід другого генератора імпульсів 8 підключений до входу
 50 п'ятого лічильника 14.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 3 та другий 8
 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Потік
 інфрачервоного випромінювання, який створюється поверхнею ротора гідрогенератора, що
 знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єктив 1 на
 55 лінійку n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1 - 2.n інфрачервоного приймача 2, розташованих
 вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора гідрогенератора в кожен момент
 часу в поле зору інфрачервоного приймача 2 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 знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 18 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним.

Сигнали, що надходять з виходів n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1 - 2. n інфрачервоного приймача 2 на вхід блока компараторів 7, перетворюються в цифрову форму та записуються по сигналу логічної одиниці з виходу другого генератора імпульсів 8 в перший регістр 10, а по сигналу логічного нуля, який перетворюється в сигнал логічної одиниці в елементі НІ 9, записуються в другий регістр 11. Зазначимо, що обидва регістри 10 та 11 мають синхронний прямий динамічний вхід і сигнали записуються в них по передньому фронту імпульсів з виходу другого генератора імпульсів 8. Якщо на виході першого цифрового компаратора 12 присутній сигнал логічного нуля, то це значить, що в першому 10 та другому 11 регістрах цифрові коди не співпадають, а, отже, частота сигналів другого генератора імпульсів 8 відрізняється від частоти обертання ротора гідрогенератора, що визначається кутовою швидкістю, розташованого по радіусу ротора, мінімального сектора поверхні ротора β , що потрапляє в поле зору інфрачервоного приймача 2. Сигнал логічного нуля з виходу першого цифрового компаратора 12 перезаписується в перший тригер 13 по імпульсу, що з'являється на виході формувача сигналу 17 по задньому фронту вихідного імпульсу з другого генератора імпульсів 8. Враховуючи те, що в першому тригері 13 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 8 в перший 10 та другий 11 регістри буде записуватись один і той же цифровий код.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на виході першого цифрового компаратора 12 з'являється сигнал логічного нуля, на першому виході першого тригера 13 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 4. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 3 через перший елемент І 4 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 18.

Залежно від номінальної кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 3, 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 інфрачервоного приймача 2, n - коефіцієнт ділення дільника частоти 5, що відповідає кількості окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 5 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 6 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N=n \cdot m$). Комутатором 15 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 6 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 15 надходить на вхід відеоконтрольного блока 18 і на вхід блока підготовки даних 16, в якому він перетворюється в цифрову форму та приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

Генератор напруги 23, перший 20 та другий 21 керовані підсилювачі і блок пам'яті 19 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 18. Сигнал частотою f_1 , що надходить на вхід генератора напруги 23, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 20 і другого 21 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 19. При цьому коефіцієнти підсилення першого 20 та другого 21 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 19 сигнали надходять з першого лічильника 22, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 18 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 5 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

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 5 сигнал з'являється кожен раз, коли закінчується сканування вздовж лінійки окремих інфрачервоних сенсорів 2.1 - 2.n. По кожному імпульсу з виходу дільника частоти 5 другий тригер 27 кожен раз перемикається з одного положення в інше.

В період, коли ротор обертається з номінальною швидкістю, на виході першого елемента І 4 встановлюється послідовність імпульсів, яка формується першим генератором імпульсів 3, і ці імпульси надходять на перший вхід другого лічильника 24, внаслідок чого на його виході наращується цифровий код від нульового значення до максимального, що відповідає кількості окремих інфрачервоних сенсорів 2.1 - 2.n. Послідовно за ним ввімкнений третій лічильник 25, коефіцієнт ділення якого відповідає розміру одного полюса обмотки ротора гідрогенератора в перерахунку на кількість секторів його сканування.

Якщо на виході одного з окремих інфрачервоних сенсорів 2.1 - 2.n з'являється підвищене значення напруги, що відповідає підвищеній температурі фрагменту поверхні обмотки ротора гідрогенератора, то на виході компаратора 33 формується імпульс, який подається на другий 28 та третій 30 елементи І. Залежно від положення другого тригера 27 логічний сигнал з'являється або на першому, або на другому його виходах. Внаслідок цього цифровий код, що відповідає номеру інфрачервоного сенсора в лінійці 2 окремих інфрачервоних сенсорів 2.1 - 2.n, з виходу другого лічильника 24 надходить на входи третього 29 та четвертого 31 регістрів. І коли під дією другого тригера 27 та компаратора 33 відкривається другий 28 та третій 30 елементи І, то цифровий код з виходу другого лічильника 24 заноситься в третій 29 та четвертий 31 регістри. Зазначимо, що при ввімкненні пристрою, коли в третьому 29 та четвертому 31 регістрах записаний нульовий цифровий код, при запису цифрового коду з виходу другого лічильника 24 в третій 29 або четвертий 31 регістри на виході другого цифрового компаратора 32 присутній сигнал логічного нуля.

При скануванні наступного сектора поверхні полюса ротора гідрогенератора, тобто, коли тим же інфрачервоним сенсором, що і в попередньому скануванні, фіксується підвищена температура, то в третій 29 або четвертий 31 регістри (в той, в якому записаний нульовий цифровий код) заноситься цифровий код з виходу другого лічильника 24, який співпадає з кодом, записаним при попередньому скануванні, і на виході другого цифрового компаратора 32 з'являється сигнал, що надходить на перший вхід четвертого елемента І 34. При цьому на його другому вході присутній сигнал з виходу компаратора 33, внаслідок чого на перший вхід четвертого лічильника 36 надходить імпульс, яким наращується в ньому цифровий код, що свідчить про наявність підвищеної температури в сусідніх секторах в одному витку полюса обмотки ротора гідрогенератора.

Таке сканування та відповідна обробка інформації здійснюється над кожним полюсом обмотки ротора гідрогенератора протягом повного оберту ротора гідрогенератора, внаслідок чого однаковий цифровий код періодично з виходу другого лічильника 24 заноситься по чергово то в третій 29, то в четвертий 31 регістри (за умови, що існує область підвищеної температури одного витка полюса обмотки ротора). Після завершення сканування одного полюсу обмотки на виході третього лічильника 25 з'являється імпульс, яким через елемент АБО 26 обнуляються третій 29 та четвертий 31 регістри. Цим же сигналом цифровий код з виходу четвертого лічильника 36 переноситься в п'ятий регістр 37 і по завершенню імпульсу на виході формувача імпульсів 35 з'являється сигнал, яким обнуляється четвертий лічильник 36.

Після цього розпочинається сканування другого полюса обмотки ротора гідрогенератора.

Зауважимо, що коефіцієнт ділення п'ятого лічильника 14 визначається кількістю імпульсів другого генератора імпульсів 8, період яких вкладається в повний оберт ротора гідрогенератора на номінальній швидкості обертання таким чином, що на виході п'ятого лічильника 14 імпульс з'являється кожен раз, коли завершується повний оберт ротора гідрогенератора.

По завершенні сканування всіх полюсів обмотки ротора гідрогенератора на виході п'ятого лічильника 14 з'являється імпульс, яким обнуляється другий 24 та третій 25 лічильники і через елемент АБО 26 обнуляються третій 29 та четвертий 31 регістри. Цим же сигналом цифровий код з виходу четвертого лічильника 36 переноситься в п'ятий регістр 37 і по завершенню імпульсу на виході формувача імпульсів 35 з'являється сигнал, яким обнуляється четвертий лічильник 36.

Цифровий код з виходу п'ятого регістра 37 заноситься в цифровий індикатор 38, на якому по чергово відображається довжина області підвищеної температури вздовж одного витка кожного полюсу обмотки ротора гідрогенератора, 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 38 фіксується число, що підтверджує виникнення локальної області підвищеної температури.

Цикл сканування поверхні ротора гідрогенератора повторюється.

Зазначимо також, що частота імпульсів з другого генератора імпульсів 8 співпадає з частотою імпульсів, що формуються на виході дільника частоти 5. Тривалість імпульсу на виході формувача сигналів 17 вибирається суттєво меншою тривалості півперіоду частоти сигналів другого генератора імпульсів 8.

Поріг спрацьовування компараторів в блоці компараторів 7 вибирається дослідним шляхом.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для тепловізійного діагностування обмоток ротора гідрогенератора, що містить п окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, два регістри, перший цифровий компаратор, перший тригер, перший елемент І, 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 блока підготовки даних з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихід блока підготовки даних підключений в кола ЕОМ, 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 блока підготовки даних, вихід першого цифрового компаратора підключений до першого входу першого тригера, вихідна цифрова шина блока компараторів підключена до вхідних цифрових шин першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких з'єднані з першою та другою вхідними цифровими шинами першого цифрового компаратора, 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, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, який **відрізняється** тим, що введено чотири лічильники, три регістри, три елемента 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 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.

