



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 160757

(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

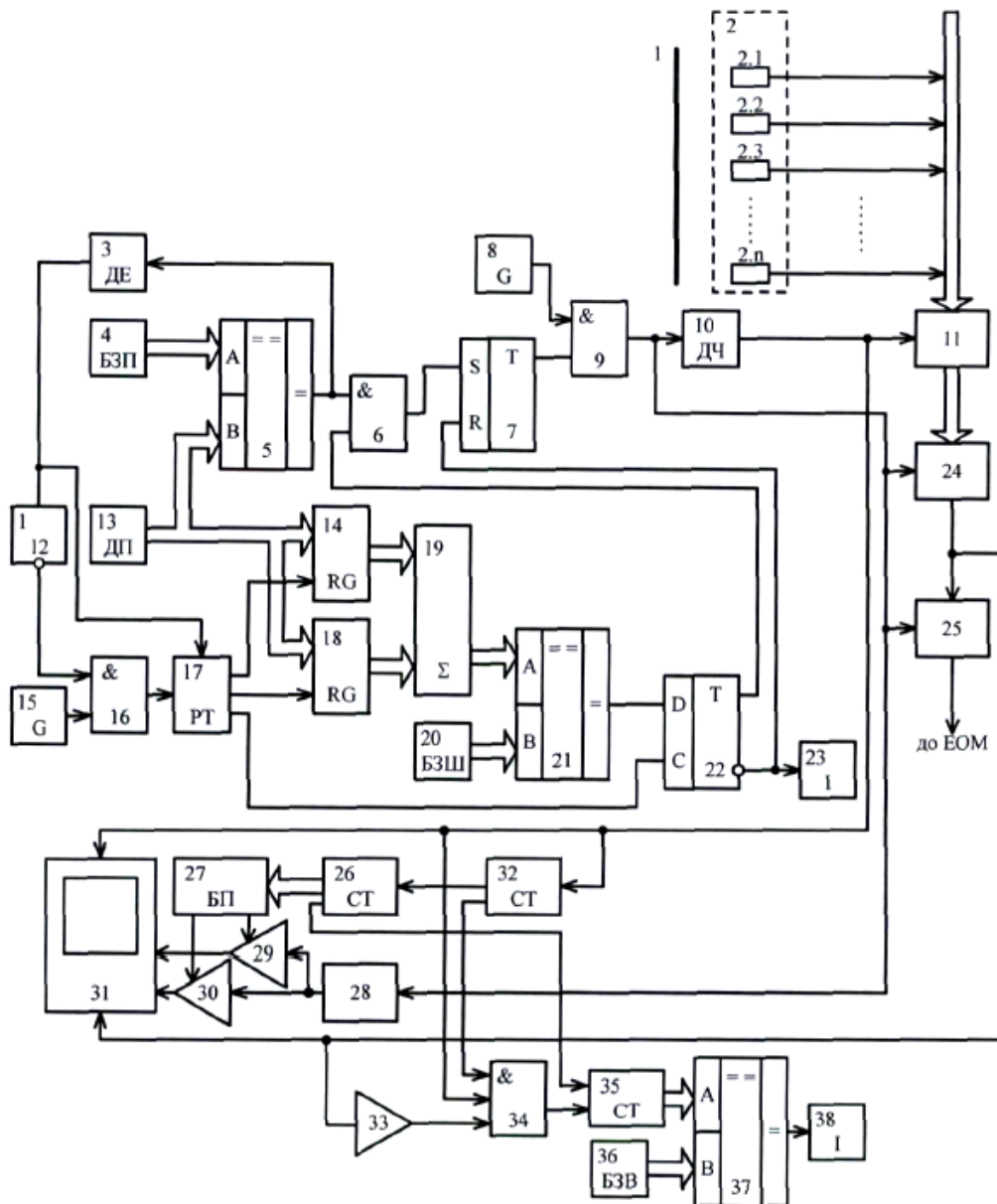
(21) Номер заявки: u 2024 06044	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Чорна Ольга Анатоліївна (UA), Лубко Валентин Романович (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.12.2024	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.10.2025	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 08.10.2025, Бюл.№ 41	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора містить об'єktiv, інфрачервоний приймач, 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, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, перший індикатор, диференціюючий елемент, та елемент НІ. У нього введено компаратор, четвертий елемент І, два лічильники, третій цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор. Вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом дільника частоти, а перший вхід підключений до другого виходу другого лічильника, перший вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника, а вхід підключений до виходу дільника частоти. Вихід першого лічильника з'єднаний з другим входом третього лічильника, перший вхід якого підключений до виходу четвертого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора.

UA 160757 U



Корисна модель належить до безконтактної термометрії і може бути використана для безконтактного вимірювання температури об'єктів, що обертаються, з подальшою оцінкою радіального биття, зокрема ротора гідрогенераторів.

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (патент України № 66866, М. кл. G01K 13/08, Бюл. № 2, 2012 р.), 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 цифрових 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.

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати радіальне биття ротора гідрогенератора в процесі його роботи, оскільки гідрогенератор є специфічною електричною машиною закритого виконання, що ускладнює доступ до його обертових частин.

Найближчим аналогом є пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (патент України № 90253, М. кл. G01K 13/08, Бюл. № 10, 2014 р.), 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 (у подальшому - перший лічильник), генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, індикатор (у подальшому - перший індикатор), диференціюючий елемент, та елемент ІІ, 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 її 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 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 розподільювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги, комутатора та з другим входом блока підготовки даних, вхід диференціюючого елемента підключений до виходу першого цифрового компаратора, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ та першим входом розподільювача тактів, вихід елемента НІ підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до другого входу розподільювача тактів.

Недоліком найближчого аналога є те, що він не дозволяє вимірювати тепловий портрет ротора гідрогенератора в процесі його роботи з подальшою оцінкою рівня радіального биття ротора, із-за відсутності можливості доступу до його обертових частин, враховуючи, що гідрогенератор є специфічною електричною машиною закритого виконання.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість на працюючому гідрогенераторі за вимірюваним тепловим портретом ротора в процесі його обертання оцінювати рівень радіального биття ротора, що дозволяє розширити функціональні можливості пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрій для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, 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, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільювач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, перший індикатор, диференціюючий елемент, та елемент НІ, причому вихід дільника частоти підключений до входу буферного регістра 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, 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 розподільювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги, комутатора та з другим входом блока підготовки даних, вхід диференціюючого елемента підключений до виходу першого цифрового компаратора, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ та першим входом розподільювача тактів, вихід елемента НІ підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до другого входу розподільювача тактів, згідно з корисною моделлю, введено компаратор, четвертий елемент І, два лічильники, третій

цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор, при цьому вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом дільника частоти, а перший вхід підключений до другого виходу другого лічильника, перший вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника, а вхід підключений до виходу дільника частоти, вихід першого лічильника з'єднаний з другим входом третього лічильника, перший вхід якого підключений до виходу четвертого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора.

Корисна модель пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - об'єктив; 2 - інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів; 3 - диференціюючий елемент; 4 - блок задання положення; 5 - перший цифровий компаратор; 6 - перший елемент І; 7 - перший тригер; 8 - перший генератор імпульсів; 9 - другий елемент І; 10 - дільник частоти; 11 - буферний регістр; 12 - елемент НІ; 13 - датчик положення; 14 - перший регістр; 15 - другий генератор імпульсів; 16 - третій елемент І; 17 - розподільувач тактів; 18 - другий регістр; 19 - цифровий суматор; 20 - блок задання швидкості; 21 - другий цифровий компаратор; 22 - другий тригер; 23 - перший індикатор; 24 - комутатор; 25 - блок підготовки даних; 26 - перший лічильник; 27 - блок пам'яті; 28 - генератор напруги; 29, 30 - перший та другий керовані підсилювачі; 31 - відеоконтрольний блок, 32 - другий лічильник; 33 - компаратор; 34 - четвертий елемент І; 35 - третій лічильник; 36 - блок задання вібрації; 37 - третій цифровий компаратор; 38 - другий індикатор, причому вихід дільника частоти 10 підключений до входу буферного регістра 11 та до першого входу відеоконтрольного блока 31, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 29 та другого 30 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 28, 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 26, четвертий вхід відеоконтрольного блока 31 разом з першим входом блока підготовки даних 25 з'єднані з виходом комутатора 24, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 11, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виводами її окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2, вихід блока підготовки 25 даних підключений в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення 4 з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора 5, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого 14 та другого 18 регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення 13, вихід першого цифрового компаратора 5 з'єднаний з першим входом першого елемента І 6, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера 22, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера 7, другий вхід якого разом зі входом першого індикатора 23 підключені до другого виходу другого тригера 22, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора 21, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості 20, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора 19, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого 14 та другого 18 регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільувача тактів 17, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера 22, вихід першого тригера 7 з'єднаний з першим входом другого елемента І 9, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 8, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти 10, генератора напруги 28, комутатора 24 та з другим входом блока підготовки даних 25, вхід диференціюючого елемента 3 підключений до виходу першого цифрового компаратора 5, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ 12 та першим входом розподільувача тактів 17, вихід елемента НІ 12 підключений до першого входу третього елемента І 16, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 15, а вихід підключений до другого входу розподільувача тактів 17, вихід комутатора 24 з'єднаний зі входом компаратора 33, вихід якого підключений до третього входу четвертого елемента І 34, другий вхід якого з'єднаний з виходом дільника частоти 10, а перший вхід підключений до другого виходу другого лічильника 32, перший вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника 26, а вхід підключений до виходу дільника частоти 10, вихід першого лічильника 26 з'єднаний з другим входом третього лічильника 35, перший вхід якого підключений до виходу четвертого елемента І 34, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною третього цифрового компаратора 37, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації 36, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора 38, позицією 1 позначено об'єктив.

Запропонований пристрій подачі напруги живлення перший 8 та другий 15 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 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.

Частина з інфрачервоних сенсорів 2.1-2. n інфрачервоного приймача 2 знаходиться за межами найвіддаленішої точки ротора гідрогенератора.

Якщо ротор гідрогенератора знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 31 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним. Під впливом другого генератора імпульсів 15 через відкритий третій елемент І 16 сигнали поступають на вхід розподільвача тактів 17 (крім моменту проходження ротором умовного початкового положення). На його виходах формуються сигнали. Сигналом з першого виходу розподільвача тактів 17 в перший регістр 14 записується код з виходу датчика положення 13. У другий регістр 18 сигналом з другого виходу розподільвача тактів 17 записується інший код з виходу датчика положення 13. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечується другим генератором імпульсів 15, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначається в цифровому суматорі 19 та подається на перший вхід другого цифрового компаратора 21, в якому здійснюється порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 20. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на виводі другого цифрового компаратора 21 з'являється сигнал логічного нуля, який під дією сигналу з третього виходу розподільвача тактів 17 записується в другий тригер 22. При цьому перший індикатор 23 залишається ввімкненим, тепловий портрет ротора не фіксується. У момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу блока задання положення 4 та з виходу датчика положення 13 співпадають, і на виході першого цифрового компаратора 5 з'являється сигнал, який поступає на вхід диференціюючого елемента 3. На його виході формується сигнал, який обнуляє розподільвач тактів 17, а також через елемент НІ 12 закриває третій елемент І 16, що в свою чергу зумовлює короткотривале припинення подачі імпульсів з другого генератора імпульсів 15 на розподільвач тактів 17.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на другому виході другого тригера 22 з'являється сигнал логічного нуля, перший індикатор 23 вимикається, на першому виході другого тригера 22 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 6. У момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу датчика положення 13 та з виходу блока задання положення 4 співпадають, на виході першого цифрового компаратора 5 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через перший елемент І 6 встановлюється в одиничний стан перший тригер 7. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 8 через другий елемент І 9 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 31.

У залежності від кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 8, 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 10, що відповідає кількості окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 10 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 11 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 24 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 11 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 24 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 31 і на вхід блока підготовки даних 25, в якому він перетворюється в цифрову форму та приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

Генератор напруги 28, перший 29 та другий 30 керовані підсилювачі і блок пам'яті 27 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 31. Сигнал частотою f_1 ,

що поступає на вхід генератора напруги 28, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 29 і другого 30 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 27. При цьому коефіцієнти підсилення першого 29 та другого 30 керованих підсилювачів Надаються так, що на їх виходах сигнали, пропорційні $R_i \sin \varphi_i$ та $R_i \cos \varphi_i$ відповідно, де R_i - радіус, (φ_i - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат, що обумовлено сигналами з датчика положення 13. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

На вхід блока пам'яті 27 сигнали надходять з дільника частоти 10 через послідовно ввімкнені другий 32 та перший 26 лічильники, загальний коефіцієнт перерахунку яких дорівнює m . У результаті на екрані відеоконтрольного блока 31 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 10 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

Підкреслимо, що частина інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2, які найбільше віддалені від осі ротора гідрогенератора, виконують функцію не тільки передачі теплового зображення, що потрапляє в їхнє поле зору, але й функцію формування теплового портрету краю ротора при появі в ньому радіального биття. Це забезпечується так.

Як зазначалось, другий 32 та перший 26 лічильники мають загальний коефіцієнт перерахунку m . Враховуючи те, що лише незначна частина сенсорів інфрачервоного приймача 2 використовується для відслідковування радіального биття ротора гідрогенератора, то, очевидно, що коефіцієнт перерахунку другого лічильника 32 дещо менший від m , а до значення m його доповнює перший лічильник 26.

А тому при надходженні послідовності імпульсів з дільника частоти 10 в момент заповнення імпульсами другого лічильника 32 на його другому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який разом з послідовністю імпульсів з дільника частоти 10 поступає на входи четвертого елемента І 34. Одночасно послідовність сигналів, пропорційних температурі сканованої поверхні, з виходу комутатора 24 подається на компаратор 33 із виходу останнього у вигляді сигналів логічного нуля або одиниці надходить на третій вхід четвертого елемента І 34. Очевидно, що коли температура сканованої поверхні менша порогу спрацьовування компаратора 33, то на його виході присутній сигнал логічного нуля, внаслідок чого на виході четвертого елемента І 34 присутній також сигнал логічного нуля. У разі, коли у зоні сканування з'являється край сканованої поверхні ротора гідрогенератора, що свідчить про появу радіального биття в роторі гідрогенератора, то на виході компаратора 33 формуються сигнали логічної одиниці та на виході четвертого елемента І 34 формується послідовність імпульсів, яка надходить на вхід третього лічильника 35.

У разі, коли рівень радіального биття незначний і цифровий код на виході третього лічильника 35 менше значення цифрового коду, що записаний в блоці задання вібрації 36, на виході третього цифрового компаратора 37 присутній сигнал логічного нуля. Якщо рівень радіального биття зростає, то на виході третього цифрового компаратора 37 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на другий індикатор 38.

По завершенню сканування вздовж інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2 на виході першого лічильника 26 з'являється сигнал логічної одиниці, яким скидається третій лічильник 35 та розпочинається сканування наступного сектору ротора гідрогенератора.

Таким чином в кожному секторі сканування поверхні ротора гідрогенератора можна спостерігати наявність або відсутність радіального биття, що і відображається по зовнішньому контуру зображення у відеоконтрольному блоці 31.

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.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора, що містить об'єktiv, інфрачервоний приймач, що 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, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, перший індикатор, диференціюючий елемент та елемент ІІІ, причому вихід дільника частоти

підключений до входу буферного регістра 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 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 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 першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги, комутатора та з другим входом блока підготовки даних, вхід диференціюючого елемента підключений до виходу першого цифрового компаратора, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ та першим входом розподільвача тактів, вихід елемента НІ підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до другого входу розподільвача тактів, який **відрізняється** тим, що в нього введено компаратор, четвертий елемент І, два лічильники, третій цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор, при цьому вихід комутатора з'єднаний із входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом дільника частоти, а перший вхід підключений до другого виходу другого лічильника, перший вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника, а вхід підключений до виходу дільника частоти, вихід першого лічильника з'єднаний з другим входом третього лічильника, перший вхід якого підключений до виходу четвертого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора.

