УКРАЇНА **(19) UA** **(11) 159827** **(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 06034**

(22) Дата подання заявки: **18.12.2024**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **10.07.2025**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **09.07.2025, Бюл.№ 28**

(72) Винахідник(и):
Грабко Володимир Віталійович (UA),
Грабко Валентин Володимирович (UA),
Чорна Ольга Анатоліївна (UA),
Лубко Валентин Романович (UA)

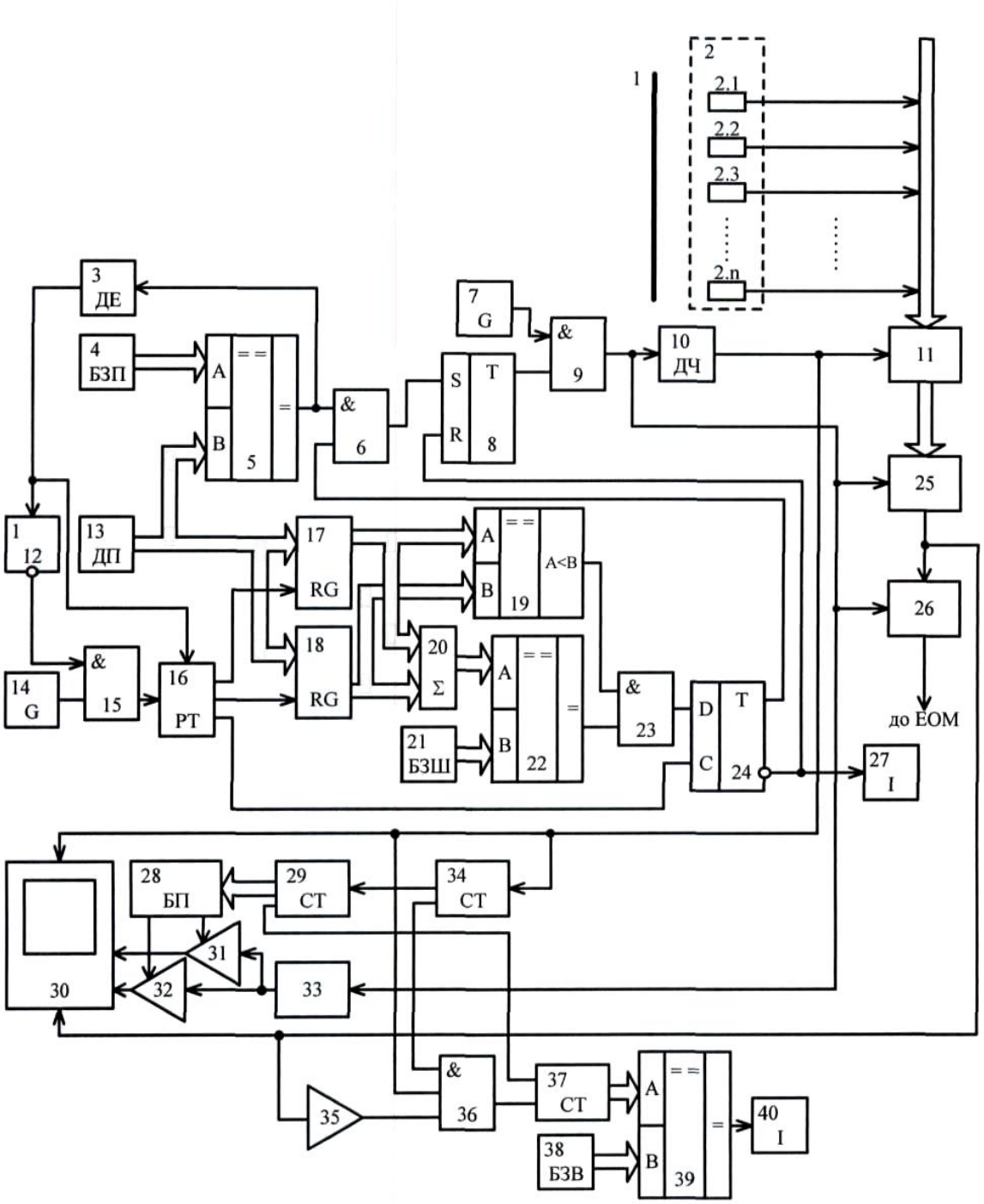
(73) Володілець (володільці):
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора містить об'єктив, два генератори імпульсів, дільник частоти, чотири елементи І, три цифрові компаратори, датчик положення, блок задання положення, розподілювач тактів, два регістри, цифровий суматор, два тригери, блок задання швидкості, перший індикатор, n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, блок підготовки даних, комутатор, буферний регістр, перший лічильник, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, генератор напруги, блок пам'яті, диференціюючий елемент та елемент НІ. Додатково в пристрій введено компаратор, п'ятий елемент І, два лічильники, четвертий цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор.

UA 159827 U


1
2
2.1
2.2
2.3
2.n
3
ДЕ
4
БЗП
A
B
= =
5
=
&
6
7
G
S
R
T
8
&
9
10
ДЧ
11
25
26
до ЕОМ
27
I
1
12
13
ДП
17
RG
18
RG
A
B
= =
19
A<B
20
Σ
A
B
= =
22
=
21
БЗШ
&
23
D
C
T
24
14
G
&
15
16
РТ
28
БП
29
СТ
34
СТ
30
31
32
33
35
&
36
37
СТ
A
B
= =
39
=
38
БЗВ
40
I

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 № 80569, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 11, 2013), що містить об'єктив, дільник частоти, вихід якого підключений до входів буферного регістра, лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані, відповідно, 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 n 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 з входом індикатора підключені до другого виходу другого тригера, вихід другого елемента І з'єднаний з другим входом блока підготовки даних, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора 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 розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний з входом розподілювача 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 та комутатора, вихідні цифрові шини першого та другого регістрів з'єднані, відповідно, з першою і другою вхідними цифровими шинами третього цифрового компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, а вихід підключений до першого входу другого тригера.

Головним 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.

Як найближчий аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 108731, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 14, 2016), що містить об'єктив, два генератори імпульсів, дільник частоти, чотири елементи І, три цифрових компаратори, датчик положення, блок задання положення, розподілювач тактів, два регістри, цифровий суматор, два тригери, блок задання швидкості, індикатор (в подальшому - перший індикатор), n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, блок підготовки даних, комутатор, буферний регістр, лічильник (в подальшому - перший лічильник), два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, генератор напруги, блок пам'яті, диференціюючий елемент та елемент НІ, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані, відповідно, 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 n 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 з входом першого індикатора підключені до другого виходу другого тригера, вихід другого елемента І з'єднаний з другим входом блока підготовки даних, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора 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 розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихідні цифрові шини першого та другого регістрів з'єднані, відповідно, з першою і другою вхідними цифровими шинами третього цифрового компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, а вихід підключений до першого 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 зі входами дільника частоти, генератора напруги та комутатора, вихід першого цифрового компаратора підключений до входу диференціюючого елемента, вихід якого з'єднаний з другим входом розподілювача тактів та зі входом елемента НІ, вихід якого підключений до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу розподілювача тактів.

Головним недоліком даного пристрою 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 поставлено задачу 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 досягається тим, що в пристрій для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, два генератори імпульсів, дільник частоти, чотири елементи І, три цифрові компаратори, датчик положення, блок задання положення, розподілювач тактів, два регістри, цифровий суматор, два тригери, блок задання швидкості, перший індикатор, n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, блок підготовки даних, комутатор, буферний регістр, перший лічильник, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, генератор напруги, блок пам'яті, 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, відповідно, 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 n 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 з входом першого індикатора підключені до другого виходу другого тригера, вихід другого елемента І з'єднаний з другим входом блока підготовки даних, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора 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 розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихідні цифрові шини першого та другого регістрів з'єднані, відповідно, з першою і другою вхідними цифровими шинами третього цифрового компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, а вихід підключений до першого 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 зі входами дільника частоти, генератора напруги та комутатора, вихід першого цифрового компаратора підключений до входу диференціюючого елемента, вихід якого з'єднаний з другим входом розподілювача тактів та зі входом елемента НІ, вихід якого підключений до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу розподілювача тактів, введено компаратор, п'ятий елемент І, два лічильники, четвертий цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор, причому вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу п'ятого 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 п'ятого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора.

Пристрій для тепловізійного діагностування 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 - диференціюючий елемент; 4 - блок задання положення; 5 - перший цифровий компаратор; 6 - перший елемент І; 7 - перший генератор імпульсів; 8 - перший тригер; 9 - другий елемент І; 10 - дільник частоти; 11 - буферний регістр; 12 - елемент НІ; 13 - датчик положення; 14 - другий генератор імпульсів; 15 - четвертий елемент І; 16 - розподілювач: тактів; 17 - перший регістр; 18 - другий регістр; 19 - третій цифровий компаратор; 20 - цифровий суматор; 21 - блок задання швидкості; 22 - другий цифровий компаратор; 23 - третій елемент І; 24 - другий тригер; 25 - комутатор; 26 - блок підготовки даних; 27 - перший індикатор; 28 - блок пам'яті; 29 - перший лічильник; 30 - відеоконтрольний блок; 31, 32 - перший та другий керовані підсилювачі відповідно; 33 - генератор напруги, 34 - другий лічильник; 35 - компаратор; 36 - п'ятий елемент І; 37 - третій лічильник; 38 - блок задання вібрації; 39 - четвертий цифровий компаратор; 40 - другий індикатор, причому вихід дільника частоти 10 підключений до входу буферного регістра 11 та до першого входу відеоконтрольного блока 30, другий та третій входи якого з'єднані, відповідно, з виходами першого 31 та другого 32 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 33, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті 28, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 29, четвертий вхід відеоконтрольного блока 30 разом з першим входом блока підготовки даних 26 з'єднані з виходом комутатора 25, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 11, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2, вихід блока підготовки даних 26 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 17 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 24, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера 8, другий вхід якого разом з входом першого індикатора 27 підключені до другого виходу другого тригера 24, вихід другого елемента І 9 з'єднаний з другим входом блока підготовки даних 26, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора 22 підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості 21, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора 20, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені, відповідно, до вихідних цифрових шин першого 17 та другого 18 регістрів, входи яких з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами розподілювача тактів 16, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера 24, вихідні цифрові шини першого 17 та другого 18 регістрів з'єднані, відповідно, з першою і другою вхідними цифровими шинами третього цифрового компаратора 19, вихід якого підключений до першого входу третього елемента І 23, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора 22, а вихід підключений до першого входу другого тригера 24, вихід першого тригера 8 з'єднаний з першим входом другого елемента І 9, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 7, а вихід з'єднаний зі входами дільника частоти 10, генератора напруги 33 та комутатора 25, вихід першого цифрового компаратора 5 підключений до входу диференціюючого елемента 3, вихід якого з'єднаний з другим входом розподілювача тактів 16

та зі входом елемента НІ 12, вихід якого підключений до першого входу четвертого елемента І 15, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 14, а вихід підключений до першого входу розподілювача тактів 16, вихід комутатора 25 з'єднаний зі входом компаратора 35, вихід якого підключений до третього входу п'ятого елемента І 36, другий вхід якого з'єднаний з виходом дільника частоти 10, а перший вхід підключений до другого виходу другого лічильника 34, перший вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника 29, а вхід підключений до виходу дільника частоти 10, вихід першого лічильника 29 з'єднаний з другим входом третього лічильника 37, перший вхід якого підключений до виходу п'ятого елемента І 36, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 39, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації 38, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора 40.

Пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 7 та другий 14 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.

Зауважимо, що 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 30 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним. Під впливом сигналів другого генератора імпульсів 14 почергово на виходах розподілювача тактів 16 формуються сигнали. Сигналом з першого виходу розподілювача тактів 16 в перший регістр 17 записується код з виходу датчика положення 13. В другий регістр 18 сигналом з другого виходу розподілювача тактів 16 записується інший код з виходу датчика положення 13. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечується другим генератором імпульсів 14, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначається в цифровому суматорі 20 та подається на перший вхід другого цифрового компаратора 22, в якому здійснюється порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 21. Одночасно сигнали з виходів першого 17 та другого 18 регістрів надходять на входи третього цифрового компаратора 19, де відбувається перевірка напряму обертання ротора гідрогенератора. В разі коректного вимірювання швидкості, на виході третього цифрового компаратора 19 з'являється сигнал логічної одиниці, який відкриває третій елемент І 23. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на виході другого цифрового компаратора 22 з'являється сигнал логічного нуля, який через третій елемент І 23 під дією сигналу з третього виходу розподілювача тактів 16 записується в другий тригер 24. При цьому перший індикатор 27 залишається ввімкненим, тепловий портрет ротора не фіксується.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на другому виході другого тригера 24 з'являється сигнал логічного нуля, перший індикатор 27 вимикається, на першому виході другого тригера 24 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 6. В 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 8. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 7 через другий елемент І 9 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 30.

Коректність вимірювання швидкості обертання ротора гідрогенератора забезпечується так. В момент появи сигналу логічної одиниці на виході першого цифрового компаратора 5 на виході диференціюючого елемента 3 з'являється короткий імпульс, яким встановлюється у початкове положення розподілювач тактів 16. В цей момент через елемент НІ 12 елемент І 15 закривається і подача імпульсів з другого генератора імпульсів 14 в розподілювач тактів 16 блокується. Після завершення імпульсу з виходу диференціюючого елемента 3 робота розподілювача тактів 16 розпочинається спочатку. Така дія дозволяє уникнути ситуації, коли в перший регістр 17 з датчика положення 13 записується код, який має значення, близьке до максимального, а в другий регістр 18 записується код, значення якого дещо більше за

початкове. Очевидно, що при цьому обчислення швидкості ротора гідрогенератора буде некоректним.

В залежності від кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів, що пов'язано співвідношенням $f_1/n=\omega/(2\pi\cdot m)$, де $m=360°/\beta$, 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 25 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 11 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 25 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 30 і на вхід блока підготовки даних 26, в якому він перетворюється в цифрову форму та приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

Генератор напруги 33, перший 31 та другий 32 керовані підсилювачі і блок пам'яті 28 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 30. Сигнал частотою f_1, що надходить на вхід генератора напруги 33, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 31 і другого 32 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 28. При цьому коефіцієнти підсилення першого 31 та другого 32 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, що обумовлено сигналами з датчика положення 13. При цьому $i=0,n$, $j=0,m$.

На вхід блока пам'яті 28 сигнали надходять з дільника частоти 10 через послідовно ввімкнені другий 34 та перший 29 лічильники, загальний коефіцієнт перерахунку яких дорівнює m. В результаті на екрані відеоконтрольного блока 30 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 34 та перший 29 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 34 дещо менший від m, а до значення m його доповнює перший лічильник 29.

А тому при надходженні послідовності імпульсів з дільника частоти 10 в момент заповнення імпульсами другого лічильника 34 на його другому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який разом з послідовністю імпульсів з дільника частоти 10 надходить на входи п'ятого елемента І 36. Одночасно послідовність сигналів, пропорційних температурі сканованої поверхні, з виходу комутатора 25 подається на компаратор 35 і з виходу останнього у вигляді сигналів логічного нуля або одиниці надходить на третій вхід п'ятого елемента 136. Очевидно, що коли температура сканованої поверхні менша порогу спрацьовування компаратора 35, то на його виході присутній сигнал логічного нуля, внаслідок чого на виході п'ятого елемента І 36 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 35 формуються сигнали логічної одиниці та на виході п'ятого елемента І 36 формується послідовність імпульсів, яка надходить на вхід третього лічильника 37.

У разі, коли рівень радіального биття незначний і цифровий код на виході третього лічильника 37 менше значення цифрового коду, що записаний в блоці задання вібрації 38, на виході четвертого цифрового компаратора 39 присутній сигнал логічного нуля. Якщо рівень радіального биття зростає, то на виході четвертого цифрового компаратора 39 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на другий індикатор 40.

По завершенню сканування вздовж інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2 на виході першого лічильника 29 з'являється сигнал логічної одиниці, яким

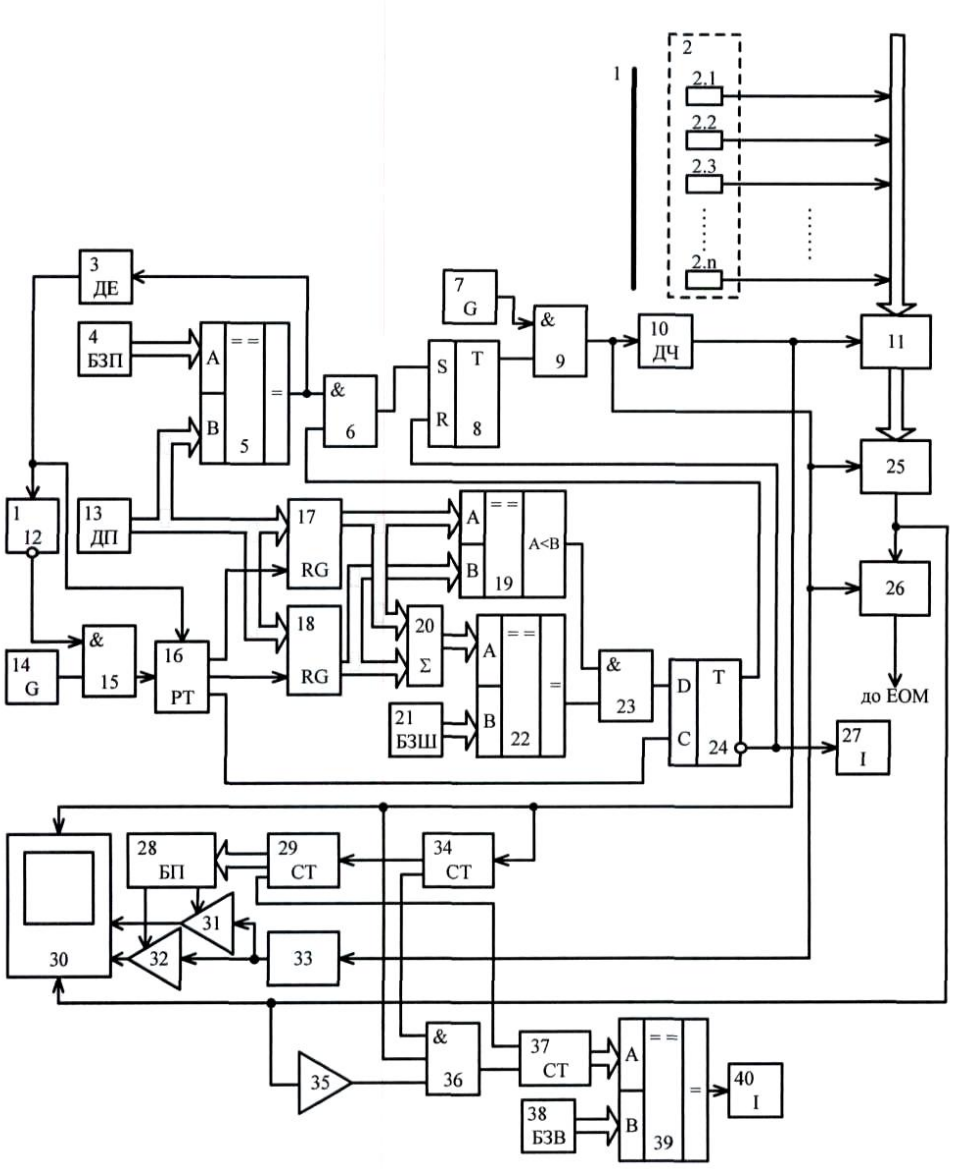
скидається третій лічильник 37 та розпочинається сканування наступного сектору ротора гідрогенератора.

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 30.

Очевидно, що згідно з даним 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'єктив, два генератори імпульсів, дільник частоти, чотири елементи І, три цифрові компаратори, датчик положення, блок задання положення, розподілювач тактів, два регістри, цифровий суматор, два тригери, блок задання швидкості, перший індикатор, n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, блок підготовки даних, комутатор, буферний регістр, перший лічильник, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, генератор напруги, блок пам'яті, 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, відповідно, 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 n 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 з входом першого індикатора підключені до другого виходу другого тригера, вихід другого елемента І з'єднаний з другим входом блока підготовки даних, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора 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 розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихідні цифрові шини першого та другого регістрів з'єднані, відповідно, з першою і другою вхідними цифровими шинами третього цифрового компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, а вихід підключений до першого 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 зі входами дільника частоти, генератора напруги та комутатора, вихід першого цифрового компаратора підключений до входу диференціюючого елемента, вихід якого з'єднаний з другим входом розподілювача тактів та зі входом елемента НІ, вихід якого підключений до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу розподілювача тактів, який **відрізняється** тим, що в нього введено компаратор, п'ятий елемент І, два лічильники, четвертий цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор, причому вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу п'ятого 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 п'ятого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора.



Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ – 42, 01601