



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 159834

(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

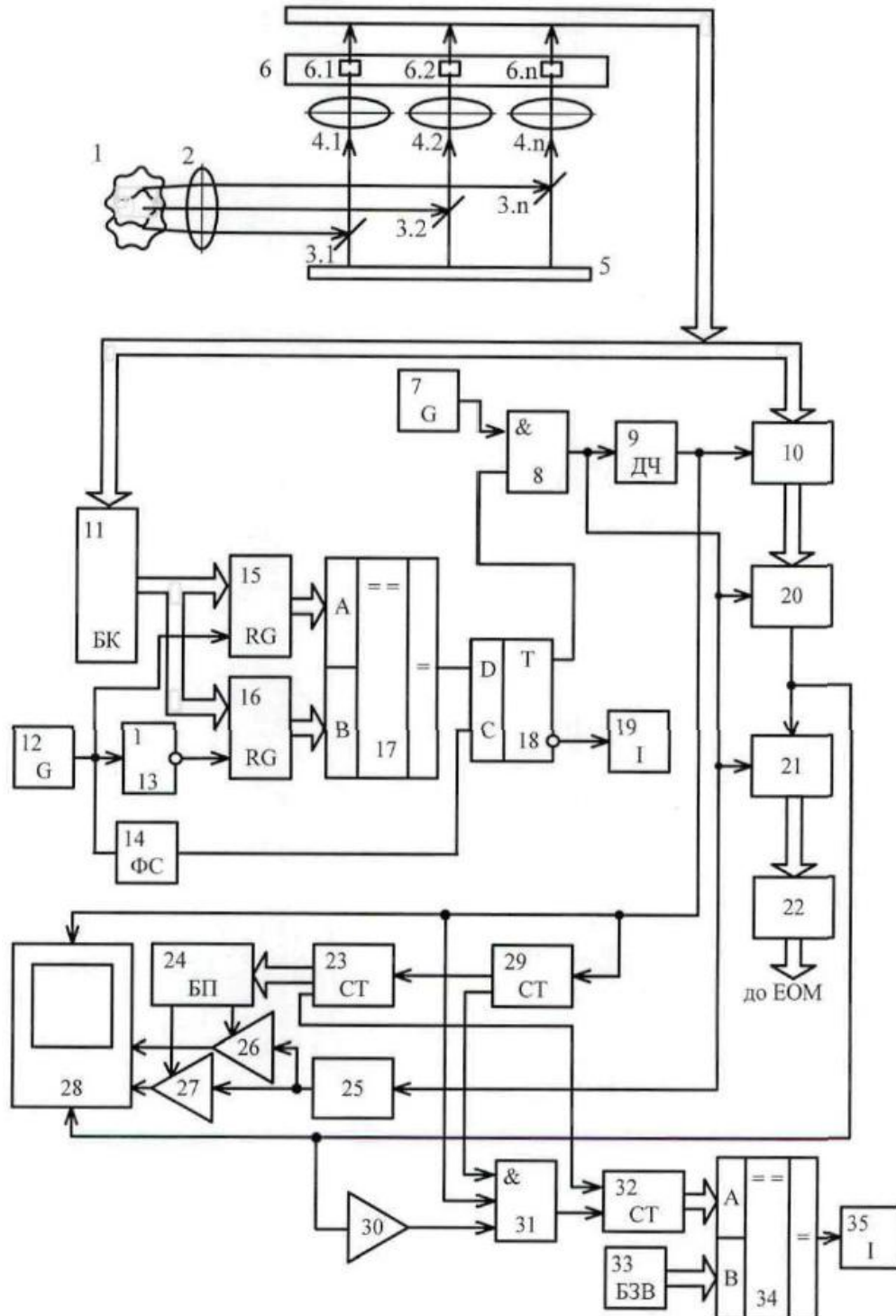
(21) Номер заявки: u 2024 06335	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Іскра Богдан Ігорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 31.12.2024	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 10.07.2025	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 09.07.2025, Бюл.№ 28	(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, п дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку п окремих інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, інтерфейсний блок, два регістри, перший цифровий компаратор, тригер, перший елемент І, перший індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу. 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. Другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом комутатора. Вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих інфрачервоних датчиків, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача через інтерфейсний блок підключена в кола ЕОМ. Вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, другий вихід якого підключений до входу першого індикатора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу аналого-цифрового перетворювача, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І. Другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента НІ з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента НІ підключений до входу другого регістра, вихідна цифрова шина блока компараторів з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки п окремих інфрачервоних датчиків. В нього введено компаратор, другий елемент І, два лічильники, другий цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор. Вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу другого 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

UA 159834 U

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 другого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого 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 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 № 66867, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 2, 2012), що містить об'єкти, за яким п дзеркал закріплені на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю і на одній оптичній осі з дзеркалами встановлені п лінз, вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом аналого-цифрового перетворювача (АЦП) з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих інфрачервоних (ІЧ) датчиків, вихідна цифрова шина АЦП підключена через інтерфейсний блок в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом зі входом індикатора підключені до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені, відповідно, до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами розподільвача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний з входом розподільвача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, комутатора та до другого входу АЦП.

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

За найбільш близький аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 120310, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 20, 2017), що містить об'єкти, п дзеркал, закріплені на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку п окремих ІЧ датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, інтерфейсний блок, два регістри, цифровий компаратор (в подальшому - перший цифровий компаратор), тригер, елемент І (в подальшому - перший елемент І), індикатор (в подальшому - перший індикатор), два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник (в подальшому - перший лічильник), генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом АЦП з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина АЦП через інтерфейсний блок підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, другий вихід якого підключений до входу першого індикатора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу АЦП, перший вихід 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 HI з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента HI підключений до входу другого регістра, вихідна цифрова шина блока компараторів з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ-датчиків.

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 вирішується в пристрої для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку n окремих ІЧ датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, інтерфейсний блок, два регістри, перший цифровий компаратор, тригер, перший елемент І, перший індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент HI та формувач сигналу, 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 АЦП з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина АЦП через інтерфейсний блок підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, другий вихід якого підключений до входу першого індикатора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу АЦП, перший вихід 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 HI з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента HI підключений до входу другого регістра, вихідна цифрова шина блока компараторів з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ-датчиків, введено компаратор, другий елемент І, два лічильники, другий цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор, причому вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу другого 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 другого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого 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 - ротор гідрогенератора; 2 - об'єктив; 3 - n дзеркал; 4 - n лінз; 5 - оптична лінійка; 6 - лінійка n окремих ІЧ датчиків; 7 - перший генератор імпульсів; 8 - перший елемент І; 9 - дільник частоти; 10 - буферний регістр; 11 - блок компараторів; 12 - другий генератор імпульсів; 13 - елемент HI; 14 - формувач сигналу; 15 - перший регістр; 16 - другий регістр; 17 - перший цифровий компаратор; 18 - тригер; 19 - перший індикатор; 20 - комутатор; 21 - АЦП; 22 - інтерфейсний блок; 23 - перший лічильник; 24 - блок пам'яті; 25 - генератор напруги; 26, 27 - перший та другий керовані підсилювачі; 28 - відеоконтрольний блок; 29 - другий лічильник; 30 - компаратор; 31 - другий елемент І; 32 - третій лічильник; 33 - блок задання вібрації; 34 - другий

цифровий компаратор; 35 - другий індикатор, причому п дзеркал 3.1 - 3.п закріплені на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз 4.1 - 4.п встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, вихід дільника частоти 9 підключений до входу буферного регістра 10 та до першого входу відеоконтрольного блока 28, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 26 та другого 27 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 25, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті 24, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 23, четвертий вхід відеоконтрольного блока 28 разом з першим входом АЦП 21 з'єднані з виходом комутатора 20, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 10, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки 6 п окремих ІЧ-датчиків 6.1 - 6.п, вихідна цифрова шина АЦП 21 через інтерфейсний блок 22 підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора 17 з'єднаний з першим входом тригера 18, другий вихід якого підключений до входу першого індикатора 19, вихід першого генератора імпульсів 7 з'єднаний з першим входом першого елемента І 8, вихід якого підключений до входів дільника частоти 9, комутатора 20, генератора напруги 25 та до другого входу АЦП 21, перший вихід тригера 18 з'єднаний з другим входом першого елемента І 8, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу 14, вхід якого разом зі входами першого регістра 15 та елемента НІ 13 з'єднані з виходом другого генератора імпульсів 12, вихід елемента НІ 13 підключений до входу другого регістра 16, вихідна цифрова шина блока компараторів 11 з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого 15 та другого 16 регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора 17, вхідна цифрова шина блока компараторів 11 з'єднана з виходами лінійки 6 п окремих ІЧ-датчиків 6.1 - 6.п, вихід комутатора 20 з'єднаний зі входом компаратора 30, вихід якого підключений до третього входу другого елемента І 31, другий вхід якого з'єднаний з виходом дільника частоти 9, а перший вхід підключений до другого виходу другого лічильника 29, перший вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника 23, а вхід підключений до виходу дільника частоти 9, вихід першого лічильника 23 з'єднаний з другим входом третього лічильника 32, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І 31, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора 34, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації 33, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора 35, позицією 1 позначено ротор гідрогенератора.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 7 та другий 12 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Потік інфрачервоного випромінювання, який створюється поверхнею ротора гідрогенератора 1, що знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єктив 2 та через п дзеркал 3.1 - 3.п, закріплених на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, через п лінз 4.1 - 4.п, встановлених на одній оптичній вісі з дзеркалами, на лінійку 6 п окремих інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.п, розташованих вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора гідрогенератора 1 в кожен момент часу в поле зору інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.п 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 інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.п лінійки 6 знаходиться за межами найвіддаленішої точки ротора гідрогенератора 1.

Якщо ротор гідрогенератора 1 знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 28 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним.

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

тригер 18 по імпульсу, що з'являється на виході формувача сигналу 14 по задньому фронту вихідного імпульсу з другого генератора імпульсів 12. Враховуючи те, що в тригері 18 зберігається сигнал логічного нуля, то перший індикатор 19 залишається ввімкненим, тепловий портрет ротора не фіксується.

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

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора 1 стає рівною номінальній, то на виході першого цифрового компаратора 17, а, отже, і на другому виході тригера 18 з'являється сигнал логічного нуля, перший індикатор 19 вимикається, на першому виході тригера 18 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 8. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 7 через перший елемент І 8 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 28.

Залежно від номінальної кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора 1 вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 7, що пов'язано співвідношенням $f_1/n = \omega/(2\pi \cdot m)$, де $m = 360^\circ/\beta$, β - мінімальний сектор поверхні ротора, що потрапляє в поле зору інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.n, n - коефіцієнт ділення дільника частоти 9, що відповідає кількості окремих інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.n. Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 9 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 10 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів окремих інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.n. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N = n \cdot m$). Комутатором 20 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 10 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 20 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 28 і на вхід АЦП 21, в якому він перетворюється в цифрову форму та передається через інтерфейсний блок 22 в ЕОМ.

Генератор напруги 25, перший 26 та другий 27 керовані підсилювачі і блок пам'яті 24 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 28. Сигнал частотою f_1 що надходить на вхід генератора напруги 25, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 26 і другого 27 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 24. При цьому коефіцієнти підсилення першого 26 та другого 27 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin \varphi_j$ та $R_i \cdot \cos \varphi_j$ відповідно, де R_i - радіус, φ_j - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат. При цьому $i = 0, n$, $j = 0, m$.

На вхід блока пам'яті 24 сигнали надходять з дільника частоти 9 через послідовно ввімкнені другий 29 та перший 23 лічильники, загальний коефіцієнт перерахунку яких дорівнює m . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 28 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 9 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора 1.

Підкреслимо, що частина лінійки 6 n окремих інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.n, які найбільше віддалені від осі ротора гідрогенератора 1, 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 29 та перший 23 лічильники мають загальний коефіцієнт перерахунку m . Враховуючи те, що лише незначна частина лінійки 6 окремих інфрачервоних датчиків 6.1 - 6.n використовується для відслідковування радіального биття ротора гідрогенератора 1, то, очевидно, що коефіцієнт перерахунку другого лічильника 29 дещо менший від t , а до значення m його доповнює перший лічильник 23.

А тому при надходженні послідовності імпульсів з дільника частоти 9 в момент заповнення імпульсами другого лічильника 29 на його другому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який разом з послідовністю імпульсів з дільника частоти 9 надходить на входи другого елемента І 31. Одночасно послідовність сигналів, пропорційних температурі сканованої поверхні, з виходу комутатора 20 подається на компаратор 30 і з виходу останнього у вигляді сигналів логічного нуля або одиниці надходить на третій вхід другого елемента І 31. Очевидно, що коли температура сканованої поверхні менша порогу спрацювання компаратора 30, то на його виході присутній сигнал логічного нуля, внаслідок чого на виході другого елемента І 31 присутній також сигнал логічного нуля. У разі, коли у зоні сканування з'являється край

сканованої поверхні ротора гідрогенератора 1, що свідчить про появу радіального биття в роторі гідрогенератора 1, то на виході компаратора 30 формуються сигнали логічної одиниці та на виході другого елемента І 31 формується послідовність імпульсів, яка надходить на вхід третього лічильника 32. У разі, коли рівень радіального биття незначний і цифровий код на виході третього лічильника 32 менше значення цифрового коду, що записаний в блоці задання вібрації 33, на виході другого цифрового компаратора 34 присутній сигнал логічного нуля. Якщо рівень радіального биття зростає, то на виході другого цифрового компаратора 34 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на другий індикатор 35.

По завершенню сканування вздовж лінійки 6 інфрачервоних датчиків на виході першого лічильника 23 з'являється сигнал логічної одиниці, яким скидається третій лічильник 32 та розпочинається сканування наступного сектора ротора гідрогенератора 1.

Таким чином в кожному секторі сканування поверхні ротора гідрогенератора 1 можна спостерігати наявність або відсутність радіального биття, що і відображається по зовнішньому контуру зображення у відеоконтрольному блоці 28.

Очевидно, що, згідно із запропонованим алгоритмом сканування ротора гідрогенератора 1, 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 1 в процесі його роботи.

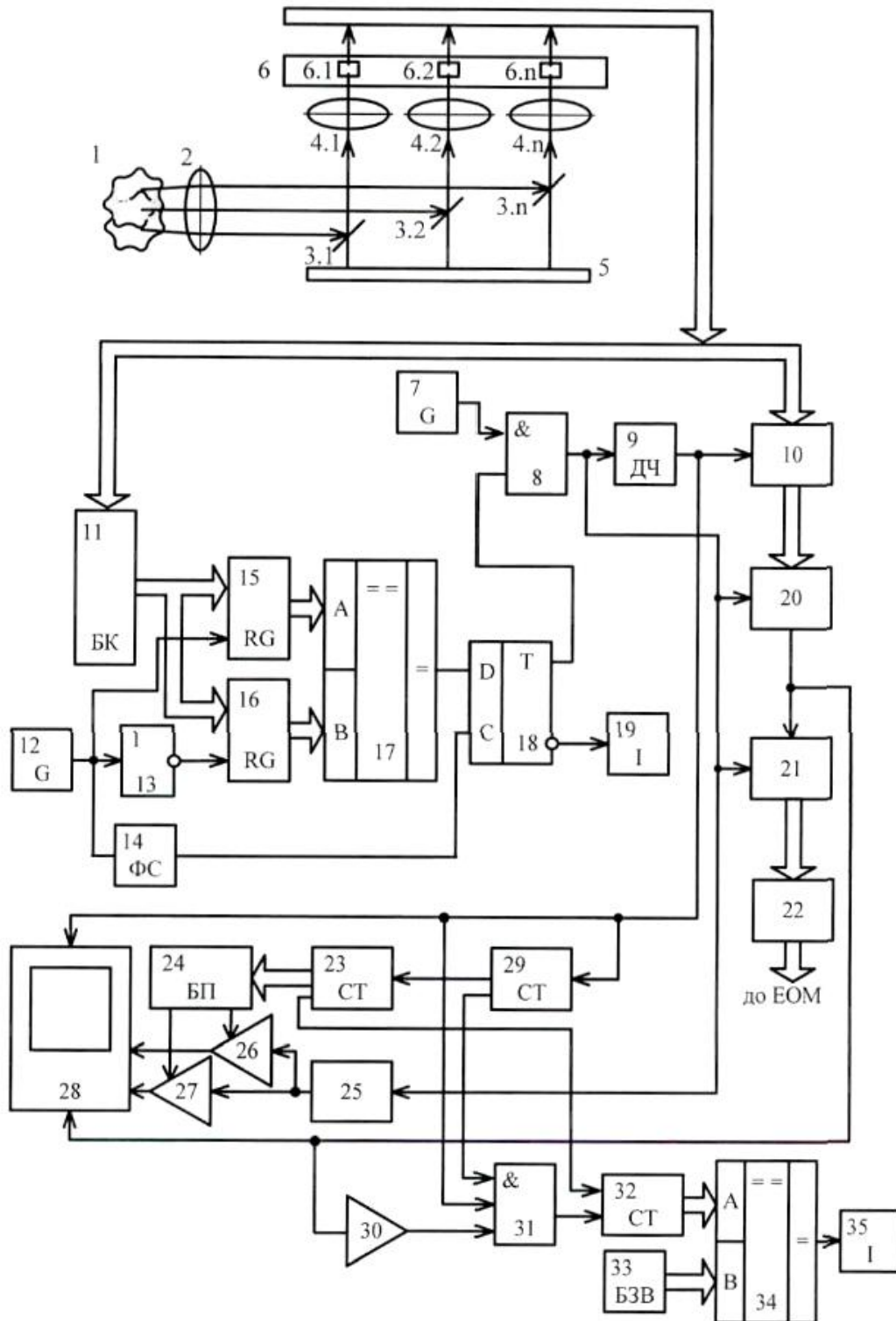
Зазначимо, що частота імпульсів з другого генератора імпульсів 12 співпадає з частотою імпульсів, що формуються на виході дільника частоти 9. Тривалість імпульсу на виході формувача сигналів вибирається суттєво меншою тривалості півперіоду частоти сигналів другого генератора імпульсів 12.

Поріг спрацьовування компараторів в блоці компараторів 11 вибирається дослідним шляхом.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для тепловізійного діагностування ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку n окремих інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, інтерфейсний блок, два регістри, перший цифровий компаратор, тригер, перший елемент І, перший індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу, причому вихід дільника частоти підключений до 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 аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих інфрачервоних датчиків, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача через інтерфейсний блок підключена в кола ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, другий вихід якого підключений до входу першого індикатора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу аналого-цифрового перетворювача, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента НІ з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента НІ підключений до входу другого регістра, вихідна цифрова шина блока компараторів з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки n окремих інфрачервоних датчиків, який **відрізняється** тим, що в нього введено компаратор, другий елемент І, два лічильники, другий цифровий компаратор, блок задання вібрації та другий індикатор, причому вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до третього входу другого 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 другого елемента І, а вихідна цифрова шина з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання вібрації, а вихід з'єднаний зі входом другого індикатора.
- 5



Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

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