



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156973** (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

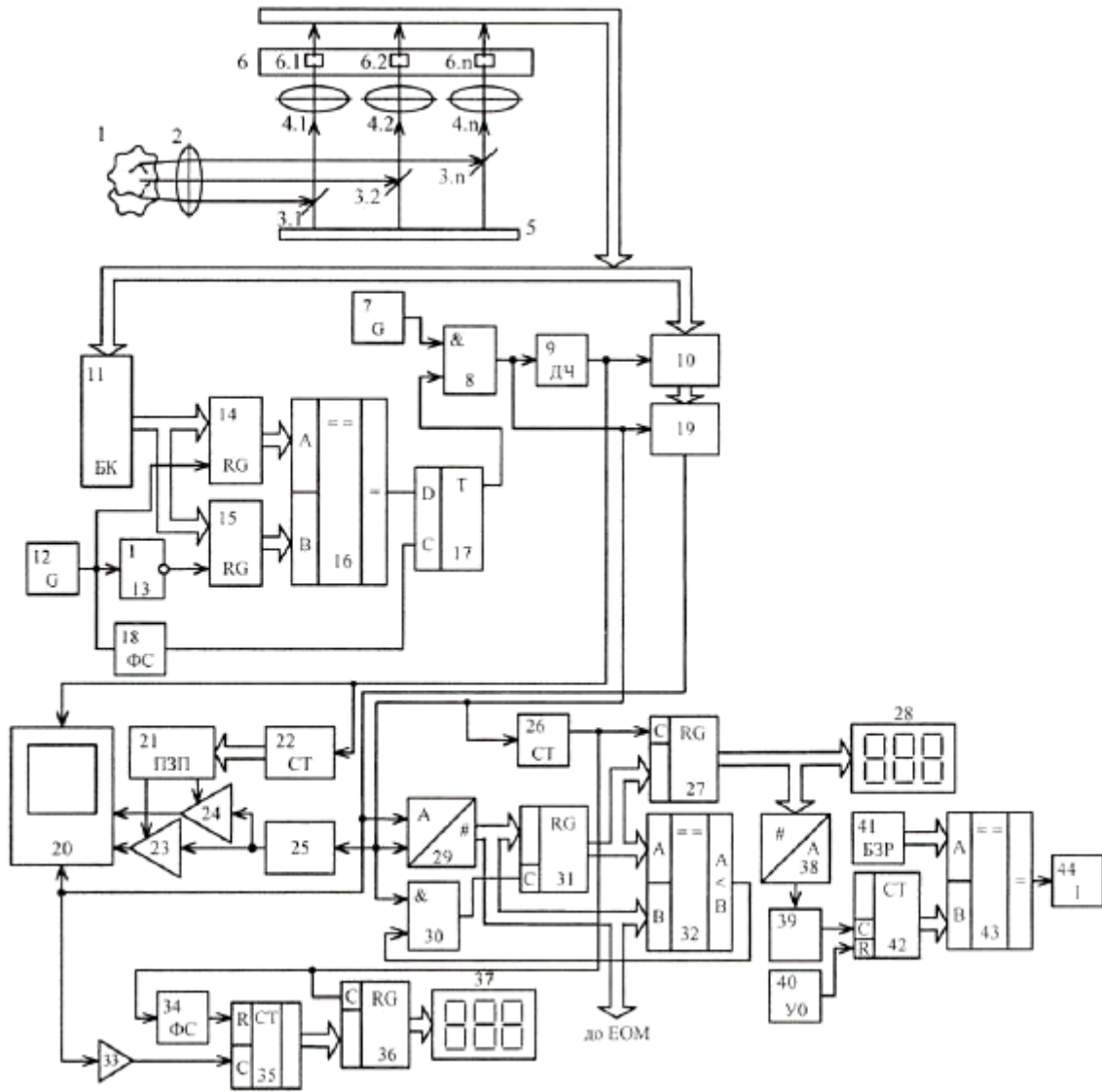
<p>(21) Номер заявки: u 2024 00032</p> <p>(22) Дата подання заявки: 02.01.2024</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 29.08.2024</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 28.08.2024, Бюл.№ 35</p>	<p>(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Чорний Олексій Петрович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Мошноріз Микола Миколайович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця 21021 (UA)</p>
---	---

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій містить об'єktiv, систему дзеркал та лінз, інфрачервоний приймач, блок синхронізації, блок обробки сигналу, відеоконтрольний блок. Потік інфрачервоного випромінювання, що створюється поверхнею контрольованого об'єкта, через об'єktiv, дзеркала та лінзи потрапляє на інфрачервоний приймач, звідки сигнал через блок обробки подається на відеоконтрольний блок для візуалізації теплового портрета об'єкта дослідження. Паралельно виводиться значення найбільшої температури обмотки ротора гідрогенератора та розмір області підвищеної температури обмотки ротора. Окремо обраховується спрацьовування ресурсу ізоляції залежно від ступеня впливу температури ротора.

UA 156973 U



Корисна модель належить до безконтактної термометрії і може бути використана для вимірювання ресурсу ізоляції за температурою об'єктів, що обертаються, зокрема ротора гідрогенераторів.

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 120310, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 20, 2017), що містить об'єкти, 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 (ІЧ) сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач (АЦП), інтерфейсний блок, два регістри, цифровий компаратор, тригер, елемент І (в подальшому - перший елемент І), індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу (в подальшому - перший формувач сигналу), 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 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 сенсорів, вихідна цифрова шина АЦП через інтерфейсний блок підключена в коло ЕОМ, вихід цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, другий вихід якого підключений до входу індикатора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу АЦП, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу першого 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 цифрового компаратора, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ сенсорів.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора в процесі його роботи, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

Як найближчий аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 129877, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 21, 2018), що містить об'єкти, 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 сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, два АЦП, інтерфейсний блок, п'ять регістрів, два цифрові компаратори, тригер, два елементи І, індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, три лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ, два формувачі сигналу, компаратор та два цифрові індикатори, 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 першого 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 сенсорів, вихідна цифрова шина першого АЦП через інтерфейсний блок підключена в коло ЕОМ, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, другий вихід якого підключений до входу індикатора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу першого АЦП, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу першого 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 ІЧ сенсорів, вихід першого елемента І підключений до входу другого лічильника, вихідна цифрова шина другого АЦП з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП, а вихід підключений до другого входу другого елемента І, перший вхід якого разом з другим входом другого АЦП з'єднані з виходом першого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом другого АЦП та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу другого формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом другого лічильника, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати та оцінювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора в процесі його роботи, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами, та не дозволяє оцінювати стан роботоздатності об'єкта дослідження.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість на працюючому гідрогенераторі вимірювати та оцінювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора, що розширює функціональні можливості пристрою та дозволяє оцінювати стан роботоздатності об'єкта дослідження.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єкти, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка n окремих ІЧ сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, п'ять регістрів, два цифрові компаратори, тригер, два елементи І, індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, три лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент ІІ, два формувачі сигналу, компаратор та два цифрові індикатори, 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 вхідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ сенсорів, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу АЦП, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу першого формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента ІІ з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента ІІ 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 сенсорів, вихід першого елемента І підключений до входу другого лічильника, вихідна цифрова шина АЦП з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП, а вихід підключений до другого входу другого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом АЦП та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до

виходу другого формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом другого лічильника, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів, згідно з корисною моделлю, введено цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля, четвертий лічильник, третій цифровий компаратор та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною третього цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний зі входом індикатора, вихідна цифрова шина АЦП підключена в коло ЕОМ.

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - об'єкт дослідження - ротор гідрогенератора; 2 - об'єктив; 3-п дзеркал; 4-п лінз; 5 - оптична лінійка; 6 - лінійка n окремих ІЧ сенсорів; 7 - перший генератор імпульсів; 8 - перший елемент І; 9 - дільник частоти; 10 - буферний регістр; 11 - блок компараторів; 12 - другий генератор імпульсів; 13 - елемент НІ; 14 - перший регістр; 15 - другий регістр; 16 - перший цифровий компаратор; 17 - тригер; 18 - перший формувач сигналу; 19 - комутатор; 20 - відеоконтрольний блок; 21 - блок пам'яті; 22 - перший лічильник; 23, 24 - перший та другий керовані підсилювачі; 25 - генератор напруги; 26 - другий лічильник; 27 - четвертий регістр; 28 - перший цифровий індикатор; 29 - АЦП; 30 - другий елемент І; 31 - третій регістр; 32 - другий цифровий компаратор; 33 - компаратор; 34 - другий формувач сигналу; 35 - третій лічильник; 36 - п'ятий регістр; 37 - другий цифровий індикатор, 38 - цифро-аналоговий перетворювач; 39 - перетворювач напруга-частота; 40 - блок установки нуля; 41 - блок задання ресурсу; 42 - четвертий лічильник; 43 - третій цифровий компаратор; 44 - індикатор, причому n дзеркал 3.1-3.п закріплені на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз 4.1-4.п встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами 3.1-3.п, вихід дільника частоти 9 підключений до входів буферного регістра 10, першого лічильника 22 та до першого входу відеоконтрольного блока 20, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 23 та другого 24 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 21, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 22, четвертий вхід відеоконтрольного блока 20 з'єднаний з виходом комутатора 19, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 10, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ сенсорів 6.1-6.п, вихід першого цифрового компаратора 16 з'єднаний з першим входом тригера 17, вихід першого генератора імпульсів 7 з'єднаний з першим входом першого елемента І 8, вихід якого підключений до входів дільника частоти 9, комутатора 19, генератора напруги 25 та до другого входу АЦП 29, перший вихід тригера 17 з'єднаний з другим входом першого елемента І 8, а другий вхід підключений до виходу першого формувача сигналу 18, вхід якого разом зі входами першого регістра 14 та елемента НІ 13 з'єднані з виходом другого генератора імпульсів 12, вихід елемента НІ 13 підключений до входу другого регістра 15, вихідна цифрова шина блока компараторів 11 з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого 14 та другого 15 регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин першого цифрового компаратора 16, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ сенсорів 6.1-6.п, вихід першого елемента І 8 підключений до входу другого лічильника 26, вихідна цифрова шина АЦП 29 з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра 31, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра 27 та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора 32, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП 29, а вихід підключений до другого входу другого елемента І 30, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента І 8, а вихід підключений до входу третього регістра 31, вихід комутатора 19 з'єднаний з першим входом АЦП 29 та зі входом компаратора 33, вихід якого підключений до першого входу третього лічильника 35, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра 36, а другий вхід підключений до виходу другого формувача сигналу 34, вхід якого разом зі входами четвертого 27 та п'ятого 36 регістрів з'єднані з виходом другого лічильника 26, вихідні цифрові шини четвертого 27 та п'ятого 36 регістрів підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого 28 та другого 37 цифрових індикаторів, вихідна цифрова шина четвертого регістра 27 з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового

перетворювача 38, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота 39, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого лічильника 42, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля 40, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною третього цифрового компаратора 43, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу 41, а вихід з'єднаний зі входом індикатора 44, вихідна цифрова шина АЦП 29 підключена в кола ЕОМ.

Пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 7 та другий 12 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Одночасно вихідним сигналом блока установки нуля 40 четвертий лічильник 42 скидається. 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 n дзеркал 3.1-3. n , закріплених на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, через n лінз 4.1-4. n , встановлених на одній оптичній осі з дзеркалами, на лінійку 6 n окремих інфрачервоних датчиків 6.1-6. n , розташованих вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора гідрогенератора 1 в кожен момент часу в поле зору інфрачервоних датчиків 6.1-6. n потрапляє лише фрагмент поверхні вздовж радіуса ротора. Отримуючи фрагменти теплового зображення, можна побудувати тепловий портрет всієї поверхні ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Якщо ротор гідрогенератора знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 20 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним.

Сигнали, що надходять з виходів n окремих інфрачервоних сенсорів 6.1-6. n інфрачервоного приймача 6 на вхід блока компараторів 11, перетворюються в цифрову форму та записуються по сигналу логічної одиниці з виходу другого генератора імпульсів 12 в перший регістр 14, а по сигналу логічного нуля, який перетворюється в сигнал логічної одиниці в елементі НІ 13, записуються в другий регістр 15. Зазначимо, що обидва регістри 14 та 15 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 16 присутній сигнал логічного нуля, то це значить, що в першому 14 та другому 15 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 інфрачервоного приймача 6. Сигнал логічного нуля з виходу першого цифрового компаратора 16 перезаписується в тригер 17 по імпульсу, що з'являється на виході першого формувача сигналу 18 по задньому фронту вихідного імпульсу з другого генератора імпульсів 12. В тригері 17 зберігається сигнал логічного нуля, 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 14 та другий 15 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 16, а, отже, і на другому виході тригера 17 з'являється сигнал логічного нуля, на його першому виході 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 20.

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 інфрачервоного приймача 6, n - коефіцієнт ділення дільника частоти 9, що відповідає кількості окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 6. 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 n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 6. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N = n \cdot m$). Комутатором 19 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 10 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 19 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 20.

Генератор напруги 25, перший 23 та другий 24 керовані підсилювачі і блок пам'яті 21 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 20. Сигнал частотою f_1 ,

що надходить на вхід генератора напруги 25, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 23 і другого 24 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 21. При цьому коефіцієнти підсилення першого 23 та другого 24 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах
 5 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 21 сигнали надходять з першого лічильника 22, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 20 при наявності
 10 одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 9 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора 1.

Визначення найбільш нагрітої точки обмотки ротора гідрогенератора 1 в процесі його роботи відбувається наступним чином. Послідовність сигналів з виходу комутатора 19 потрапляє на перший вхід АЦП 29, в якому по сигналу з першого генератора імпульсів 7 через
 15 перший елемент І 8 здійснюється їх перетворення в цифровий код. По закінченню першого перетворення в другому цифровому компараторі 32 здійснюється порівняння цифрового коду з виходу АЦП 29 та нульового коду, записаного в третьому регістрі 31. При цьому на виході другого цифрового компаратора 32 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається другий елемент І 30 і по сигналу з виходу першого елемента І 8 цифровий код з виходу АЦП 29
 20 записується в третій регістр 31. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході АЦП 29 з'являється цифровий код, який порівнюється з кодом, записаним в третьому регістрі 31. І якщо цифровий код на виході АЦП 29 перевищує код, записаний в третьому регістрі 31, то відбувається перезапис коду в третій регістр 31. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок обмотки ротора
 25 гідрогенератора 1, в третьому регістрі 31 зберігається код, що відповідає найвищій температурі обмотки ротора. По завершенню повного оберту ротора гідрогенератора 1 на виході другого лічильника 26, коефіцієнт ділення якого дорівнює N , з'являється імпульс, яким інформація з третього регістра 31 переписується в четвертий регістр 27 та виводиться на перший цифровий індикатор 28.

Розмір області підвищеної температури обмотки ротора визначається так. Інформаційний сигнал з комутатора 19, що надходить на вхід компаратора 33, залежно від значення вимірюваної температури, на його виході перетворюється в логічний сигнал нуля або одиниці та у вигляді імпульсів подається на вхід третього лічильника 35, яким підраховується кількість
 35 точок теплового портрета ротора гідрогенератора 1, температура яких перевищує значення, що визначається порогом спрацьовування компаратора 33. По завершенню сканування всіх точок теплового портрета обмотки ротора гідрогенератора 1 на виході другого лічильника 26 з'являється імпульс, яким дані з третього лічильника 35 (кількість точок з підвищеною температурою) переносяться в п'ятий регістр 36 та відображаються на другому цифровому індикаторі 37. По закінченні імпульсу з виходу другого лічильника 26 на виході другого
 40 формувача сигналу 34 з'являється короткий імпульс, яким третій лічильник 35 обнуляється. Число, що записане в п'ятому регістрі 36 свідчить про розмір локальної області підвищеної температури обмотки ротора гідрогенератора, за яким оперативний персонал приймає рішення про роботоздатність гідрогенератора.

Очевидно, що, згідно з 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
 45 кругова розгортка всього теплового зображення ротора гідрогенератора 1 в процесі його роботи.

Вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора 1, залежно від температури впливу на ізоляцію, за тепловим портретом здійснюється так. В момент запису цифрового коду в четвертий регістр 27 цифровий код з його виходу надходить на вхід цифро-аналогового перетворювача 38, вихідний аналоговий сигнал якого подається на вхід перетворювача
 50 напруга-частота 39. З виходу останнього послідовність імпульсів надходить в четвертий лічильник 42 - лічильник відпрацьованого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, який накопичується за кожен оберт ротора гідрогенератора 1 в процесі його роботи.

Зауважимо, що температура в місці нагріву ізоляції обмотки ротора гідрогенератора 1 може змінюватись, а, отже, буде змінюватись і частота надходження імпульсів в четвертий лічильник 42, яка залежить від значення аналогового сигналу, що відповідає температурі елементарної ділянки поверхні ротора гідрогенератора 1 і передається за допомогою відповідного
 60 інфрачервоного датчика.

У випадку, коли ресурс роботи ізоляції ротора, що залежить від температури, вичерпується цифровий код на виході четвертого лічильника 42 досягає значення, записаного в блоці задання ресурсу 41. При цьому на виході третього цифрового компаратора 43 з'являється сигнал логічної одиниці, яким вмикається індикатор 44, що свідчить про вичерпання робочого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора 1.

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

Поріг спрацьовування компараторів в блоці компараторів 11 вибирається дослідним шляхом.

Цифровий код з виходу АЦП 29 передається в ЕОМ для подальшого оброблення.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єкти, 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 сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, п'ять регістрів, два цифрові компаратори, тригер, два елементи І, індикатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, три лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, блок компараторів, елемент НІ, два формувачі сигналу, компаратор та два цифрових індикатори, 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 з'єднаний 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 сенсорів, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом тригера, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу аналого-цифрового перетворювача, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента І, а другий вхід підключений до виходу першого 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 сенсорів, вихід першого елемента І підключений до входу другого лічильника, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до другого входу другого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу другого формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом другого лічильника, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів, який відрізняється тим, що в нього введено цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля, четвертий лічильник, третій цифровий компаратор та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою

шиною третього цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний зі входом індикатора, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача підключена в коло ЕОМ.

