



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154445** (13) **U**
(51) МПК (2023.01)
G01K 13/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

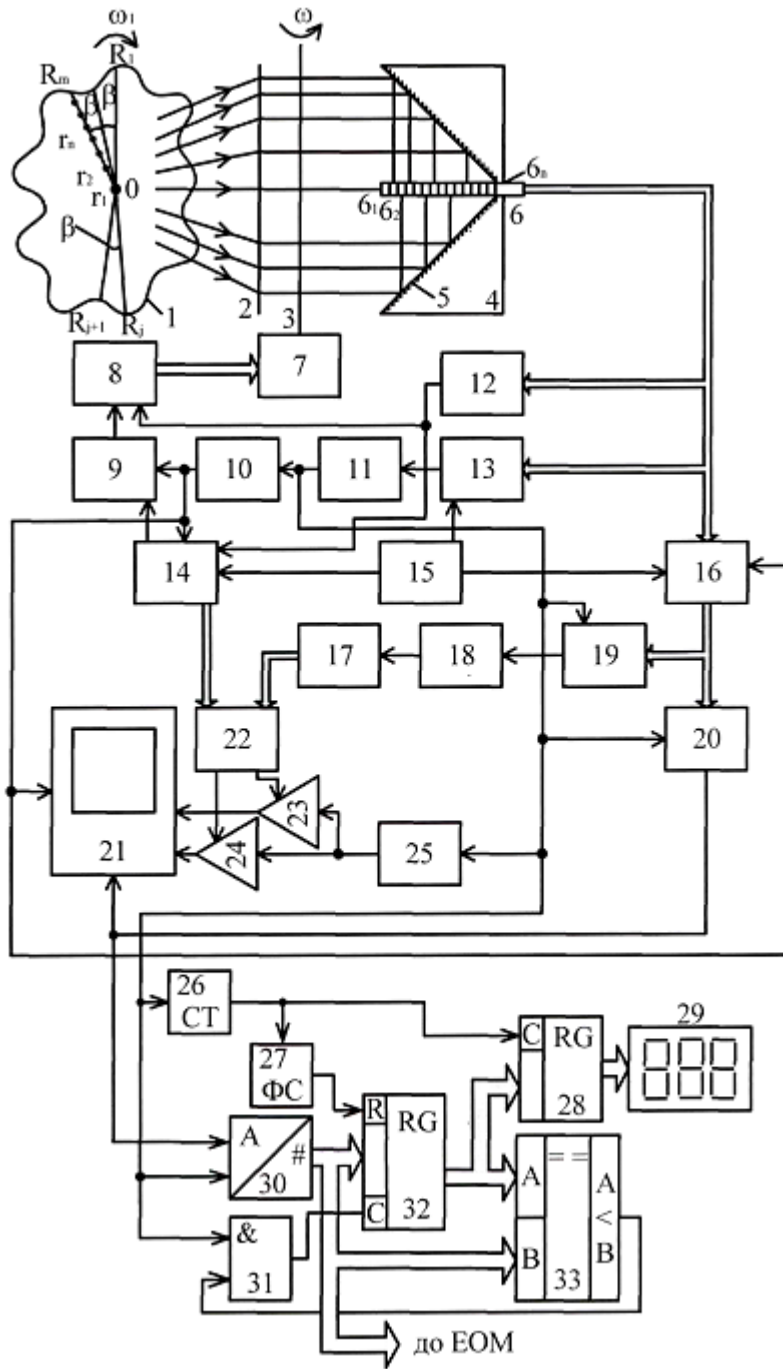
(21) Номер заявки: u 2023 01713	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Проценко Дмитро Петрович (UA), Іскра Богдан Ігорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.04.2023	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.11.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.11.2023, Бюл.№ 46	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання температури містить об'єктив, діафрагму, конусоподібне дзеркало з кутом при вершині 90° з поверхнею, що відображає промені світлового потоку, інфрачервоний приймач, що являє собою циліндр, секції якого є окремими інфрачервоними сенсорами, кроковий двигун, ключ, дільник частоти, керований тактовий генератор, блок визначення напрямку обертання, блок синхронізації, перший лічильник, блок управління, буферний регістр, перший аналого-цифровий перетворювач, блок обчислення, блок обробки сигналу, два комутатори, відеоконтрольний блок, постійно запам'ятовуючий пристрій, два керовані підсилювачі, генератор напруги, блок підготовки даних. Додатково введено другий лічильник, формувач сигналу, другий аналого-цифровий перетворювач, елемент І, два регістри, цифровий компаратор та цифровий індикатор.

UA 154445 U



Корисна модель належить до безконтактної термометрії і може бути використана для вимірювання температури нерухомих об'єктів або об'єктів, що обертаються, зокрема потужних електричних машин.

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури (Патент № 14687 (Україна), М. кл. G 01 K 13/00, бюл. № 5, 2006), що містить об'єktiv, діафрагму, дзеркало, виконане у вигляді ввігнутого конуса з поверхнею, що відображає промені світлового потоку, інфрачервоний приймач, що являє собою циліндр, секції якого є окремими інфрачервоними сенсорами, виходи яких з'єднані відповідно зі вхідною шиною буферного регістра та зі вхідною шиною блока синхронізації, вихід якого через керований тактовий генератор підключений до першого входу блока підготовки даних, до входу комутатора, до входу генератора напруги та до входу дільника частоти, вихід якого з'єднаний з першим входом буферного регістра, з першим входом відеоконтрольного блока та з першим входом лічильника, вихід якого підключений до другого входу ключа, вихід якого з'єднаний зі входом крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом блока підготовки даних та з другим входом відеоконтрольного блока, третій і четвертий входи якого підключені відповідно до виходів першого і другого керованих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, а другі входи підключені відповідно до першого і другого виходів постійно запам'ятовуючого пристрою, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною лічильника, другий вхід якого підключений до першого виходу блока управління, другий вихід якого з'єднаний зі входом блока синхронізації, а третій вихід підключений до другого входу буферного регістра, вихід блока підготовки даних з'єднаний з колами ЕОМ, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вхід якого з'єднаний з виходом керованого тактового генератора, а вихід підключений до входу блока обчислення, вихід якого з'єднаний зі входом аналого-цифрового перетворювача, цифрова вихідна шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини постійно запам'ятовуючого пристрою, вихід дільника частоти з'єднаний з першим входом ключа.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє визначати найбільше значення температури теплових полів, наприклад, обмоток потужних електричних машин, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

За близький аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури (Патент № 50125 (Україна), М. кл. G 01 K 13/00, бюл. № 10, 2010), що містить об'єktiv, діафрагму, конусоподібне дзеркало з кутом при вершині 90° з поверхнею, що відображає промені світлового потоку, інфрачервоний приймач, що являє собою циліндр, секції якого є окремими інфрачервоними сенсорами, кроковий двигун, ключ, дільник частоти, керований тактовий генератор, блок визначення напрямку обертання, блок синхронізації, лічильник (в подальшому - перший лічильник), блок управління, буферний регістр, аналого-цифровий перетворювач (АЦП) (в подальшому - перший АЦП), блок обчислення, блок обробки сигналу, два комутатори, відеоконтрольний блок, постійно запам'ятовуючий пристрій (ПЗП), два керовані підсилювачі, генератор напруги, блок підготовки даних, причому виходи інфрачервоних сенсорів з'єднані відповідно зі вхідною шиною буферного регістра та зі вхідною шиною блока синхронізації, вихід якого через керований тактовий генератор підключений до першого входу блока підготовки даних, до входу першого комутатора, до входу генератора напруги, до входу блока обробки сигналу та до входу дільника частоти, вихід якого з'єднаний з першим входом буферного регістра, з першим входом відеоконтрольного блока та з першим входом першого лічильника, вихід якого підключений до другого входу ключа, вал крокового двигуна зв'язаний з діафрагмою, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини першого комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом блока підготовки даних та з другим входом відеоконтрольного блока, третій і четвертий входи якого підключені відповідно до виходів першого і другого керованих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, а другі входи підключені відповідно до першого і другого виходів ПЗП, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника, другий вхід якого підключений до першого виходу блока управління, другий вихід якого з'єднаний зі входом блока синхронізації, а третій вихід підключений до другого входу буферного регістра, вихід блока підготовки даних з'єднаний з колами ЕОМ, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний зі входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого АЦП, цифрова вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною ПЗП, вихід дільника частоти підключений до першого входу ключа, вихід якого з'єднаний з першим входом другого комутатора, другий вхід якого разом з третім входом першого лічильника

підключені до виходу блока визначення напрямку обертання, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами інфрачервоних сенсорів, вихідна цифрова шина другого комутатора підключена до вхідної цифрової шини крокового двигуна.

5 Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє визначати найбільше значення температури теплових полів, наприклад, обмоток потужних електричних машин, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

10 В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для безконтактного вимірювання температури, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість визначати найбільше значення температури теплових полів, наприклад, обмоток потужних електричних машин, що розширює функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

15 Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єktiv, діафрагму, конусоподібне дзеркало з кутом при вершині 90° з поверхнею, що відображає промені світлового потоку, інфрачервоний приймач, що являє собою циліндр, секції якого є окремими інфрачервоними сенсорами, кроковий двигун, ключ, дільник частоти, керований тактовий генератор, блок визначення напрямку обертання, блок синхронізації, перший лічильник, блок управління, буферний регістр, перший АЦП, блок обчислення, блок обробки сигналу, два комутатори, відеоконтрольний блок, ПЗП, два керовані підсилювачі, генератор напруги, блок підготовки даних, причому виходи інфрачервоних сенсорів з'єднані відповідно зі вхідною шиною буферного регістра та зі вхідною шиною блока синхронізації, вихід якого через керований тактовий генератор підключений до входу першого комутатора, до входу генератора напруги, до входу блока обробки сигналу та до входу дільника частоти, вихід якого з'єднаний з першим входом буферного регістра, з першим входом відеоконтрольного блока та з першим входом першого лічильника, вихід якого підключений до другого входу ключа, вал крокового двигуна зв'язаний з діафрагмою, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини першого комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом відеоконтрольного блока, третій і четвертий входи якого підключені відповідно до виходів першого і другого керованих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, а другі входи підключені відповідно до першого і другого виходів ПЗП, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника, другий вхід якого підключений до першого виходу блока управління, другий вихід якого з'єднаний зі входом блока синхронізації, а третій вихід підключений до другого входу буферного регістра, вихідна шина якого підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого АЦП, цифрова вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною ПЗП, вихід дільника частоти підключений до першого входу ключа, вихід якого з'єднаний з першим входом другого комутатора, другий вхід якого разом з третім входом першого лічильника підключені до виходу блока визначення напрямку обертання, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами інфрачервоних сенсорів, вихідна цифрова шина другого комутатора підключена до вхідної цифрової шини крокового двигуна, згідно з корисною моделлю, введено другий лічильник, формувач сигналу, другий АЦП, елемент І, два регістри, цифровий компаратор та цифровий індикатор, причому вихідна цифрова шина другого АЦП з'єднана з вхідною цифровою шиною першого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого регістра та до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП, а вихід підключений до другого входу елемента І, перший вхід якого разом з другим входом другого АЦП з'єднані з виходом керованого тактового генератора, вихід елемента І підключений до першого входу першого регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, вхід якого разом зі входом другого регістра підключені до виходу другого лічильника, вхід якого з'єднаний з виходом керованого тактового генератора, вихідна цифрова шина другого регістра підключена до вхідної цифрової шини цифрового індикатора, вихід першого комутатора з'єднаний з першим входом другого АЦП, вихідна цифрова шина якого підключена до ЕОМ.

55 Пристрій для безконтактного вимірювання температури пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

60 На схемі: 1 - об'єktiv контролю; 2 - об'єktiv; 3 - діафрагма; 4 - конусоподібне дзеркало з кутом при вершині 90° з поверхнею; 5; 6 - інфрачервоний приймач, що містить п окремих інфрачервоних сенсорів; 7 - кроковий двигун; 8 - другий комутатор; 9 - ключ; 10 - дільник частоти; 11 - керований тактовий генератор; 12 - блок визначення напрямку обертання; 13 -

блок синхронізації; 14 - перший лічильник; 15 - блок управління; 16 - буферний регістр; 17 - перший аналого-цифровий перетворювач (АЦП); 18 - блок обчислення; 19 - блок обробки сигналу; 20 - перший комутатор; 21 - відеоконтрольний блок; 22 - постійно запам'ятовуючий пристрій (ПЗП); 23, 24 - перший та другий керовані підсилювачі; 25 - генератор напруги; 26 - другий лічильник; 27 - формувач сигналу; 28 - другий регістр; 29 - цифровий індикатор; 30 - другий АЦП; 31 - елемент І; 32 - перший регістр; 33 - цифровий компаратор, причому конусоподібне дзеркало 4 з кутом при вершині 90° з поверхнею 5, що відображає промені світлового потоку, виходи інфрачервоного приймача 6, що являє собою циліндр, секції якого є окремими інфрачервоними сенсорами 6.1, 6.2, ..., 6.n, з'єднані відповідно зі вхідною шиною буферного регістра 16 та зі вхідною шиною блока синхронізації 13, вихід якого через керований тактовий генератор 11 підключений до входу першого комутатора 20, до входу генератора напруги 25, до входу блока обробки сигналу 19 та до входу дільника частоти 10, вихід якого з'єднаний з першим входом буферного регістра 16, з першим входом відеоконтрольного блока 21 та з першим входом першого лічильника 14, вихід якого підключений до другого входу ключа 9, вал крокового двигуна 7 зв'язаний з діафрагмою 3, вихідна шина буферного регістра 16 підключена до вхідної шини першого комутатора 20, вихід якого з'єднаний з другим входом відеоконтрольного блока 21, третій і четвертий входи якого підключені відповідно до виходів першого 23 і другого 24 керованих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги 25, а другі входи підключені відповідно до першого і другого виходів ПЗП 22, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника 14, другий вхід якого підключений до першого виходу блока управління 15, другий вихід якого з'єднаний зі входом блока синхронізації 13, а третій вихід підключений до другого входу буферного регістра 16, вихідна шина якого підключена до вхідної шини блока обробки сигналу 19, вихід якого з'єднаний зі входом блока обчислення 18, вихід якого підключений до входу першого АЦП 17, цифрова вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною ПЗП 22, вихід дільника частоти 10 підключений до першого входу ключа 9, вихід якого з'єднаний з першим входом другого комутатора 8, другий вхід якого разом з третім входом першого лічильника 14 підключені до виходу блока визначення напрямку обертання 12, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами інфрачервоних сенсорів 6.1, 6.2, ..., 6.n, вихідна цифрова шина другого комутатора 8 підключена до вхідної цифрової шини крокового двигуна 7, вихідна цифрова шина другого АЦП 30 з'єднана з вхідною цифровою шиною першого регістра 32, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого регістра 28 та до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 33, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП 30, а вихід підключений до другого входу елемента І 31, перший вхід якого разом з другим входом другого АЦП 30 з'єднані з виходом керованого тактового генератора 11, вихід елемента І 31 підключений до першого входу першого регістра 32, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу 27, вхід якого разом зі входом другого регістра 28 підключені до виходу другого лічильника 26, вхід якого з'єднаний з виходом керованого тактового генератора 11, вихідна цифрова шина другого регістра 28 підключена до вхідної цифрової шини цифрового індикатора 29, вихід першого комутатора 20 з'єднаний з першим входом другого АЦП 30, вихідна цифрова шина якого підключена до ЕОМ.

Запропонований пристрій працює так. Потік інфрачервоного випромінювання, що створюється поверхнею контрольованого об'єкта 1, що знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє на об'єкти 2, який перетворює його у випромінювання з променями, паралельними головній оптичній осі.

Перетворений таким чином потік падає на діафрагму 3, яка приводиться в рух кроковим двигуном 7. Діафрагма 3 являє собою непрозорий диск, в якому вирізано сектор, утворений двома променями з кутом між ними, рівний мінімальному кроку обертання крокового двигуна 7, частота обертання якого задається керованим тактовим генератором 11. Таким чином, на дзеркало 4, що виконано у вигляді ввігнутого конуса з поверхнею 5, що відбиває промені, потрапляє лише частина зображення контрольованого об'єкта 1. Випромінювання, що пройшло через секторний отвір діафрагми 3, приймається інфрачервоним приймачем 6, що виконаний у вигляді секціонованого циліндра. При цьому теплове зображення розбивається на n частин,

кожна з яких приймається окремим сенсором 6_i , де $i = \overline{1, n}$, кожен з яких розташований в окремій секції інфрачервоного приймача 6. При обертанні діафрагми 3 навколо центра, який співпадає з головною оптичною віссю, сканується все теплове поле об'єкта контролю 1. При цьому розгортка є не неперервною, а дискретною за рахунок використання крокового двигуна 7. Це дає можливість отримати інформацію про тепловий стан контрольованого об'єкта в зручній для подальшої обробки формі.

Пристрій має три режими роботи. Перший режим роботи застосовується при дослідженні температурних полів потужних симетричних відносно центра електроенергетичних об'єктів, що знаходяться в стані спокою, наприклад статорів електричних машин.

В цьому випадку блок управління 15 зупиняє роботу блока синхронізації 13, на виході керованого тактового генератора 11 формуються імпульси з частотою f_G , які поступають на дільник частоти 10, що має коефіцієнт ділення n . На виході останнього формуються імпульсні сигнали з частотою чергування f , які через ключ 9 та другий комутатор 8 подаються на кроковий

двигун 7, частота обертання якого визначається формулою $\omega = 2\pi \cdot m \cdot f$, де $m = \frac{360^\circ}{\beta}$, β - мінімальний кут повороту, що утворюється при подачі одного керуючого імпульсу на кроковий двигун 7. З такою ж частотою починає обертатися діафрагма 3, яка містить отвір у вигляді сектора. При цьому здійснюється кругова розгортка теплового зображення нерухомого контрольованого об'єкта 1. Електричні сигнали, амплітуди яких пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок може сягати $N=n \cdot m$), з виходів інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 6 надходять у буферний регістр 16, який

запам'ятовує інформацію в аналоговому вигляді на час $\Delta T = \frac{1}{f}$. Запис в буферний регістр 16 проводиться в момент надходження сигналу з виходу дільника частоти 10. Першим комутатором 20 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 16 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу першого комутатора 20 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 21.

Генератор напруги 25, перший 23 та другий 24 керовані підсилювачі і ПЗП 22 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 21. Сигнал частотою f_G , що поступає на вхід генератора напруги 25, на виході приймає ступінчасту форму (містить η складових) і подається на входи першого 23 і другого 24 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами ПЗП 22. При цьому коефіцієнти підсилення першого 23 та другого 24 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin \phi_i$ та $R_i \cdot \cos \phi_i$ відповідно, де R_i - радіус, ϕ_i - кут координати елементарної ділянки поверхні контрольованого об'єкта 1 в полярній системі координат. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

На перший вхід ПЗП 22 сигнали надходять з першого лічильника 14, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює t . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 21 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 10 формується зображення, що відповідає тепловому полю контрольованого об'єкта 1.

У випадку, коли немає можливості сумістити оптичну вісь пристрою та геометрична вісь об'єкта контролю, тобто, коли спостереження проводиться під певним кутом до геометричної осі контрольованого об'єкта, його тепловий портрет спотворюється і на екрані відеоконтрольного блока 21 замість теплового портрета, що відповідає концентричним колам, буде з'являтися еліпсоподібне зображення. Для компенсації такого спотворення пропонується наступний підхід.

Відомо, що рівняння еліпса у Декартовій системі координат має вигляд

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (1)$$

де x , y - горизонтальна і вертикальна осі системи координат, a , b - горизонтальна і вертикальна півосі еліпса відповідно, причому $a=R$, де R - радіус кола контрольованого об'єкта.

Перейдемо у полярну систему координат, використавши формули

$$x = r \cdot \cos \phi,$$

$$y = r \cdot \sin \phi, \quad (2)$$

де r - "радіус" еліпса, ϕ - кут повороту радіуса r .

Підставимо (2) в (1) та отримаємо вираз

$$a = \frac{b \cdot r \cdot |\cos \phi|}{\sqrt{b^2 - r^2 \cdot \sin^2 \phi}}. \quad (3)$$

Отже, тепер, маючи в будь-який момент часу параметри кута повороту ϕ діафрагми, меншу піввісь еліпса b та відстань від центра еліпса до його краю ("радіус" еліпса), можна відновити реальний радіус спотвореного кола.

Це реалізовано в блоці обробки сигналу 19, який фіксує кут φ , параметри b і g та передає їх в блок обчислення 18, в якому за формулою (3) визначається дійсний радіус спотвореного кола.

5 Вихідний сигнал блока обчислення 18 за допомогою першого АЦП 17 перетворюється в цифровий код і поступає на другий вхід ПЗП 22, формуючи при цьому скориговані коефіцієнти підсилення першого 23 і другого 24 керованих підсилувачів, які відновлюють розмір зображення при його виведенні на відеоконтрольний блок 21.

Другий режим роботи пристрою використовується при вимірюванні теплового поля однієї або η точок контрольованого об'єкта 1, що обертається навколо своєї осі, наприклад ротора електричної машини.

10 Зображення n точок контрольованого об'єкта 1, що знаходиться на одному радіусі, проектується через сектор діафрагми 3, яка обертається з частотою, рівною частоті обертання об'єкта контролю.

15 В цьому випадку пристрій працює аналогічно першому режиму, але кроковий двигун 7 приводить в рух діафрагму 3 з кутовою частотою, що відповідає кутовій частоті обертання контрольованого об'єкта 1, яка визначається блоком синхронізації 13, що формує відповідний сигнал для керованого тактового генератора 11.

20 Зміна режиму роботи блока синхронізації 13 відбувається з блока керування 15, який формує відповідний керуючий сигнал. Також блок керування 15 формує сигнал для зміни режиму роботи першого лічильника 14 для формування коефіцієнтів підсилення першого 23 і другого 24 керованих підсилувачів такими, що на екран відеоконтрольного блока 21 виводиться розгортка, що здійснюється вздовж j -го радіуса кругової розгортки, тобто здійснюється виведення теплового поля n точок контрольованого об'єкта 1, що лежать на одній прямій (в одному секторі з кутом β).

25 Третій режим роботи пристрою застосовується для вимірювання теплового поля контрольованого об'єкта 1, що обертається. При цьому пристрій працює аналогічно другому режиму роботи. Блок управління 15 формує сигнал, що подається на вхід першого лічильника 14, на його виході, де формується сигнал переносу і який з'єднаний з другим входом ключа 9,

формується імпульси з періодом $\frac{1}{m \cdot f}$ і тривалістю $\frac{1}{f}$, які поступають на ключ 9 і закривають його.

30 При цьому сканування контрольованого об'єкта 1, що обертається, здійснюється спочатку вздовж деякого радіуса R_j , кут між вибраним нульовим напрямом та R_j дорівнює $j \cdot \beta$. Коли здійснено сканування n точок, що лежать на радіусі R_j , по сигналу першого лічильника 14 ключ 9

35 припиняє роботу другого комутатора 8 та крокового двигуна 7 на період, що відповідає $\frac{1}{f}$. При цьому за цей час об'єкт контролю 1 повертається відносно діафрагми 3 на кут β . Робота крокового двигуна 7 відновлюється і сканування уже здійснюється вздовж радіуса R_{j+1} , кут між вибраним нульовим напрямом та R_{j+1} стає рівним $(j+1) \cdot \beta$. Так здійснюється кругова розгортка всього теплового зображення контрольованого об'єкта 1, що обертається.

40 В разі зміни напрямку обертання контрольованого об'єкта 1 на виході блока визначення напрямку обертання 12 з'являється сигнал логічної одиниці, яким змінюється алгоритм роботи другого комутатора 8 та першого лічильника 14. При появі на другому вході другого комутатора 8 сигналу логічної одиниці кроковий двигун 7 обертає діафрагму 3 в протилежному напрямку. Формування розгортки зображення на екрані відеоконтрольного блока 21 також здійснюється в протилежному напрямку, оскільки на третій вхід першого лічильника 14 подається сигнал логічної одиниці. Робота інших блоків пристрою залишається без змін.

45 Визначення найбільш нагрітої точки об'єкта дослідження в процесі вимірювання теплового поля відбувається наступним чином. Послідовність сигналів з виходу першого комутатора 20 потрапляє на перший вхід другого АЦП 30, в якому по сигналу з керованого тактового генератора 11 здійснюється їх перетворення в цифровий код. По закінченню першого перетворення в цифровому компараторі 33 здійснюється порівняння цифрового коду з виходу 50 другого АЦП 30 та нульового коду, записаного в першому регістрі 32. При цьому на виході цифрового компаратора 33 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається елемент І 31 і по сигналу з його виходу цифровий код з виходу другого АЦП 30 записується в перший регістр 32. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході другого АЦП 30 з'являється цифровий код, який порівнюється з кодом, записаним в першому регістрі 32. І якщо 55 цифровий код на виході другого АЦП 30 перевищує код, записаний в першому регістрі 32, то відбувається перезапис коду в перший регістр 32. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок об'єкта дослідження, в

першому реєстрі 32 зберігається код, що відповідає найвищій температурі обмотки ротора. По завершенню повного оберту об'єкта дослідження на виході другого лічильника 26, коефіцієнт ділення якого дорівнює N , з'являється імпульс, яким інформація з першого реєстра 32 переписується в другий реєстр 28 та виводиться на цифровий індикатор 29. По задньому фронті зазначеного імпульсу на виході формувача сигналу 27 з'являється короткий імпульс, яким перший реєстр 32 обнулюється.

Зазначимо, що цифровий код, який відповідає тепловому портрету досліджуваного об'єкта, з виходу другого АЦП 30 передається в ЕОМ для подальшої обробки.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єктив, діафрагму, конусоподібне дзеркало з кутом при вершині 90° з поверхнею, що відображає промені світлового потоку, інфрачервоний приймач, що являє собою циліндр, секції якого є окремими інфрачервоними сенсорами, кроковий двигун, ключ, дільник частоти, керований тактовий генератор, блок визначення напрямку обертання, блок синхронізації, перший лічильник, блок управління, буферний реєстр, перший аналого-цифровий перетворювач, блок обчислення, блок обробки сигналу, два комутатори, відеоконтрольний блок, постійно запам'ятовуючий пристрій, два керовані підсилювачі, генератор напруги, блок підготовки даних, причому виходи інфрачервоних сенсорів з'єднані відповідно із вхідною шиною буферного реєстра та із вхідною шиною блока синхронізації, вихід якого через керований тактовий генератор підключений до входу першого комутатора, до входу генератора напруги, до входу блока обробки сигналу та до входу дільника частоти, вихід якого з'єднаний з першим входом буферного реєстра, з першим входом відеоконтрольного блока та з першим входом першого лічильника, вихід якого підключений до другого входу ключа, вал крокового двигуна зв'язаний з діафрагмою, вихідна шина буферного реєстра підключена до вхідної шини першого комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом відеоконтрольного блока, третій і четвертий входи якого підключені відповідно до виходів першого і другого керованих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, а другі входи підключені відповідно до першого і другого виходів постійно запам'ятовуючого пристрою, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника, другий вхід якого підключений до першого виходу блока управління, другий вихід якого з'єднаний зі входом блока синхронізації, а третій вихід підключений до другого входу буферного реєстра, вихідна шина якого підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний зі входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача, цифрова вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною постійно запам'ятовуючого пристрою, вихід дільника частоти підключений до першого входу ключа, вихід якого з'єднаний з першим входом другого комутатора, другий вхід якого разом з третім входом першого лічильника підключені до входу блока визначення напрямку обертання, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами інфрачервоних сенсорів, вихідна цифрова шина другого комутатора підключена до вхідної цифрової шини крокового двигуна, який **відрізняється** тим, що в нього введено другий лічильник, формувач сигналу, другий аналого-цифровий перетворювач, елемент I , два реєстри, цифровий компаратор та цифровий індикатор, причому вихідна цифрова шина другого аналого-цифрового перетворювача з'єднана з вхідною цифровою шиною першого реєстра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого реєстра та до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до другого входу елемента I , перший вхід якого разом з другим входом другого аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом керованого тактового генератора, вихід елемента I підключений до першого входу першого реєстра, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, вхід якого разом зі входом другого реєстра підключені до виходу другого лічильника, вхід якого з'єднаний з виходом керованого тактового генератора, вихідна цифрова шина другого реєстра підключена до вхідної цифрової шини цифрового індикатора, вихід першого комутатора з'єднаний з першим входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до ЕОМ.

