



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154116** (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

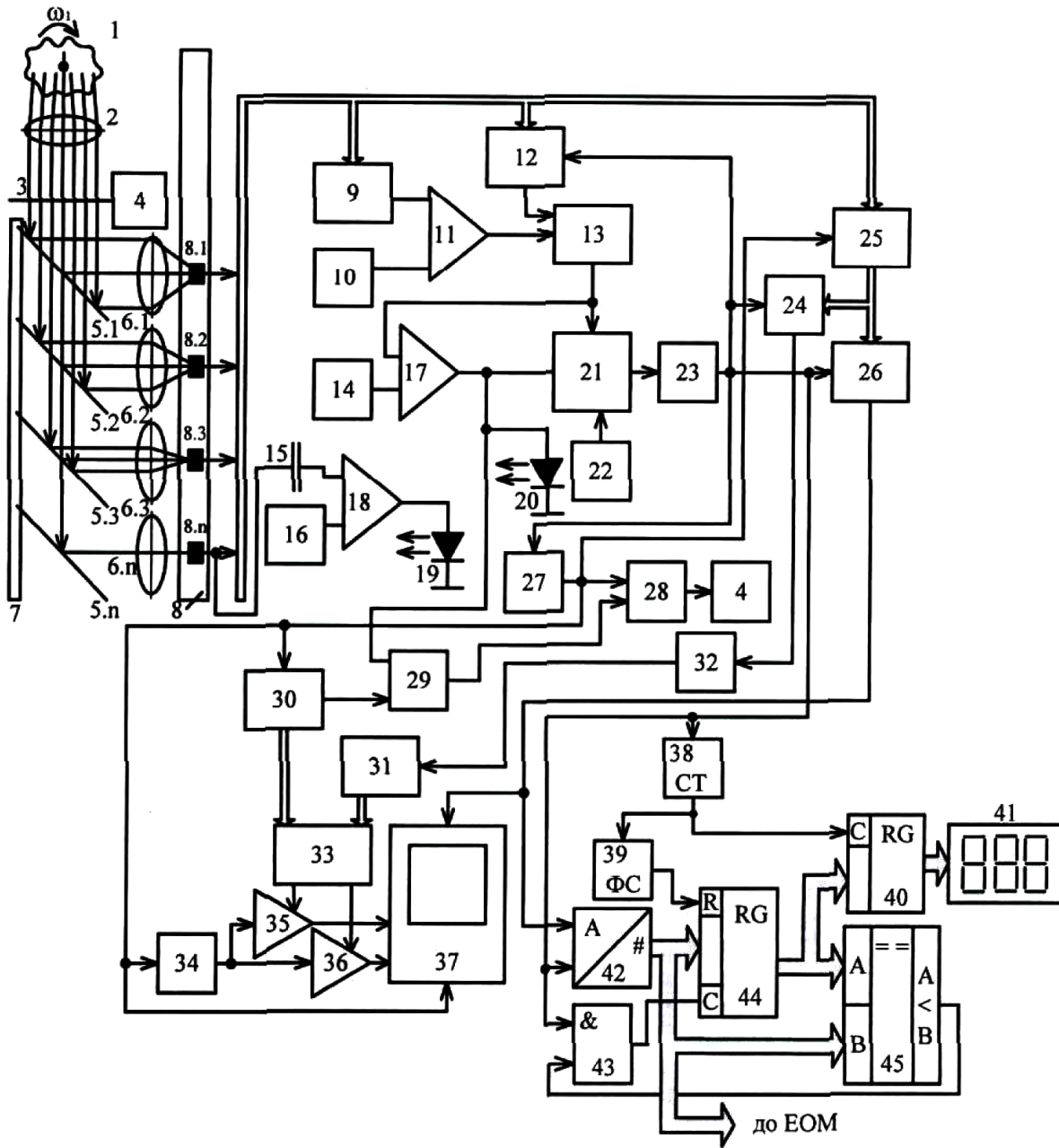
(21) Номер заявки: u 2023 01391	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Розводюк Михайло Петрович (UA), Мошноріз Микола Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 03.04.2023	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 12.10.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 11.10.2023, Бюл.№ 41	(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, що містить об'єктив, діафрагму. Додатково введено другий лічильник, формувач сигналу, елемент І, два регістри, цифровий компаратор та цифровий індикатор. Вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача 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 першого аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до другого входу елемента І. Перший вхід якого разом з входом другого лічильника з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота. 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. Вихідна цифрова шина другого регістра з'єднана з вхідною цифровою шиною цифрового індикатора, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача підключена до ЕОМ.

UA 154116 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 (А.С. СРСР № 1637498, М. кл. G01K 13/08, G01J 5/28, бюл. № 11, 1991), що містить об'єктив, світлодільник, діафрагму, отвір якої являє собою сектор, доповнений круглим отвором, центр якого співпадає з вершиною сектора та головною оптичною віссю, додаткову нерухома діафрагму, діафрагмуючий отвір якої являє собою прямокутну щілину, п дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, діафрагмуючі отвори дзеркал являють собою еліпси, на одній оптичній осі з якими встановлені п лінз та лінійка п приймачів інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, лінзу та приймач ІЧ випромінювання, що розташовані на оптичній осі з додатковою нерухома діафрагмою та площиною світлорозподілу світлодільника, вихід першого приймача ІЧ випромінювання підключений до входу підсилювача, вихід якого з'єднаний з входом частотоміра і з входом перетворювача частота-напруга блока аналізу, вихід якого підключений до других входів першого комутатора двох входів на один вихід блока керування і синхронізації та другого компаратора блока аналізу, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого джерела опорної напруги блока аналізу, а вихід підключений до входу другого світлодіода та до першого входу другого ключа блока керування і синхронізації, вихід якого з'єднаний з першим входом першого ключа блока керування і синхронізації, вихід якого підключений до входу крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід (n+1)-го приймача ІЧ випромінювання через конденсатор блока аналізу підключений до другого входу першого компаратора блока аналізу, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого джерела опорної напруги блока аналізу, а вихід підключений до входу першого світлодіода, вихід третього джерела опорної напруги блока керування і синхронізації з'єднаний з першим входом першого комутатора двох входів на один вихід блока керування і синхронізації, третій вхід якого підключений до першого входу другого ключа блока керування і синхронізації, другий вхід якого з'єднаний з виходом лічильника блока керування і синхронізації, вхід якого, а також другий вхід першого ключа блока керування і синхронізації, вхід буферного регістра блока перетворення інформації, вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, блока вимірювання та індикації та перший вхід відеоконтрольного пристрою блока вимірювання інформації підключені до виходу діляника частоти блока керування і синхронізації, вхід якого, а також вхід другого комутатора п входів на один вихід блока перетворення інформації та перший вхід аналого-цифрового перетворювача блока підготовки даних з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота блока керування і синхронізації, вхід якого підключений до виходу першого комутатора двох входів на один вихід блока керування і синхронізації, виходи з другого по (n+1)-ий приймачів ІЧ випромінювання з'єднані з вхідною шиною буферного регістра блока перетворення інформації, вихідна шина якого підключена до вхідної шини другого комутатора п входів на один вихід блока перетворення інформації, вихід якого з'єднаний з другим входом аналого-цифрового перетворювача блока підготовки даних, вихідна шина якого підключена до вхідної шини інтерфейсного пристрою блока підготовки даних, вихідна шина якого з'єднана з колами ЕОМ, вихід другого комутатора п входів на один вихід блока перетворення інформації підключений до другого входу відеоконтрольного пристрою блока вимірювання інформації, третій і четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого керуючих підсилювачів блока вимірювання та індикації, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, блока вимірювання та індикації, вихідна шина лічильника блока керування і синхронізації з'єднана з вхідною шиною постійного запам'ятовуючого пристрою блока вимірювання та індикації, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів блока вимірювання та індикації, виходи першого та другого світлодіодів з'єднані з загальною шиною.

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.

Як найближчий аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури (Патент України № 19737, М. кл. G01K 13/00, бюл. № 12, 2006), що містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор, доповнений круглим отвором, центр якого співпадає з вершиною сектора та головною оптичною віссю, п дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, діафрагмуючі отвори дзеркал являють собою еліпси, на одній оптичній осі з якими встановлені п лінз та лінійка п ІЧ-датчиків, перетворювач частота-напруга, чотири джерела опорної напруги, три компаратори, блок

порівняння швидкості, генератор напруги, що змінюється лінійно, конденсатор, два світлодіоди, два комутатори, перетворювач напруга-частота, блок обробки сигналу, буферний регістр, дільник частоти, два ключі, лічильник (в подальшому - перший лічильник), два аналого-цифрових перетворювачі (АЦП), блок обчислення, постійний запам'ятовуючий блок (ПЗБ), генератор напруги, що змінюється ступінчасто, два керуючі підсилювачі, відеоконтрольний блок (ВКБ) та інтерфейсний блок, причому вихід n-го ІЧ-датчика через конденсатор підключений до другого входу першого компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого джерела опорної напруги, а вихід підключений до входу першого світлодіода, вихід третього джерела опорної напруги з'єднаний з першим входом першого комутатора, другий вхід якого підключений до другого входу другого компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого джерела опорної напруги, а вихід разом з третім входом першого комутатора та зі входом другого світлодіода підключені до першого входу другого ключа, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого лічильника, вхід якого, а також другий вхід першого ключа, вхід буферного регістра, вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та перший вхід ВКБ підключені до виходу дільника частоти, вхід якого, а також вхід другого комутатора та перший вхід першого АЦП з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, вхід якого підключений до виходу першого комутатора, виходи n ІЧ-датчиків з'єднані з вхідною шиною буферного регістра, вихідна шина якого підключена до вхідної шини другого комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом першого АЦП, вихідна шина якого підключена до вхідної шини інтерфейсного блока, вихідна шина якого з'єднана з колами ЕОМ, вихід другого комутатора підключений до другого входу ВКБ, третій і четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, вихідна шина першого лічильника з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, виходи першого та другого світлодіодів з'єднані з загальною шиною, вихід другого ключа підключений до першого входу першого ключа, вихід якого з'єднаний зі входом крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід перетворювача частота-напруга підключений до другого входу третього компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого джерела опорної напруги, а вихід підключений до першого входу генератора напруги, що змінюється лінійно, вихід якого з'єднаний з другим входом першого комутатора, а другий вхід підключений до виходу блока порівняння швидкості, вхід якого разом зі входом блока обробки сигналу з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний через блок обчислення зі входом другого АЦП, вихідна шина якого підключена до другої вхідної шини ПЗБ, виходи n ІЧ-датчиків з'єднані з вхідними шинами перетворювача частота-напруга та блока порівняння швидкості.

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.

В основу корисної моделі поставлена задача 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.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єктів, діафрагму, отвір якої являє собою сектор, доповнений круглим отвором, центр якого співпадає з вершиною сектора та головною оптичною віссю, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, діафрагмуючі отвори дзеркал являють собою еліпси, на одній оптичній осі з якими встановлені n лінз та лінійка n ІЧ-датчиків, перетворювач частота-напруга, чотири джерела опорної напруги, три компаратори, блок порівняння швидкості, генератор напруги, що змінюється лінійно, конденсатор, два світлодіоди, два комутатори, перетворювач напруга-частота, блок обробки сигналу, буферний регістр, дільник частоти, два ключі, перший лічильник, два АЦП, блок обчислення, ПЗБ, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, два керуючі підсилювачі та ВКБ, причому вихід n-го ІЧ-датчика через конденсатор підключений до другого входу першого компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого джерела опорної напруги, а вихід підключений до входу першого світлодіода, вихід третього джерела опорної напруги з'єднаний з першим входом першого комутатора, другий вхід якого підключений

до другого входу другого компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого джерела опорної напруги, а вихід разом з третім входом першого комутатора та зі входом другого світлодіода підключені до першого входу другого ключа, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого лічильника, вхід якого, а також другий вхід першого ключа, вхід буферного регістра, вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та перший вхід ВКБ підключені до виходу дільника частоти, вхід якого, а також вхід другого комутатора та пертий вхід першого АЦП з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, вхід якого підключений до виходу першого комутатора, виходи п ІЧ-датчиків з'єднані з вхідною шиною буферного регістра, вихідна шина якого підключена до вхідної шини другого комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом першого АЦП, вихід другого комутатора підключений до другого входу ВКБ, третій і четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, вихідна шина першого лічильника з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, виходи першого та другого світлодіодів з'єднані з загальною шиною, вихід другого ключа підключений до першого входу першого ключа, вихід якого з'єднаний зі входом крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід перетворювача частота-напруга підключений до другого входу третього компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого джерела опорної напруги, а вихід підключений до першого входу генератора напруги, що змінюється лінійно, вихід якого з'єднаний з другим входом першого комутатора, а другий вхід підключений до виходу блока порівняння швидкості, вхід якого разом зі входом блока обробки сигналу з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний через блок обчислення зі входом другого АЦП, вихідна шина якого підключена до другої вхідної шини ПЗБ, виходи п ІЧ-датчиків з'єднані з вхідними шинами перетворювача частота-напруга та блока порівняння швидкості, введено другий лічильник, формувач сигналу, елемент І, два регістри, цифровий компаратор та цифровий індикатор, причому вихідна цифрова шина першого 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 першого АЦП, а вихід підключений до другого входу елемента І, перший вхід якого разом з входом другого лічильника з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, 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, вихідна цифрова шина другого регістра з'єднана з вхідною цифровою шиною цифрового індикатора, вихідна цифрова шина першого АЦП підключена до ЕОМ.

Суть корисної моделі пояснює схема.

Об'єкт контролю - 1; об'єктив - 2; 3 - діафрагма; 4 - кроковий двигун; 5-п дзеркал; 6-п лінз; 7 - оптична лінійка; 8-п ІЧ-датчиків; 9 - перетворювач частота-напруга; 10 - четверте джерело опорної напруги; 11 - третій компаратор; 12 - блок порівняння швидкості; 13 - генератор напруги, що змінюється лінійно; 14 - друге джерело опорної напруги; 15 - конденсатор; 16 - перше джерело опорної напруги; 17, 18 - другий та перший компаратори; 19, 20 - перший та другий світлодіоди; 21 - перший комутатор; 22 - третє джерело опорної напруги; 23 - перетворювач напруга-частота; 24 - блок обробки сигналу; 25 - буферний регістр; 26 - другий комутатор; 27 - дільник частоти; 28, 29 - перший та другий ключі; 30 - перший лічильник; 31 - другий аналого-цифровий перетворювач (АЦП); 32 - блок обчислення; 33 - постійний запам'ятовуючий блок (ПЗБ); 34 - генератор напруги, що змінюється ступінчасто; 35, 36 - перший і другий керуючі підсилювачі; 37 - відеоконтрольний блок (ВКБ); 38 - другий лічильник; 39 - формувач сигналу; 40 - другий регістр; 41 - цифровий індикатор; 42 - перший АЦП; 43 - елемент І; 44 - перший регістр; 45 - цифровий компаратор, причому об'єктив 2 розташований між об'єктом контролю 1 та діафрагмою 3, отвір якої являє собою сектор, доповнений круглим отвором, центр якого співпадає з вершиною сектора та головною оптичною віссю, п дзеркал 5, закріплених на оптичній лінійці 7 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, діафрагмуючі отвори дзеркал 5 являють собою еліпси, на одній оптичній осі з якими встановлені п лінз 6 та лінійка п ІЧ-датчиків 8, вихід п-го ІЧ-датчика 8.п через конденсатор 15 підключений до другого входу першого компаратора 18, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого джерела опорної напруги 16, а вихід підключений до входу першого світлодіода 19, вихід третього джерела опорної напруги 22 з'єднаний з першим входом першого комутатора 21, другий вхід якого підключений до другого входу другого компаратора 17, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого джерела опорної напруги 14, а вихід разом з третім входом

першого комутатора 21 та зі входом другого світлодіода 20 підключені до першого входу другого ключа 29, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого лічильника 30, вхід якого, а також другий вхід першого ключа 28, вхід буферного регістра 25, вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 34, та перший вхід ВКБ 37 підключені до виходу дільника частоти 27, вхід якого, а також вхід другого комутатора 26 та перший вхід першого АЦП 42 з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота 23, вхід якого підключений до виходу першого комутатора 21, виходи п ІЧ-датчиків 8 з'єднані з вхідною шиною буферного регістра 25, вихідна шина якого підключена до вхідної шини другого комутатора 26, вихід якого з'єднаний з другим входом першого АЦП 42, вихід другого комутатора 26 підключений до другого входу ВКБ 37, третій і четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого 35 і другого 36 керуючих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 34, вихідна шина першого лічильника 30 з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ 33, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого 35 і другого 36 керуючих підсилювачів, виходи першого 19 та другого 20 світлодіодів з'єднані з загальною шиною, вихід другого ключа 29 підключений до першого входу першого ключа 28, вихід якого з'єднаний зі входом крокового двигуна 4, вал якого зв'язаний з діафрагмою 3, вихід перетворювача частота-напруга 9 підключений до другого входу третього компаратора 11, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого джерела опорної напруги 10, а вихід підключений до першого входу генератора напруги, що змінюється лінійно, 13, вихід якого з'єднаний з другим входом першого комутатора 21, а другий вхід підключений до виходу блока порівняння швидкості 12, вхід якого разом зі входом блока обробки сигналу 24 з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота 23, вихідна шина буферного регістра 25 підключена до вхідної шини блока обробки сигналу 24, вихід якого з'єднаний через блок обчислення 32 зі входом другого АЦП 31, вихідна шина якого підключена до другої вхідної шини ПЗБ 33, виходи п ІЧ-датчиків 8 з'єднані з вхідними шинами перетворювача частота-напруга 9 та блока порівняння швидкості 12, вихідна цифрова шина першого АЦП 42 з'єднана з вхідною цифровою шиною першого регістра 44, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого регістра 40 та до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 45, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого АЦП 42, а вихід підключений до другого входу елемента І 43, перший вхід якого разом з входом другого лічильника 38 з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота 23, вихід елемента І 43 підключений до першого входу першого регістра 44, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу 39, вхід якого разом зі входом другого регістра 40 підключені до виходу другого лічильника 38, вихідна цифрова шина другого регістра 40 з'єднана з вхідною цифровою шиною цифрового індикатора 41, вихідна цифрова шина першого АЦП 42 підключена до ЕОМ.

Запропонований пристрій працює так. Перед початком роботи оптичну вісь пристрою суміщають з віссю обертання об'єкта контролю. Потік інфрачервоного випромінювання, що створюється поверхнею контрольованого об'єкта 1, який знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє на об'єктив 2, який перетворює його у випромінювання з променями, паралельними головній оптичній осі.

Області, що виділяються на тепловому зображенні контрольованого об'єкта за допомогою п дзеркал 5, є концентричними сегментами круга. Оскільки ці дзеркала встановлені на оптичній лінійці під кутом 45° до головної оптичної осі, то отвори в дзеркалах мають еліпсоподібну форму. Враховуючи те, що діафрагмуючі отвори концентричні, то при повному обертанні діафрагми 3 навколо осі на ІЧ-датчики 8 надходить потік інфрачервоного випромінювання, що відповідає зображенням п сегментів всього зображення контрольованого об'єкта 1. Фіксує положення діафрагмуючого отвору діафрагми 3 в m напрямках полярної системи координат і здійснюючи її переривчастий обертальний рух за допомогою крокового двигуна 4, можна отримати інформацію про температуру $N=m \cdot (n-1)+1$ точок контрольованого об'єкта 1. Це пояснюється тим, що центральна частина діафрагмуючого отвору діафрагми 3 має круглу форму і за відсутності радіального биття потік інфрачервоного випромінювання, що потрапляє на ІЧ-датчик 8.п, є постійним при обертанні діафрагми 3. За наявності радіального биття наведена формула приймає вигляд $N=m \cdot n$.

Якщо швидкість обертання об'єкта контролю 1 дорівнює нулю, тобто об'єкт є нерухомим, то на виході перетворювача частота-напруга 9 сигнал дорівнює нулю. При цьому на виході третього компаратора 11 присутній сигнал логічного нуля, оскільки на його вхід подається напруга з четвертого джерела опорної напруги 10. Отже, на виході генератора напруги, що змінюється лінійно, 13 присутній також нульовий сигнал та на виході другого компаратора 17 встановлений сигнал логічного нуля, на вхід якого подається напруга з виходу другого джерела опорної напруги 14. За таких умов в першому комутаторі 21 відкритий канал проходження

сигналу з виходу третього джерела опорної напруги 22 на вхід перетворювача напруга-частота 23. При цьому на його виході формується імпульсний електричний сигнал частотою $f_1 \cdot n$, який надходить на вхід дільника частоти 27. На виході останнього формується імпульсний сигнал частотою f_1 , що подається на входи першого лічильника 30, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 34, ВКБ 37 та буферного регістра 25. З такою частотою здійснюється запис інформації в буферний регістр 25, яка надходить з ІЧ-датчиків 8 і яка зберігається в ньому протягом часу $1/f_1$, за який ця інформація зчитується другим комутатором 26 під дією вихідного імпульсного сигналу перетворювача напруга-частота 23 та перетворюється в послідовний потік. З цією ж частотою інформація подається на другі входи першого АЦП 42 та ВКБ 37. Перший ключ 28 знаходиться у відкритому стані, оскільки на його перший вхід сигнал з виходу закритого другого ключа 29 не надходить. Отже, на кроковий двигун 4 надходить імпульсний сигнал, який

забезпечує обертання вала двигуна та діафрагми 3. За період $\frac{360^\circ}{\beta} \cdot \frac{1}{f_1}$ сканується все теплове поле нерухомого об'єкта контролю 1, де β - мінімальний кут повороту, що утворюється при подачі одного керуючого імпульсу на кроковий двигун 4.

Генератор напруги, що змінюється ступінчасто, 34, перший 35 і другий 36 керуючі підсилювачі та ПЗБ 33 призначені для формування сигналів розгортки ВКБ 37. Коли на вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 34 надходить імпульсний електричний сигнал з частотою f_1 , то на його виході формується електричний сигнал ступінчастої форми з кількістю сходинок за період, рівною n . Цей сигнал надходить на входи керованих підсилювачів 35 і 36, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами ПЗБ 33. При цьому коефіцієнти підсилення першого 35 та другого 36 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin \varphi_i$ та $R_i \cdot \cos \varphi_i$ відповідно, де R_i - радіус, φ_j - кут координати елементарного участка поверхні контрольованого об'єкта 1 в полярній системі координат. При цьому $i = \overline{0, n}, j = \overline{0, m}$.

На першу вхідну шину ПЗБ 33 сигнали надходять з першого лічильника 30, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює t . В результаті на екрані ВКБ 37 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 27 формується зображення, що відповідає тепловому полю контрольованого об'єкта 1.

Якщо швидкість обертання об'єкта контролю 1 більша нуля, тобто він починає обертатись, то на виході перетворювача частота-напруга 9 формується електричний сигнал, амплітуда якого пропорційна частоті обертання об'єкта контролю 1. Цей сигнал надходить на другий вхід третього компаратора 11 і, оскільки сигнал перевищує рівень напруги з виходу четвертого джерела опорної напруги 10, на виході третього компаратора 11 формується сигнал логічної одиниці, який запускає генератор напруги, що змінюється лінійно, 13, на виході якого починає нарощуватись амплітуда сигналу напруги. При перевищенні цим сигналом рівня напруги, що формується на виході другого джерела опорної напруги 14, на виході другого компаратора 17 встановлюється сигнал логічної одиниці, яким перший комутатор 21 перемикається в режим проходження сигналу з виходу генератора напруги, що змінюється лінійно, 13 на вхід перетворювача напруга-частота 23. На виході останнього формується сигнал з частотою

чередування імпульсів $f \cdot n = \frac{\omega}{2\pi} \cdot n \cdot m$, де ω - циклічна частота обертання об'єкта контролю 1. При цьому на виході дільника частоти 27 формується імпульсний сигнал з частотою f , з якою здійснюється запис інформації в буферний регістр 25, а потім зчитується з останнього через другий комутатор 26 з частотою, сигнал якої формується на виході перетворювача напруга-частота 23. З цією ж частотою сигнал надходить в перший АЦП 42. Таким чином у ВКБ 37 під дією сигналів з виходів блоків 33-36 формується теплове зображення об'єкта контролю 1.

На вхід крокового двигуна 4 через перший ключ 28 надходить імпульсний сигнал з частотою

чередування імпульсів $f = \frac{\omega}{2\pi} \cdot m$. При цьому діафрагма 3 починає обертатися і за час зростання сигналу на виході генератора напруги, що змінюється лінійно, 13 швидкість обертання діафрагми 3 зрівнюється зі швидкістю обертання контрольованого об'єкта 1. Очевидно, що напруга на виході перетворювача частота-напруга 9 протягом періоду розгону крокового двигуна 4 зменшується і в момент порівняння швидкостей обертання діафрагми 3 та контрольованого об'єкта 1 напруга стає рівною нулю. При цьому на виході третього компаратора 11 з'являється сигнал логічного нуля, яким припиняється процес нарощування напруги на виході генератора напруги, що змінюється лінійно, 13 і період розгону крокового двигуна 4 на цьому завершується.

Зазначимо, що в момент появи сигналу логічної одиниці на виході другого компаратора 17 вмикається другий світлодіод 20, що свідчить про вимірювання теплового поля об'єкта 1 в процесі його обертання.

Одночасно з виходу дільника частоти 27 сигнал надходить на вхід першого лічильника 30. На виході останнього, де формується сигнал переносу і який з'єднаний з через другий ключ 29 з

першим входом першого ключа 28, формуються імпульси з періодом $\frac{1}{m \cdot f}$ і тривалістю $\frac{1}{f}$, які надходять на ключ 28 і закривають його.

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 30 другий ключ 29 відкривається і вихідним сигналом закриває перший ключ 28, який припиняє роботу

крокового двигуна 4 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 4 відновлюється і сканування уже здійснюється вздовж радіуса R_{j+1} , кут між вибраним нульовим напрямом та R_{j+1} стає рівним $(j+1) \cdot \beta$. Виведення зображення на ВКБ 37 реалізується аналогічно, як описано вище. Так здійснюється кругова розгортка всього теплового зображення контрольованого об'єкта 1, що обертається.

У випадку, коли немає можливості сумістити оптичну вісь пристрою та геометричну вісь об'єкта контролю, тобто, коли спостереження проводиться під певним кутом до геометричної осі контрольованого об'єкта, його тепловий портрет спотворюється і на екрані ВКБ 37 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 напівосі еліпса відповідно, причому $a = R$, де R - радіус кола контрольованого об'єкта.

Перейдемо у полярну систему координат, використавши формули

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

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

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

Підставимо (2) в (1) та отримаємо вираз

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

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

Це реалізовано в блоці обробки сигналу 24, який фіксує кут φ , параметри b і r та передає їх в блок обчислення 32, в якому за формулою (3) визначається дійсний радіус спотвореного кола.

Вихідний сигнал блока обчислення 32 за допомогою другого АЦП 31 перетворюється в цифровий код і надходить на другу вхідну шину ПЗБ 33, формуючи при цьому скориговані коефіцієнти підсилення першого 35 і другого 36 керованих підсилювачів, які відновлюють розмір зображення при його виведенні на ВКБ 37.

Якщо швидкість обертання контрольованого об'єкта 1 зменшилась, то код з вихідної шини ІЧ-датчика 8 надходить на вхідну шину блока порівняння швидкості 12, на його виході формується сигнал логічної одиниці, який подається на вхід генератора напруги, що змінюється лінійно, 13. У випадку зменшення швидкості обертання контрольованого об'єкта 1 на виході перетворювача частота-напруга 9 з'являється сигнал, яким забезпечується зменшення напруги на виході генератора напруги, що змінюється лінійно, 13, внаслідок чого швидкість обертання крокового двигуна 4 також зменшується і швидкості обертання діафрагми 3 та контрольованого об'єкта 1 зрівнюються.

Якщо об'єкт контролю 1 має радіальне биття, що виявляється в процесі його обертання, то вихідний сигнал з ІЧ-датчика 8.п надходить через конденсатор 15 на вхід першого компаратора 18. В моменти перевищення цим сигналом напруги, яка подається з виходу першого джерела опорної напруги 16, на виході першого компаратора 18 з'являється сигнал

логічної одиниці, який викликає ввімкнення першого світлодіода 19, що свідчить про наявність радіального биття об'єкта контролю 1.

Визначення найбільш нагрітої точки об'єкта дослідження в процесі його роботи відбувається наступним чином. Послідовність сигналів з виходу другого комутатора 26 потрапляє на перший
 5 вхід першого АЦП 42, в якому по сигналу з виходу перетворювача напруга-частота 23 здійснюється їх перетворення в цифровий код. По закінченню першого перетворення в цифровому компараторі 45 здійснюється порівняння цифрового коду з виходу першого АЦП 42 та нульового коду, записаного в першому регістрі 44. При цьому на виході цифрового
 10 компаратора 45 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається елемент І 43 і по сигналу з виходу перетворювача напруга-частота 23 цифровий код з виходу першого АЦП 42 записується в перший регістр 44. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході першого АЦП 42 з'являється цифровий код, який порівнюється з кодом, записаним в першому регістрі 44. І якщо цифровий код на виході першого АЦП 42 перевищує код, записаний в
 15 першому регістрі 44, то відбувається перезапис коду в перший регістр 44. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок об'єкта дослідження, в першому регістрі 44 зберігається код, що відповідає найвищій температурі об'єкта дослідження. По завершенні повного оберту досліджуваного об'єкта на виході другого лічильника 38, коефіцієнт ділення якого дорівнює N , з'являється імпульс, яким інформація з першого регістра 44 переписується в другий регістр 40 та виводиться на цифровий
 20 індикатор 41. По задньому фронту зазначеного імпульсу на виході формувача сигналу 39 з'являється короткий імпульс, яким перший регістр 44 обнуляється.

Підкреслимо, що з виходу першого АЦП 42 цифровий код передається в ЕОМ.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єktiv, діафрагму, отвір який являє собою сектор, доповнений круглим отвором, центр якого співпадає з вершиною сектора та головною оптичною віссю, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, діафрагмуючі отвори дзеркал
 30 являють собою еліпси, на одній оптичній осі з якими встановлені n лінз та лінійка n інфрачервоних датчиків, перетворювач частота-напруга, чотири джерела опорної напруги, три компаратори, блок порівняння швидкості, генератор напруги, що змінюється лінійно, конденсатор, два світлодіоди, два комутатори, перетворювач напруга-частота, блок обробки сигналу, буферний регістр, дільник частоти, два ключі, перший лічильник, два аналого-цифрових перетворювачі, блок обчислення, постійний запам'ятовуючий блок, генератор
 35 напруги, що змінюється ступінчасто, два керуючі підсилювачі та відеоконтрольний блок, причому вихід n -го інфрачервоного датчика через конденсатор підключений до другого входу першого компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого джерела опорної напруги, а вихід підключений до входу першого світлодіода, вихід третього джерела опорної
 40 напруги з'єднаний з першим входом першого комутатора, другий вхід якого підключений до другого входу другого компаратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого джерела опорної напруги, а вихід разом з третім входом першого комутатора та зі входом другого світлодіода підключені до першого входу другого ключа, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого лічильника, вхід якого, а також другий вхід першого ключа, вхід буферного регістра,
 45 вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та перший вхід відеоконтрольного блока підключені до виходу дільника частоти, вхід якого, а також вхід другого комутатора та перший вхід першого аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, вхід якого підключений до виходу першого комутатора, виходи n інфрачервоних датчиків з'єднані з вхідною шиною буферного регістра, вихідна шина якого підключена до
 50 вхідної шини другого комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом першого аналого-цифрового перетворювача, вихід другого комутатора підключений до другого входу відеоконтрольного блока, третій і четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, вихідна шина першого лічильника з'єднана з першою вхідною шиною
 55 постійного запам'ятовуючого блока, перший і другий входи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, виходи першого та другого світлодіодів з'єднані з загальною шиною, вихід другого ключа підключений до першого входу першого ключа, вихід якого з'єднаний зі входом крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід перетворювача частота-напруга підключений до другого входу третього компаратора, перший
 60 вхід якого з'єднаний з виходом четвертого джерела опорної напруги, а вихід підключений до

першого входу генератора напруги, що змінюється лінійно, вихід якого з'єднаний з другим входом першого комутатора, а другий вхід підключений до виходу блока порівняння швидкості, вхід якого разом зі входом блока обробки сигналу з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний через блок обчислення зі входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна шина якого підключена до другої вхідної шини постійного запам'ятовуючого блока, виходи n інфрачервоних датчиків з'єднані з вхідними шинами перетворювача частота-напруга та блока порівняння швидкості, який **відрізняється** тим, що додатково введено другий лічильник, формувач сигналу, елемент І, два регістри, цифровий компаратор та цифровий індикатор, причому вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача 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 першого аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до другого входу елемента І, перший вхід якого разом з виходом другого лічильника з'єднані з виходом перетворювача напруга-частота, 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, вихідна цифрова шина другого регістра з'єднана з вхідною цифровою шиною цифрового індикатора, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача підключена до ЕОМ.

