



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50853 (13) U
(51) МПК (2009)
G01K 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

1

2

(21) u200913565

(22) 25.12.2009

(24) 25.06.2010

(46) 25.06.2010, Бюл.№ 12, 2010 р.

(72) ГРАБКО ВАЛЕНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , а також інфрачервоний приймач, що являє собою набір інфрачервоних сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, причому виходи n інфрачервоних сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного регістра та перетворювача частота-напруга, вихідна шина реверсивного лічильника підключена до вхідної шини цифрово-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вал крокового двигуна зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами відеоконтрольного блока та другого аналого-цифрового перетворювача, з першим входом першого комутатора та з входами інтерфейсного блока генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та подільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента I та буферного регістра, вихід першого елемента I з'єднаний з першим входом лічильника, другий вхід якого разом з першим входом другого елемента I підключені до виходу елемента H1, вихід другого елемента I з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, вихід елемента H1 підключений до п'ятого входу відеоконтрольного блока та до других входів першого комутатора та буферного регі-

стра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною першого комутатора, вихід якого підключений до перших входів відеоконтрольного блока та другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока, вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина лічильника з'єднана з першою вхідною шиною постійного запам'ятовуючого блока, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів відеоконтрольного блока, вихід перетворювача частота-напруга з'єднаний з першим входом компаратора, другий вхід якого підключений до виходу джерела опорної напруги, а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника, елемента АБО-Н1 та з входом інвертора, вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника та елемента АБО-Н1, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента I та з входом елемента H1, при цьому вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача, вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною постійного запам'ятовуючого блока, вихід першого перетворювача напруга-частота підключений до входу блока обробки сигналу, а вихід подільника частоти з'єднаний з другим входом другого елемента I, який **відрізняється** тим, що в нього введені блок визначення напрямку обертання та другий комутатор, причому виходи n інфрачервоних сенсорів підключені до вхідної шини блока визначення напрямку обертання, вихід якого з'єднаний з третім входом лічильника та другим входом другого комутатора, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини крокового двигуна, а перший вхід з'єднаний з виходом другого перетворювача напруга-частота.

(19) UA (11) 50853 (13) U

Корисна модель стосується 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 №1818943, М. кл. G01K 13/08, G01J5/28, бюл. №20, 1993], що містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні утворюючі бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні утворюючі центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір інфрачервоних (14) сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, виходи n ІЧ-сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного регістра та перетворювача частота-напруга, вихід якого підключений до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача (АЦП), вихідна шина якого з'єднана з першою вхідною шиною компаратора, друга вхідна шина якого підключена до вихідної шини другого АЦП, а перший і другий виходи з'єднані відповідно з першим і другим входами реверсивного лічильника, вихідна шина якого підключена до вхідної шини цифро-аналогового перетворювача (ЦАП), вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вихід якого підключений до крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до першого входу другого АЦП та до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами другого АЦП, відеоконтрольного блока (ВКБ) та другого АЦП, з першим входом комутатора та з входами інтерфейсного блока, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та першого подільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента І, буферного регістра та до входу другого подільника частоти, вихід якого з'єднаний з другими входами першого АЦП та другого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу елемента ІІ, а вихід з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, третій вихід першого компаратора підключений до другого входу першого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом лічильника, другий вхід якого підключений до виходу елемента ІІ, вхід якого з'єднаний з третім виходом компаратора, вихід елемента ІІ підключений до п'ятого входу ВКБ та до других входів комутатора та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до перших входів ВКБ та другого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока, вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина лічильника з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ, вихід другого елемента І з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого АЦП,

других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє коректно відображати тепловий портрет об'єкта контролю у випадку, коли змінюється напрям обертання об'єкта контролю, що обмежує функціональні можливості пристрою.

За прототип обрано пристрій для безконтактного вимірювання температури [Патент України №20999, М. кл. G01K13/00, бюл. №2, 2007], що містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні утворюючі бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні утворюючі центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір ІЧ-сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, компаратор, перший АЦП, виходи n ІЧ-сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного регістра та перетворювача частота-напруга, вихідна шина реверсивного лічильника підключена до вхідної шини ЦАП, вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вихід якого підключений до крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами ВКБ та другого АЦП, з першим входом комутатора (в подальшому - першого комутатора) та з входами інтерфейсного блока, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та подільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента І та буферного регістра, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом лічильника, другий вхід якого підключений до виходу елемента ІІ, перший вхід другого елемента І з'єднаний з виходом елемента ІІ, вихід якого підключений до п'ятого входу ВКБ та до других входів першого комутатора та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною першого комутатора, вихід якого підключений до перших входів ВКБ та другого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока, вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина лічильника з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ, вихід другого елемента І з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого АЦП,

вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною ПЗБ, вихід першого перетворювача напруга-частота підключений до входу блока обробки сигналу, вихід перетворювача частота-напруга з'єднаний з першим входом компаратора, другий вхід якого підключений до виходу джерела опорної напруги, а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника, елемента АБО-НІ та з входом інвертора, вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника та елемента АБО-НІ, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І та з входом елемента НІ, вихід подільника частоти підключений до другого входу другого елемента І.

Головним недоліком даного пристрою є відсутність можливості коректно відобразити тепловий портрет об'єкта контролю при зміні напрямку обертання об'єкта контролю, що обмежує функціональні можливості пристрою.

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 коректного відображення теплового портрета об'єкта контролю у випадку зміни напрямку обертання останнього, що дозволяє розширити функціональні можливості пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єкт, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні утворюючі бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні утворюючі центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір ІЧ-сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, виходи n ІЧ-сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного регістра та перетворювача частота-напруга, вихідна шина реверсивного лічильника підключена до вхідної шини ЦАП, вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вал крокового двигуна зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами ВКБ та другого АЦП, з першим входом першого комутатора та з входами інтерфейсного блока, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та подільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента І та буферного регістра, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом лічильника, другий вхід якого разом з першим входом другого елемента І підключені до виходу елемента НІ, вихід другого елемента І з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, вихід елемента НІ підключений до p 'ятого входу ВКБ та до других входів першого комутатора та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною першого комутатора, вихід якого підключений до перших входів ВКБ та другого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока,

вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина лічильника з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ, вихід перетворювача частота-напруга з'єднаний з першим входом компаратора, другий вхід якого підключений до виходу джерела опорної напруги, а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника, елемента АБО-НІ та з входом інвертора, вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника та елемента АБО-НІ, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І та з входом елемента НІ, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною ПЗБ, вихід першого перетворювача напруга-частота підключений до входу блока обробки сигналу, вихід подільника частоти з'єднаний з другим входом другого елемента І, введено блок визначення напрямку обертання та другий комутатор, причому виходи n ІЧ-сенсорів підключені до вхідної шини блока визначення напрямку обертання, вихід якого з'єднаний з третім входом лічильника та другим входом другого комутатора, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини крокового двигуна, а перший вхід з'єднаний з виходом другого перетворювача напруга-частота.

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

На схемі: 1 - об'єкт контролю; 2 - об'єктів; 3 - діафрагма; 4 - дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні утворюючі бокової конусної поверхні 4.1 якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні утворюючі центральної конусної поверхні 4.2 утворюють кут при вершині 90° ; 5 - n ІЧ-датчиків; 6 - кроковий двигун; 7 - другий комутатор; 8 - другий перетворювач напруга-частота; 9 - цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); 10 - другий елемент І; 11 - реверсивний лічильник; 12 - інвертор; 13 - блок визначення напрямку обертання; 14 - компаратор; 15 - перетворювач частота-напруга; 16 - елемент НІ; 17 - елемент АБО-НІ; 18 - перший елемент І; 19 - лічильник; 20 - джерело опорної напруги; 21 - перший перетворювач напруга-частота; 22 - подільник частоти; 23 - блок обробки сигналу; 24 - буферний регістр; 25 - перший комутатор; 26 - перший аналого-цифровий перетворювач (АЦП); 27 - блок обчислення; 28 - постійний запам'ятовуючий блок (ПЗБ); 29, 30 - перший і другий керуючі підсилювачі; 31 - відеоконтрольний блок (ВКБ); 32 - генератор напруги, що змінюється ступінчасто; 33 - другий аналого-цифровий перетворювач (АЦП); 34 - інтерфейсний блок, причому отвір діафрагми 3 являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало 4, виконане у вигляді конуса, прямолінійні утворюючі бокової конусної поверхні 4.1 якого

утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні утворюють центральній конусної поверхні 4.2 утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач являє собою набір ІЧ-сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, виходи n ІЧ-сенсорів $5.1, 5.2, \dots 5.n$ з'єднані з вхідними шинами буферного регістра 24 та перетворювача частота-напруга 15 , вихідна шина реверсивного лічильника 11 підключена до вхідної шини ЦАП 9 , вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота 8 , вал крокового двигуна 6 зв'язаний з діафрагмою 3 , вихід джерела опорної напруги 20 підключений до входу першого перетворювача напруга-частота 21 , вихід якого з'єднаний з другими входами ВКБ 31 та другого АЦП 33 , з першим входом першого комутатора 25 та з входами інтерфейсного блока 34 , генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 32 та подільника частоти 22 , вихід якого підключений до перших входів першого елемента I 18 та буферного регістра 24 , вихід першого елемента I 18 з'єднаний з першим входом лічильника 19 , другий вхід якого разом з першим входом другого елемента I 10 підключені до виходу елемента HI 16 , вихід другого елемента I 10 з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника 11 , вихід елемента HI 16 підключений до п'ятого входу ВКБ 31 та до других входів першого комутатора 25 та буферного регістра 24 , вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною першого комутатора 25 , вихід якого підключений до перших входів ВКБ 31 та другого АЦП 33 , вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока 34 , вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина лічильника 19 з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ 28 , перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого 29 і другого 30 керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 32 , а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ 31 , вихід перетворювача частота-напруга 15 з'єднаний з першим входом компаратора 14 , другий вхід якого підключений до виходу джерела опорної напруги 20 , а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника 11 , елемента АБО-НІ 17 та з входом інвертора 12 , вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника 11 та елемента АБО-НІ 17 , вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента I 18 та з входом елемента HI 16 , вихідна шина буферного регістра 24 підключена до вхідної шини блока обробки сигналу 23 , вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення 27 , вихід якого підключений до входу першого АЦП 26 , вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною ПЗБ 28 , вихід першого перетворювача напруга-частота 21 підключений до входу блока обробки сигналу 23 , вихід подільника частоти 22 з'єднаний з другим входом другого елемента I 10 , виходи n ІЧ-сенсорів $5.1, 5.2, \dots 5.n$ підключені до вхідної шини блока визначення напрямку обертання 13 , вихід якого з'єднаний з третім входом лічильника 19 та другим входом другого комутатора 7 , вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної циф-

рової шини крокового двигуна 6 , а перший вхід з'єднаний з виходом другого перетворювача напруга-частота 8 .

Запропонований пристрій працює так. Потік інфрачервоного випромінювання, що створюється об'єктом контролю 1 , попадає на об'єкти 2 , що перетворює його у випромінювання з променями, спрямованими паралельно головній оптичній осі. Перетворений у такий спосіб потік інфрачервоного випромінювання попадає на діафрагму 3 , що приводиться в рух кроковим двигуном 6 .

Таким чином, на центральну частину 4.2 конусного дзеркала 4 попадає лише частина теплового зображення контрольованого об'єкта 1 . Випромінювання, що пройшло через секторний діафрагмуючий отвір діафрагми 3 , відбиваючись від дзеркальної поверхні 4.2 центральної частини, потім від бокової поверхні 4.1 дзеркала 4 , приймається інфрачервоним приймачем 5 . При цьому теплове зображення розбивається на n частин, кожна з яких приймається окремим сенсором 5_i , де $i = \overline{1, n}$. При обертанні діафрагми 3 навколо центра, що збігається з головною оптичною віссю, здійснюється сканування всього теплового поля об'єкта контролю 1 , при цьому розгортка є не безперервною, а дискретною за рахунок застосування крокового двигуна 6 , що дозволяє отримати інформацію про тепловий стан контрольованого об'єкта 1 у зручній для подальшої обробки формі.

Пристрій має один режим роботи. Це визначається тим фактором, що швидкість розгортання теплового зображення на екрані ВКБ 31 у запропонованому пристрої є постійною (наприклад, 50 кадрів в секунду). Такий режим роботи обумовлений тим, що швидкість обертання діафрагми ω_3 підтримується більшою, ніж швидкість обертання ω_1 об'єкта контролю 1 на $\Delta\omega = \text{const}$ (наприклад, $\Delta\omega = 50 \text{ об/сек}$), не враховуючи величину ω_1 ($\omega_1 = 0 - \omega_{\text{max}}$, де ω_{max} - максимальна швидкість, при якій пристрій може нормально функціонувати, а при $\omega_1 = 0$ об'єкт контролю 1 нерухомий).

Підтримка $\Delta\omega = \text{const}$ здійснюється за допомогою блоків $7-22$. Здійснюється це в такий спосіб.

Нехай $\omega_1 = 0$ (об'єкт контролю 1 - нерухомий), тоді на виході перетворювача частота-напруга 15 буде відсутній електричний сигнал, який подається на перший вхід компаратора 14 . З виходу джерела опорної напруги 20 електричний сигнал, пропорційний $\Delta\omega = \text{const}$, надходить на другий вхід компаратора 14 . При цьому на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить на перший вхід реверсивного лічильника 11 . На його другому вході присутній сигнал логічного нуля, оскільки сигнал логічної одиниці з виходу компаратора 14 проходить через інвертор 12 . При цьому сигнали логічного нуля та одиниці з виходів відповідно інвертора 12 та компаратора 14 надходять на другий і перший входи елемента АБО-НІ 17 , на виході якого з'являється сигнал логічного нуля. Сигнал логічного нуля з виходу елемента АБО-НІ 17 через елемент HI 16 у вигляді сигналу логічної одиниці надходить на перший вхід другого елемента I 10 . На його другий вхід надходять імпульси з виходу подільника частоти 22 , оскільки на вхід останнього надходить сигнал з виходу джерела опорної на-

пруги 20 через перший перетворювач напруга-частота 21. При цьому на виході другого елемента І 10 формуються імпульси, які надходять на третій вхід реверсивного лічильника 11, цифровий код на виході якого починає збільшуватись і надходить на вхід ЦАП 9, з виходу якого сигнал напруги подається на другий перетворювач напруга-частота 8, сигнал з виходу якого через другий комутатор 7 надходить на вхід крокового двигуна 6, вал якого зв'язаний з діафрагмою 3. Швидкість обертання крокового двигуна 6 починає зростати і при обертанні діафрагми 3 на виході перетворювача частота-напруга 15 сигнал збільшується також. В момент зрівняння сигналів на входах компаратора 14 на його виході встановлюється нульовий сигнал. При цьому на виході елемента АБО-НІ 17 з'являється сигнал логічної одиниці (на виході інвертора 12 присутній також нульовий сигнал), який через елемент НІ 16 закриває другий елемент І 10 та розблоковує роботу лічильника 19, буферного регістра 24, першого комутатора 25 та ВКБ 31. Подача імпульсів в реверсивний лічильник 11 припиняється, а код, що записаний в ньому, забезпечує стає обертання діафрагми 3 зі швидкістю рівною швидкості розгортки (наприклад, так як $\omega_1=0$, то $\omega_3=\Delta\omega=50\text{об/сек}$).

Нехай $\omega_1 \neq 0$, тобто об'єкт контролю 1 почав обертатися, значення сигналу напруги з виходу перетворювача частота-напруга 15 починає зменшуватись і стає меншим, ніж сигнал напруги на виході джерела опорної напруги 20. При цьому пристрій працює аналогічно, описаному вище, доти, поки швидкість обертання діафрагми 3 не перевищить швидкість обертання об'єкта контролю 1 на величину $\Delta\omega$ і не стабілізується.

Якщо швидкість обертання об'єкта контролю 1 зменшується, то на виході компаратора 14 з'являється напруга від'ємної полярності, на виході інвертора 12 встановлюється сигнал, яким реверсивний лічильник 11 запускається в напрямку зменшення записаного коду. При цьому швидкість обертання крокового двигуна 6 зменшується до межі, доки різниця швидкостей обертання діафрагми 3 та об'єкта контролю 1 не досягне величини $\Delta\omega$.

Електричні сигнали, амплітуда яких пропорційна температурі елементарних ділянок на поверхні об'єкта контролю 1, таких ділянок може бути $N=m \cdot n$, де $m = \frac{360^\circ}{\beta}$, де β - мінімальний кут пово-

роту, що утворюється при подачі одного керуючого імпульсу на кроковий двигун 6, з виходів інфрачервоного приймача 5 надходять на входи буферного регістра 24, який запам'ятовує інформацію в аналоговому вигляді на час $\Delta T = \frac{1}{f}$. Запис в буфер-

ний регістр 24 проводиться в момент надходження сигналу з виходу подільника частоти 22. Комутатором 25 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 24 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний.

Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 25 потрапляє на перший вхід ВКБ 31, а

також на вхід другого АЦП 33, в якому він перетворюється в цифрову форму. З виходу останнього сигнал подається на вхідну шину інтерфейсного блока 34, в якому він приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

В момент, коли швидкості обертання діафрагми 3 та об'єкта контролю 1 стають сталими та відрізняються на величину $\Delta\omega$ сигнали логічного нуля з виходів компаратора 14 та інвертора 12 (компаратор 14 та інвертор 12 мають пороги чутливості) поступають відповідно на перший і другий входи елемента АБО-НІ 17. При цьому на виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить на другий вхід першого елемента І 18 та відкриває його. Імпульси з виходу подільника частоти 22 через відкритий перший елемент І 18 надходять на вхід лічильника 19, який починає відраховувати останні.

Генератор напруги, що змінюється ступінчасто, 32, перший 29 та другий 30 керовані підсилювачі і ПЗБ 28 призначені для формування сигналів розгортки ВКБ 31. Сигнал частотою $f \cdot n$, що надходить на вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 32, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 29 і другого 30 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами ПЗБ 28. При цьому коефіцієнти підсилення першого 29 та другого 30 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 першу вхідну шину ПЗБ 28 сигнали надходять з лічильника 19, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m . В результаті на екрані ВКБ 31 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу перетворювача напруга-частота 21 формується зображення, що відповідає тепловому полю контрольованого об'єкта 1.

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 31 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

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \cos \varphi, \\ y &= r \cdot \sin \varphi, \end{aligned} \quad (2)$$

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.

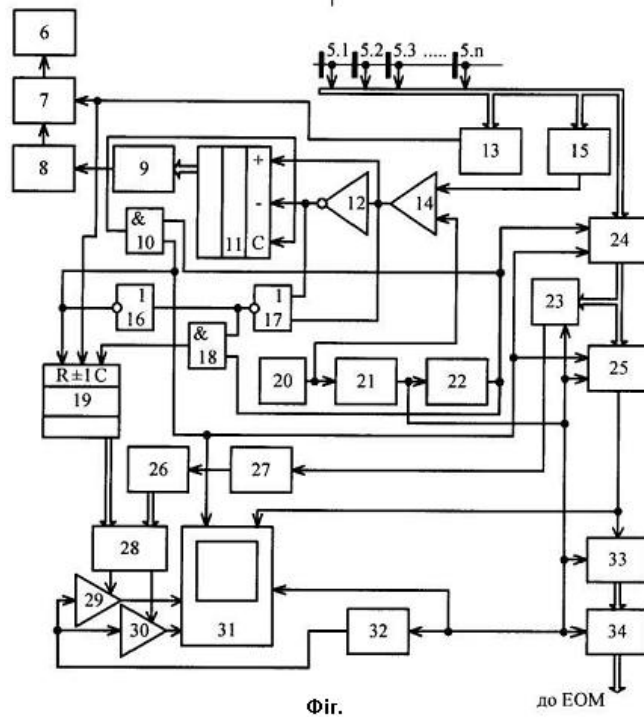
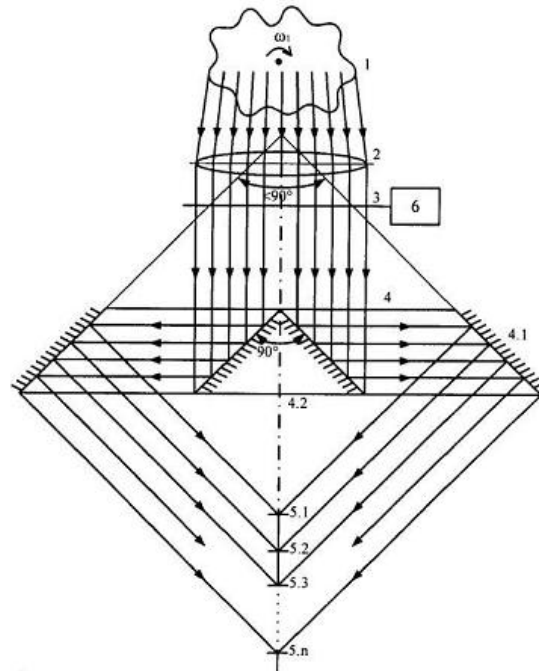
Це реалізовано в блоці обробки сигналу 23, який фіксує кут φ , параметри b і r та передає їх в блок обчислення 27, в якому за формулою (3) визначається дійсний радіус спотвореного кола.

Вихідний сигнал блока обчислення 27 за допомогою першого АЦП 26 перетворюється в цифровий код і надходить на другу вхідну шину ПЗБ 28, формуючи при цьому скориговані коефіцієнти

підсилення першого 29 і другого 30 керованих підсилювачів, які відновлюють розмір зображення при його виведенні на ВКБ 31.

Слід відзначити, що доки різниця між ω_3 і ω_1 не дорівнює $\Delta\omega = \text{const}$, то сигнал логічного нуля з виходу елемента НІ 16 блокує роботу буферного регістра 24, першого комутатора 25, лічильника 19 та ВКБ 31.

В разі зміни напрямку обертання контрольованого об'єкта 1 на виході блока визначення напрямку обертання 13 з'являється сигнал логічної одиниці, яким змінюється алгоритм роботи другого комутатора 7 та лічильника 19. При появі на другому вході другого комутатора 7 сигналу логічної одиниці кроковий двигун 6 обертає діафрагму 3 в протилежному напрямку. Формування розгортки зображення на екрані ВКБ 31 також здійснюється в протилежному напрямку, оскільки на третій вхід лічильника 19 подається сигнал логічної одиниці. Робота інших блоків пристрою залишається без змін.



Фиг.

до ЕОМ