



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156918** (13) **U**
(51) МПК
G01K 13/08 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

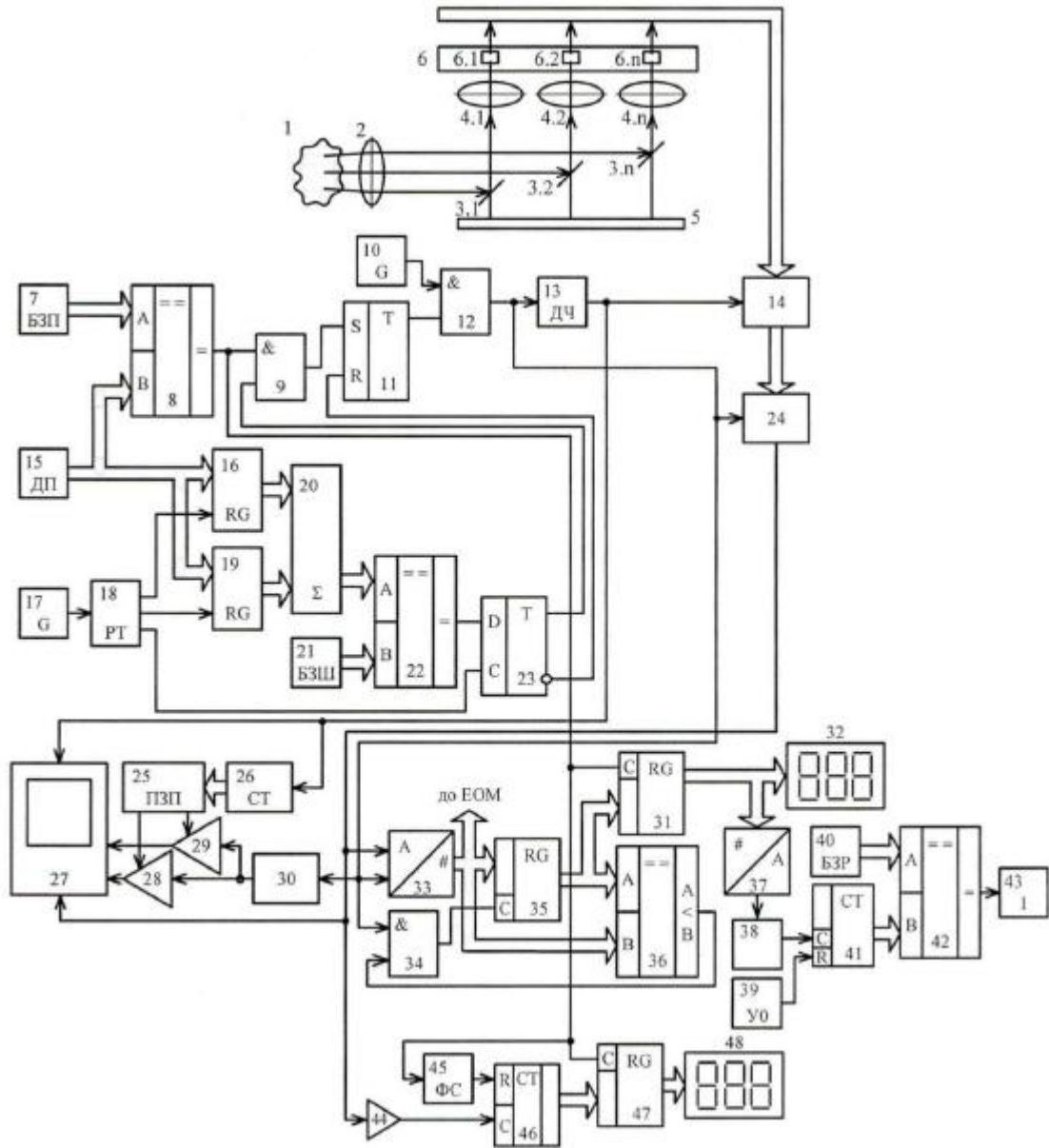
<p>(21) Номер заявки: u 2024 00015</p> <p>(22) Дата подання заявки: 02.01.2024</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.08.2024</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.08.2024, Бюл.№ 34</p>	<p>(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Чорний Олексій Петрович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Мошноріз Микола Миколайович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
---	--

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКООНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора містить об'єкти, за яким n дзеркал закріплені на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку n інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, три цифрових компаратори, два тригери, п'ять регістрів, три елементи I, розподільувач тактів, індикатор, цифровий суматор, блок задання швидкості, формувач сигналу, компаратор та два цифрових індикатори. Додатково введено цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля, третій лічильник, четвертий цифровий компаратор та блок задання ресурсу.

UA 156918 U



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

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

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

Найближчим аналогом є пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 128524, МПК G01K 13/08, бюл. № 18, 2018), що містить об'єкти, за яким п дзеркал закріплені на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка п ІЧ-датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, два АЦП, інтерфейсний блок, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, три цифрових компаратори, два тригери, п'ять регістрів, три елементи І, розподільвач тактів, цифровий суматор, блок задання швидкості, індикатор, формувач сигналу, компаратор та два цифрових індикатори, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом першого АЦП з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина першого АЦП підключена через інтерфейсний блок в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого

елемента I, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом зі входом індикатора підключені до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені, відповідно, до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами розподільвача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний з входом розподільвача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, комутатора та до другого входу першого АЦП, вихідна цифрова шина другого АЦП з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП, а вихід підключений до другого входу третього елемента I, перший вхід якого разом з другим входом другого АЦП з'єднані з виходом другого елемента I, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом другого АЦП та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені відповідно до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів.

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

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

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єктів, за яким n дзеркал закріплені на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку n ІЧ-датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП, два генератори імпульсів, два керовані підсилувачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, три цифрових компаратори, два тригери, п'ять регістрів, три елементи I, розподільвач тактів, індикатор, цифровий суматор, блок задання швидкості, формувач сигналу, компаратор та два цифрових індикатори, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилувачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом АЦП з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента I, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого підключений до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша

вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого реєстрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільвача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний з входом розподільвача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, комутатора та до другого входу АЦП, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною третього реєстра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого реєстра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП, а вихід підключений до другого входу третього елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента І, а вихід підключений до входу третього реєстра, вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого реєстра, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого реєстрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого реєстрів підключені відповідно до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів, введено цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля, третій лічильник, четвертий цифровий компаратор та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина четвертого реєстра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний зі входом індикатора, вихідна цифрова шина АЦП підключена в кола ЕОМ.

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

На схемі: 1 - об'єкт дослідження - ротор гідрогенератора; 2 - об'єктив; 3-п дзеркал; 4-п лінз; 5 - оптична лінійка; 6 - лінійка п ІЧ датчиків; 7 - блок задання положення; 8 - перший цифровий компаратор; 9 - перший елемент І; 10 - перший генератор імпульсів; 11 - перший тригер; 12 - другий елемент І; 13 - дільник частоти; 14 - буферний реєстр; 15 - датчик положення; 16 - перший реєстр; 17 - другий генератор імпульсів; 18 - розподільвач тактів; 19 - другий реєстр; 20 - цифровий суматор; 21 - блок задання швидкості; 22 - другий цифровий компаратор; 23 - другий тригер; 24 - комутатор; 25 - блок пам'яті; 26 - перший лічильник; 27 - відеоконтрольний блок; 28, 29 - перший та другий керовані підсилювачі; 30 - генератор напруги, що змінюється ступінчасто; 31 - четвертий реєстр; 32 - перший цифровий індикатор; 33 - АЦП; 34 - третій елемент І; 35 - третій реєстр; 36 - третій цифровий компаратор; 37 - цифро-аналоговий перетворювач; 38 - перетворювач напруга-частота; 39 - блок установки нуля; 40 - блок задання ресурсу; 41 - третій лічильник; 42 - четвертий цифровий компаратор; 43 - індикатор; 44 - компаратор; 45 - формувач сигналу; 46 - другий лічильник; 47 - п'ятий реєстр; 48 - другий цифровий індикатор, причому за об'єктивом 2 п дзеркал 3 закріплені на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю і на одній оптичній осі з дзеркалами встановлені п лінз 4, вихід дільника частоти 13 підключений до входів буферного реєстра 14, першого лічильника 26 та до першого входу відеоконтрольного блока 27, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 28 та другого 29 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 30, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті 25, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 26, четвертий вхід відеоконтрольного блока 27 разом з першим входом АЦП 33 з'єднані з виходом комутатора 24, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного реєстра 14, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих 14 датчиків 6, вихідна цифрова шина блока задання положення 7 з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора 8, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого 16 та другого 19 реєстрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення 15, вихід першого цифрового компаратора 8 з'єднаний з першим входом першого елемента І 9, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера 23, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера 11, другий вхід якого підключений до другого

виходу другого тригера 23, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора 22, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості 21, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора 20, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого 16 та другого 19 регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподільвача тактів 18, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера 23, вихід другого генератора імпульсів 17 з'єднаний з входом розподільвача тактів 18, вихід першого тригера 11 підключений до першого входу другого елемента І 12, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 10, а вихід підключений до входів дільника частоти 13, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 30, комутатора 24 та до другого входу АЦП 33, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра 35, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра 31 та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 36, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП 33, а вихід підключений до другого входу третього елемента І 34, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента І 12, а вихід підключений до входу третього регістра 35, вихід комутатора 24 з'єднаний зі входом компаратора 44, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника 46, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра 47, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу 45, вхід якого разом зі входами четвертого 31 та п'ятого 47 регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора 8, вихідні цифрові шини четвертого 31 та п'ятого 47 регістрів підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого 32 та другого 48 цифрових індикаторів, вихідна цифрова шина четвертого регістра 31 з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача 37, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота 38, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника 41, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля 39, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 42, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу 40, а вихід з'єднаний зі входом індикатора 43, вихідна цифрова шина АЦП 33 підключена в кола ЕОМ, позицією 1 позначено ротор гідрогенератора.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 10 та другий 17 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Одночасно вихідним сигналом блока установки нуля 39 третій лічильник 41 скидається. Потік інфрачервоного випромінювання, який створюється поверхнею ротора гідрогенератора 1, що знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єктив 2, через n дзеркал 3, закріплених на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, та через n лінз 4 на лінійку n ІЧ датчиків 6, розташованих вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора 1 гідрогенератора в кожен момент часу в поле зору лінійки n ІЧ датчиків 6 потрапляє лише фрагмент поверхні вздовж радіуса ротора. Отримуючи фрагменти теплового зображення, можна побудувати тепловий портрет всієї поверхні ротора 1 гідрогенератора в процесі його роботи.

Якщо ротор 1 гідрогенератора знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 27 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним. Під впливом другого генератора імпульсів 17 по чергову на виходах розподільвача тактів 18 формуються сигнали. Сигналом з першого виходу розподільвача тактів 18 в перший регістр 16 записується код з виходу датчика положення 15. В другий регістр 19 сигналом з другого виходу розподільвача тактів 18 записується інший код з виходу датчика положення 15. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечується другим генератором імпульсів 17, являє собою швидкість обертання ротора 1 гідрогенератора, що і визначається в цифровому суматорі 20 та подається на перший вхід другого цифрового компаратора 22, в якому здійснюється порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора 1 гідрогенератора з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 21. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на виході другого цифрового компаратора 22 з'являється сигнал логічного нуля, який під дією сигналу з третього виходу розподільвача тактів 18 записується в другий тригер 23. При цьому тепловий портрет ротора не фіксується.

Якщо ж швидкість обертання ротора 1 гідрогенератора стає рівною номінальній, то на другому виході другого тригера 23 з'являється сигнал логічного нуля, на першому його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 9. В момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу

датчика положення 15 та з виходу блока задання положення 7 співпадають, на виході першого цифрового компаратора 8 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через перший елемент І 9 встановлюється в одиничний стан перший тригер 11. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 10 через другий елемент І 12 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 27.

Залежно від кутової швидкості обертання ω ротора 1 гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 10, що пов'язано співвідношенням $f_1/n = \omega / (2\pi \cdot m)$, де $m = 360^\circ / \beta$, β - мінімальний сектор поверхні ротора, що потрапляє в поле зору лінійки n ІЧ датчиків 6, n - коефіцієнт ділення дільника частоти 13, що відповідає кількості окремих ІЧ датчиків 6.1, 6.2, ..., 6.n. Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 13 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 14 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів n окремих ІЧ датчиків 6.1, 6.2, ..., 6.n. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N = n \cdot m$). Комутатором 24 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 14 з наступним її перетворенням із паралельного вигляду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 24 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 27 і на вхід АЦП 33, в якому він перетворюється в цифрову форму та передається в ЕОМ.

Генератор напруги, що змінюється ступінчасто, 30, перший 28 та другий 29 керовані підсилювачі і блок пам'яті 25 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 27. Сигнал частотою f_1 , що надходить на вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 30, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 28 і другого 29 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 25. При цьому коефіцієнти підсилення першого 28 та другого 29 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin \varphi_j$ та $R_i \cdot \cos \varphi_j$ відповідно, де R_i - радіус, φ_j - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат, що обумовлено сигналами з датчика положення 15. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

На вхід блока пам'яті 25 сигнали надходять з першого лічильника 26, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 27 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 13 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора 1 гідрогенератора.

Визначення найбільш нагрітої точки обмотки ротора 1 гідрогенератора в процесі його роботи відбувається наступним чином. Послідовність сигналів з виходу комутатора 24 потрапляє на перший вхід АЦП 33, в якому за сигналом з першого генератора імпульсів 10 через другий елемент І 12 здійснюється їх перетворення в цифровий код. Після закінчення першого перетворення в третьому цифровому компараторі 36 здійснюється порівняння цифрового коду з виходу АЦП 33 та нульового коду, записаного в третьому регістрі 35. При цьому на виході третього цифрового компаратора 36 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається третій елемент І 34 і за сигналом з виходу другого елемента І 12 цифровий код з виходу АЦП 33 записується в третій регістр 35. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході АЦП 33 з'являється цифровий код, який порівнюється з кодом, записаним в третьому регістрі 35. І якщо цифровий код на виході АЦП 33 перевищує код, записаний в третьому регістрі 35, то відбувається перезапис коду в третій регістр 35. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок обмотки ротора гідрогенератора, в третьому регістрі 35 зберігається код, що відповідає найвищій температурі обмотки ротора. Після завершення повного оберту ротора 1 гідрогенератора на виході першого цифрового компаратора 8 з'являється імпульс, яким інформація з третього регістра 35 переписується в четвертий регістр 31 та виводиться на перший цифровий індикатор 32.

Розмір області підвищеної температури обмотки ротора визначається так. Інформаційний сигнал з комутатора 24, що надходить на вхід компаратора 44, залежно від значення вимірюваної температури, на його виході перетворюється в логічний сигнал нуля або одиниці та у вигляді імпульсів подається на вхід другого лічильника 46, яким підраховується кількість точок теплового портрета ротора 1 гідрогенератора, температура яких перевищує значення, що визначається порогом спрацьовування компаратора 44. Після завершення сканування всіх точок теплового портрета обмотки ротора 1 гідрогенератора на виході першого цифрового компаратора 8 з'являється імпульс, яким дані з другого лічильника 46 (кількість точок з підвищеною температурою) переносяться в п'ятий регістр 47 та відображаються на другому цифровому індикаторі 48. Після закінчення імпульсу з виходу першого цифрового компаратора

8 на виході формувача сигналу 45 з'являється короткий імпульс, яким другий лічильник 46 обнуляється. Число, що записане в п'ятому регістрі 47, свідчить про розмір локальної області підвищеної температури обмотки ротора 1 гідрогенератора, за яким оперативний персонал приймає рішення про роботоздатність гідрогенератора.

5 Очевидно, що згідно з запропонованим алгоритмом сканування ротора 1 гідрогенератора здійснюється спочатку вздовж деякого радіуса R_j . Коли закінчено сканування n точок, що лежать на радіусі R_j , здійснюється сканування n точок, що лежать на радіусі R_{j+1} . Так знаходиться кругова розгортка всього теплового зображення ротора 1 гідрогенератора в процесі його роботи.

10 Вимірювання ресурсу ізоляції ротора 1 гідрогенератора, залежно від температури впливу на ізоляцію, за тепловим портретом здійснюється так. В момент запису цифрового коду в четвертий регістр 31 цифровий код з його виходу надходить на вхід цифро-аналогового перетворювача 37, вихідний аналоговий сигнал якого подається на вхід перетворювача напруга-частота 38. З виходу останнього послідовність імпульсів надходить в третій лічильник

15 41 - лічильник відпрацьованого ресурсу ізоляції ротора 1 гідрогенератора, який накопичується за кожен оберт ротора 1 гідрогенератора в процесі його роботи.
Зауважимо, що температура в місці нагріву ізоляції обмотки ротора гідрогенератора може змінюватись, а отже, буде змінюватись і частота надходження імпульсів в третій лічильник 41, яка залежить від значення аналогового сигналу, що відповідає температурі елементарної

20 ділянки поверхні ротора 1 гідрогенератора і передається за допомогою відповідного інфрачервоного датчика.
У випадку, коли ресурс роботи ізоляції ротора, що залежить від температури, вичерпується цифровий код на виході третього лічильника 41 досягає значення, записаного в блоці задання ресурсу 40. При цьому на виході четвертого цифрового компаратора 42 з'являється сигнал

25 логічної одиниці, яким вмикається індикатор 43, що свідчить про вичерпання робочого ресурсу ізоляції ротора 1 гідрогенератора.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, за яким n дзеркал закріплені на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійку n інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі,

35 відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, три цифрових компаратори, два тригери, п'ять регістрів, три елементи І, розподільувач тактів, індикатор, цифровий суматор, блок задання швидкості, формувач сигналу, компаратор та два цифрових індикатори, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а другі входи з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом аналого-цифрового

45 перетворювача з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих інфрачервоних датчиків, вхідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів

50 підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого підключений до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені, відповідно, до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані, відповідно, з першим та другим виходами розподільувача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний з

60 входом розподільувача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого

елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, що змінюється ступінчато, комутатора та до другого входу аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого

5 підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до другого входу третього елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний зі входом компаратора,

10 вихід якого підключений до першого входу другого лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів, який **відрізняється** тим, що в нього введено цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля, третій лічильник, четвертий цифровий компаратор та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника,

20 другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний зі входом індикатора, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача підключена в кола ЕОМ.

