



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 115600

(13) U

(51) МПК

G01K 11/32 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

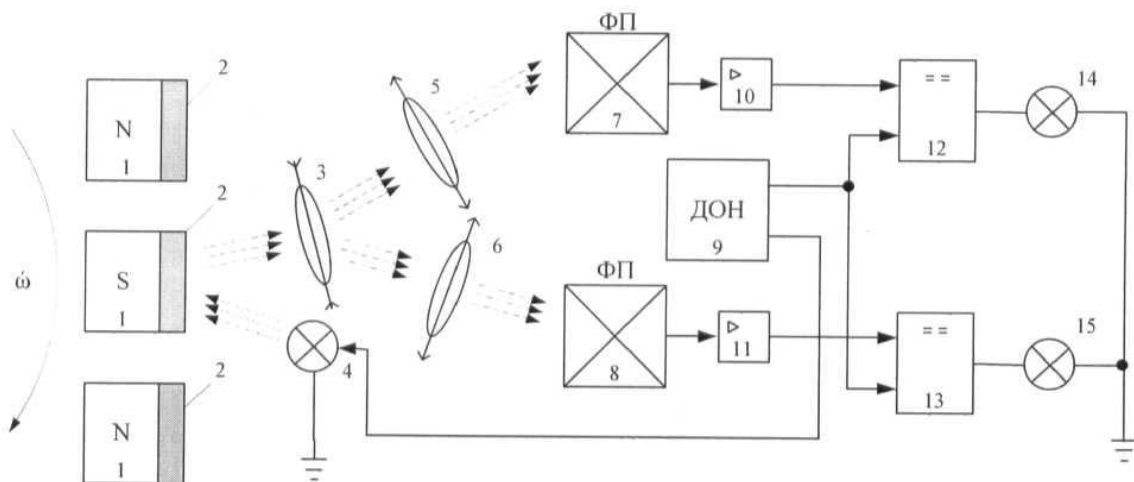
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2016 10041</b>	(72) Винахідник(и): <b>Граняк Валерій Федорович (UA), Кухарчук Василь Васильович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>03.10.2016</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.04.2017</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.04.2017, Бюл.№ 8</b>	

## (54) ЛЮМІНОФОРНИЙ ЗАСІБ ІНДИКАЦІЇ ПЕРЕГРІВУ ПОЛЮСНИХ ОБМОТОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ МАШИНИ

### (57) Реферат:

Люмінофорний засіб індикації перегріву полюсних обмоток електричної машини, який містить джерело збуджуючого випромінювання, фотоприймач та два індикатори перегріву, причому в нього введено  $n$  люмінесцентних покриттів, що нанесені на торцеві частини  $n$  полюсних обмоток електричної машини, фільтруючу розподіляючу призму, дві збиральні лінзи, другий фотоприймач, два нормуючих перетворювачі, джерело опорних напруг та два аналогових компаратори, причому виходи першого та другого фотоприймачів з'єднані, відповідно, з входами першого та другого нормуючих перетворювачів, виходи яких під'єднано до першого входу першого та другого аналогових компараторів відповідно, перший вихід джерела опорних напруг з'єднаний з другими входами першого та другого аналогових компараторів, а другий вихід джерела опорних напруг з'єднаний з входом джерела збуджуючого випромінювання, вихід якого з'єднаний з заземленням, виходи першого та другого аналогових компараторів з'єднані, відповідно, з входами першого та другого індикатора перегріву, а виходи першого та другого індикаторів перегріву з'єднані з заземленням.



UA 115600 U



Корисна модель належить до засобів термоконтролю технічного стану електричних машин і може бути використана для виявлення дефектів міжвиткової ізоляції полюсних обмоток електричної машини.

5 Відомий пірометр зі світловодами, який містить світловоди, об'єктив, діафрагму, систему лінз, фільтри біхроматичного модулятора, призму повного внутрішнього відбивання, кольоровий оптичний клин, корегувальний оптичний клин, приймач випромінювання, вимірювальний канал, 5 канал керування, два двигуни (Луцик Я.Т., Гук О.П., Лах О.І., Стадник Б.І. Вимірювання температурні: теорія та практика. - Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2006. - 560 с. (С. 416)).

10 Недоліками даного пірометра є складність конструкцій і настройки пристрою, неможливість отримання математичної моделі залежності температури від координат розміщення торців світловодів, використання якої дає можливість підвищити точність вимірювання температури, недостатня надійність пристрою, відсутність вбудованого контролю та засобів індикації стану аномального перегріву, не висока точність вимірювання в наслідок наявності у результатах вимірювання похибки, що вноситься тепловим випромінюванням інших конструктивних елементів електричної машини та навколишнього середовища.

15 Відомий також волоконно-оптичний датчик температури, вибраний як прототип, що містить дев'ять світлодіодів, в подальшому дев'ять джерел збуджуючого випромінювання, фотоприймач, чутливий елемент, десять світловодів, в подальшому десять індикаторів перегріву, що пов'язані відповідно з дев'ятьма світлодіодами і фотоприймачем, який через аналого-цифровий перетворювач під'єднаний до мікроконтролера, що своїм першим виходом підключений до індикатора, а другим виходом - до драйвера світлодіодів, який з'єднаний з дев'ятьма світлодіодами, торці світловодів оптично зв'язані з чутливим елементом, причому торець світловода, пов'язаного з фотоприймачем, розміщений на початку систем координат, а торці дев'яти світловодів, пов'язаних з дев'ятьма світлодіодами, розміщені в системі координат згідно з точками плану ортогонального центрального композиційного планування, причому як чутливий елемент застосований кварцовий п'єзоелемент, підключений через підсилювач до другого входу аналого-цифрового перетворювача (патент України № 102834, опубл. 25.01.2015 р.).

20 Недоліками пристрою є відсутність вбудованого контролю та засобів індикації стану аномального перегріву, не висока точність вимірювання в наслідок наявності у результатах вимірювання похибки, що вноситься тепловим випромінюванням інших конструктивних елементів електричної машини та навколишнього середовища.

25 В основу корисної моделі поставлено задачу створення люмінофорного засобу індикації перегріву полюсних обмоток електричної машини, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків отримується можливість реалізації функції контролю теплового стану полюсних обмоток електричної машини та індикації стану їх аномального перегріву, а також забезпечується більш висока вірогідність температурного контролю за рахунок вилучення з результатів вимірювання похибки, що вноситься тепловим випромінюванням інших конструктивних елементів електричної машини та навколишнього середовища.

30 Поставлена задача досягається тим, що люмінофорний засіб індикації перегріву полюсних обмоток електричної машини містить джерело збуджуючого випромінювання, фотоприймач та два індикатори перегріву, п люмінесцентних покриттів, що нанесені на торцеві частини п полюсних обмоток електричної машини, фільтруючу розподіляючу призму, дві збиральних лінзи, другий фотоприймач, два нормуючих перетворювачі, джерело опорних напруг та два аналогових компаратори, причому виходи першого та другого фотоприймачів з'єднані, відповідно, з входами першого та другого нормуючих перетворювачів, виходи яких під'єднано до першого входу, першого та другого аналогових компараторів відповідно, перший вихід джерела опорних напруг з'єднаний з другими входами першого та другого аналогових компараторів, а другий вихід джерела опорних напруг з'єднаний з входом джерела збуджуючого випромінювання, вихід якого з'єднаний з заземленням, виходи першого та другого аналогових компараторів з'єднані, відповідно, з входами першого та другого індикатора перегріву, а виходи першого та другого індикаторів перегріву з'єднані з заземленням.

35 На кресленні представлено структурну схему пристрою, де 1 - полюсні обмотки електричної машини, 2 - люмінесцентні покриття, 3 - фільтруюча розподіляюча призма, 4 - джерело збуджуючого випромінювання, 5, 6 - відповідно, перша та друга збиральні лінзи, 7, 8 - відповідно, перший та другий фотоприймач, 9 - джерело опорних напруг, 10, 11 - відповідно, перший та другий нормуючий перетворювач, 12, 13 - відповідно, перший та другий аналоговий компаратор, 14, 15 - відповідно, перший та другий індикатори перегріву.

40 Пристрій містить п люмінесцентних покриттів 2, що нанесені на торцеві частини п полюсних обмоток електричної машини 1, фільтруючу розподіляючу призму 3, джерело збуджуючого

випромінювання 4, першу 5 та другу 6 збиральну лінзи, перший 7 та другий 8 фотоприймачі, джерело опорних напруг 9, перший 10 та другий 11 нормуючі перетворювачі, перший 12 та другий 13 аналогові компаратори та перший 14 та другий 15 індикатори перегріву, при чому виходи першого 7 та другого 8 фотоприймачів з'єднані, відповідно, з входами першого 10 та

5 другого 11 нормуючих перетворювачів, виходи яких під'єднано до першого входу, першого 12 та другого 13 аналогових компараторів, відповідно, перший вихід джерела опорних напруг 9 з'єднаний з другими входами першого 12 та другого 13 аналогових компараторів, а другий вихід джерела опорних напруг 9 з'єднаний з входом джерела збуджуючого випромінювання 4, вихід якого з'єднаний з заземленням, виходи першого 12 та другого 13 аналогових компараторів

10 з'єднані, відповідно, з входами першого 14 та другого 15 індикаторів перегріву, а виходи першого 14 та другого 15 індикатора перегріву з'єднані з заземленням.

Пристрій працює наступним чином.

Збуджуючий високочастотний світловий потік сталої інтенсивності від джерела збуджуючого випромінювання 4 освітлює вузьку ділянку на площині обертання ротора електричної машини, у яку по черзі, в результаті обертального руху, потрапляють торцеві частини полюсних обмоток 1, на поверхні яких нанесене люмінесцентне покриття 2. У результаті фотозбудження з поверхні люмінесцентного покриття 2 відбувається випромінювання світлового потоку зі зменшеною, у порівнянні з світловим потоком від джерела збуджуючого випромінювання 4, частотою. Причому, потужність світлового випромінювання на поверхні фотоприймача, що

20 випромінюється з поверхні люмінесцентного покриття 2 при умові сталих світлового потоку збудження, відстані та геометричних розмірів люмінесцентного покриття 2, що має місце у запропонованій конструкції, буде залежною від температури люмінесцентне покриття 2, яке перебуває у тепловій рівновазі з торцевою частиною відповідної полюсної обмотки 1. Дана залежність потужності люмінесцентного випромінювання від температури може бути описаною

25 наступним виразом:

$$P_n = \frac{\alpha I_{\max} S_{ef}}{1 + qe^{\frac{-E_n}{kT}}},$$

де  $S_{ef}$  - ефективна площа люмінесцентного покриття;  $I_{\max}$  - максимально можливе значення інтенсивності люмінесценції для даного люмінофора при сталому значенні інтенсивності і частоти збуджуючого випромінювання, на яку поширюються положення закону

30 Больцмана;  $q$  - стала, що характеризує властивості центра люмінесценції;  $k$  - стала Больцмана;  $e$  - стала Ейлера;  $T$  - температура люмінесцентного покриття;  $\alpha$  - коефіцієнт поділу світлового потоку фільтруючою розподіляючою призмою.

Температурно залежний світловий потік з поверхні люмінесцентного покриття 2 потрапляє на фільтруючу розподіляючу призму 3, через яку відбувається пропускання лише світлового

35 потоку, що відповідає спектру випромінювання люмінесцентного покриття 2. Фільтруюча розподіляюча призма 3 також здійснює розподіл світлового потоку з поверхні люмінесцентного покриття 2 на дві частини, що спрямовуються на першу 5 та другу 6 збиральні лінзи. Першою 5 та другою 6 збиральною лінзою відбувається фокусування відповідної частини світлового потоку, відповідно, на першому 7 та другому 8 фотоприймачі. Першим 7 та другим 8 фотоприймачем відбувається перетворення потужності світлового потоку у пропорційний йому рівень постійної напруги, що подається, відповідно, на вхід першого 10 та другого 11 нормуючих перетворювачів. На першому 10 та другому 11 нормуючих перетворювачах відбувається підсилення напруги, поданої з виходів, відповідно, першого 7 та другого 8 фотоприймачів на власний для кожного з нормуючих перетворювачів коефіцієнт підсилення. Підсилене на

45 першому 10 та другому 11 нормуючих перетворювачах значення напруги подається, відповідно, на перші входи першого 12 та другого 13 аналогових компараторів, де порівнюється з зразковим значенням напруги, що надходить на другі входи першого 12 та другого 13 аналогових компараторів з першого входу джерела опорних напруг 9. Коефіцієнти підсилення першого 10 та другого 11 нормуючих перетворювачів налаштовані таким чином, що перевищення рівня напруги на першому вході першого 12 та другого 13 аналогових

50 компараторів над рівнем напруги, що надходить на їх другі входи досягається лише у тому випадку, коли температура полюсної обмотки перевищує деякі порогові рівні. При фіксуванні першим 12 або другим 13 аналоговими компараторами перевищення рівня напруги на першому вході над рівнем напруги, що подається на їх другий вхід, на їх виходах встановлюється високий

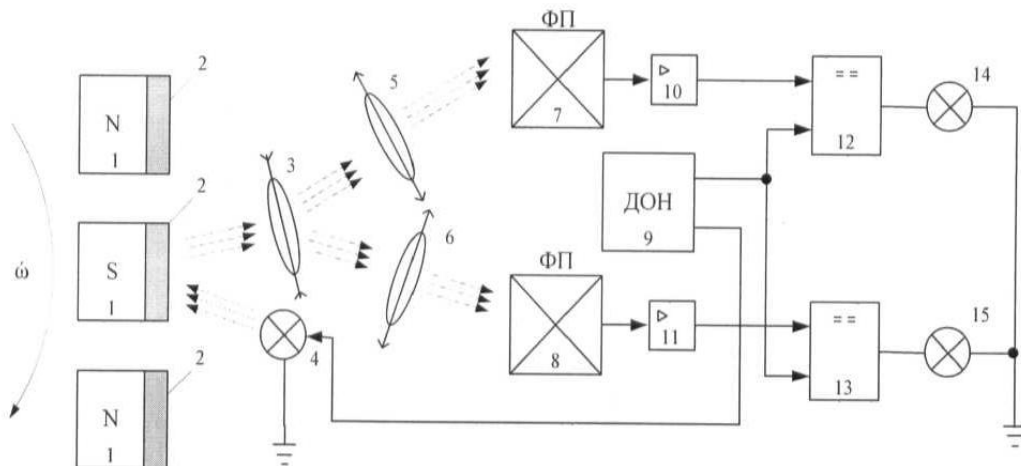
55 рівень напруги. У випадку встановлення високого рівня напруги на виходах першого 12 чи другого 13 аналогових компараторів, цей рівень напруги подається на входи, відповідно,

першого 14 та другого 15 індикаторів перегріву та викликає їх вмикання, що сигналізує про перевищення температури полюсних обмоток 1 (у випадку вмикання першого 14 індикатору перегріву про наближення температури хоча б однієї з n полюсних обмоток 1 до гранично допустимого значення, а у випадку вмикання другого 15 індикатору перегріву - про перевищення температури хоча б однієї з n полюсних обмоток 1 гранично допустимого значення).

Стабілізація інтенсивності збуджуючого високочастотного світлового потоку від джерела збуджуючого випромінювання 4 досягається шляхом подачі на вхід джерела збуджуючого випромінювання 4 стабільного значення напруги живлення з другого виходу джерела опорних напруг 9.

### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Люмінофорний засіб індикації перегріву полюсних обмоток електричної машини, який містить джерело збуджуючого випромінювання, фотоприймач та два індикатори перегріву, який **відрізняється** тим, що в нього введено n люмінесцентних покриттів, що нанесені на торцеві частини n полюсних обмоток електричної машини, фільтруючу розподіляючу призму, дві збиральних лінзи, другий фотоприймач, два нормуючих перетворювачі, джерело опорних напруг та два аналогових компаратори, причому виходи першого та другого фотоприймачів з'єднані, відповідно, з входами першого та другого нормуючих перетворювачів, виходи яких під'єднано до першого входу першого та другого аналогових компараторів відповідно, перший вихід джерела опорних напруг з'єднаний з другими входами першого та другого аналогових компараторів, а другий вихід джерела опорних напруг з'єднаний з входом джерела збуджуючого випромінювання, вихід якого з'єднаний з заземленням, виходи першого та другого аналогових компараторів з'єднані, відповідно, з входами першого та другого індикатора перегріву, а виходи першого та другого індикаторів перегріву з'єднані з заземленням.



Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601