



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **106175**

(13) **C2**

(51) МПК

H02H 5/04 (2006.01)

H02K 15/12 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2013 10825**

(22) Дата подання заявки: **09.09.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **25.07.2014**

(41) Публікація відомостей
про заяву: **10.04.2014, Бюл.№ 7**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.07.2014, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):

Кривоносов Валерій Єгорович (UA)

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ
ЗАКЛАД "ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ",**

вул. Університетська, 7, м. Маріуполь,
Донецька обл., 87500 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

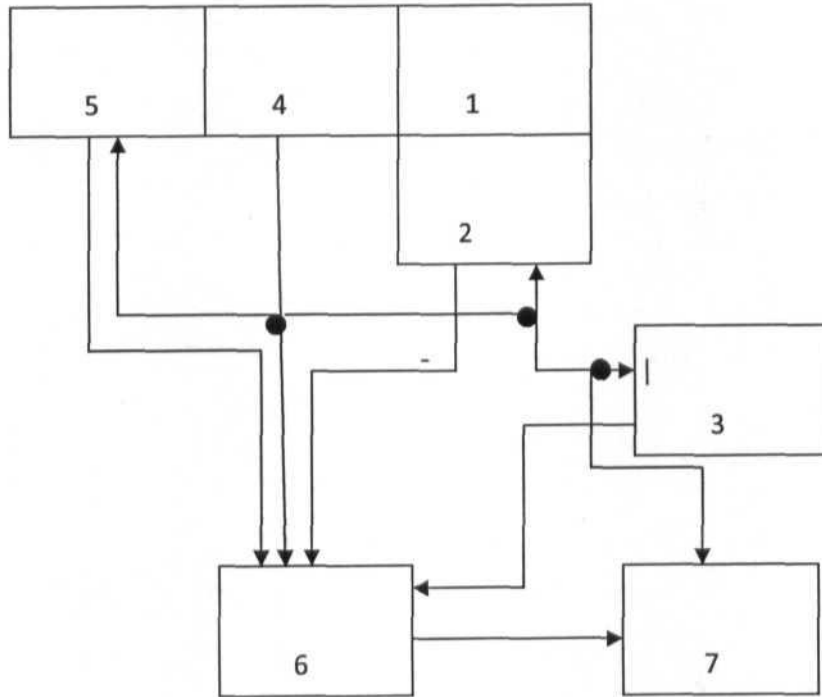
RU 2408120 C1; 27.12.2010
CN 102636686 A; 15.08.2012
GB 1347409 A; 20.02.1974
GB 2497091 A; 05.06.2013
JP H04208877 A; 30.07.1992
RU 74211 U1; 20.06.2008
SU 960670 A1; 23.09.1982
UA a201301914; 25.07.2013

**(54) ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ СТАНУ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ,
ЩО ПРАЦЮЄ ЗІ ЗМІННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ**

(57) Реферат:

Пристрій контролю та діагностики стану болтових з'єднань електроустаткування працює зі змінним навантаженням, містить цифровий блок контрольованої температури болтового з'єднання, приймач, блок живлення додатково містить цифровий блок вимірювання температури навколишнього середовища, блок вимірювання сили струму навантаження з перетворенням на цифровий сигнал, мікроконтролер. Виходи згаданих блоків з'єднані із входами мікроконтролера, поєднаного з прийомопередавачем. Вихід блока живлення з'єднаний із входами блоків вимірювання температури навколишнього середовища, блоком вимірювання сили струму і мікроконтролером.

UA 106175 C2



Винахід належить до електротехніки, зокрема до систем релейного захисту ліній електропередач, болтових з'єднань шин, комутаційної апаратури напругою до 1000 В і вище, що працюють на змінному струмі. Призначено для підвищення надійності електропостачання електрообладнання за рахунок своєчасного виявлення ослаблення болтових контактних з'єднань як на шинопроводах підстанції, відхідних кабельних ліній, так і на всій відстані високовольтних ліній електропередач.

Основна проблема контактного з'єднання - це ослаблення щільності болтового з'єднання і збільшення перехідного опору контакту, у результаті чого, згідно з законом Джоуля-Ленца, виникає перегрівання з'єднання, обрив шлейфа з подальшим розвитком аварії та вимикання електроустаткування.

Для запобігання подібних ситуацій існує ряд пристроїв для визначення надійності болтових з'єднань.

Відомий пристрій-тепловізор, який застосовується для контролю за міцністю болтового з'єднання (див. "Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів: Затв. 25.07.06, № 258 / М-во палива та енергетики України. Х.: Індустрія, 2007. - 288 с, таблиця 7").

У даному випадку обстеження болтових з'єднань проводиться в режимі роботи електрообладнання і, як правило, епізодично. Тепловізор направляють на діагностоване з'єднання і у зв'язку з перевищенням температури болтового з'єднання вище ніж нормована величина, понад 120 °С, роблять висновки про стан міцності цього з'єднання.

Недоліком даного пристрою є застосування ручної праці, епізодичне обстеження об'єкта і неможливість визначити початок розвитку аварійної ситуації. Застосовувати тепловізор для діагностики з'єднання високовольтних ліній, розташованих на відстані, що перевищує дальність границі вимірювання тепловізора, практично неможливо.

Крім того, відомий пристрій контролю за міцністю з'єднання проводів ліній електропередач шляхом установки контрольної мітки - прапорця. Під болт, що з'єднує контактні площадки проводів встановлюється мітка-прапорець, виконана у вигляді шайби, до якої легкоплавким припоєм (сплавом Розі) припаяний легкий металевий прапорець яскравого кольору. Коли температура мітки-прапорця перевищує температуру плавлення припою, припій розплавляється, прапорець падає на землю, що відповідає несправному болтовому з'єднанню [Федоров А.А. Довідник енергетика промислових підприємств. Том 1. Електропостачання. 1961. - С. 569].

Недоліком цього пристрою є те, що для контролю за станом контактних з'єднань необхідно періодично, не рідше ніж один раз на місяць, проводити візуальний огляд усіх контактних з'єднань підстанцій і високовольтних ліній на наявність контрольних прапорців. Це завдання особливо складне і економічно витратне при великій протяжності ліній електропередач.

Найбільш близьким до пропонованого пристрою є "Пристрій для контролю за температурою контактних з'єднань у пристроях, що перебувають під високою напругою" [патент RU № 2408120, H02H5/04, 2009]. Містить: цифровий блок температури, пов'язаний з прийомопередавачем, блок живлення електронних схем цифрового блока температури і прийомопередавача виконаний у вигляді магнітопроводу з обмоткою, установленною на шині.

У цьому пристрої здійснюється контактний контроль за температурою болтового з'єднання і передачею інформації про температуру на диспетчерський пункт. Черговий персонал, виходячи з температури, робить висновки про стан контактного з'єднання.

До недоліків даного пристрою можна віднести те, що тільки з температури контактного з'єднання не можна визначити початок розвитку аварійного процесу. Як відомо, температура контактного з'єднання залежить не тільки від перехідного опору, але й від квадрата струму навантаження, що протікає через перехідний опір. Залежно від зміни навантаження величина струму може змінювати своє значення від $(0,0 \div 1,05) I_n$, відповідно, температура справного болтового з'єднання буде змінюватися від температури навколишнього середовища $t_{н.с.}$ до нормовано допустимої $t_{нор.}$ не більше ніж 120 °С. Температура навколишнього середовища, залежно від часу року, зміниться від (-35 - +45)°С, що також впливає на температуру болтового з'єднання. У відомому пристрої відсутній контроль за зміною параметрів навантаження і температури навколишнього середовища, що робить неможливим виявлення початку збільшення перехідного опору, тобто початок розвитку аварійної ситуації.

В основу винаходу поставлено задачу розробити пристрій контролю та діагностики за станом болтових з'єднань електроустаткування, що працює зі змінним навантаженням, в якому введення додаткових елементів дозволить визначати початок зростання перехідного опору болтового з'єднання, тим самим своєчасно попереджати про розвиток аварійної ситуації, що підвищить надійність і безаварійність роботи електрообладнання.

Для вирішення поставленої задачі у пристрій контролю та діагностики за станом болтових з'єднань електроустаткування, що працює зі змінним навантаженням і містить цифровий блок контрольованої температури болтового з'єднання, прийомопередавач, блок живлення, вихід якого з'єднаний із цифровим блоком контрольованої температури та прийомопередавачем, відповідно до винаходу, додатково введені: цифровий блок вимірювання температури навколишнього середовища, блок вимірювання сили струму навантаження з перетворенням на цифровий сигнал, мікроконтролер, при цьому виходи згаданих блоків з'єднані із входами мікроконтролера, поєднаного з прийомопередавачем, крім того вихід блока живлення з'єднаний із входами блоків вимірювання температури навколишнього середовища, блоком вимірювання сили струму і мікроконтролером.

Суть винаходу пояснюється блок-схемою, поданою на кресленні. Пристрій містить: з'єднання під болт 1; блок 2 - вимірювання температури болтового з'єднання, з'єднаний з болтовим з'єднанням; блок 3 - вимірювання температури навколишнього середовища, у схемі цих блоків використано цифровий термометр DS 1821 T фірми Dallas (Maksim), який може забезпечити пряме перетворення температури на цифровий код, за однопровідним інтерфейсом 1-wire; блок 4 - трансформатор струму, розташований на лінії електропередачі, який служить джерелом ЕРС, а після стабілізації джерелом живлення його вихід підключений до входів блоків 2, 3, 5, 6 і 7 для живлення їх мікросхем; блок 5 - вимірювання струму навантаження і перетворення на цифровий сигнал, виконаний у вигляді трансформатора струму і перетворювача струму Е 854 15 Ц із порталом RS-485 дозволяє вимірювати струм від 0-5 А, трансформатор струму розташований на лінії електропередачі; блок 6 - мікроконтролер, наприклад, К-1810ВМ 86; блока - 2 вимірювання температури болтового з'єднання, блока - 3 вимірювання температури навколишнього середовища, блока - 5 вимірювання сили струму навантаження, з'єднані до відповідних входів блока 6 - мікроконтролера, вихід якого з'єднаний із входом блока - 7 прийомопередавача.

Робота пристрою здійснюється таким чином

Нормальний режим болтового з'єднання при температурі навколишнього середовища 24 °С. Струм, що протікає по шинопроводу і болтових з'єднаннях 1, приведе до появи живлення на виході блока 4, блоки 2, 3, 5, 6 і 7 отримають живлення, тим самим активізуються. На виходах блоків 2, 3, 5 з'являться сигнали, які дорівнюють величині струмового навантаження, температурі навколишнього середовища і температурі болтового з'єднання. Сигнали надходять у блок 6. Блок 6 - мікроконтролер, обробляє рівні сигналів, що надійшли, сигнал із блока 5- $U_{т.н}$ відповідає рівню струму в шинопроводі, сигнали з блоків 2 і 3- $U_{т.к}$ і $U_{о.ср}$ відповідають температурі болтового з'єднання і температурі навколишнього середовища. Блок 6 перевіряє виконання нерівності $U_{т.н} > U_{т.к}$, при цьому $U_{о.ср} = 0$, що відповідає 24 °С і передає на диспетчерський пункт істинні значення струму навантаження, температури навколишнього середовища і температури болтового з'єднання.

Наступні зміни струму навантаження приведуть до відповідної зміни сигналів $U_{т.н}$ і $U_{т.к}$ на величину, пропорційну зміні струму навантаження. Величини сигналів визначаються як: $U_{т.н} \pm \Delta U_{т.н}(I_n)$ і $U_{т.к} \pm \Delta U_{т.к}(I_n)$ умови $U_{т.н} \pm \Delta U_{т.н}(I_n) > U_{т.к} \pm \Delta U_{т.к}(I_n)$ зберігаються, незалежно від часу теплового перехідного режиму.

Якщо під час незмінного навантаження відбулася зміна температури навколишнього середовища на величину $\mu \Delta t^{\circ} \text{н.с.С}$, сигнал блока 3 пропорційно змінить свою величину на $0 \pm \Delta t^{\circ} \text{С}$, а величини сигналів, відповідно, зміняться та визначаться як:

$U_{т.н} \pm \Delta U_{т.н}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С})$ і, відповідно, $U_{т.к} \pm \Delta U_{т.к}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С})$.

Умова $U_{т.н} \pm \Delta U_{т.н}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С}) > U_{т.к} \pm \Delta U_{т.к}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С})$ знову виконається.

Режим зміни струму навантаження і температури навколишнього середовища приведе до відповідних змін сигналів. Значення сигналів буде визначатися так: для блока 5 (струмового сигналу) $U_{т.н} \pm \Delta U_{т.н}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С}) \pm \Delta U_{т.н}(I_n)$, для блока 2 (температурного сигналу болтового з'єднання) $U_{т.к} \pm \Delta U_{т.к}(\Delta t^{\circ} \text{С}) \pm \Delta U_{т.к}(I_n)$, а умова $U_{т.н} \pm \Delta U_{т.н}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С}) \pm \Delta U_{т.н}(I_n) > U_{т.к} \pm \Delta U_{т.к}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С}) \pm \Delta U_{т.к}(I_n)$ знову виконається.

Режим початку аварійної ситуації або збільшення перехідного опору болтового з'єднання. Порушення щільності болтового з'єднання приводить до збільшення його перехідного опору. Величина виділеного тепла, згідно з законом Джоуля-Ленца, пропорційна квадрату струму навантаження, перехідному опору болтового з'єднання і часу протікання струму, тому що струм навантаження і температури навколишнього середовища не змінилися, сигнали з блоків 2 і 4 залишаються постійними. Зростання температури болтового з'єднання відбувається за рахунок збільшення перехідного опору. Рівень сигналу на виході блока 2 зростає. Настає момент, коли $U_{т.н} \pm \Delta U_{т.н}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С}) \pm \Delta U_{т.н}(I_n) < U_{т.к} \pm \Delta U_{т.к}(\Delta t^{\circ} \text{н.с.С}) \pm \Delta U_{т.к}(I_n) + \Delta U_{т.к}(R_{пер})$.

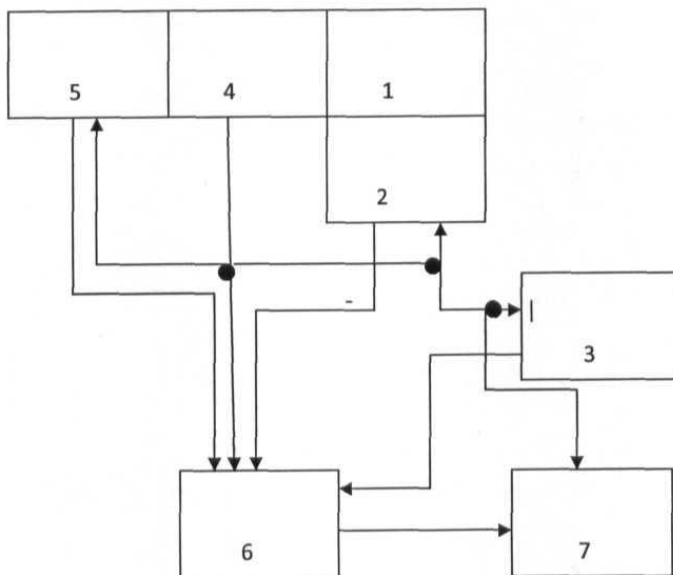
Блок 6 сигналізує про ослаблення болтового з'єднання і розвиток аварійної ситуації.

Перевірку роботи пристрою здійснено в лабораторних умовах, як джерело електроенергії використано генератор змінного струму ПСМ АТ 50, що дозволяє отримувати трифазну напругу 0,4 кВ, змінювати струм від 10 до 100 А, здійснили за допомогою рухового та реостатного навантажень як вимірювання струму навантаження використаний трансформатор струму ТТ 100/5 напругою в 0,4 кВ. Інші блоки виконані на елементній базі, описаній вище. Зміна температури навколишнього середовища від температури навколишнього середовища і вище проводилася за допомогою теплового фена, тепловим потоком впливали одночасно на термодатчики блоків 2 і 3. Зміну температури болтового з'єднання при незмінному навантаженні здійснювали ослабленням болтового з'єднання. Перевірку роботи способу здійснили в порядку, описаному вище. При досягненні температури 130-150 °С болтового з'єднання спрацьовує блок 6, що підтвердило правильність дій розробленого пристрою.

Застосування даного винаходу дозволить точно виявити момент зміни перехідного опору болтового з'єднання електрообладнання за рахунок контролю істинної температури контактного з'єднання, урахування температури навколишнього середовища та зміни значення струму навантаження. У результаті підвищується надійність роботи лінії електропередачі, підстанцій та електрообладнання в цілому.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Пристрій контролю і діагностики стану болтових з'єднань електрообладнання, що працює зі змінним навантаженням, який містить цифровий блок контрольованої температури болтового з'єднання, прийомопередавач, блок живлення, вихід якого з'єднаний із цифровим блоком контрольованої температури та прийомопередавачем, який **відрізняється** тим, що він додатково містить цифровий блок вимірювання температури навколишнього середовища, блок вимірювання сили струму навантаження з перетворенням на цифровий сигнал, мікроконтролер, при цьому виходи всіх згаданих блоків з'єднані з відповідними входами мікроконтролера, поєднаного з прийомопередавачем, крім того вихід блока живлення з'єднаний із входами блоків вимірювання температури навколишнього середовища, блоком вимірювання сили струму і мікроконтролером.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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

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