



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **88582**

(13) **U**

(51) МПК

H02H 3/16 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 10920**

(22) Дата подання заявки: **12.09.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.03.2014**

(46) Публікація відомостей **25.03.2014, Бюл.№ 6**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Брюханов Олександр Михайлович (UA),
Коптиков Віктор Павлович (UA),
Муфель Лев Абрамович (UA),
Демченко Олег Олександрович (UA),
Кац Олександр Борисович (UA),
Дубинський Андрій Олександрович (UA)**

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНИЙ МАКІЇВСЬКИЙ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ З БЕЗПЕКИ РОБІТ
У ГІРНИЧІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ,
вул. Лихачова, 60, м. Макіївка, Донецька
обл., 86108 (UA)**

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ

(57) Реферат:

Пристрій для захисту від коротких замикань у електричній мережі містить датчики струму, приєднані до фаз мережі, вимірювальний та виконавчий блоки, блок індикації, джерело живлення і блок відключення. Пристрій забезпечено керуючим блоком, що містить вузол контролю поточного значення струму в кожній фазі, вузол контролю і відключення при короткому замиканні в режимі пуску електроприймачів, вузол контролю і відключення короткого замикання по асиметрії струмів у фазах і вузол контролю і відключення короткого замикання по зсуву кривої струму щодо осі часу, а вимірювальний блок забезпечений вузлом вимірювання струмів у фазах мережі, вузлом вимірювання амплітудного значення струму протягом періоду, вузлом вимірювання зміщення кривої струму щодо осі часу і вузлом визначення переходу струму через нульове значення. Вихід вимірювального блока з'єднаний з входом керуючого блока, вихід останнього з'єднаний з входами блока індикації і блока відключення.

UA 88582 U

Корисна модель належить до електротехніки, зокрема до пристроїв захисту від короткого замикання в електричній мережі гірничошахтного обладнання. Дане рішення може також знайти використання в інших галузях, де використовується електрична енергія.

Запропонований пристрій захисту від короткого замикання (далі - к.з.) використовують у вигляді комплектуючого виробу, який вбудовується у комутаційні апарати, призначені для керування (вмикання - вимикання) електропостачання машин, обладнанням, а також забезпечення захисту від струмів к.з. у приєднанні, що відходить.

Використання такого захисту регламентовано вимогою п. 2 гл. 7 розділу VIII Правил безпеки у вугільних шахтах.

У вугільній промисловості та в інших галузях на даний час для виконання захисту від к.з. повсюдно використовують пристрої максимального струмового захисту (далі - МСЗ) (див. Автоматичний захист електроустаткування шахт від аварійних станів і небезпек: К.М. Маренич, І.В. Ковальова. - Донецьк: ДВНЗ "ДонНТУ", 2013. - 194 с.). Роботу такого захисту засновано на вимірюванні максимального струму, викликаного к.з. у приєднанні, що відходить.

Стійка робота МСЗ, її чутливість і зона дії залежать від ступеня зростання струму к.з. в пошкодженій мережі.

Для спрацьовування захисту необхідно, щоб у системі електропостачання були застосовані технічні засоби, які б сприяли збільшенню струму к.з.:

- пересувні трансформаторні підстанції підвищеної потужності;
- силові кабелі з великим перерізом основних жил і, щоб їх довжина не перевищувала 150...200 м;
- така конфігурація системи, в якій передбачено поділ електроприймачів в мережі живлення за допомогою трансформаторних підстанцій і автоматичних вимикачів.

Наведені заходи свідчать про те, що підвищення надійності роботи МСЗ обумовлює подорожчання облаштування системи електропостачання в шахтах, оскільки потрібне придбання більш потужного і дорогого устаткування і кабелів.

Працездатність МСЗ, як показано, пов'язана із використанням технічних засобів, що сприяють збільшенню струму к.з., що, очевидно, суперечить забезпеченню безпеки в шахтах, оскільки струм к.з. і особливо його максимальне значення викликає: додатковий нагрів струмопровідних частин і термічне старіння ізоляції; руйнування конструкції та провідників електричних пристроїв в результаті дії електродинамічних процесів; відкрите іскріння, яке є джерелом займання метаноповітряної суміші, причиною вибухів і пожеж, великих аварій і загибелі шахтарів.

Для спрацьовування МСЗ необхідний певний ріст струму, що можливо після виникнення та розвитку к.з. Тому спрацьовування МСЗ відбувається із затримкою часу, оскільки в першому півперіоді розвитку к.з. струм має незначне збільшення і тільки в другому півперіоді він досягає максимального значення - ударний струм.

Уставка МСЗ складається із значення пускового струму найбільш потужного електродвигуна і сумарного номінального струму інших підключених електродвигунів. Чим більша кількість електродвигунів підключена до комутаційного апарата, тим більша уставка захисту щодо струму і тому чутливість захисту до розпізнавання режиму к.з. знижується.

Коротке замикання може бути металеве, коли в місці пошкодження між фазами практично відсутній перехідний опір, замикання з перехідним опором і дугове к.з. В останніх двох режимах відбувається різке зниження струму к.з., в результаті чого МСЗ не реагує на такі види пошкоджень в електричній мережі.

Пристрої МСЗ, що випускаються в даний час, мають однакову структуру і застосовуються у всіх комутаційних апаратах. Таким пристроєм є напівпровідниковий максимальний струмовий захист типу ПМЗ (див. Пускачі вибухозахищені іскробезпечні ПВІТ-М. Інструкція з експлуатації ПІФА. 645513.004 ІЕ). Пристрій складається з вимірювальних блоків (трансформаторів струму), приєднаних до кожної фази мережі, трифазного випрямляча, вузла виміру струму в мережі, виконавчого вузла, вузла індикації і джерела живлення.

Робота пристрою полягає в наступному. На вторинних обмотках кожного трансформатора струму виділяють напругу, пропорційну коефіцієнту трансформації та струму в мережі, що захищається. Напруга подається на трифазний випрямляч і після випрямлення надходить у вимірювальну і виконавчу частини схеми пристрою захисту.

Якщо струм в мережі менше уставки спрацьовування захисту, сигнал, що надходить з вимірювальної частини схеми до виконавчого вузла, недостатній для його спрацьовування. Якщо струм в мережі перевищує уставку спрацьовування ПМЗ, сигнал, що надходить до виконавчого вузла від вимірювального вузла, достатній для спрацьовування пристрою захисту.

Релейним виходом виконавчого вузла розривається кола дистанційного керування пускача і відключається контактор, знеструмлюючи приєднання, що відходить.

При цьому в блоці індикації світиться лампочка, яка сигналізує про спрацьовування пристрою ПМЗ.

5 Відомо пристрій ПМЗ, визначений як прототип, має такі недоліки:

1. Низька чутливість і недостатня зона дії захисту.

2. Недостатня швидкодія захисту, що призводить до відключення пошкодженого приєднання з запізненням за часом, тобто у другому півперіоді, коли струм к.з. досягає значення ударного струму і тому виникають техногенні аварії (вибухи, пожежі і т.д.).

10 3. Використання ПМЗ вимагає великих витрат під час облаштування систем електропостачання в шахтах.

4. Робота ПМЗ ув'язана з виконанням ряду розрахунків (струму к.з. і уставок струму, введення уставки захисту та інші), що знижує надійність виконання захистом її функцій з причини впливу людського фактора.

15 5. Неможливо застосувати пристрої обмеження струму к.з. в електричній мережі з блоком ПМЗ, оскільки для стійкої роботи пристрою захисту потрібно максимальне значення струму.

6. При виникненні замикання з перехідним опором або дугового к.з., відомий ПМЗ не відключить пошкоджену електричну мережу внаслідок різкого зниження струму к.з. і чутливості захисту.

20 В основу корисної моделі поставлена задача щодо створення пристрою для захисту від коротких замикань в електричній мережі, в якому зміна структури та електричної схеми передбачає використання нових параметрів для розпізнавання короткого замикання і новий підхід у формуванні уставок захисту, що дозволяє підвищити чутливість і зону дії захисту, а також забезпечити безпеку використання електроенергії в шахтах.

25 Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для захисту від коротких замикань в електричній мережі, який містить датчики струму, приєднані до фаз мережі, вимірювальний та виконавчий блоки, блок індикації, джерело живлення і блок відключення, згідно з корисною моделлю, забезпечено керуючим блоком, який містить вузол контролю поточного значення струму в кожній фазі, вузол контролю і відключення при короткому замиканні в режимі пуску
30 електроприймачів, вузол контролю і відключення короткого замикання за асиметрією струмів у фазах і вузол контролю і відключення короткого замикання за зсувом кривої струму відносно осі часу, а вимірювальний блок забезпечено вузлом вимірювання струмів у фазах мережі, вузлом вимірювання амплітудного значення струму протягом періоду, вузлом вимірювання зміщення кривої струму відносно осі часу і вузлом визначення переходу струму через нульове значення,
35 при цьому вихід вимірювального блока з'єднано з входом керуючого блока, а вихід останнього з'єднано з входами блока індикації та блока відключення.

Таким чином, запропоновано нову структуру і електричну схему пристрою для захисту від коротких замикань в електричній мережі.

40 Запропонований пристрій для захисту від к.з. якісно відрізняється від відомих рішень тим, що в ньому: по-перше, введено блоки, за допомогою яких диференційовані функції захисту під час пуску електроприймача і в сталому режимі; по-друге, введені нові ознаки (асиметрія струмів у фазах мережі, зміщення кривої зміни струму відносно осі часу) для розпізнавання к.з. в електричній мережі; утретє, розпізнавання к.з. виконано з дублюванням, тобто одночасно вимірюють два параметри (асиметрію струмів у фазах і зміщення кривої зміни струму відносно
45 осі часу), що підтверджують виникнення к.з. в електричній мережі в сталому режимі та виключає помилкові спрацьовування захисту; у четверте, величини, контролюючі виникнення к.з., не пов'язані з максимальним значенням струму в мережі і не залежать від параметрів електричної мережі; у п'яте, робота пристрою захисту виконується автоматично і не ув'язана з участю людини; у шосте, вперше в пристрої для захисту вирішені питання безпеки в повному обсязі і
50 при цьому воно економічно вигідно при облаштуванні системи електропостачання в шахтах, оскільки не потрібно застосування технічних заходів для збільшення струму к.з. в електричній мережі.

Суть корисної моделі пояснює креслення.

55 Пристрій містить блок 1 з датчиками струму 2 і 3 для вимірювання струму у фазах в мережі, вимірювальний блок 4, що складається з вузла 5 для вимірювання струму в кожній фазі, вузла 6 для вимірювання амплітудного значення струму кожної фази і вузла 7 для вимірювання зміщення кривої струму відносно осі часу, керуючий блок 8, який, у свою чергу, містить вузол 9 для контролю поточного значення струму у фазах, вузол 10 для контролю і відключення к.з. в режимі пуску електроприймачів, вузол 11 для контролю і відключення к.з. за асиметрією струмів
60 у фазах, вузол 12 для контролю і відключення к.з. за зсувом кривої зміни струму відносно осі

часу, блок 13 для відключення комутаційного апарата, блок 14 для індикації та джерело 15 живлення.

Як видно, пристрій для захисту від к.з. в електричній мережі містить сукупність блоків і вузлів, що дозволяють реалізувати захисне відключення шляхом вимірювання зміни струмів у фазах електричної мережі та відхилення їх від нормованих значень.

Блок 8 виробляє сигнали, що надходять на вхід блока 13, який виконано у вигляді блока дистанційного керування пускачем, а блок 14 являє собою дисплей, що відображає як текстову інформацію, так і кодову.

Запропонований пристрій працює так.

Блок 1, що містить два датчика струму 2 і 3, вимірює струм у двох фазах. На виході датчиків 2, 3 виділяється напруга, пропорційна струму у фазах електричної мережі. Сигнали з датчиків надходять у блок 4, в якому за допомогою вузла 5 визначають фактичні струми в двох фазах і обчислюють значення струму в третій фазі. Визначення струмів здійснюють за формулами $I_A = i_A \times k$, $I_B = i_B \times k$, $I_C = i_A \times i_B$ (де i_A , i_B - значення струму в фазах; k - коефіцієнт трансформації). Вузол 6 вимірює амплітудне значення струмів у фазах, а вузол 7 - зміщення кривої зміни струму в кожній фазі відносно осі часу. Зсув кривої струму відносно осі часу визначають як різницю між амплітудними значеннями позитивної і негативної півхвилі.

Якщо амплітуда струму хоча б однієї фази, обчислена за один півперіод (10 мс), перевищує значення уставки, формується сигнал на захисне відключення напруги з приєднання, яке відходить.

Вимірювання значення амплітуд струмів і зміщення їх відносно осі часу надходять у блок 8, в якому за допомогою вузла 9 визначається поточне значення струму $I_{\text{пот}}$ за формулою $I_{\text{пот}} = (I'_A, I'_B, I'_C) / 3$, де I'_A , I'_B , I'_C - амплітудні значення струмів. За значенням $I_{\text{пот}}$ вузол 10 визначає струм в режимі пуску, як $I_{\text{пот}} \times k$ (де k - кратність підвищення струму в режимі пуску (для асинхронних електродвигунів $k = 6 \dots 7$) і порівнює його з фактичним пусковим струмом електродвигуна, а також контролює тривалість пуску за часом, яка знаходиться в інтервалі 6...12 с. У разі, якщо фактичний пусковий струм і розрахунковий пусковий струм сумірні, а час пуску не перевищує заданої уставки, то пуск вважається нормальним. У разі відхилення значень пускового струму або часу пуску, виробляється сигнал на припинення режиму пуску.

За значенням амплітуд струму у фазах вузол 11 визначає асиметрію струму за формулою

$$I_{AC} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}}}$$

У разі перевищення амплітуди струму у фазах між найбільшим і найменшим значеннями на 4...8 %, виробляється сигнал на відключення приєднання, яке відходить, зважаючи на виникнення в ньому к.з.

Аналогічно вузол 12 визначає к.з. у приєднанні, що відходить, за зсувом кривої струму відносно осі часу. Зсув кривої зміни струму на 3...5 % відносно осі часу вказує на те, що в приєднанні, що відходить, сталося коротке замикання.

Вихідні сигнали з блока 8 надходять в блоки 13 і 14. Вихідні сигнали блока 8 впливають на блок 13, який вимикає комутаційний апарат. У блоці 14 для індикації під дією сигналів блока 8 відображається причина відключення комутаційного апарата - к.з. в приєднанні, що відходить.

Запропонований пристрій реалізовано на базі контролера з аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) і програмного забезпечення. Вимірювальний блок включає АЦП з тактовою частотою 1 кГц, на який надходять миттєві значення струмів від датчиків струму 2, 3. У функцію блока 8 входить видача команди на захисне відключення у разі виникнення к.з. в приєднанні, що відходить, яка реалізується на базі мікропроцесора і програмного забезпечення.

Аналізуючи суть запропонованого технічного рішення можна зробити висновок, що з розробкою даного пристрою здійснено перехід від МСЗ до захисту нового покоління. Сказане підтверджується тим, що прийняті параметри розпізнавання к.з. - асиметрія струму і зсув кривої струму відносно осі часу не вимагають, щоб розвиток к.з. відбувся до максимального значення струму, а чутливість і зона дії захисту не залежать від струмового навантаження споживачів і параметрів кабельної мережі (приєднання, яке відходить), що робить захист стійким в роботі незалежно від параметрів електричної мережі.

Запропонований пристрій усуває недоліки прототипу (МСЗ) і дозволяє:

- забезпечити стійку чутливість і зону дії захисту незалежно від: довжини і перетину жил кабельної лінії; параметрів мережі електропостачання (потужності трансформаторної підстанції, структури і конфігурації електричної мережі); струмового навантаження підключених споживачів у приєднанні, яке відходить;

- спрацьовувати захисту в перший півперіод розвитку к.з. з огляду на те, що розпізнавання к.з. не залежить від значення струму в цьому режимі;

- автоматично здійснювати вибір уставок без участі людини і, тим самим, забезпечити надійність і об'єктивність роботи пристрою для захисту;

5 - підвищити надійність захисного відключення, оскільки передбачено диференційований підхід у формуванні уставок, як під час пуску електродвигуна, так і в сталому режимі. При цьому в сталому режимі розпізнавання к.з. здійснюють шляхом контролю двох величин: асиметрії струму і зсуву кривої зміни струму відносно осі часу і, тим самим, забезпечується надійність і стійкість роботи захисту;

10 - виконати захист від к.з. при різних режимах замикання фаз: замикання з перехідним опором, дугове коротке замикання;

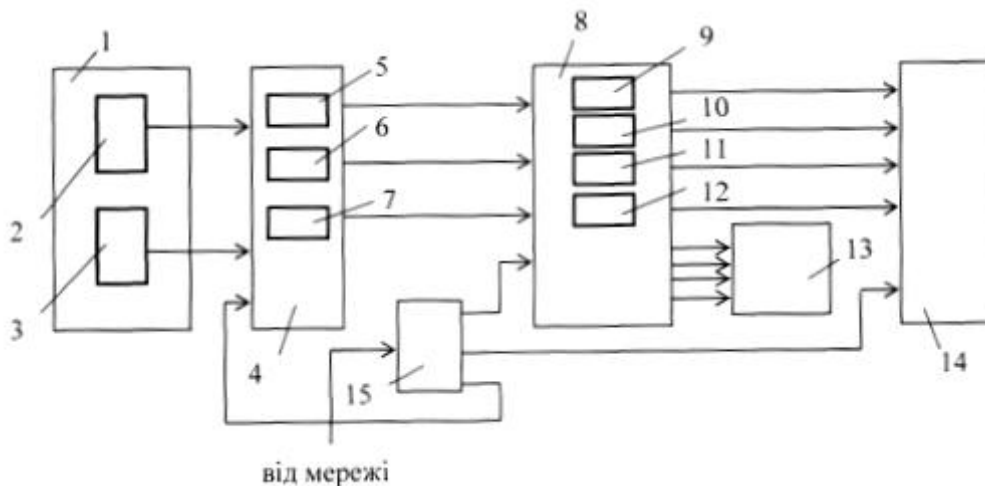
- знизити економічні витрати при облаштуванні системи електропостачання в шахтах, оскільки відсутня необхідність в придбанні дорогого електроустаткування.

15 Зі створенням заявленого пристрою захисту з'являється можливість зміни підходу в конструюванні пересувних трансформаторних підстанцій, передбачивши в них кілька вторинних обмоток малої потужності, достатніх для живлення споживачів. Таке рішення стало можливим, оскільки не потрібно збільшення струму к.з. для підтримки стійкої роботи захисту від к.з.

Запропоноване рішення вперше розроблено в Україні і не має аналогів за кордоном.

20 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для захисту від коротких замикань у електричній мережі, що містить датчики струму, приєднані до фаз мережі, вимірювальний та виконавчий блоки, блок індикації, джерело живлення і блок відключення, який **відрізняється** тим, що його забезпечено керуючим блоком, що містить вузол контролю поточного значення струму в кожній фазі, вузол контролю і відключення при короткому замиканні в режимі пуску електроприймачів, вузол контролю і відключення короткого замикання по асиметрії струмів у фазах і вузол контролю і відключення короткого замикання по зсуву кривої струму щодо осі часу, а вимірювальний блок забезпечений вузлом вимірювання струмів у фазах мережі, вузлом вимірювання амплітудного значення струму протягом періоду, вузлом вимірювання зміщення кривої струму щодо осі часу і вузлом визначення переходу струму через нульове значення, при цьому вихід вимірювального блока з'єднаний з входом керуючого блока, вихід останнього з'єднаний з входами блока індикації і блока відключення.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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