



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61808 (13) U
(51) МПК
H02H 3/17 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ШАХТНА ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ

1

2

(21) u201101410

(22) 08.02.2011

(24) 25.07.2011

(46) 25.07.2011, Бюл.№ 14, 2011 р.

(72) БРЮХАНОВ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ,
ВАРЕНИК ЄВГЕН ОЛЕКСАНДРОВИЧ, МНУХІН
АНАТОЛІЙ ГРИГОРОВИЧ, САВИЦЬКИЙ ВОЛО-
ДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, КОЛОСЮК ВОЛОДИ-
МИР ПЕТРОВИЧ, НАЛБАТОВ ВОЛОДИМИР ЄВС-
ТАФІЙОВИЧ, ТОВСТИК ЮРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ,
ЧЕРНОВ ІГОР ЯКОВИЧ, СТОЯН ВОЛОДИМИР
МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ДЕРЖАВНИЙ МАКІЇВСЬКИЙ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ З БЕЗПЕКИ РОБІТ У ГІР-
НИЧІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

(57) 1. Шахтна трансформаторна підстанція, яка містить силовий знижуючий трансформатор, вимикальний апарат в колі високої напруги, вихідні вимикальні апарати в колі приєднань низької напруги з основними чутливими елементами, трансформатор власних потреб, пристрої захисту від струмів короткого замикання і струмів замикання на землю, причому до виходу кожного вимикального апарата приєднано пристрої компенсації ємності і попереднього контролю опору ізоляції, яка **відрізняється** тим, що її забезпечено розділовим трансформатором, першим і другим випрямлячами і фільтром приєднання, при цьому вихід першого випрямляча через фільтр приєднання приєднано до нульової точки вторинної обмотки силового трансформатора або штучної нульової точки, до його входу приєднано вторинну обмотку трансфо-

рматора власних потреб, послідовно з якою приєднано первинну обмотку розділового трансформатора, а до його вторинної обмотки - вхід другого випрямляча, до виходу якого приєднано основні чутливі елементи вимикальних апаратів у колі низької напруги.

2. Шахтна трансформаторна підстанція за п. 1, яка **відрізняється** тим, що у коло одного з вимикальних апаратів розподільного пристрою низької напруги уведено таймер тимчасової затримки.

3. Шахтна трансформаторна підстанція за п. 1 та/або 2, яка **відрізняється** тим, що у коло живлення першого випрямляча уведено конденсатор, з'єднаний послідовно з первинною обмоткою розділового трансформатора, а між другою клемою конденсатора і землею приєднано діод.

4. Шахтна трансформаторна підстанція за пп. 1 та/або 2, та/або 3, яка **відрізняється** тим, що у вихідне коло першого випрямляча, з'єднане з заземлювачем, уведено додатковий чутливий елемент, вихід якого приєднано до вимикального апарата кола високої напруги.

5. Шахтна трансформаторна підстанція за п. 4, яка **відрізняється** тим, що чутливий елемент виконано, наприклад на основі тиристорного оптрона, вихід якого через реле приєднано до вимикального апарата кола високої напруги.

6. Шахтна трансформаторна підстанція за будь-яким з пунктів 1, 2, 3, 4, 5, яка **відрізняється** тим, що до кіл індикації опору ізоляції приєднано запам'ятовуючий пристрій.

Запропоноване технічне рішення належить до електротехніки, а саме - шахтних (рудникових) трансформаторних підстанцій і може бути використане для живлення електроприймачів дільниць вугільних шахт, переважно небезпечних за вибухами газу та вугільного пилу.

Відома шахтна трансформаторна підстанція, яка містить головне струмове коло, обладнане роз'єднувачем високої напруги, вимикачем і трансформатором, причому в колі управління та блокування вимикача вона має програмуючовимикальну систему, з'єднану із захистом від витоків струму на землю й системою розчіплювачів

вимикача високої напруги, а на боці низької напруги силові струмові кола мають виводи, кожен з яких забезпечено максимально-струмовим захистом і захистом від несиметричних режимів роботи, запобіжниками, роз'єднувачем безпеки (див. патент Польщі № 118752, H02B 13/00, H02B 1/24, опубл. 30.11.82 р.)

Під час виникнення замикання на землю на одному з приєднань, пристрій для контролю стану ізоляції мережі подає сигнал на комутаційний апарат. Причому, якщо замикання усунулося, то після його зникнення приєднання автоматично підключається до джерела живлення. У разі глухого за-

(13) U

(11) 61808

(19) UA

микання на землю на одному з приєднань, комутаційний апарат відключає пошкоджене приєднання і його повторне включення здійснює обслуговуючий персонал після знаходження та усунення пошкодження.

Основним недоліком цього технічного рішення є те, що у разі замикання на землю на одному з приєднань спрацьовує апарат захисту від витоків струму і відключається вимикач головного кола (високої напруги). Це призводить до відключення всіх струмоприймачів, у тому числі навіть тих, які не можна відключати за умовами вибухобезпеки, наприклад, вентиляторів місцевого провітрювання (далі -ВМП), пристроїв контролю та захисту. На час пошуку та усунення несправності зазначені струмоприймачі будуть відключені. Між тим, при відключеному ВМП, стається загазування виробок, що створює небезпеку вибуху метану або ядух людей. Крім того, відоме рішення не забезпечує компенсацію ємності мережі, що вимагає ДСТУ 22929 "Апарати захисту від струмів витоку рудникові для мереж до 1200 В".

Відома також шахтна трансформаторна підстанція, яка містить силовий знижувальний трансформатор, роз'єднувач у колі високої напруги, роз'єднувачі та вимикачі в колі приєднань низької напруги, пристрої захисту від струмів короткого замикання і від витоків струму на землю, блок логіки, вхід якого приєднано до виходу пристрою захисту від витоків струму, а кожен з виходів з'єднано з колом відключення вимикачів навантаження, кожен вимикач навантаження обладнано приєднаннями до його виходу пристроями компенсації ємності і попереднього контролю ізоляції, причому підстанцію забезпечено не менше ніж одним виходом в колі високої напруги, що містить вимикач, блоки захисту від струмів короткого замикання й пристрій попереднього контролю ізоляції, виходи якого приєднано до кола відключення вимикача, а також шинний і вихідний лінійний роз'єднувач - заземлення, індикатори напруги і струму навантаження.

Крім того, коло високої напруги силового трансформатора містить блок захисту від перевантаження, наприклад, вимикач з пристроєм захисту, який має струмочасову характеристику, або плавкими запобіжниками (див. патент № 69607А, Україна, Н02Н 3/17, Е21F 9/00, опубл. 15.09.04, бюл. № 9).

До недоліків відомої трансформаторної підстанції, визначеної як найближчий аналог, слід віднести таке.

Неможливо виділити і передати сигнал про дію системи контролю ізоляції та захисного відключення, тому що їх кола гальванічно зв'язані з колами високої напруги і становлять потенційну електронезбезпеку для обслуговуючого персоналу та, крім того, є іскробезпечними. Для реалізації функції надійного відключення необхідна наявність чутливого елемента, здатного впливати на високочастотний вимикальний апарат або вимикач комплектного розподільного пристрою (далі - розподільний пристрій), через який подають живлення на трансформатор підстанції (у взаємодії з елементами

тамі відключення апаратів, установлених з боку низької напруги).

Крім того, дослідження й аналіз причин аварій, що сталися останнім часом у шахтах, показали, що особливої важливості набуває наявність «чорного ящика», установленного в приміщенні диспетчера або на пульті контролю, тобто поза межами контрольованої системи електропостачання, і в якому запам'ятовуються результати контролю опору ізоляції та захисного відключення.

У основу корисної моделі поставлено завдання щодо створення шахтної трансформаторної підстанції, у якій за рахунок гальванічного поділу силових кіл і кіл індикації опору ізоляції та захисного відключення, а також зниження впливу струмів нульової послідовності на чутливість системи контролю ізоляції, підвищено електробезпеку обслуговуючого персоналу й іскробезпеку кіл індикації.

Поставлене завдання розв'язується за рахунок того, що шахтну трансформаторну підстанцію, яка містить силовий знижувальний трансформатор, вимикальний апарат в колі високої напруги, вихідні вимикальні апарати в колі приєднань низької напруги з основними чутливими елементами, трансформатор власних потреб, пристрої захисту від струмів короткого замикання і струмів замикання на землю, причому до виходу кожного вимикального апарата приєднано пристрої компенсації ємності і попереднього контролю опору ізоляції, згідно з корисною моделлю, забезпечено розділовим трансформатором, першим і другим випрямлячами і фільтром приєднання, при цьому вихід першого випрямляча через фільтр приєднання приєднано до нульової точки вторинної обмотки силового трансформатора або штучної нульової точки, до його входу приєднано вторинну обмотку трансформатора власних потреб, послідовно з якою приєднано первинну обмотку розділового трансформатора, а до його вторинної обмотки - вхід другого випрямляча, до виходу якого приєднано основні чутливі елементи вимикальних апаратів у колі низької напруги.

Запропоновано у коло одного з вимикальних апаратів розподільного пристрою низької напруги увести таймер тимчасової затримки. Це дозволить досягти селективності захисту.

Запропоновано також у коло живлення першого випрямляча ввести конденсатор, з'єднавши його послідовно з первинною обмоткою розділового трансформатора, а між другою клемою конденсатора і землею приєднати діод. Це виключає протікання випрямленого першим випрямлячем струму, викликаного напругою зміщення нейтралі мережі, у колі первинної обмотки розділового трансформатора, так як цей струм відводиться на землю.

Крім того, у вихідне коло першого випрямляча, з'єднане з заземлювачем, уведено додатковий чутливий елемент, вихід якого приєднано до вимикального апарата кола високої напруги, а чутливий елемент виконано, наприклад, на основі тиристорного оптрона, вихід якого через реле приєднано до вимикального апарата кола високої напруги.

Додатково пропонується до кіл індикації опору ізоляції приєднати запам'ятовуючий пристрій.

На фігурі наведено принципову схему запропонованої підстанції.

Підстанція містить вибухозахищений корпус з відділенням 1 розподільного пристрою високої напруги, оснащеним вимикальним апаратом 2 кола високої напруги, наприклад, роз'єднувачем і/або вимикачем, відділенням 3 силового трансформатора зі знижувальним трансформатором 4, обладнаним тепловим захистом його обмотки, відділенням 5 розподільного пристрою низької напруги (далі - РПНН) з трансформатором 6 власних потреб, приладами вимірювання напруги, струму і витрати енергії, приєднаними через вимірювальні трансформатори струму та напруги (на фігурі не наведено).

РПНН 5 має не менше двох виводів (I і II), оснащених вимикальними апаратами, наприклад автоматичними вимикачами 7 і 8 відповідно.

Для контролю ізоляції електричного кола споживачів струму між нульовою точкою вторинної обмотки силового трансформатора 4 або між штучною нульовою точкою 0, утвореною трьома діодами 9, аноди яких приєднано до вихідних затисків вторинної обмотки трансформатора 4, а катоди з'єднані разом, утворюючи штучну нульову точку, приєднано через фільтр приєднання, наприклад, дросель 10 (або паралельний LC-контур) вихід випрямляча 11. До входу останнього приєднано вторинну обмотку трансформатора 6 власних потреб, в коло якої, послідовно приєднано первинну обмотку розділового трансформатора 12. До вторинної обмотки цього трансформатора приєднано вхід випрямляча 13, який живить схеми індикації опору ізоляції мережі та вимикальних систем - основних чутливих елементів 14, 15 вимикальних апаратів 7, 8 РПНН 5. Причому в коло однієї із зазначених схем уведено таймер 16 тимчасової затримки.

Як варіант, вихід випрямляча 11 може бути приєднано між заземлювачем 3 і штучною нульовою точкою 0, утвореною діодами 9, аноди яких приєднано до вихідних затисків вторинної обмотки трансформатора 4.

У вихідне коло випрямляча 11, з'єднане із заземлювачем 3, уведено додатковий чутливий елемент 17, наприклад, виконаний на основі тиристорного оптрона, вихід якого, наприклад, реле 18, уведено у коло відключення апарата 2, наприклад вимикача підстанції або комплектного розподільного пристрою.

У коло живлення випрямляча 11 послідовно з первинної обмоткою трансформатора 12 уведено конденсатор 19, а між другою клемою цього конденсатора і землею введено діод 20.

До кіл індикації опору ізоляції мережі приєднано запам'ятовуючий пристрій 21, наприклад, самописний прилад, інформація від якого надходить диспетчеру або оператору на поверхню шахти. Пристрій 21 може бути встановлено на пульті в диспетчерській або в «чорному ящику».

Резистори 22, 23 і конденсатор 24 уведено для налаштування схеми.

Запропонована підстанція працює так.

Трифазна напруга 6 кВ по кабелю надходить у відділення кабельного вводу, потім через прохідні

електричні затискачі на вимикальний апарат 2, наприклад, роз'єднувач і/або вимикач, розташований у відділенні 1, і далі - через прохідні затискачі у коло трансформатора 4.

Трифазна напруга (380, 660, 1140 або 3000 В) з вторинної обмотки трансформатора 4 надходить через прохідні затискачі на входи трифазних вимикальних апаратів 7 і 8. З виходів останніх трифазна напруга надходить у вибухонепроникне відділення виводів I і II відповідно, і далі - до споживачів.

До одного з виводів, наприклад II, приєднано струмоприймачі, пріоритетні щодо безперебійності живлення, наприклад, ВМП тупикової виробки.

Із вторинної обмотки трансформатора 6 підстанції через включену в коло живлення первинну обмотку розділового трансформатора 12 змінна напруга надходить до входу випрямляча 11. З вторинної обмотки трансформатора 12 напруга подається також через випрямляч 13 для живлення чутливих елементів 14, 15, вимикальних апаратів 7, 8, кіл індикації опору ізоляції і пристрою 21, а також по кабелю - у приміщення диспетчерської, де на пульті управління встановлено аналогічний пристрій 21 для запам'ятовування величини опору ізоляції.

При високому опорі ізоляції електричної мережі напруга на виході випрямляча 13 відсутня. Напруга з'являється тоді, коли в колі контролю ізоляції протікає струм, обумовлений випрямленою напругою випрямляча 11, яку прикладено між нульовою точкою 0 мережі, наприклад, нульовою точкою вторинної обмотки силового трансформатора 4, і заземлювачем 3 через додатковий чутливий елемент - вхід оптрона 17 і дросель 10 для обмеження змінного струму.

Схема налаштовується так, щоб у разі небезпечного пошкодження ізоляції спрацював чутливий елемент 14, вихід якого, наприклад, замикаючий контакт, приводить у дію розчіплювач вимикального апарата 7, який відключає живлення споживачів. Пристрій 21 запам'ятовує величини опору ізоляції, наприклад, за допомогою запису на діаграмній стрічці самописного міліамперметра. Усі кола й елементи контролю ізоляції гальванічно відділені від кіл високої напруги контрольованої мережі за допомогою трансформатора 12. Унаслідок цього забезпечується безпека обслуговуючого персоналу. Це також забезпечує іскробезпеку кіл кабелю, через який сигнал про опір ізоляції подається по гірничих виробках до приміщення диспетчерської, і має велике значення для шахт, небезпечних за газом або пилом, у яких необхідно забезпечувати умови вибухобезпеки.

У газових шахтах необхідно забезпечувати безперебійність електропостачання ВМП, газівідсмоктувальних і дегазаційних установок та інших споживачів електроенергії, пріоритетних щодо безперебійності живлення. Для цього недоцільно відключати такі споживачі у разі пошкодження ізоляції інших споживачів, здійснюючи їх живлення від окремого приєднання з власним вимикальним апаратом, забезпечуючи, тим самим, селективність роботи чутливих елементів захисного відключення. Уведення таймера 16 до схеми другого

чутливого елемента 15 дозволяє вирішити це завдання відповідним настроюванням. При цьому, якщо пошкодження ізоляції сталося в технологічних струмоприймачах, то відключається апарат 7 чутливим елементом 14, а відключення споживача, пріоритетного щодо безперебійності живлення, не відбувається. Однак, якщо пошкоджено ізоляцію пріоритетного споживача, то чутливий елемент 15 забезпечить відключення відповідного вимикального апарата (автомата) 8 з витримкою часу.

Дросель 10 зменшує величину змінного струму, який у разі несиметрії опору ізоляції контрольованої мережі, протікає через коло контролю внаслідок виникнення напруги зсуву нейтралі між нульовою точкою 0 мережі і заземлювачем 3.

Для підвищення надійності захисного відключення використовують вихід реле 18 додаткового чутливого елемента 17 для відключення вимикача високої напруги підстанції або вимикача комплектного розподільного пристрою. Резистор 23 забезпечує необхідну настройку оптрона 17, а резистор 22 - обмеження струму в його вхідному колі.

Для зниження похибки вимірювання та забезпечення нормальної роботи пристрою, у разі впливу напруги контрольованої мережі, до кола живлення випрямляча 11 уведено конденсатор 19, а між конденсатором 19 і заземлювачем 3 - діод 20. Завдяки цьому струм, що викликається напругою зміщення нейтралі мережі, і який випрямив випрямляч 11, не протікає в колі первинної обмотки трансформатора 12, а відводиться на землю, минаючи вхідне коло чутливого елемента - оптрона 17. Крім того, конденсатор 19 зменшує реактивний опір в колі живлення, що також знижує похибку вимірювання опору ізоляції.

У разі, коли ємність конденсатора 19 підібрано таким чином, що його опір змінному струму відповідає індуктивному опору первинної обмотки розділового трансформатора 12 і створюються умови

резонансу напруги, при якому загальний опір кола «первинна обмотка трансформатора 12 - конденсатор 19» близький до нуля, то в колі контролю ізоляції мережі залишається, у основному, контрольований опір ізоляції мережі. Це забезпечує високу чутливість схеми і знижує похибку вимірювання.

Роль дроселя 10 полягає в тому, що для оперативного постійного струму він має невеликий активний опір, а для змінного струму, що викликається напругою зміщення нейтралі мережі, навпаки, він становить досить великий реактивний опір. Це забезпечується, якщо дросель 10 має значну індуктивність або виконано за схемою паралельного LC-контур з можливістю забезпечення резонансу струму, при якому для кола змінного струму опір такого контуру може теоретично наблизитися до нескінченності.

Реалізація запропонованого технічного рішення дозволить:

- підвищити вибухобезпеку гірничих робіт за рахунок безперебійного електропостачання від окремого виводу підстанції вентиляторів місцевого провітрювання, газовідсмоктувальних і дегазаційних установок тощо;
- підвищити електробезпеку обслуговуючого персоналу й іскробезпеку кіл індикації опору ізоляції за рахунок їх гальванічного відділення від силових кіл споживачів;
- поліпшити якість контролю ізоляції за рахунок зниження впливу силових кіл на кола контролю;
- підвищити надійність захисного відключення за рахунок введення додаткового елемента, що впливає на високовольтний вимикач (або вимикач комплектного розподільного пристрою), що відключає живлення трансформаторної підстанції в аварійних режимах.

