

ПРОТИАВАРІЙНА АВТОМАТИКА В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КАР'ЄРІВ

Кутіна М. В.

Вінницький національний технічний університет

Запропоновано вдосконалена система протиаварійної автоматики, що дозволяє підвищити рівень надійності та безпеки експлуатації систем електропостачання кар'єрів.

Постановка проблеми. Забезпечення високої продуктивності праці на відкритих гірничих роботах пов'язано з підвищенням надійності електропостачання та безпекою експлуатації обладнання. Специфічні умови роботи відкритих гірничих робіт обумовлюють часті виникнення аварійних режимів роботи електрообладнання, що становлять небезпеку для здоров'я та життя людей. Підвищення надійності електропостачання і поліпшення умов електробезпеки залізрудних кар'єрів залежать від успішного рішення комплексу питань, серед яких важливе місце займають питання створення комплексу засобів протиаварійного керування і діагностики для кар'єрних розподільних підстанцій.

До засобів протиаварійного управління в системах електропостачання залізрудних кар'єрів (СЕПК) відносяться автоматичне ввімкнення резерву, автоматичне повторне ввімкнення, захист від міжфазних к. з., [1,2] однофазних замикань на землю, обриву фази проводу. Існуючі засоби автоматичного вводу резерву, автоматичного повторного ввімкнення, засоби захисту від міжфазних к. з. забезпечують ефективність функціонування. Проблемним залишаються засоби захисту від однофазних замикань на землю (ОЗЗ) та обриву проводу лінії електропередач.

Тому розвиток методів діагностування технічного стану і розробка принципів і технічних засобів протиаварійного керування при експлуатації кар'єрних систем електропостачання, спрямованих на підвищення їхньої ефективності, експлуатаційної надійності та електробезпеки, є актуальною науковою задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В залежності від способу дії на РМ, системи перевірки технічного стану ізоляції можна розділити на функціональні, тестові та комбіновані. В функціональних методах вимірюються робочі сигнали, а параметри ізоляції визначають за результатами вимірювання або застосовують спеціальні перетворювачі робочих сигналів і порівнюють їх величини з допустимими. Тестові методи передбачають подачу сигналів на РМ за спеціальною програмою. В комбінованих системах використовуються як робочі, так і тестові сигнали. За періодичністю контролю їх можна розділити на постійно діючі, періодично діючі і разові. Переваги неперервної системи контролю незаперечні, але існують технічні обмеження області її застосування: перше – це неможливість контролю взагалі або з потрібною точністю та прийнятною вартістю неруйнівними методами діагностики; друге – стрибкоподібна зміна параметрів технічного стану окремих елементів [3-4].

ОЗЗ є найбільш розповсюдженим видом пошкодження. Обрив проводу є окремим видом ОЗЗ. Існуючі

методи та засоби захисту від ОЗЗ в більшості випадків через значний перехідний опір не реагують на такий вид пошкодження. Струміві захисти від несиметричних режимів на цей вид пошкодження не реагують. Після падіння проводу на землю виникає ОЗЗ через значний перехідний опір. Існуючі засоби від ОЗЗ надійно спрацюють тоді, коли перехідний опір не перевищує 1 кОм. Процес пошуку пошкодження характеризується низьким рівнем автоматизації і може тривати протягом декількох годин. За цей час в місці падіння проводу відбувається "спікання" ґрунту, що призводить до різкого зростання перехідного опору. Захист від ОЗЗ не спрацює і небезпечне поле розтікання струму може існувати протягом невизначеного часу [5].

Тому існує необхідність в створенні нових та вдосконалені існуючих методів і засобів захисту від ОЗЗ та контролю за станом ізоляції, що дозволять вчасно виявити пошкодження на ранній стадії розвитку

Мета статті. Підвищення рівня надійності та безпеки експлуатації СЕП кар'єрів шляхом вдосконалення комбінованої системи протиаварійної автоматики створеної на основі сучасних методів технічної діагностики забезпечуючих неперервний контроль ізоляції і захист від обриву проводу.

Основні матеріали дослідження. Результати досліджень для визначення реальних характеристик параметрів ізоляції показали, що виникненню стійкого ОЗЗ передують поступове зниження активного опору ізоляції, або серія імпульсних пробів ізоляції з поступовим зниженням активного опору ізоляції. Симетричне зниження активного опору ізоляції зумовлене наявністю шунтв'язків та їх поступове зволоження. Наприклад, поступове зниження опору ізоляції регулярно спостерігається в нічний час доби або під час опадів. Імпульсні проби ізоляції зумовлені наявністю шунтв'язків та комутаційної перенапруги. В цих випадках ізоляція відновлюється зі зникненням перенапруги або після спрацювання релейного захисту та АПВ. Стійке замкнення на землю виникає зі зниженням активного опору ізоляції мережі до рівня 3...5 кОм. Виміри активного опору ізоляції в місці пошкодження після відключення мережі показали, що для повітряної мережі напругою 6 кВ він знаходився в межах 0,25...4 кОм. Результати експериментальних досліджень інших авторів підтверджують поступовість розвитку пошкоджень в мережах. Це створює умови для своєчасного виявлення дефектів ізоляції та їх усунення шляхом профілактичних дій.

Під впливом підвищення вологості навколишнього середовища відбувається плавна зміна активного опору ізоляції, наявність шунтувальних зв'язків та пере-

напруга викликає стрибкоподібну зміну активного опору ізоляції [3, 4]. Очевидно, що для цілей діагностики метод контролю повинен фіксувати як плавну зміну активного опору ізоляції, так і стрибкоподібну. За інших рівних умов, врахування динаміки зміни активного опору ізоляції повинно бути визначаючим при виборі методу контролю.

Оскільки жоден з існуючих методів не задовольняє цій вимозі, пропонується комбінований метод [3, 4], в якому плавна зміна активного опору ізоляції фаз мережі відносно землі фіксується шляхом накладення на контрольовану мережу тестового сигналу, наприклад, випрямленої напруги і контролю реакції мережі на його вплив, а стрибкоподібна зміна актив-

ного опору ізоляції фіксується шляхом використання перехідного процесу в колі попередньо зарядженого конденсатору до напруги, пропорційної активному опору ізоляції РМ відносно землі.

З метою забезпечення селективності захисту системи та підвищення чутливості до такого виду пошкодження як обрив проводу, пропонується застосування методу виявлення обриву проводу в розподільних електричних мережах напругою 6- 35 кВ, що ґрунтується на контролі значення струму зворотної послідовності до моменту падіння проводу на землю і напругу нульової послідовності після падіння проводу на землю [5].

Принципова схема системи зображена на рис 1.

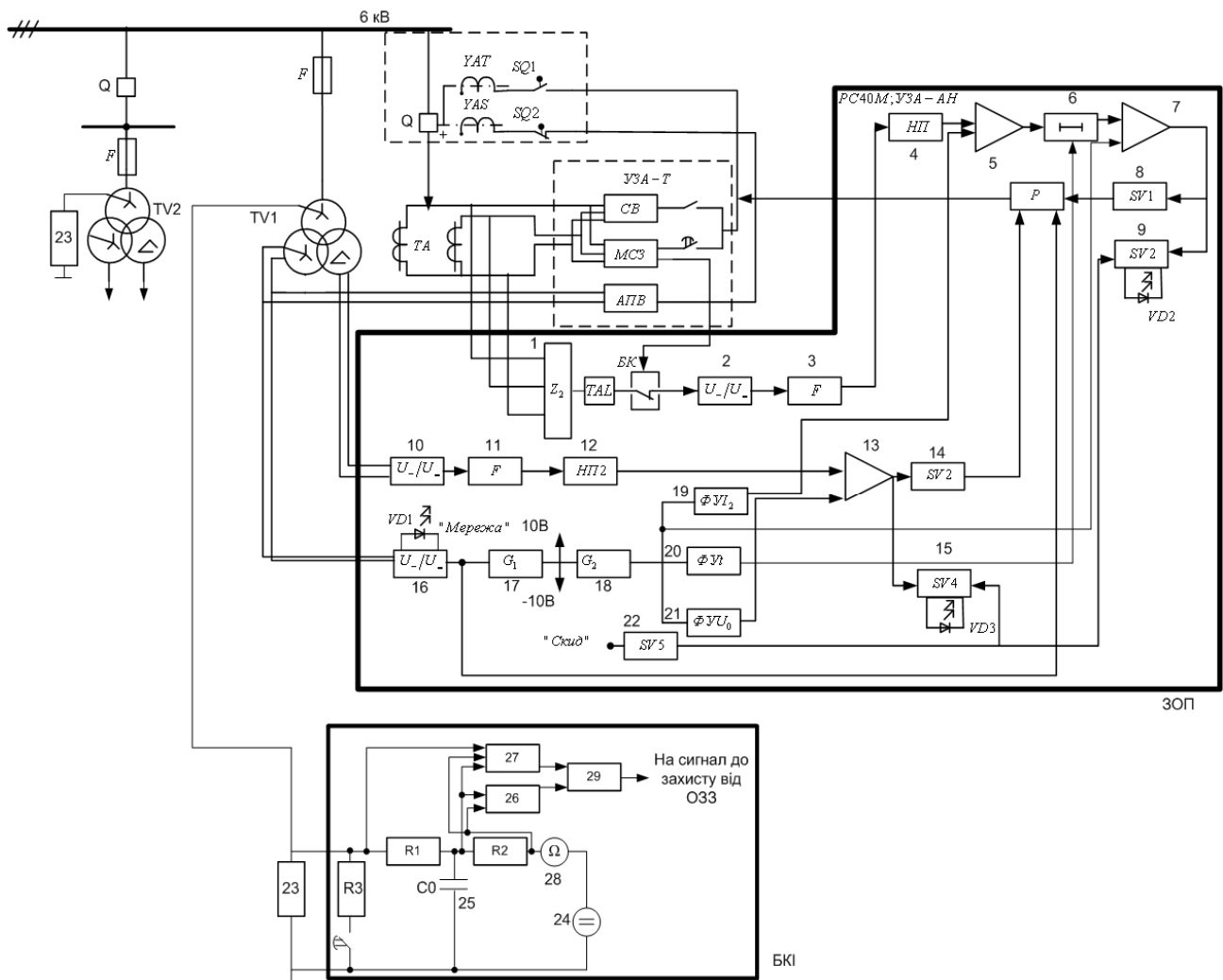


Рисунок 1 – Функціональна схема комбінованої системи протиаварійної автоматики

Захист ЗОП отримує живлення від трансформаторів струму ТА та трансформатора напруги TV. Вхідна напруга від вторинної обмотки трансформатора напруги TV через випрямляч 16 потрапляє на джерело живлення 17, яке формує напругу живлення схеми +10В і -10В. Джерело 18 формує стабільну опорну напругу -2В. Світлодіод VD1 сигналізує про наявність напруги джерела живлення.

При обриві фазного проводу сигнал від ТА через фільтр зворотної послідовності 1, проміжний трансформатор ТАЛ, розмикаючий контакт БК вихідного

реле захисту від міжфазних к.з. УЗА-Т випрямляч 2, фільтр нижніх частот 3, нормувач перетворювач 4 потрапляє на перший вхід компаратора 5 на другий вхід якого подається сигнал від формувача уставки за струмом зворотної послідовності захисту 19. У випадку перевищення уставки, на виході компаратора 5 з'являється сигнал, який подається на перший вхід інтегратора 6, на другий вхід якого подається сигнал від формувача уставки за часом 20. Швидкість зростання напруги на інтеграторі залежить від заданої уставки за часом.

З виходу інтегратора сигнал потрапляє на вхід компаратора 7, де порівнюється з сигналом від джерела оперативного струму 18, який пропорційний часу падіння провoda на землю. Після спрацювання компаратора 7, замикаються ключ 8 і 9, спрацьовує світлодіод VD2. Після падіння провoda на землю виникає однофазне замикання на землю, і на вторинній обмотці TV, з'єднаній в розімкнутий трикутник, виникає напруга нульової послідовності, яка випрямляється через випрямляч 10, фільтрується через фільтр нижніх частот 11, і через нормувач перетворювач 12 подається на перший вхід компаратора 13, на другий вхід якого подається сигнал від формувача уставки за напругою нульової послідовності 21. У випадку перевищення уставки, компаратор спрацьовує, замикає ключ 14 і 15, світиться світлодіод VD3, та спрацьовує реле Р і подає сигнал через блок-контакт вимикача SQ1 на котушку YAT, вимикач Q вимикає лінію. Формувачі уставок 19, 20, 21 отримують живлення від джерела опорної напруги 18.

Після вимикання пошкодженої ділянки, схема захисту автоматично повертається у вихідне положення.

При виникненні міжфазного к.з., дія захисту блокується за допомогою розмикаючого контакту БК (рис. 1) захисту, з яким інтегровано запропонований захист від обриву провoda. Скидання індикації спрацювання здійснюється за допомогою ключа 22 з передньої панелі. Також схема містить блок контролю ізоляції БКІ (рис. 1), вихід якого вмикається між нейтральною точкою первинної обмотки вимірювального трансформатора TV1 напруги та землею, паралельно ємнісному фільтру 23. Оскільки на підстанції та в розподільних пристроях споживачів можуть бути встановлені додаткові трансформатори напруги, то для запобігання шунтування сигналу від джерела накладання сигналу в їх нейтраль вмикають аналогічні фільтри. Блок контролю ізоляції містить джерело випрямленого струму 24; попередньо заряджений конденсатор 25 (C₀); обмежувальні резистори R1 та R2, пристрій 26, що реагує на плавне зниження ізоляції; пристрій 27, що реагує на раптову зміну опору ізоляції; омметр 28 для контролю величини активного опору ізоляції фаз мережі відносно землі; коло R3, SB1, яке дозволяє перевіряти пошкодження елементів пристрою; блок сигналізації 29, який подає сигнал в разі плавного зниження опору ізоляції до граничної величини і пуск захисту від ОЗЗ. Фільтр приєднання містить конденсатор C1 та розрядник F. До комплексу також додається засіб АПВ.

Висновки. Підвищення надійності СЕПК можна забезпечити шляхом оптимізації процесу керування технічним станом СЕПК в процесі експлуатації на основі технічної діагностики. Тому запропоновано комбіновану систему, в якій плавна зміна активного опору ізоляції фаз мережі відносно землі фіксується шляхом накладання на контрольовану мережу тестового сигналу, наприклад, випрямленої напруги і контролю реакції мережі на його вплив, а стрибкоподібна зміна активного опору ізоляції фіксується шляхом використання перехідного процесу в колі попередньо зарядженого конденсатора шляхом вимірювання максимального значення струму розряду конденсатора,

який зворотно пропорційний активному опору ізоляції в місці пошкодження, та метод захисту від обриву провoda, що ґрунтується на контролі значення струму зворотної послідовності до моменту падіння провoda на землю і напругу нульової послідовності після падіння провoda на землю.

Впровадження системи дозволяє значно підвищити надійність СЕПК, реалізувати систему технічного обслуговування по фактичному технічному стану ізоляції мережі та зменшити недовідпуск електроенергії, витрати на ремонтно-відновлювальні роботи, а також зменшити час пошуку місця пошкодження СЕПК.

Список використаних джерел

1. Андриевский В. Н. Эксплуатация воздушных линий электропередачи / В. Н. Андриевский, А. Т. Головань, А. С. Зеличенко. – Л. : Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1989. – 208 с.
2. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учеб. для вузов по спец "Электроснабжение" / В. А. Андреев – М. : Высш. Шк. – 1991. – 496 с.
3. Кутін В. М. Комбінована система керування технічним станом розподільних мереж / В. М. Кутін, С. В. Матвієнко, М. В. Кутіна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 1. – С. 37 – 41.
4. Кутін В. М. Комбінований принцип діагностування технічного стану систем електропостачання / В. М. Кутін, М. О. Ілюхін, М. В. Кутіна // Наукові вісті. Інститут менеджменту та економіки "Галицька академія" – 2007. – № 1(11) – С. 62 – 66.
5. Кутіна М. В. Захист від аварійних режимів розподільних мереж зі складною топологією / М. В. Кутіна // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Остроградського. – 2007. – № 3(44). – С. 129–131.

Аннотация

ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КАРЬЕРОВ

Кутина М. В.

Предложена усовершенствованная система противоаварийной автоматики, которая позволяет повысить уровень надежности и безопасности эксплуатации систем электроснабжения карьеров

Abstract

EMERGENCY AUTOMATION IN POWER SYSTEMS QUARRIES

M. Kutina

An advanced system emergency automation, thus enhancing the reliability and safety of operation of electrical quarries