

А.Є. ВИШНЕВСЬКИЙ, аспірант, НТУ "ХП", Харків
Ю.С. ГРИЩУК, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХП", Харків

ОГЛЯД І АНАЛІЗ РОЗЧЕПЛЮВАЧІВ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ

Проведено огляд і аналіз конструкцій розчеплювачів автоматичних вимикачів. Розглянуто основні недоліки існуючих конструкцій розчеплювачів та визначено шляхи покращення техніко-економічних характеристик розчеплювачів автоматичних вимикачів.

Проведен обзор и анализ конструкций расцепителей автоматических выключателей. Рассмотрены основные недостатки существующих конструкций расцепителей и определены пути улучшения технико-экономических характеристик расцепителей автоматических выключателей.

Вступ. Для захисту електричних установок від струмів перенавантаження, короткого замикання та зниження напруги широко використовуються автоматичні вимикачі. Традиційно функцію захисту від струмів перенавантаження в АВ виконує тепловий біметалевий розчеплювач, а від струмів короткого замикання та від зниження напруги – електромагнітні розчеплювачі. Крім цього існують і напівпровідникові мікропроцесорні і інші типи розчеплювачів. Одним з шляхів покращення техніко-економічних характеристик АВ є розробка мікроконтролерних розчеплювачів з наднизьким енергоспоживанням і високою надійністю.

Метою даної роботи є огляд і аналіз конструкцій розчеплювачів автоматичних вимикачів та визначення шляхів покращення техніко-економічних характеристик розчеплювачів і автоматичних вимикачів.

Біметалевий і електромагнітний розчеплювачі. Час спрацьовування багатьох захисних автоматичних вимикачів, що випускаються в цей час, визначається електромагнітними розчеплювачами у режимі короткого замикання та тепловими розчеплювачами у режимі перенавантаження. Недоліком таких розчеплювачів є нестабільність часових характеристик, а також сильна залежність часу дії розчеплювачів від їхньої початкової температури й від температури навколишнього середовища. В процесі роботи вимикача в номінальному режимі через термобіметалеву пластину і шунт теплового розчеплювача постійно протікає номінальний струм. Це приводить до нагріву і до відповідних енерговитрат, які пропорційні величині квадрату номінального струму.

Крім того, виготовлення і експлуатація таких розчеплювачів потребує значних матеріальних і трудових затрат. Крім теплових, автоматичні вимикачі мають ще електромагнітні розчеплювачі, які, як сказано в ряді інструкцій і каталогів, "працюють при коротких замиканнях без витримки часу". Необхідно враховувати, що уставки струму спрацьовування електромагнітних розчеплювачів автоматичних вимикачів повинні відрізнятись від струмів пуску й самозапуску електродвигунів, що становлять основну масу споживачів електроенергії на промислових підприємствах. Величина пускових струмів досягає 6-7-кратних значень від номінальних струмів електродвигунів, а з урахуванням аперіодичної складової ця величина може бути ще більша. У зв'язку із цим уставка електромагнітного розчеплювача автоматичного вимикача на лінії до електродвигуна приймається на рівні 10-12 крат від номінального струму теплового розчеплювача. Недоліками електромагнітного розчеплювача і мінімального розчеплювача являються значні енерговитрати за рахунок того, що через їх котушки постійно протікає струм, а також затрати на їх виготовлення та ручне регулювання в процесі їх експлуатації.

Напівпровідниковий розчеплювач. Необхідність одержання різноманітних захисних характеристик і їхнього регулювання в широких межах, вимога селективності в різних режимах роботи і прагнення до підвищення надійності привели до розробки безконтактних напівпровідникових розчеплювачів. Конструктивно розчеплювачі складаються з блоку керування і вимірювальних елементів (трансформатори струму для РП перемінного струму і магнітні підсилювачі для РП постійного струму). Аналіз процесів, що протікають у колі, що захищається, виробляється за допомогою напівпровідникового блоку (приставки), автоматичного вимикача, що вбудовується стаціонарно в корпус. У випадку виникнення аварійного режиму (перенавантаження або короткого замикання) напівпровідниковий блок видає команду на спрацьовування автоматичного вимикача. У якості вихідного реле напівпровідникового розчеплювача використовується незалежний електромагнітний або індукційно-динамічний розчеплювач. Основні переваги безконтактного розчеплювача: простота регулювання основних параметрів, висока надійність, підвищена термо- і електродинамічна стійкість до струмів короткого замикання. Висока надійність розчеплювача забезпечується полегшеним режимом роботи елементів і малим впливом характеристик напівпровідникових приладів (у межах їхнього змінювання відповідно до технічних умов) на параметри схеми.

Крім переваг напівпровідникові розчеплювачі мають значні недо-

ліки. Насамперед це великі розміри, тому для такого розчеплювача необхідно конструювати спеціальний корпус. Він не зменшує енерговитрати. Всі ці недоліки впливають на вартість розчеплювача.

Вищевказані недоліки усунуті в напівпровідникових розчеплювачах, виконаних на базі мікроконтролерів. Вони мають значно кращі характеристики і не залежать від температури. При використанні в мережах змінного струму автоматичних вимикачів, які оснащені мікроконтролерними розчеплювачами, функції, що забезпечують захист, гарантують високий рівень надійності й нечутливість до електромагнітних перешкод, відповідно до діючих стандартів.

Напівпровідниковий розчеплювач на базі мікроконтролера ATMEGA16L автоматичного вимикача ВА55-41. Схема електрична принципова вимикача змінного струму ВА55-41 приведена на рис. 1. Напівпровідниковий розчеплювач складається із блоку напівпровідникового

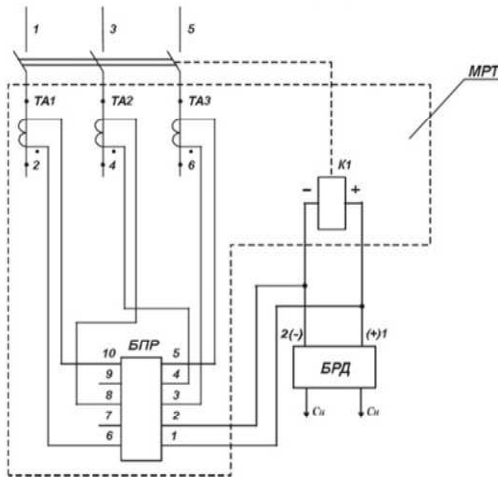


Рис. 1.

максимального розчеплювача (БПР), вимірювальних елементів, що вбудовуються в кожний полюс вимикача, стабілізатора струму (для вимикачів постійного струму) і виконавчого електромагніта [4].

Як вимірювальні елементи у вимикачів змінного струму застосовані трансформатори струму, а у вимикачів постійного струму - магнітні підсилювачі.

Живлення БПР у вимикачів змінного струму здійснюється від трансформаторів струму, а у вимикачів постійного струму - через стабілізатор струму (СТ) напругою від головного ланцюга вимикача (рис. 1 і 2 додатка 4) або від стороннього джерела напругою від 110 до 440 У постійного струму при коливанні напруги 0,8 від мінімального (110 У) і 1,15 від максимального (440 У).

При виникненні в колі, що захищається, струму, рівного або пе-

ревищуючого уставку по струму спрацьовування напівпровідникового розчеплювача в зоні струмів перевантаження, напівпровідниковий розчеплювач із назад залежної від струму витримкою часу видає сигнал на спрацьовування виконавчого електромагніта (ВЕ).

При виникненні в колі, що захищається, струму, рівного або перевищуючого уставку по струму спрацьовування напівпровідникового розчеплювача в зоні струмів короткого замикання, напівпровідниковий розчеплювач видає сигнал на спрацьовування ВЕ з витримкою часу в діапазоні до 20 кА діючого значення змінного струму й 30 кА постійного струму вимикачів типу ВА 55-41 і до величини уставки ЕМР вимикачів ВА 53-41. Уставки по струму й часу спрацьовування встановлюються перемичками.

Час спрацьовування при однофазному короткому замиканні повинен обмежено залежати від струму й визначається обраною уставкою часу спрацьовування при короткому замиканні і не повинен перевищувати їх більш ніж на 0,25 с.

Мікропроцесорні надструмові розчеплювачі для автоматичних вимикачів S4, S5, S6 і S7 на змінні струми. Мікропроцесорні надструмові розчеплювачі (діюче значення струму) для вимикачів SACE Isomax S взаємозамінні й розраховані на широкий діапазон струмів і уставок за часом [3]. Вони випускаються у двох модифікаціях:

– SACE PR211/P із захистом від струмів перевантаження "L" і миттєвим захистом від струмів короткого замикання "I". Можливі варіанти: функція "L", функція "I", функції "L" + "I".

– SACE PR212/P із захистом від струмів перевантаження "L", селективним захистом від струмів короткого замикання "S", миттєвим захистом від струмів короткого замикання "I" і захистом від струмів витоку "G". Можливі сполучення функцій "L + S + I" або "L + S + I + G". Функції "S", "I" і "G" можуть бути відключені вручну за допомогою настановного вимикача (положення "відключене" - OFF).

Блок захисного розчеплювача складається з:

– трьох або чотирьох вимірювальних трансформаторів струму, залежно від полюсності вимикача, де 4-й трансформатор може бути поза вимикачем;

– захисного блоку PR211/ PR212;

немагнітного шунтового розчеплювача (OR), що безпосередньо впливає на вимикач.

Вимірювальні трансформатори струму розташовані безпосередньо в корпусі блоку захисного розчеплювача й змонтовані на друкованій платі. Разом із захисним блоком, вони забезпечують струм, необ-

хідний для точної дії захисту та сигнал, достатній для виміру струму.

Можливо забезпечувати та/або змінювати параметри захисту, управляти включенням і відключенням вимикача. У випадку ушкодження в лінії зв'язку розчеплювачі працюють відповідно до останньої установки параметрів і, у кожному разі, завжди відповідно до ручної установки параметрів. Те ж саме має місце у випадку ушкодження блоку або зникнення допоміжної напруги.

Інші важливі властивості мікропроцесорного розчеплювача:

- розрахунок дійсної величини діючого значення робочого струму для функцій "L" і "S";

- захист нейтралі із програмувальної автоматичної уставки, установлюваної виробником від 50% (стандартне значення) до 100% (на вимогу) від величини струму, обраної для фаз. Необов'язкова модифікація не має коду в каталозі;

- надійна робота у випадку наявності напруги тільки в одній фазі;

- індивідуальна й одночасна установка в трьох фазах і в нейтралі;

- немає необхідності в допоміжному джерелі живлення;

- характеристики розчеплювачів не залежать від навколишньої температури;

- незмінність характеристик і надійність в умовах забруднення;

- сигналізація спрацьовування розчеплювача (можлива для всіх виконань) за допомогою відповідних контактів для ланцюгів постійного і змінного струмів 24В, 3Вт.

Проаналізувавши вищевказані розчеплювачі, можна визначити наступні шляхи покращення техніко-економічних характеристик автоматичних вимикачів:

- використання більш точних датчиків і застосування вимірювальних блоків;

- оптимізація програми роботи розчеплювача;

- використання високопродуктивних мікроконтролерів з наднизьким енергоспоживанням та високою надійністю.

Висновки. Проведений огляд і аналіз різних конструкцій розчеплювачів автоматичних вимикачів вказує на такі суттєві їх недоліки як: високі енерговитрати та значні матеріальні і трудові затрати при їх виготовленні; відсутність можливості проведення постійної діагностики вимикача, що дозволяє проводити передаварійну профілактику вимикача; неможливість покрокового нарощування систем вимірювання і керування, зміни їх функцій шляхом перепрограмування; неможливість реєстрації і збереження всіх величин, контрольованих параметрів у передаварійних і аварійних режимах роботи, що дозволяє провести

точний післяаварійний комп'ютерний аналіз причин аварії (така можливість повністю відсутня в традиційних розчеплювачах).

Визначені основні шляхи покращення техніко-економічних характеристик розчеплювачів і автоматичних вимикачів, що дозволять підвищити такі його характеристики, як точність спрацьовування при захисті від струмів перенавантаження та короткого замикання, надійність, перешкодостійкість та зменшити економічну вартість.

Для усунення цих недоліків, доцільною є розробка розчеплювача на базі висопродуктивного мікроконтролера MSP430F з наднизьким енергоспоживанням і високою перешкодостійкістю та застосуванням вимірального блока HCPL788J [7].

Список літератури: 1. *Алиев И.И., Абрамов М.Б.* Электрические аппараты. Справочник. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 251 с. 2. *Грицук Ю.С.* Микропроцессорные устройства: Уч. Пособие. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2007. – 280 с. 3. Инструкция по обслуживанию автоматических выключателей АВВ SACE Isomax // Санкт-Петербург, 1998. 4. Выключатели автоматические ВА52-41, ВА53-41, ВА55-41, ВА56-41 // Техническое описание, ВИАК.641700.003 ТО. 5. Семейство микроконтроллеров MSP430x1xx. Руководство пользователя: Пер. с англ. – М.: Серия "Библиотека Компэла". ЗАО "Компэл", 2004. – 368с. 6. *Грицук Ю.С., Сухоставцева Т.В.* Мікроконтролерний розчеплювач для автоматичних вимикачів // Вісник НТУ "ХПІ". Тем. вип. "Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів". – Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – Вип. 49. 7. *Вишневський А.С., Грицук Ю.С.* Розчеплювач на базі мікроконтролера MSP430x1xx для автоматичних вимикачів // "Вісник НТУ "ХПІ". Тем. вип. "Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів". – Харків: НТУ "ХПІ", 2009. – Вип. 27.



Вишневський Андрій Євгенович, аспірант кафедри "Електричні апарати" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

Наукові інтереси пов'язані з дослідженням автоматичних вимикачів з мікропроцесорним управлінням.



Грицук Юрій Степанович, канд. техн. наук, проф. кафедри "Електричні апарати" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

Наукові інтереси пов'язані з використанням методів мікроконтролерного управління в електричних апаратах, розробкою математичних моделей на основі теорії планування експериментів.

Надійшла в редколегію 15.12.2009р.