

стимул для розвитку і дійсно почала розвиватись, чого фактично не спостерігалось протягом всього попереднього періоду незалежності. Непослідовність державних рішень стосовно регулювання сектора ВДЕ може зробити національну економіку високо ризиковою та інвестиційно непривабливою, а також притягнути Україну до судових розглядів, відповідно до результатів яких держава буде зобов'язана відшкодувати всі збитки виробникам електроенергії з ВДЕ. Отже, бажаної економії коштів не відбудеться. Рішення про зниження «зелених» тарифів не будуть відповідати стратегічним планам та затвердженим урядом індикативним цілям. Така державна політика буде свідчити про відмову від стимулювання альтернативної енергетики.

Список літератури

1. Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу: Закон України: чинний від 25.09.2008 / Відомості Верховної Ради України. – К.: Парламентське видавництво, 2008. – № 601–VI. – С. 155.
2. Стимулювання відновлюваної енергетики в Україні за допомогою “зеленого” тарифу// Посібник для інвесторів, 2012., – С. 17-23.
3. Кількість об'єктів ВЕ за видами генерації, 2009-2015 рр. [Електронний ресурс] : Сайт Української асоціації відновлюваної енергетики. – Режим доступу до ресурсу: <http://uare.com.ua/dinamika-rozvitku-sektoru/368-kilkist-ob-ektiv-vde-povidam-generatsiji-za-2009-2014rr.html>
4. German Renewable Energy Feed In Tariffs Policy Overview [Electronic resource]: Archive of articles from wind and solar energy. – Access to resources: http://www.wind-works.org/cms/index.php?id=375&tx_ttnews%5Btt_news%5D=1173&cHash=0c02d9e5542b2f57f4cce67f43637d40.

Рецензент: Гадай Андрій Валентинович, к.т.н., доцент

УДК 621.313

Гадай А.В., Осипчук М.О., Ярмолюк В.М.

Луцький національний технічний університет

СУЧАСНИЙ СТАН РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ДВИГУНІВ НАПРУГОЮ 6-10 кВ

Гадай А.В., Осипчук М.О., Ярмолюк В.М.. Сучасний стан релейного захисту двигунів напругою 6-10 кВ. Досліджено особливості виконання релейного захисту двигунів провідних світових виробників, виявлені їх недоліки, під час впровадження у вітчизняні мережі.

Гадай А.В., Осипчук М.А., Ярмолюк В.Н. Современное состояние релейной защиты двигателей напряжением 6-10 кВ. Исследованы особенности выполнения релейной защиты двигателей ведущих мировых производителей, выявлены их недостатки, при внедрении в отечественные сети.

A. Naday, M. Osypchuk, V. YArmoljuk. The current state of relay protection of motors with voltage 6-10 kV. Research of features of performance of relay protection of motors of the leading world manufacturers are investigated, their drawbacks are revealed, during their introduction into the domestic networks.

Постановка проблеми. На сучасних промислових підприємствах збільшуються вимоги до виробництва, виникають підвищені вимоги до надійності виробництва, зменшення екологічних забруднень, зменшення енерго- та економічних витрат, заходи організації виробництва і підвищення корисного ефекту виробництва в цілому. Необхідні завдання можливо реалізувати застосовуючи нові технічні розробки. Зокрема, систем автоматизації, втілених на мікропроцесорній техніці. Інтеграція мікроконтролерів і сучасних досягнень в процес виробництва можна збільшити і покращити якість показників виробництва.

Мікропроцесорне обладнання закордонних компаній, таких як Siemens, ABB є дорогими, основні програмні ресурси недоступні, що створює труднощі під час параметрування і призводить до залежності вітчизняних підприємств у сервісних послугах від виробника. Нині саме програмні продукти складають велику частину вартості пристроїв управління, а самі мікроконтролери недорогі і доступні. У зв'язку з цим всебічні дослідження проблеми захисту двигунів, спрямовані на розробку мікропроцесорного релейного алгоритму захисту і програмних засобів до нього з метою підвищення швидкодії і надійності, максимуму автоматизації і зручності експлуатації є актуальними.

Основними вимогами до релейного захисту електричних двигунів є:

- своєчасне виявлення електричних пошкоджень (бажано на ранніх стадіях їх виникнення і розвитку) в двигунах і пусковій апаратурі, а також особливих режимів;
- формування і видача керуючої дії, на комутаційні апарати, систему збудження, приводні механізми і пускову апаратуру, які дозволили б зменшити об'єми руйнувань; відключити лінію з пошкодженим двигуном від живлячої мережі, не допустити розвитку небезпечного особливого режиму; забезпечити якомога менший простій і швидке відновлення нормальної роботи

технологічних ліній і окремих механізмів.

Ці завдання конкретизуються в загальних технічних вимогах до релейного захисту, його видів і способів конкретного виконання. В цьому відношенні міжнародних стандартів не існує. Практичні рішення вибору принципів і методів розрахунку захистів в різних країнах не співпадають, оскільки вони виходять з досвіду проектування й експлуатації конкретних типів двигунів в специфічних умовах роботи електроприводів і електричних мереж. У світовій практиці відсутній єдиний підхід до захисту електричних двигунів, а також різна інтерпретація різними фірмами статистики й рівня безпеки пошкоджень та особливих режимів роботи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Усі основні вимоги до захистів електричних двигунів регламентовані ПУЕ [1]. На електродвигунах понад 1 кВ передбачається захист від багатофазних замикань, захист від однофазних замикань на землю, захист від струмів перевантаження та захист мінімальної напруги. На синхронних електродвигунах треба, крім того, передбачається захист від асинхронного режиму, який може бути поєднано із захистом від струмів перевантаження. Для електродвигунів змінного струму до 1 кВ передбачається захист від багатофазних замикань, у мережах із глухозаземленою нейтраллю – від однофазних замикань, а в певних випадках передбачають також захист від струмів перевантаження і захист мінімальної напруги.

Враховуючи умови експлуатації електричних двигунів, малу кількість кваліфікованого обслуговуючого персоналу, масовість захистів і необхідність забезпечення постійної готовності до їх ефективної роботи особливе значення має надійність захисту та його складових. Відмова захисту двигунів, як правило призводить до дуже важких наслідків, передусім для самого електродвигуна. Це пояснюється тим, що захист попередньої ділянки мережі – збірних шин, до яких підключена лінія до двигуна, зазвичай або нечутлива до коротких замикань в двигуні (особливо за наявності реактора в колі статора) або має за умовами селективності із захистами ліній, що відходять від збірних шин, витримку часи 1-2 секунд. Сповільнення відключення короткого замикання веде до розвитку аварії, значного збільшення об'єму руйнувань, пожежі і поломки механізму, а пов'язане з нею зменшення напруги на затисках інших електроприймачів може повністю порушити роботу технологічних агрегатів і ліній. Захисти електричних двигунів мають бути простими і зручними в обслуговуванні, а їх довговічність має бути

не меншою, ніж термін служби самого електродвигуна.

Пристрої захисту, управління і автоматики розподільних мереж виконані на мікропроцесорній елементній базі і призначені для захисту й автоматики різних приєднань розподільних пристроїв. Блоки захистів виконують функції місцевого або дистанційного управління захисту, автоматики, вимірювання, сигналізації, а також необхідні блокування. Пристрої мають функцію самодіагностики, дискретні входи і виходи для побудови різних функцій автоматики й сигналізації, вмонтований годинник для фіксації часу спрацьовування захистів, універсальне живлення від мережі змінного й постійного струму 220 В і замінюють такі вимірювальні прилади, як амперметри, вольтметри, ватметри, лічильники енергії.

Мікропроцесорні блоки захисту є інтерфейсними пристроями нижнього рівня для побудови системи управління енергооб'єктів АСУ ТП. Блоки захистів застосовуються в схемах вторинної комутації для використання як основні і резервні захисти енергооб'єкта напругою 6 (10) кВ. Нині усі пристрої мікропроцесорних захисту адаптовані для роботи з вимикачами різних виробників.

Блоки захистів мають панелі з клавіатурою і графічним рідкокристалічним дисплеєм, який використовується:

- для забезпечення усією необхідною інформацією під час місцевого управління роботою установки, показу результатів вимірювання даних діагностики, аварійних повідомлень тощо;
- для параметрування і налаштування функцій захисту;

Дисплей мікропроцесорного пристрою дозволяє проглянути тип захисту, що спрацював, величину струмів, напруги і частоти під час відключення вимикача, а також їх поточне значення.

Термінали мікропроцесорних захистів SPAC 800 виробництв АВВ були розроблені більше 25 років тому [2]. Незважаючи на це вона виконує більшість покладених на неї завдань з високою мірою надійності. Нині фірма АВВ не збирається принципово модернізувати ці пристрої або замінювати їх новими модифікаціями. Термінали входять в сімейство SPACOM і сумісні з комплексною системою захисту і управління концерну АВВ. SPAC 800 в основному розраховані на споживачів, що не вимагають складних видів захисту. Для побудови складних захистів необхідно використовувати комплекс заходів з використанням кількох терміналів і додаткових пристроїв, що призводить до дорожчання системи захисту об'єкту. Для доповнення функцій SPAC 800

використовуються мікропроцесорні реле серій SPA 100 і SPA 300, що також входять в сімейство SPACOM. Реле виконують функції захисту, вимірювання та сигналізації.

Недоліком SPAC 800 вважаються застарілий і недостатньо зручний інтерфейс SPAF 140 панелей управління й індикації. Номенклатура пристроїв, що випускаються, охоплює захист практично усіх приєднань в мережах 6 (10) кВ. SPAC 800 є жорстко орієнтованим пристроєм і не дозволяє змінювати логіку роботи захисту й автоматики. Функціональний набір захистів й автоматики SPAC 800 визначається встановленими модулями захисту, конфігурація яких неможлива. Деякі термінали SPAC 800 мають додаткову функцію аварійного осцилографа.

Блоки захистів типу Seram 2000 [3] виробництва фірми "Schneider Electric" мають дуже великі функціональні можливості захисту будь-якого електроустаткування напругою 35-6 кВ.

Пристрої захисту типу Seram 2000 за функціональним призначенням орієнтовані на конкретні приєднання: підстанція (S), збірні шини (B), трансформатор (T), двигун (M), генератор (G); конденсатор (C).

Усі блоки мають кілька модифікацій для найточнішого й дешевого забезпечення функцій.

Основна відмінність Seram 2000 – це виконання пристрою як спеціалізованого програмованого логічного контролера. Блоки, що мають різне функціональне призначення можуть мати однаковий набір апаратних засобів. Відмінність полягає в картриджі, з програмним забезпеченням що визначає набір захистів і функції логіки управління і сигналізації. Вбудований програмований контролер використовується для реалізації стандартної автоматики управління мережами: логічна селективність, пристрій повторного вмикання, розвантаження тощо. Це значно зменшує кількість допоміжних реле і пов'язаних з ними кіл вторинної комутації. Seram 2000 поставляється із стандартною програмою управління і сигналізації, а також забезпечує можливість розробки індивідуальних програм автоматики. Такий пристрій Seram 2000 дозволяє швидко адаптувати його до потреб конкретного об'єкту. Зміни вже наявних або додавання нових функцій управління і сигналізації здійснюється шляхом програмування за допомогою спеціального програматора на мові Logiram. Таке програмування може здійснюватися безпосередньо на об'єкті.

Пристрій Seram 2000 має ще одну перевагу. За наявності на

об'єкті кількох функціонально різних пристроїв з однією апаратною частиною досить мати тільки один резервний пристрій оскільки у разі виходу з ладу робочого блоку його легко можна замінити резервним, вставивши в нього справний картридж. На відміну від Seram 2000, Seram 1000+ має кілька різновидів простіших за функціональним призначенням і, отже дешевших пристроїв.

Розширений варіант панелі з клавіатурою і графічним дисплеєм використовується:

- для забезпечення усією необхідною інформацією під час місцевого управління роботою установки: виклик результатів вимірювання, даних діагностики, аварійних повідомлень тощо;

- для параметрування Seram і налаштування функцій захисту;

Для адаптації до найбільшої кількості можливих застосувань, а також для наступної модернізації установки Seram може бути функціонально поліпшений шляхом додавання різних модулів які можна встановити у будь-який момент. Seram 1000+ серій 20 застосовуються де потрібні струмові захисти або захист за напругою.

Пристрої можуть бути адаптовані до спеціального використання за допомогою програмного забезпечення SFT 2841, що дозволяє виконувати:

- налаштування матриці управління відповідно до вимог замовника;

- використання редактора логічних рівнянь (тільки для Seram серії 40);

- редагування повідомлень (тільки для Seram серії 40).

Seram серії 40 обладнаний програмою-редактором логічних управлінь, який використовується для адаптації стандартних функцій управління до різних особливих типів застосування шляхом програмування додаткових функцій, що вимагаються.

Усі розглянуті пристрої дозволяють включати їх в інформаційні системи і створювати на їх базі автоматизовані системи диспетчеризації електропостачання. Найбільші труднощі в цьому плані і найбільші витрати на створення інформаційної мережі нижнього рівня можливі у випадку використання SPAC 800. Це пов'язано із закритістю протоколу і застосуванням оптоволоконних засобів зв'язку. Блоки захисту Seram мають відкритий протокол, використовують електричні лінії зв'язку і дозволяють використовувати різне програмне забезпечення. Усі фірми виробники блоків захистів мають власне програмне забезпечення

для створення на їх базі автоматизованих систем диспетчеризації електропостачання. Слід зазначити, що в стандартний комплект постачання Sepam 2000 не входить плата зв'язку, яку необхідно придбати додатково.

Вказані термінали релейного захисту мають ряд проблем [4]:

– вимагають адаптації до умов України, оскільки закордонна технічна ідеологія мікропроцесорного релейного захисту відрізняється від ідеології нашої країни, що вимагає внесення змін в їх конфігурацію;

– під час налагодження терміналу на місці експлуатації персонал повинен мати допуск не тільки для введення функцій та уставок, але і до розділу, захищеному паролем, що недопустимо.

Висновок. Проведений огляд сучасного стану релейного захисту високовольтних двигунів свідчить про необхідність розробки відповідного вітчизняного мікропроцесорного релейного алгоритму захисту і програмних засобів до нього.

Список літератури

1. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. - X. : Видавництво «Форт», 2017. - 760 с.
2. Микропроцессорное устройство РЗА SPAC 810. URL: http://rza.org.ua/urza/read/Mikroprotsessornoe-ustroystvo-RZA-SPAC-810_73.html (дата звернення 03.06.2018).
3. Sepam 2000. URL: Режим доступу: <https://www.schneider-electric.com/en/product-range-download/936-sepam-2000#tabs-top> (дата звернення 03.06.2018).
4. Гольдберг О.Д. Качество и надежность асинхронных двигателей. – М.: Энергия, 2008. – 176 с.

Рецензент: Грицюк Юрій Віталійович, к.т.н., доцент

УДК 621.631

Грицюк Ю.В., Грицюк І.В., Лопоха Б.А., Кравчук І.В.

Луцький національний технічний університет

МЕТОД КОРИГУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ В ПРОЦЕСІ КЕРУВАННЯ КОМПЕНСУВАЛЬНИМИ УСТАНОВКАМИ

Грицюк Ю.В., Грицюк І.В., Лопоха Б.А., Кравчук І.В. Метод коригування оптимізаційної задачі в процесі керування компенсувальними