

Підвищення надійності системи електропостачання ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина», Томашпільський цукровий завод»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено аналіз сучасних пристроїв релейного захисту (РЗА) та визначено оптимальне рішення для підвищення надійності електропостачання промислових підприємств. Досліджено ефективність заміни та модернізації застарілих систем захисту, розглянуто переваги мікропроцесорних рішень, їхню інтеграцію в автоматизовані системи управління та відповідність сучасним вимогам безпеки.

Ключові слова: релейний захист, надійність електропостачання, модернізація систем захисту, мікропроцесорні рішення, автоматизовані системи управління.

Abstract

This study analyzes modern relay protection devices (RPA) and identifies the optimal solution based on technical capabilities and characteristics to enhance the reliability of power supply for industrial enterprises. The effectiveness of replacing and upgrading outdated protection systems has been examined, along with the advantages of microprocessor-based solutions, their integration into automated control systems, and compliance with modern safety requirements.

Keywords: relay protection, power supply reliability, modernization of protection systems, microprocessor solutions, automated control systems.

Вступ

Сучасна електроенергетична система є складним комплексом електротехнічного обладнання, що функціонує в умовах постійних змін режимів роботи та зовнішніх збурень. Окрім планових змін, таких як вмикання та вимикання генераторів або режимні перемикання, можуть виникати аварійні ситуації, зокрема короткі замикання (КЗ), однофазні замикання на землю, перевантаження та нестабільні режими, які можуть призвести до серйозних наслідків для енергосистеми та споживачів[1,2]. Шляхом впровадження новітніх пристроїв РЗА можна значно підвищити рівень надійності систем електропостачання.

Мета роботи - підвищення рівня надійності та безпеки експлуатації системи електропостачання підприємства шляхом обґрунтування та впровадження ефективних засобів автоматизації.

Результати дослідження

Основними порушеннями режиму роботи електроенергетичних систем є короткі замикання, однофазні замикання на землю, перевантаження та нестабільні режими які можуть спричинити вихід з ладу та руйнування обладнання, порушення стабільності електромережі та навіть повне знеструмлення споживачів. Для мінімізації таких наслідків необхідно швидко вимикати пошкоджені ділянки від джерел живлення, що виконується спеціальними пристроями автоматики – системами релейного захисту (РЗ).

Відомо, що релейний захист не запобігає виникненню аварій, але забезпечує їх швидке виявлення та ліквідацію, мінімізуючи вплив на систему в цілому. Високий рівень надійності, селективності та швидкодії пристроїв РЗ є основною умовою стабільної роботи енергосистеми [1].

На окремих енергетичних об'єктах перехід на новітні засоби релейного захисту супроводжується певними труднощами. Основними чинниками, що ускладнюють цей процес є використання застарілих суміжних систем, які не підтримують інтеграцію з сучасними цифровими рішеннями, наявність нормативних документів, що не враховують вимоги та можливості нових технологій, недостатня підготовка експлуатаційного персоналу, який не має необхідних знань і досвіду для роботи з цифровими системами, що може спричинити недовіру та спротив до впровадження нових рішень, відносно високі початкові інвестиції у модернізацію обладнання, а також потреби у зміні підходів до технічного обслуговування та керування енергосистемою.

Основні переваги улаштування нових мікропроцесорних пристроїв релейного захисту в порівнянні із застарілими електромеханічними і електронними пристроями РЗА[3,4] полягають у підвищенні надійності енергосистеми (сучасні мікропроцесорні пристрої забезпечують швидке та точне реагування на аварійні ситуації, що мінімізує ризик пошкодження обладнання та збоїв у мережі.), високій селективності (новітні системи релейного захисту дозволяють чітко визначати місце пошкодження та відключати лише аварійні ділянки, що зменшує обсяг знеструмлених споживачів.), автоматизації та дистанційному керуванні (інтеграція з автоматизованими

системами управління (АСУТП) дозволяє моніторити стан мережі та здійснювати управління у реальному часі, знижуючи потребу у фізичному втручанні персоналу.), гнучкості налаштувань (можливість адаптації параметрів роботи РЗА відповідно до змінних умов експлуатації без необхідності заміни обладнання.), достатньо високому рівні кібербезпеки та захисту даних (нові пристрої мають вбудовані механізми безпеки, що запобігають несанкціонованому доступу та кібератакам.), економічній ефективності у довгостроковій перспективі (хоча початкові витрати на модернізацію можуть бути значними, використання цифрових технологій дозволяє скоротити експлуатаційні витрати, покращити діагностику та зменшити ймовірність аварій.), можливості інтеграції з іншими системами (підтримка сучасних стандартів комунікації (наприклад, IEC 61850) сприяє легкому підключенню до існуючих та нових енергетичних мереж.), зменшенні впливу людського фактора (автоматизовані рішення зменшують ризик помилок персоналу, що може стати критичним у випадку аварійних ситуацій.), уніфікації технічних рішень, застосування стандартних модулів, зменшення потреб в запчастинах, повна заводська готовність.

Для визначення найбільш ефективного пристрою релейного захисту (РЗ) для застосування в системі електропостачання ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина», Томашпільський цукровий завод» проведено аналіз багатофункціональних мікропроцесорних захистів чотирьох провідних виробників на основі їхніх технічних характеристик (табл.1). Аналіз виконано таких моделей пристроїв: Siemens SIPROTEC 5, модель (7SA87), ABB Relion, модель (REL670), Schneider Electric Easergy, модель (P5), GE Multilin, модель (D60). ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина», Томашпільський цукровий завод» отримує живлення на напрузі 10 кВ та має на своїй території центральний розподільний пристрій, що живить кабелями АСБл-10 3х35 чотири двотрансформаторних підстанції з трансформаторами ТМ-630/10.

Таблиця – 1. Порівняльний аналіз пристроїв дистанційного релейного захисту.

Параметр	Siemens SIPROTEC 5 (7SA87)	ABB Relion (REL670)	Schneider Electric Easergy (P5)	GE Multilin (D60)
Призначення	Дистанційний захист ЛЕП до 800 кВ	Дистанційний захист ЛЕП до 765 кВ	Дистанційний захист ЛЕП до 750 кВ	Дистанційний захист ЛЕП до 800 кВ
Кількість зон дистанційного захисту	6 зон	6 зон	5 зон	6 зон
Час спрацьовування	<20 мс	<25 мс	<30 мс	<25 мс
Тип реалізації захисту	Мікропроцесорний	Мікропроцесорний	Мікропроцесорний	Мікропроцесорний
Автоматичне повторне включення (АПВ)	До 4 циклів	До 4 циклів	До 3 циклів	До 4 циклів
Підтримка цифрових стандартів	IEC 61850, Modbus, DNP3, Ethernet	IEC 61850, Modbus	IEC 61850, DNP3	IEC 61850, Ethernet
Можливість інтеграції в АСУТП	Висока, програмне забезпечення DIGSI 5	Висока, PCM600	Висока, Easergy Studio	Висока, EnerVista
Кібербезпека	Відповідність IEC 62443, захист від несанкціонованого доступу	Висока	Висока	Висока
Гнучкість конфігурації	Висока (модульна архітектура)	Висока	Середня (менша кількість варіантів конфігурації)	Висока
Живлення пристрою	24-250 В DC/AC	24-250 В DC/AC	24-230 В DC/AC	24-250 В DC/AC
Експлуатаційна надійність	Висока (мінімальний ризик помилкового спрацьовування)	Висока (мінімальний ризик помилкового спрацьовування)	Висока (мінімальний ризик помилкового спрацьовування)	Висока (мінімальний ризик помилкового спрацьовування)

Сумісність із цифровими підстанціями	Так	Так	Так	Так
Економічна доцільність впровадження	Висока (оптимальне співвідношення ціни та функціоналу)	Висока	Висока, але високі початкові витрати	Висока

Висновок

На основі порівняльного аналізу мікропроцесорних пристроїв дистанційного захисту можна зробити висновок, що для підвищення надійності системи електропостачання ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина», Томашпільський цукровий завод» найбільш оптимальним вибором є ABB Relion (REL670). Це рішення вирізняється універсальністю, REL670 підтримує різні протоколи зв'язку, включаючи IEC 61850, що дозволяє інтегрувати його в системи SCADA та інші системи управління, яке спрощує налаштування та моніторинг мережі[4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Кідиба В. П., Релейний захист електричних систем: Підручник/В. П. Кідиба – Львів: «Львівська політехніка», 2015. – 533 с.
2. Кутін В. М. Релейний захист та системна автоматика: Навчальний посібник / В. М. Кутін, О. С. Рубаненко – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 127 с.
3. РЗА СИСТЕМЗ – релейний захист і автоматика URL: https://rzasystems.com/wp-content/uploads/2023/11/Katalog_RZA_2024.pdf (дата звернення 20.03.2025).
4. Посилання на сайт із паспортними даними пристрою релейного захисту Siemens SIPROTEC 5 (7SA87). URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:1437a3c6-4a5b-42c2-9bf4-8a04631057f6/katalog-siprotec-5.pdf> (дата звернення 20.03.2025).
5. Кутін, В. М. Засоби діагностування релейного захисту та автоматики електроенергетичних систем : навчальний посібник / В. М. Кутін, М. В. Кутіна, М. О. Ілюхін. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 120 с

Самойлов Володимир Юрійович — студент групи ЕЕ-21б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vova254376@gmail.com.

Науковий керівник: Кутіна Марина Василівна – канд. технічн. наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, e-mail: mkytina@gmail.com.

Volodymyr Yuriyovych Samoilov — student of group EE-21b, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vova254376@gmail.com.

Academic supervisor: Kutina Marina Vasylivna – Candidate of Science, senior lecturer in Department of electrical power consumption and power management, e-mail: mkytina@gmail.com.