

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСТУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО ТЕРМІНАЛУ RET670

Вінницький національний технічний університет;

**Анотація:** В роботі досліджено питання релейного захисту силових трансформаторів з використанням цифрового терміналу RET670

**Ключові слова:** трансформатор, релейний захист, цифровий термінал, коротке замикання

**Abstracts:** The issue of relay protection of power transformers using a digital terminal RET670 is investigated in the work

**Keywords:** transformer, relay protection, digital terminal, short circuit

### Вступ

На сьогодні електроенергетика посідає провідне місце серед галузей діяльності людини, адже без електричної енергії не змогла би функціонувати жодна галузь виробництва. В умовах розвитку енергосистем залишається досить актуальним питання економічного і надійного електропостачання споживачів. Одними з основних елементів на електростанціях, підстанціях та в електричних мережах є силові трансформатори. Вони призначені для перетворення електроенергії одного класу напруги в інший з метою зменшення втрат під час передачі та розподілу електроенергії.

Для забезпечення безперебійного електропостачання споживачів досить важливо в процесі експлуатації забезпечити надійну роботи силових трансформаторів та продовжити їх термін служби.

В енергосистемі постійно відбуваються різні види збурень. Вважається, що одним серед найнебезпечніших пошкоджень є коротке замикання (к.з.), яке може виникнути внаслідок пошкоджень ізоляції електрообладнання. Також небезпечним є режим перевантаження, який може призвести до прискореного старіння ізоляції та перегріву струмоведучих частин, що, як наслідок, може спричинити виникнення к.з.

Відповідно до вимог правил технічної експлуатації електроустановок (ПТЕ) силове обладнання електричних станцій, підстанцій і електромереж повинне бути обов'язково захищене від струмів короткого замикання та збоїв нормального режиму роботи. Як засоби захисту використовуються спеціальні пристрої, основним елементом яких є реле. Власне, тому вони так і називаються – пристрої релейного захисту та автоматики (РЗА).

На даний момент досить активно розвиваються та впроваджуються цифрові релейні засоби та засоби автоматизації, що сприяють збільшенню надійності роботи електроустановок електричної мережі. Тому дослідження даної теми досить важливе та перспективне.

**Метою роботи** є дослідження та узагальнення знань з питань релейного захисту силових трансформаторів на основі цифрового терміналу RET670.

### Результати дослідження

Для трансформаторів напругою 110 кВ та вище згідно правил улаштування електроустановок (ПУЕ) передбачені релейні захисти від таких пошкоджень та особливих режимів роботи [1, 2]:

- багатofазних к.з у обмотках і на виводах;
- однофазних к.з. у обмотках та на виводах, приєднаних до мережі з ефективно- та глухозаземленою нейтраллю;
- міжвиткових замикань в обмотках;
- надструмів за зовнішніх к.з.;
- симетричних перевантажень;
- пониженні рівня оливи в баку трансформатора;
- пониженні рівня оливи та пошкодженнях у відсіку РПН;
- однофазних замикань на землю в мережі з ізольованою нейтраллю.

Від цих пошкоджень та особливих режимів на трансформаторах та автотрансформаторах передбачені такі захисти [2]:

- поздовжній диференційний струмовий захист – для захисту від всіх видів к.з. в обмотках та на вводах (вводи будуть захищатись у випадку застосування в плечах диференційного захисту трансформаторів струму зовнішньої установки);
- газові захисти трансформатора та пристрою РПН – для захисту від міжвиткових замикань, пониження рівня оливи в баку трансформатора, пониження рівня оливи та пошкодженнях у відсіку РПН;
- максимальний струмовий захист (МСЗ) – для захисту трансформатора від надструмів під час зовнішніх к.з. На трансформаторах захист встановлений на сторонах високої, середньої та низької напруг трансформатора з можливістю пуску за напругою. Зі сторони середньої та низької напруг захист здійснює дальнє резервування (резервує дію захистів всіх приєднань зі сторін середньої та низької напруг трансформатора), а МСЗ зі сторони високої напруги здійснює ближнє резервування (резервує дію основних захистів трансформатора);
- захист від перевантаження – для захисту трансформатора від струмів під час симетричного перевантаження. Захист встановлюють лише зі сторони високої напруги. Захист діє на сигнал. Для відведення від неселективного спрацювання за короточасних перевантажень, обумовлених зовнішніми к.з. та короточасним накидом навантаження, захист виконують з витримкою часу дев'ять секунд;
- пристрій резервування відмови вимикача (ПРВВ) – для вимкнення пошкодженого трансформатора вимикачами суміжних приєднань у випадку відмови вимикачів зі сторони високої та низької напруг;
- контроль ізоляції кіл низької напруги – для контролю ізоляції кіл низької напруги в мережах з ізолюваною або компенсованою нейтраллю за виникнення однофазного замикання на землю в цих мережах.

Цифровий термінал RET670 забезпечує селективний швидкодіючий захист, управління та моніторинг двообмоткових та триобмоткових трансформаторів, автотрансформаторів та блоків генератор-трансформатор, фазорегуляторів, спеціальних трансформаторів для застосування в залізничній промисловості і шунтуючих реакторів [3].

Пристрій захисту трансформатора RET670 має швидкодіючий диференційний захист, який містить функцію автоматичного підстроювання коефіцієнта трансформації і компенсацією векторної групи, що робить даний пристрій ідеальним рішенням для виконання релейного захисту з високими вимогами. Даний пристрій можна використовуватись у випадках, коли окремі сторони трансформатора підключаються до нього через кілька вимикачів. До функцій диференціального захисту входять такі функції як: блокування по другій гармоніці та блокування за формою кривої, для того щоб запобігти відключення в режимі кидка струму намагнічування. Для запобігання відключення трансформатора в режимі перезбудження використовують функцію блокування за п'ятою гармонікою.

Функція диференціального захисту має високу чутливість спрацювання під час міжвиткового к.з. за наявності малого числа короткозамкнених витків. Ця нова та унікальна функція чутливого диференційного захисту цифрового терміналу RET670 сформована на базі вже добре зарекомендованої теорії симетричних складових. Вона забезпечує максимально можливу чутливість при міжвиткових КЗ в обмотці трансформатора.

Термінал RET670 також може виконувати функцію відключення від газового реле та датчиків температури за допомогою дискретних входів. Присутня функція резервного захисту від пошкоджень в трансформаторі та деяких ділянок енергосистеми: функція дистанційного захисту від замикань на землю та міжфазних коротких замикань.

Також є можливість вибрати модель RET670 з функціями [4]:

- захисту трансформатора від теплового перевантаження;
- захисту трансформатора від зниження або підвищення напруги;
- захисту трансформатора від зниження або підвищення частоти.

Для того щоб користувач зміг проаналізувати інформацію аварійного режиму роботи трансформатора в терміналі є реєстратор подій.

За допомогою спеціального графічного додатку РСМ600 є можливість створення вільної конфігурації внутрішньої структури терміналу, що збільшує можливості при виконанні різних спеціальних задач. Графічний додаток спрощує оперативне тестування та введення терміналу в експлуатацію.

Для забезпечення стійкості до різних видів перешкод, всі комутації здійснюються за допомогою оптичного з'єднання.

### Висновки

Отже, така велика гнучкість застосування терміналу RET670 робить його чудовим вибором як для об'єктів що підлягають реконструкції, так і для нових проектів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посібник / В. П. Кідиба. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2015. – 504 с.
2. Баран П. М. Релейний захист трансформатора (автотрансформатора) на основі цифрового терміналу фірми ABB RET 670. Методичні вказівки / П. М. Баран, В. П. Кідиба, Б. І.Дурняк. – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2016. – 42 с.
3. Устройство защиты трансформатора RET670 Версия 2.2 МЭК. Техническое руководство.
4. Методические указания по выбору параметров срабатывания устройств РЗА оборудования подстанций производства ООО «АББ Силовые и Автоматизированные Системы», Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.120.70.98-2011

**Тептя Євгеній Андрійович** — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: genyashkat@gmail.com

Науковий керівник: **Тептя Віра Володимирівна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: teptyavira@gmail.com

**Teptia Yevheniy A.** - student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: genyashkat@gmail.com

Supervisor: **Teptia Vira V.** - Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the department of electric power stations and systems, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [teptyavira@gmail.com](mailto:teptyavira@gmail.com)