Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

**ДУДА ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ**

621.316.11

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОВІТРЯНИМИ ЛІНІЯМИ ВІД ТП 35/10 кВ**

8.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2017

|  |
| --- |
| Роботу виконано на кафедрі систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України |
| **Керівник роботи:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технології в електроенергетиці**Бабюк Сергій Миколайович,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.  |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри свтілотехніки та електротехніки**Белякова Ірина Володимирівна,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |

Захист відбудеться 22 лютого 2017 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 40 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46005, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** У зв'язку із створенням розподільних компаній і організацією договірних взаємовідносин між учасниками оптового та роздрібного ринків електроенергії проблема забезпечення надійності та якості електропостачання стає надзвичайно актуальною. Особливе значення у вирішенні цієї проблеми відіграють розподільні електричні мережі середньої напруги 10 кВ

Брак інвестицій в останні десятиліття в розвиток і реконструкцію мереж середньої напруги призвів до зростання радіусу електропостачання споживачів від опорних підстанцій (центрів живлення) енергосистем. Ці радіуси (відстані від центру живлення до найбільш віддаленого споживача) для деяких розподільчих ліній 10 кВ (фідерів) досягають 50-60 км і більше. В результаті збільшилися вище допустимих межі відхилення напруги в вузлах мережі, зросла кількість аварійних відключень споживачів.

Як показують дослідження 80-90 % пошкоджень в повітряних лініях електропередачі розподільних мережах 6-10 кВ є нестійкими і самоусуваються на протязі короткого проміжку часу. Однак. при використанні традиційних схем і комутаційних апаратів кожне із таких пошкоджень приводить до вимкнення всієї або значної частини розподільної мережі. Потребує як правило виїзду оперативного персоналу для уточнення виду пошкодження, виконання чисельних ручних переключень локалізації пошкодженої ділянки та забезпечення резервного живлення для непошкоджених ділянок. Все це потребує часу і зменшує надійність електропостачання, призводить до недоотримання електроенергії споживачами що підключені як до пошкодженої так і непошкоджених ділянок.

Як показує зарубіжний досвід, виходом з ситуації, що склалася (при цьому, як правило, більш дешевим) може бути реалізація «принципу довгого фідера» – глибокого секціонування його магістралі на відносно невеликі ділянки. Одночасно організовується локалізована і селективна робота релейного захисту та автоматики фідера в цілому.

Ефективним засобом усунення такого недоліку є реклоузер – інтелектуальний електричний апарат. що працює як автономний пристрій і використовується для автоматичного вимкнення і повторного вмикання лінії по попередньо заданій послідовності циклів вимикання та повторного вмикання з наступним поверненням функції автоматичного повторного вмикання (АПВ) в початковий стан, збереженням ввімкненого положення або блокуванням у вимкненому положенні [4].

**Мета і завдання дослідження.**

Основною метою роботи є підвищення надійності електропостачання споживачів від ТП 35/10 кВ, шляхом реконструкції, та підвищення надійності передачі електроенергії від ТП 35/10 кВ повітряними лініями 10 кВ з використанням оптимізації кількості та місць розміщення секціонуючих пристроїв в розподільчій мережі.

Поставлена в роботі мета вимагає вирішення наступних задач:

– аналіз заходів підвищення надійності функціонування основних елементів трансформаторної підстанції 35/10 кВ та відходящих фідерів;

– аналіз добових графіків навантаження для обґрунтування вибору номінальної потужності трансформаторів;

– вибір потужності силових трансформаторів, згідно повної потужності навантаження за умови допустимого навантаження трансформатора в номінальному режимі;

– розробити еквівалентну схему та схему заміщення мережі, провести розрахунок струмів короткого замикання, відповідно до чого провести вибір пристроїв релейного захисту та автоматики;

– провести аналіз роботи реклоузера в режимі діагностування аварійних режимів;

– розглянути алгоритми функціонування реклоузерів для організації децентралізованого управління аварійними режимами роботи розподільних мереж.

**Об’єкт дослідження** – розподільні електричні мережі.

**Предмет дослідження** – технічні втрати електроенергії в розподільних мережах 35/10 кВ від зміни електроспоживання між системою електропостачання та споживачами.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

– дістало подальший розвиток дослідження вирішення задачі оптимізації надійності повітряних розподільчих мереж 10 кВ, що дає можливість підвищити надійність електропостачання споживачів, керуючись технічними можливостями і економічними інтересами енергопостачальних компаній з урахуванням існуючої нормативно-правової бази України в галузі електроенергетики.

**Практичне значення отриманих результатів**

Практичне значення отриманих результатів полягає у комплексному вирішенні задачі підвищення надійності електропостачання споживачів шляхом модернізації трансформаторної підстанції 35/10 кВ, та використання в повітряних розподільчих мережах напругою 10 кВ сучасних захисних апаратів – реклоузерів.

**Апробація.** Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів "Актуальні задачі сучасних технологій", на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (21 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 127 сторінок, 30 таблиць, 33 рисунки.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми й актуальність роботи, мету і завдання роботи, об’єкт, предмет, описану наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

**У першому розділі «Аналітична частина»** проведено аналіз методів підвищення надійності електропостачання споживачів.

Розглянуто схеми електричних мереж трансформаторних підстанцій. Подано процес розробки головної електричної схеми з’єднань підстанції.

Розглянуто питання комплексної автоматизація повітряної електричної мережі на базі реклоузера PBA/TEL.

Доведено, що впровадження реклоузерів в розподільні мережі 10 кВ є перспективним, технологічно виправданим заходом. Проектування і реалізація електричних мереж із застосуванням реклоузерів дозволить в недалекому майбутньому вивести розподільні мережі середньої напруги на новий рівень автоматизації і управління.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведений аналіз добових графіків навантаження.

Проведено вибір потужності силових трансформаторів, який виконано згідно заданої повної потужності навантаження з умови допустимого навантаження трансформатора в нормальному режимі.

Проведено вибір головної схеми електричних з'єднань підстанції, вибрана схема є простою, економічною, забезпечує надійне живлення приєднаних споживачів у нормальному, ремонтному й післяаварийному режимах.

Вибрано вид і типу захисту елементів системи електропостачання трансформаторної підстанції 35/10 кВ.

Відповідно до ПУЕ на підстанції 35/10 кВ передбачено наступні види захисту: максимальний струмовий захист від струмів короткого замикання; захист від перевантаження на вводі 35 кВ силового трансформатора; диференціальний струмовий захист від струмів короткого замикання; на відходящих лініях 10 кВ передбачений двоступінчастий максимальний струмовий захист.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено розрахунки та здійснено вибір функціональних елементів підстанції на стороні 35 кВ. Проведено вибір таких елементів підстанції як: вимикачів потужності; роз’єднувачів; приладів обліку і контролю електроенергії; трансформаторів струму; трансформаторів напруги; обмежувачів перенапруги.

Подано характеристики та опис цих елементів, проведено розрахунки та перевірку на спрацювання.

Проведено дослідження роботи мережі в нормальному і післяаварійних режимах, проведено перевірку елементів мережі.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведено розрахунки та здійснено вибір функціональних елементів підстанції на стороні 10 кВ. Вибрано обладнання для модернізації комірки вводу лінії; комірки вводу від силового трансформатора та комірка секційного вимикача; комірки шинного роз’єднувача; комірки трансформатора власних потреб; комірки вимірювального трансформатору напруги.

Проведено розрахунок параметрів реклоузерів, здійснено їх вибір, кількість, та місця установки.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** розглянуто основні алгоритми роботи проведено аналіз роботи реклоузера в режимі діагностування аварійних режимів.

Здійснено обґрунтування – підвищення ефективності і надійності електропостачання споживачів мережі 10 кВ за рахунок удосконалення структури і складу системи секціонування розподільних мереж на основі розробки і використання науково-методичного апарату оптимізації кількості і місць установки секціонуючих пристроїв.

Доведено, що секціонування розподільчих електричних мереж 10 кВ за допомогою реклоузерів, як основи ПАС (пунктів автоматичного секціонування), дозволить в аварійних режимах при к.з. в мережах вимикати не всю ПЛ, а лише її частину, за рахунок чого частина споживачів, що живляться від невимкненої частини лінії, не втратять живлення.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»**  розраховано енергетичні та техніко-економічні показники енергетично мережі , визначено чисельність обслуговуючого персоналу мережі, враховані витрати по заробітній платі, порахована кількість обслуговуючого персоналу.

Приведені щорічні сумарні витрати по передачі та розподілу електричної енергії, розрахована собівартість по передачі електричної енергії.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновано заходи захисту від дії електричного струму на організм людини, подано вимоги пожежної безпеки. при гасінні електроустановок.

Запропоновано заходи безпеки виробничих приміщень.

**У восьмому розділі «Екологія»** проведено аналіз та запропоновано заходи щодо зменшення також негативного впливу на навколишнє середовище підстанцій і ліній електропередач.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі проведений аналіз шляхів підвищення надійності електропостачання споживачів від ТП 35/10 кВ, шляхом реконструкції, та підвищення надійності передачі електроенергії від ТП 35/10 кВ повітряними лініями 10 кВ з використанням оптимізації кількості та місць розміщення секціонуючих пристроїв в розподільчій мережі.

Отримані наступні результати:

1. Проведений аналіз методів підвищення надійності електропостачання споживачів, показав, що одним із основних шляхів підвищення надійності є встановлення секціонуючих пристроїв в розподільчій мережі – реклоузерів.
2. Проведений аналіз добових графіків навантаження для обґрунтування вибору номінальної потужності трансформаторів.
3. Проведено вибір головної схеми електричних з'єднань підстанції, вибрана схема є простою, економічною, забезпечує надійне живлення приєднаних споживачів у нормальному, ремонтному й післяаварийному режимах.
4. Проведений вибір потужності силових трансформаторів, згідно повної потужності навантаження за умови допустимого навантаження трансформатора в нормальному режимі.
5. Розроблено еквівалентну схему та схему заміщення мережі, проведено розрахунок струмів короткого замикання, відповідно до чого вибрано пристрої релейного захисту та автоматики.
6. Проведено дослідження роботи мережі в нормальному і післяаварійних режимах, проведено перевірку елементів мережі.
7. Здійснено теоретичне обґрунтування – підвищення ефективності і надійності електропостачання споживачів мережі 10 кВ за рахунок удосконалення структури і складу системи секціонування розподільних мереж на основі розробки і використання науково-методичного апарату оптимізації кількості і місць установки секціонуючих пристроїв.
8. Доведено, що секціонування розподільчих електричних мереж 10 кВ за допомогою реклоузерів, як основи ПАС (пунктів автоматичного секціонування), дозволить в аварійних режимах при к.з. в мережах вимикати не всю ПЛ, а лише її частину, за рахунок чого частина споживачів, що живляться від невимкненої частини лінії, не втратять живлення.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Підвищення надійності електропостачання споживачів розподільних електромереж 6-10 кВ: Матеріали V Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій "], (Тернопіль, 17-18 лист. 2016 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. — Т. : Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2016. — 432 с.

АНОТАЦІЯ

**Дуда В. М. Підвищення надійності передачі електроенергії повітряними лініями від ТП 35/10 кВ.** 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці, група ЕЕм-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2017.

У дипломній роботі проведено аналіз підвищення надійності електропостачання споживачів шляхом реконструкції ТП 35/10 кВ, та встановленням секціонуючих пристроїв в розподільчій мережі.

В роботі досліджується підвищення надійності електромереж у разі розміщення в них реклоузерів, та аналізуються моделі визначення оптимальної кількості реклоузерів для секціонування розподільчих електромереж. Показано, що секціонування розподільних електричних мереж 10 кВ за допомогою реклоузерів, дозволить в аварійних режимах при к.з. в мережах вимикати не всю ПЛ, а лише її частину, за рахунок чого частина споживачів, що живляться від невимкненої частини лінії, не втратять живлення.

Проаналізовано методи підвищення надійності електропостачання споживачів, та надійності функціонування основних елементів трансформаторної підстанції 35/10 кВ та відходящих фідерів.

Проведено аналіз добових графіків навантаження, та розраховано повну потужність навантаження за умови допустимого навантаження трансформатора в нормальному режимі вибір потужності силових трансформаторів.

Розроблено еквівалентну схему та схему заміщення мережі, проведено розрахунок струмів короткого замикання, відповідно до чого вибрано пристрої релейного захисту та автоматики.

**Ключові слова:** ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ТРАНСФОРМАТОР, ЛІНІЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ, РЕКЛОУЗЕР, СЕКЦІОНУВАННЯ.

**ANNOTATION**

**Duda V. M. Improving the reliability of electricity transmission of air lines from transformer substation 35/10 kV.** 8.05070103 ­ electrical power system. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering. Сhair of Power Consumption Systems and Computer Technologies in Power Engineering, group ЕЕм-61. – Ternopil.: TNTU, 2017.

**Keywords:** POWER SUPPLY, TRANSFORMERS, POWER LINES, RECLOSERS, SECTIONING