

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

БАБАНІН СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 621.311

**ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ
ПОШКОДЖЕННЯ В ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ ПС 35/10 кВ**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2019

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя міністерства освіти і науки України.

Керівник роботи:

кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії

Зінь Мирослав Михайлович

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент:

кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри вищої математики

Шелестовський Борис Григорович,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 грудня 2019 року о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №39 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46018, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310.

ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ

Актуальність теми.

Розподіл електроенергії від підстанції у сільських системах електропостачання зазвичай здійснюється повітряними лініями електропередачі (ПЛ) напругою 10 кВ.

ПЛ завжди суттєво відрізнялись більш низькою надійністю в порівнянні із кабельними міськими і промисловими мережами, де час незабезпеченості електроенергією одного споживача на порядок нижче. Кількість пошкоджень в процесі експлуатації ПЛ 10 кВ є достатньо стійкою характеристикою (60-70%). Це призводить до того, що надійність електропостачання повітряними лініями споживчих трансформаторних підстанцій та, відповідно, приєднаних споживачів часто не відповідає вимогам.

Складність визначення місця пошкодження в ПЛ у сільських системах електропостачання зумовлена тим, що вони сильно розподілені в просторі, можуть мати значну кількість розгалужень, мають конструктивну неоднорідність – окремі ділянки виконані провідниками різної марки та перетину, та використовуються різні режими роботи нейтралі. Існуючі методи пошуку пошкодження не завжди враховують ці особливості. У більшості розроблених і впроваджених дистанційних методів для обчислення відстані до місця пошкодження на практиці виділяють зону в 1000 м, у якій з високою вірогідністю може знаходитись місце пошкодження. Для прикладу, якщо середня довжина фідерів 10-35 кВ становить 15 км, то точність дистанційного методу по відношенню до довжини лінії складає 6,7 %. А метод послідовного ділення мережі не чутливий до к. з. в кінці мережі і однофазного замикання на землю (ОЗЗ) через перехідний опір, що більший 100 Ом. Вплив усіх цих факторів значно ускладнює процедуру пошуку місць пошкоджень, збільшується час на проведення операцій та обслуговування, і відповідно зростають витрати на визначення місця пошкодження.

Отже, актуальним є підвищення точності визначення місця пошкодження у ПЛ 10 кВ з врахування їх особливостей, спрощення процедури пошуку місць пошкоджень, зменшення часу на проведення операцій та витрат.

Мета і завдання дослідження.

Метою дипломної роботи є підвищення точності визначення місця пошкодження в повітряних лініях 10 кВ та зниження втрат електричної енергії в електричних мережах у зоні трансформаторної підстанції 35/10 кВ.

Завдання дослідження:

- провести аналіз електричних навантажень і заходів щодо зниження втрат електроенергії у зоні трансформаторної підстанції 35/10 кВ, та методів визначення місця пошкодження у розподільчих мережах напругою 10 кВ;
- провести розрахунок існуючого і прогнозованого навантаження ПЛ 10 кВ, та вибір проводів живлення і розрахунок втрат напруги; вибір силових трансформаторів підстанції;
- провести компенсацію реактивної потужності в лініях 10 кВ підстанції;

- скласти алгоритм визначення оптимального числа послідовності перевірок за методом послідовного ділення мережі при визначенні місця пошкодження для ПЛ 10 кВ підстанції;

- провести дослідження вимірювально-інформаційної системи керування процесом визначення місця пошкодження на основі сумісного використання дистанційного методу та методу послідовного ділення мережі;

Об'єкт дослідження – повітряні лінії напруженою 10 кВ підстанції 35/10 кВ.

Предмет дослідження – методи визначення місця пошкодження та заходи зниження втрат електричної енергії в повітряних лініях 10 кВ.

Наукова новизна отриманих результатів: складений у роботі алгоритм визначення оптимального числа послідовності перевірок за методом послідовного ділення мережі при визначенні місця пошкодження в повітряних лініях 10 кВ підстанції 35/10 кВ, дозволить підвищити точність результату операцій та зменшити час відключення споживачів від джерела живлення.

Практичне значення отриманих результатів виявляється у можливості підвищити точність визначення місця та скоротити час пошуку пошкодження в повітряних лініях 10 кВ, шляхом обладнання шин підстанції 35/10 кВ дистанційним вимірювачем і використання програми розрахунку відстані до місця пошкодження.

Апробація.

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VIII-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 8-и розділів, висновків, переліку посилань (18 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 108 сторінок, 15 таблиць, 12 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У **першому розділі «Аналітична частина»** проведено аналіз електричних навантажень у зоні трансформаторної підстанції та визначено, що вони зростають на протязі розрахункового періоду. Підстанція живить споживачів у таких мікрорайонах: Ліски, Княжичі, Буківня, Водопарк, Дарницький вагоноремонтний завод (ДВРЗ) та ТзОВ «Інбудсервіс». Район живлення має досить розгалужену електромережу: від підстанції відходить шість ліній загальною довжиною 52,8 км. Повітряні лінії 10 кВ живлять 29 споживчих трансформаторних підстанцій, серед яких кілька споживачів значної потужності I та II категорії. Здійснено аналіз заходів щодо зниження втрат електроенергії у зоні трансформаторної підстанції: у мережах з такими ознаками великий потенціал енергозбереження криється в компенсації реактивної потужності, у зниженні втрат у силових трансформаторах і лініях електропередачі.

У другому розділі «Науково-дослідна частина» наведено порівняльну характеристику методів визначення місця пошкодження у розподільчих мережах напругою 10 кВ та розглянуто алгоритм визначення місця пошкодження за дистанційним методом, що враховує конструктивну неоднорідність мережі. Також складено алгоритм визначення оптимального числа послідовності перевірок за методом послідовного ділення мережі при визначенні місця пошкодження для лінії 10 кВ «Княжичі» підстанції 35/10 кВ, що дозволяє підвищити точність результату операцій, ефективність дій обслуговуючого персоналу, та зменшує час відключення споживачів від джерела живлення.

У третьому розділі «Технологічна частина» проведено розрахунок навантаження ПЛ 10 кВ та визначено, що сумарне денне та вечірнє навантаження протягом десяти років будуть зростати, що пояснюється тим, що збільшується потужність існуючих споживачів та будуються нові об'єкти. Здійснено заміну проводів, в результаті чого втрати напруги до найвіддаленішого споживача зменшилися на 25%, а середнє значення зниження втрат електроенергії складає приблизно 40,4%.

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» обґрунтовано вибір двох силових трансформаторів підстанції потужністю 2500 і 4000 кВ·А та зменшено долю вартості втрат електричної енергії в трансформаторах на 7,98%. Проведена компенсація реактивної потужності в лінії 10 кВ «Ліски». Використання пристроїв для компенсації реактивної потужності дозволить зменшити втрати електричної енергії на 26,2%.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» проведено дослідження вимірювально-інформаційної системи керування процесом визначення місця пошкодження на основі сумісного використання дистанційного методу та методу послідовного ділення мережі, що дозволяє підвищити рівень автоматизації процесу визначення місця пошкодження. Обладнання шин підстанції 35/10 кВ дистанційним вимірювачем і використання програми розрахунку відстані до місця пошкодження призводить до зменшення часу пошуку пошкодженої ділянки на лінії в 1,1-1,4 рази.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено розрахунок вартості річних втрат електроенергії в лініях 10 кВ після заміни проводів в повітряних лініях і визначено, що вони в середньому знизилась на 136048,2 грн/рік. Також здійснено розрахунок очікуваного економічного ефекту при встановленні дистанційного вимірювача на шинах підстанції.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи захисту персоналу ПС 35/10 кВ від впливу електричних і електромагнітних полів, зокрема встановлення екрануючих пристроїв. Також розглянуто питання стійкості роботи ПС 35/10 кВ в надзвичайних ситуаціях.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто проблему шкідливого впливу на довкілля у процесі експлуатації силового обладнання підстанції 35/10 кВ та наведено заходи по зменшенні даного впливу.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено модернізацію для підвищення точності визначення місця пошкодження в повітряних лініях 10 кВ та зниження втрат електричної енергії в електричних мережах у зоні трансформаторної підстанції 35/10 кВ, і отримано такі результати:

1. Проведено аналіз електричних навантажень у зоні трансформаторної підстанції та визначено, що вони зростуть на протязі розрахункового періоду. Розраховано навантаження ПЛ 10 кВ та проведено заміну проводів, в результаті чого втрати напруги до найвіддаленішого споживача зменшилися на 25%, а середнє значення зниження втрат електроенергії складає приблизно

40,4% (136 тис. грн/рік).

2. Обґрунтовано вибір двох силових трансформаторів підстанції потужністю 2500 і 4000 кВ·А та зменшено долю вартості втрат електричної енергії в трансформаторах на 7,98%.

3. Проведена компенсація реактивної потужності в лінії 10 кВ «Ліски». Використання пристроїв для компенсації реактивної потужності дозволить зменшити втрати електричної енергії на 26,2%.

4. Складено алгоритм визначення оптимального числа послідовності перевірок за методом послідовного ділення мережі при визначенні місця пошкодження для лінії 10 кВ «Княжичі», що дозволяє підвищити точність результату операцій, ефективність дій обслуговуючого персоналу, та зменшує час відключення споживачів від джерела живлення.

5. Проведено дослідження вимірювально-інформаційної системи керування процесом визначення місця пошкодження на основі сумісного використання дистанційного методу та методу послідовного ділення мережі, що дозволяє підвищити рівень автоматизації процесу визначення місця пошкодження.

6. Обладнання шин підстанції 35/10 кВ дистанційним вимірювачем і використання програми розрахунку відстані до місця пошкодження призводить до зменшення часу пошуку пошкодженої ділянки на лінії в 1,1-1,4 рази. Економічний ефект від установки дистанційного вимірювача на відходящих лініях підстанції в сумі становить 3890 грн. за один цикл аварійного відключення.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Концограда Т.А. Підвищення точності визначення місця пошкодження в повітряних лініях 10 кВ / Т. А. Концограда, С.В. Бабанін // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 3. — С. 41. — (Електротехніка та енергозбереження).

АНОТАЦІЯ

Бабанін С.В. Підвищення точності визначення місця пошкодження в повітряних лініях ПС 35/10 кВ, 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі проведено модернізацію для підвищення точності визначення місця пошкодження в повітряних лініях напругою 10 кВ та зниження втрат електричної енергії в електричних мережах у зоні трансформаторної підстанції 35/10 кВ.

Проведено аналіз електричних навантажень і заходів щодо зниження втрат електроенергії у зоні трансформаторної підстанції 35/10 кВ, та методів визначення місця пошкодження у розподільчих мережах напругою 10 кВ. Проведено розрахунок існуючого і прогнозованого навантаження

ПЛ 10 кВ, та вибір проводів живлення і розрахунок втрат напруги. Також вибрано кількість, тип і потужність силових трансформаторів підстанції та проведено компенсацію реактивної потужності в лініях 10 кВ.

Складено алгоритм визначення оптимального числа послідовності перевірок за методом послідовного ділення мережі при визначенні місця пошкодження для ПЛ 10 кВ підстанції. Також, проведено дослідження вимірювально-інформаційної системи керування процесом визначення місця пошкодження на основі сумісного використання дистанційного методу та методу послідовного ділення мережі.

Ключові слова: повітряна лінія електропередачі, місце пошкодження, втрати електроенергії.

ANNOTATION

Babanin S. Improving the accuracy of determining damage location in 35/10 kV overhead lines. 141 - electric power, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2019.

In diploma work modernisation is conducted for the increase of exactness of location of damage in air-tracks by tension of 10 kV and decline of losses of electric energy in electric networks in the zone of transformer substation of 35/10 kV.

The analysis of the electric loading and events is conducted in relation to the decline of losses of electric power in the zone of transformer substation of 35/10 kV, and methods of location of damage in distributive networks tension of 10 kV. is Conduct the calculation of the existent and forecast loading of overhead power line 10 kV, and choice of send-offs of feed and calculation of losses of tension. An amount, type and power of power transformers of substation, is also chosen and indemnification of reactive-power is conducted in the lines of 10 kV.

The algorithm of determination of optimal number of sequence of verifications is made after the method of successive division of network at the location of damage for overhead power line of 10 kV substation. Also, a study of instrumentation-informative control system by the process of location of damage is undertaken on the basis of the compatible use of the controlled from distance method and method of successive division of network.

Keywords: overhead power line, site of damage, loss of electric power.

