Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**польний тарас вікторович**

УДК 621.311.1

**АНАЛІЗ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА РОЗРОКА ЗАХОДІВ ПО ЇХ ЗНИЖЕННЮ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ртп 35/10 кв «ДЕРАЖНЯ»**

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 технологій в електроенергетиці  **Буняк Олег Андронікович,** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв  **Савків Володимир Богданович,**  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |

Захист відбудеться 24 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.** В теперішній час майже повсюди спостерігається зростання абсолютних і відносних втрат електроенергії в електромережах. За даними Мінпаливенерго технологічні витрати на транспортування електроенергії (технічні і комерційні складові втрат) в електричних мережах України складають 19,11% загального товарного відпуску. В окремих областях України втрати електроенергії досягають 30 %.

У структурі втрат по елементах систем електропостачання основна частина втрат приходиться на лінії електропередач (в окремих випадках до 65%).

Втрати в трансформаторах складають близько 30 % сумарних втрат у мережі даної ступені напруги, причому біля половини з них – втрати в сталі. Втрати в інших елементах мережі (у реакторах, компенсуючих пристроях, вимірювальних приладах, трансформаторів струму i напруги) незначні i можуть бути оцінені в межах 3–5 % сумарних втрат. Втрати включають також електроенергію, що витрачається на власні потреби підстанцій. Приблизно 1/4 загальних втрат складають втрати, що практично не залежать від навантаження, так звані умовно-постійні, i 3/4 – умовно-змінні.

Технічному аналізу піддається тільки частина загальних втрат, що називається технічними втратами; інша – приблизно 10 %, так звані комерційні втрати, – зв’язана з недосконалістю системи обліку електроенергії.

Найбільш поширеним напрямом економії електроенергії є зниження втрат електроенергії в елементах системи електропостачання: у силових трансформаторах вcix ступеней напруги, у лініях електричної мережі, у реакторах, в установках реактивної потужності, що компенсують.

Виходячи із вищесказаного актуальним є проведення аналізу методів та засобів зниження технічних втрат електроенергії в елементах систем електропостачання розподільних мереж для підвищення ефективності електропостачання.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є аналіз втрат електроенергії в електричній розподільчій мережі РТП 35/10 кВ «Деражня» та зниження технічних втрат електроенергії в елементах систем електропостачання шляхом реконструкції.

Відповідно до вказаної мети розв’язувались наступні завдання:

– аналіз заходів по зниженню втрат електроенергії в системах електропостачання;

– аналіз графіків електричних навантажень трансформаторної підстанції з обґрунтування необхідності заміни трансформаторів;

– розрахунок електричних навантажень споживачів за всіма ступенями напруги з врахуванням прогнозованого дефіциту потужності трансформаторної підстанції на наступні 10 років;

– розрахунок струмів короткого замикання та вибір релейного захисту та автоматики трансформаторної підстанції 35/10 кВ «Деражня»;

– розробка конструктивних заходів для зниження технічних втрат в електричній мережі трансформаторної підстанції 35/10 кВ «Деражня».

**Об’єкт дослідження** – електричні мережі розподільних трансформаторів і споживачів та режими споживання електроенергії.

**Предмет дослідження** – технічні втрати електроенергії від зміни електроспоживання між системою електропостачання та споживачами.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

– запропонована спрощена формула розрахунку технічних втрат у колах 10 кВ за методом еквівалентного опору, яка дозволяє підвищити точність розрахунку та враховує навантаження головних ділянок й кількість ділянок розподілення.

**Практичне значення отриманих результатів.** Проведена реконструкція трансформаторної підстанції 35/10 кВ та заміна проводів на ланках 10 кВ дозволить знизити технічні втрати електроенергії та підвищити надійність роботи системи електропостачання.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на V Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (17-18 листопада 2016 року), Тернопіль, Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань ( 24 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 102 сторінки, 19 таблиць, 5 рисунків, 4 додатки.

**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»** виходячи з техніко – економічної характеристики трансформаторної підстанції “Деражня“ проаналізовані методи розрахунку втрат електроенергії в розподільних мережах 35/10 кВ та нормативні характеристики втрат в електричних мережах.

Аналіз показав, що втрати електроенергії в лініях електричної мережі складають значну частину сумарних втрат у всій системі електропостачання.

Останні дослідження щодо зниження технічних дозволили встановити, що:

– для визначення економічної доцільності використання різних заходів по зниженню втрат електроенергії необхідно аналізувати їх величину і співвідношення у різних елементах мережі і показники роботи мережі (максимальні сили струмів, потужність, максимальні і мінімальні рівні напруги).

– доцільність заміни трансформаторів визначають за співвідношенням умовно-постійних втрат і втрат від навантаження, яке в оптимально-завантажених трансформаторах знаходиться у межах 0,4– 2,5.

– найбільш поширеним напрямом економії електроенергії є зниження втрат електроенергії в елементах системи електропостачання: у силових трансформаторах вcix ступеней напруги, у лініях електричної мережі.

– одним із заходів щодо зменшення втрат у лініях є включення в роботу всіх ліній: у схемі не повинно бути ліній тільки резервних.

– у розподільних мережах промислових підприємств застосовується глибоке секціонування при роздільній роботі секцій шин розподільних пунктів на всіх рівнях напруги розподільної мережі.

– замінювати площі поперечних перерізів проводів на лініях електропередачі більшими можна при дотриманні таких умов:

а) механічна напруга на нових проводах та стріла провисання не повинні перевищувати допустимі;

б) навантаження на опорі після заміни проводів не повинно перевищувати розрахункові.

З викладеного можна зробити висновок, що зміна технічних втрат в електричних мережах 35/10 кВ визначається:

– постійною зміною конфігурації мереж, внаслідок їхньої реконструкції;

– змінами умов і інтенсивності експлуатації, а також технічного стану елементів систем електропостачання за час експлуатації.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведений аналіз методів розрахунку втрат електроенергії у високовольтних лініях 10 кВ для спрощення розрахунків.

Запропонована спрощена формула розрахунку річних втрат електроенергії у колах 10 кВ за методом еквівалентного опору, яка дозволяє підвищити точність розрахунку та враховує навантаження головних ділянок й кількість ділянок розподілення.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведений аналіз системи електропостачання мережі 35/10 кВ трансформаторної підстанції «Деражня» та прийняті конструктивні рішення щодо зменшення технічних втрат електроенергії.

Проведений аналіз добових графіків навантаження для 2-х сезонів року, річний графік споживання, визначено основні режимні коефіцієнти й показники.

Проведені розрахунки електричних навантажень на прогнозовану перспективу 10 років виходячи з існуючих навантажень на трансформаторних підстанціях 10/0,4 кВ та коефіцієнту росту навантаження на розрахунковий період.

Обґрунтовано заміну трансформаторів підстанції на більшу потужність.

Проведений розрахунок електричних навантажень споживачів, під’єднаних до діючих мереж 10 кВ підсумовуванням навантажень (денних і вечірніх окремо) за добавками побільшому навантаженню та прийняті рішення щодо реконструкції повітряної лінії 10 кВ зі встановлення АВР та секційних перемичок між магістральними лініями 10 кВ.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів автоматики захисту електричного обладнанняТП 35/10 кВ “Деражня”.

Проведені розрахунки струмів короткого замикання для вибору апаратури та перевірки елементів електроустановок на електродинамічну та термічну стійкість, проектування та налагодження релейного захисту з врахуванням реконструкції.

Проведений розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції 35/10 кВ “Деражня” та блискавкозахист будівель і споруд на підстанції для забезпечення безперебійної роботи.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** проведеніконструктивні заходи для зниження в електричній мережі трансформаторної підстанції 35/10 кВ «Деражня».

Проведена заміна повітряних проводів на ділянках 10 кВ системи електропостачання трансформаторної підстанції «Деражня» з врахуванням з прогнозованого дефіциту на 10 років.

Проведений розрахунок перерізу проводів на ділянках ліній 10 кВ за мінімумом приведених затрат в залежності від перебігу приведеної потужності S7 (метод економічних інтервалів потужностей).

Проведені розрахунки втрат напруги в колах 10 кВ показали, що втрати напруги зменшилися до найвіддаленішого споживача, в середньому, на 35%. При цьому середнє значення втрат електроенергії знизилось приблизно 52%, а вартість річних втрат електроенергії в середньому знизилась на 20572,56 грн/рік.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведено техніко-економічне обґрунтування заміни на стороні 10 кВ масляних вимикачів на вакуумні та здійснена оцінка економічної ефективності.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновані заходи, спрямовані на підвищення експлуатаційної надійності електрообладнання трансформаторної підстанції 35/10 кВ «Деражня».

Розглянуті заходищодо підвищення стійкості підстанції від впливу електромагнітного імпульсу.

**У восьмому розділі «Екологія»** запропоновані заходи з дотримання екологічної безпеки при експлуатації трансформаторної підстанції.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі проведена реконструкція підстанції РТП 35/10 кВ «Деражня» та розроблені заходи зниження втрат електроенергії в електричних мереж 10 кВ, що дозволить підвищити надійність системи електропостачання. Отримані наступні результати:

1. Проведений аналіз втрат електроенергії в лініях електричної мережі та трансформаторної підстанції показав, що технічні втрати складають значну частину сумарних втрат у всій системі електропостачання.

2. Проведений аналіз добових графіків навантажень для 2-х сезонів року, річний графік споживання та визначено основні режимні коефіцієнти й показники.

3. Проведені розрахунки електричних навантажень на прогнозовану перспективу 10 років виходячи з існуючих навантажень на високовольтних лініях 10 кВ та коефіцієнту росту навантаження на розрахунковий період.

4. Проведено обґрунтування заміни трансформаторів підстанції на більшу потужність з врахуванням з прогнозованого дефіциту на 10 років (4000+2500 кВА на 2х4000 кВА) для зменшення втрат електроенергії.

5. Запропонована спрощена формула розрахунку технічних втрат у колах 10 кВ за методом еквівалентного опору, яка дозволяє підвищити точність розрахунку.

6. Проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів автоматики захисту електричного обладнання для забезпечення надійності роботи.

7. Обґрунтовано та здійснено заміну масляних вимикачів на вакуумні типу ВU/TEL в ланках 10 кВ, що дозволяє підвищити надійність спрацювання захисту та знизити собівартість обслуговування.

8. Проведена заміна повітряних проводів на ділянках 10 кВ системи електропостачання трансформаторної підстанції. Проведені розрахунки втрат напруги в колах 10 кВ показали, що втрати напруги зменшилися до найвіддаленішого споживача, в середньому, на 35%. При цьому середнє значення втрат електроенергії знизилось приблизно 52%, а вартість річних втрат електроенергії в середньому знизилась на 20572,56 грн/рік.

**Перелік посилань.**

1. Розробка заходів по зниженню втрат електроенергії в електричних мережах трансформаторних підстанцій. / Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С. 189.

АНОТАЦІЯ

**Польний Т.В., Аналіз втрат електроенергії та розробка заходів по їх зниженню в електричних мережах РТП 35/10 кВ «Деражня»**, 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2017.

У дипломній роботі проведено аналіз втрат електроенергії в електричних мережах трансформаторної підстанції 35/10 кВ та проведена реконструкція підстанції та електричних мереж 10 кВ для їх зниження й підвищення надійності системи електропостачання.

Проведені розрахунки електричних навантажень на прогнозовану перспективу 10 років виходячи з існуючих навантажень на високовольтних лініях 10 кВ та коефіцієнту росту навантаження на розрахунковий період.

Проведено обґрунтування заміни трансформаторів підстанції на більшу потужність.

Запропонована спрощена формула розрахунку технічних втрат у колах 10 кВ за методом еквівалентного опору.

Проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів автоматики захисту електричного обладнання для забезпечення надійності роботи.

Проведена заміна повітряних проводів на ділянках 10 кВ системи електропостачання трансформаторної підстанції.

Обґрунтовано та здійснено заміну масляних вимикачів на вакуумні типу ВU/TEL в ланках 10 кВ.

**Ключові слова:** трансформаторна підстанція, втрати електроенергії, навантаження, релейний захист.

**ANNOTATION**

**Polnyy T.V. Analysis of electricity losses and the development of measures to their reducing in electrical networks of the district transformer substation 35/10 kV "Derazhnia"**, 8.05070103 – Electrotechnical Systems of Electricity Consumption; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2017.

In diploma work conducted analysis of electricity losses in electric network of transformer substation 35/10 kV and conducted reconstruction of electric networks 10 kV for their reducing and increase the reliability of electricity supply system.

Conducted calculations electrical loads on the predicted prospect of 10 yers based on the existing loads high voltage lines 10 kV, the coefficient of load growth in the billing period.

The conducted of justification of replacement of transformers on substation on more power.

Proposed the simplified formula for calculating of technical losses in 10 kV circuits by the method of equivalent resistance.

Conducted the calculations of short circuit and carried the choice of means of automatic protection of electrical equipment to ensure reliability of work.

The conducted replacement of overhead wires on plots 10 kV of system power supply of transformer substation.

Justification and conducted of substitute of oil switches with vacuum of type BU/TEL in circuits of 10 kV.

**Keywords:** transformer substations, the losses of electricity, a load, relay protection.