Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**НЕЗНАЙОМИЙ оЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ**

УДК 621.311.1.018

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ, М. ТЕРНОПІЛЬ**

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 енергозбереження та енергетичного менеджменту  **Лучейко Ігор Дмитрович,**  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.** Одною з основних складових частин сучасних електричних систем залізниці являються силові трансформатори тягових підстанцій, сумарна потужність яких, через багатократну трансформацію електричної енергії в 5-6 разів перевищує генераторну потужність.

Суттєва зношеність обладнання трансформаторів тягових підстанцій призводить до збільшення питомих витрат палива на виробництво електроенергії, неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів та, відповідно, збільшення ціни виробленої електроенергії.

Відсутність належного рівня інвестицій в галузь залізничного перевезення не дозволить найближчим часом провести реконструкцію трансформаторних підстанцій.

Тому, розробка заходів щодо підвищення надійності роботи силових трансформаторів в сучасних умовах є актуальною.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є дослідження дефектів і аварійних процесів в силових трансформаторах тягової підстанції для підвищення надійності роботи.

Відповідно до вказаної мети розв’язувались наступні завдання:

– проведено аналіз системи електропостачання електричної тяги;

­– проведено аналіз причинно-наслідкових зв’язків дефектів трансформаторів, що виникають у силових трансформаторів;

­– проведено розрахунки існуючих та розрахункових навантажень, захистів фідерів контактної мережі та обґрунтовано заміні трансформатора на більшу потужність;

­– запропонована структурна модель розвитку дефектів в силових трансформаторах з розробкою процесу оптимізації виявлення дефектів.

**Об’єкт дослідження** ­– електричні мережі тягових підстанцій.

**Предмет дослідження** – засоби і методи підвищення надійність роботи силових трансформаторів тягових підстанцій.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

– запропонований підхід до класифікації дефектів, аналізу та виявленню переходів силових трансформаторів від справного стану до стану відмови, що дозволяє підвищити надійність силового трансформатора та скоротити час аварійного обслуговування.

**Практичне значення отриманих результатів.** Запропоновані методи пошуку дефектів в трансформаторах дозволить зменшити час аварійного обслуговування трансформаторів і, відповідно, знизити час аварійного стану, що дозволяє підвищити надійність розподільних мереж залізничного транспорту.

**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 (19 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 116 сторінок, 16 таблиць, 16 рисунків.

**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»** приведені техніко – економічної характеристики трансформаторної підстанції ЕЧЕ-53 та визначено причини виходу з ладу силових трансформаторів.

Проведений аналіз комутаційного обладнання підстанції та силових трансформаторів показав, шо одним з найважливіших елеметнтів системи, що забезпечує електропостачання фідерів контактної мережі є силовий трансформатор.

Проведений аналіз показав суттєвий вплив на роботу тягових трансформаторів дефектів в магнітопроводах.

Проведений аналіз режимів навантаження на тяговій підстанції показав необхідність заміни силових понижуючих трансформаторів на потужніші.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведенокомплексний аналіз та оцінка стану трансформатора за допомогою фізичного моделювання системи діагностування.

В ході дослідження можливості діагностування силових трансформаторів було встановлено, що описувати його доцільно з точки зору структурного та функціонального уявлення.

Запропоновано структурний опис трансформатора, що дозволяє побудувати дерево технічних рішень для зберігання інформації в компактному вигляді для різних типів трансформаторів.

Запропоновано функціональний опис трансформатора як об’єкту діагностування, де сформульовані головні, другорядні, внутрішні функції для забезпечення працездатності трансформатора.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено техніко-економічну характеристику ділянки Зборів-Підволочиськ.

Проведений розрахунок електричних навантажень та обґрунтовано встановлення силового трансформатора більшої потужності для підвищення ефективності електропостачання електричної тяги.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведені розрахунки електричних захистів фідерів контактної мережі.

Проведені розрахунки дистанційного ненаправленого захисту, струмової відсічки, дистанційного направленого захисту з витримкою за часом.

Проведені розрахунки власних потреб підстанції та запропоновано електронний захист фідерів з використанням пристрою покажчика короткого замикання (ПКЗ).

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** запропонована класифікація дефектів, метою якої є виключення виявлених недоліків.

Запропоновано діагностику за принципом від загального до конкретного.

Описано структурні моделі розвитку дефектів в силових трансформаторах та дерева відмов та запропонована узагальнена математична модель оцінки стану силового трансформатора з урахуванням можливого розвитку дефектів.

Описано питання оптимізації процесу виявлення дефектів трансформатора на ранній стадії, шляхом використаного алгоритму оперативного реагування на сигнал газового реле та комплексного обліку показань контрольно-вимірювального обладнання трансформатора.

Запропоновано дерево відмови при дефекті дуга в баку та сформульовані рекомендації для локалізації цього пошкодження.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведено техніко-економічний аналіз економічного ефекту від проіеденої модернізації на тяговій підстанції.

Проведено розрахунок зниження втрат електроенергії від проведеної модернізації.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновані заходи пожежної безпеки на тяговій підстанції

Запропоновані заходищодо підвищення стійкості роботи тягової підстанції в умовах надзвичайних ситуацій.

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

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі проведено аналіз досліджень дефектів та аварійних процесів в силових трансформаторах, а також проведена реконструкція тягової підстанції ЕЧЕ-53 для підвищення надійності електропостачання залізниці на заданій ділянці.

Отримані наступні результати:

1. Проведено аналіз електропостачання електричної тяги та електричного обладнання підстанції.

2. Запропоновано функціональне описання трансформатора як об’єкту діагностування, та описана функціонально-структурна модель силового трансформатора.

3. Проведений аналіз режимів навантаження та обґрунтовано заміну трансформатора на потужніший (25000 кВА на 40000 кВА ).

4. Проведені розрахунки електричних захистів фідерів контактної мережі: дистанційного ненаправленого захисту, струмової відсічки, дистанційного направленого захисту з витримкою за часом.

5. Проведений розрахунок власних потреб підстанції з вибором акумуляторної батареї.

6. Проведена класифікація дефектів силових трансформаторів з метою виключення виявлених недоліків і запропоновано діагностику за принципом від загального до конкретного.

7. Описаний алгоритм оптимізації процесу прийняття рішення обслуговуючим персоналом при оцінці стану трансформатора після спрацювання газового реле на сигнал.

8. Запропоновано дерево відмови при дефекті дуга в баку та сформульовані рекомендації для локалізації цього пошкодження

**Перелік посилань.**

1. Підвищення надійності роботи силових трансформаторів тягової підстанції, м. Тернопіль // 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. 179.

АНОТАЦІЯ

**Незнайомий О. Ю., Підвищення надійності роботи силових трансформаторів тягової підстанції, м Тернопіль**, 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2017.

У дипломній роботі проведено аналіз досліджень дефектів та аварійних процесів в силових трансформаторах, а також проведена реконструкція тягової підстанції ЕЧЕ-53 для підвищення надійності електропостачання залізниці на заданій ділянці.

Проведено аналіз електропостачання електричної тяги та електричного обладнання підстанції.

Запропоновано функціональне описання трансформатора як об’єкту діагностування.

Проведений аналіз режимів навантаження та обґрунтовано заміну трансформатора на потужніший.

Проведені розрахунки електричних захистів фідерів контактної мережі: дистанційного ненаправленого захисту, струмової відсічки, дистанційного направленого захисту з витримкою за часом.

Проведений розрахунок власних потреб підстанції та вибір акумуляторної батареї.

Розглянута класифікація дефектів силових трансформаторів та запропоновано діагностику за принципом від загального до конкретного.

**Ключові слова:** тягова підстанція, трансформатор, дефект, фідер.

**ANNOTATION**

**Neznayomyi O. Y. Imorove the reliability of power transformers of traction . substation, town of Ternopil/** 8.05070103 – Electrotechnical Systems of Electricity Consumption; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2017.

In the thesis research analysis of defects and emergency processes in power transformers. Also reconstruction of traction substation was included.

Conducted the analysis of power electric propulsion and electrical substation equipment.

A functional description of the transformer as an object of diagnosis was suggested.

The analysis load modes was provided and replacement of transformer for more powerfull was proved.

The calculations electric feeder protection contact network was provided: remote non-directional protection, overcurrent cutoff, remote directional protection with time moderation.

The calculation of own needs of substations and selection of the battery was conducted.

Considered classification of defects power transformers and suggested diagnosis on the basis of the general to the specific.

**Keywords:** an traction substation, an transformer, defect, feeder.