

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

ГОЛИК ЮРІЙ ІГОРОВИЧ

УДК 621.311.1

**РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТЯГОВОЇ
ПІДСТАНЦІЇ**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
9

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

Буняк Олег Андронікович,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент:

кандидат технічних наук, старший викладач кафедри фізики

Сіткарь Оксана Андріївна

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 23 грудня 2019 р. о 14.⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 39 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 умовах ринкової економіки набуває широкого використання залізничний транспорт. Це вимагає підвищення технічних вимог до тягових підстанцій та силового обладнання для регулювання режимів системи тягового електропостачання.

Основним завданням для забезпечення безперебійного електропостачання залізничного транспорту, є підвищення надійності силових агрегатів і устаткування. Аналіз стану силових агрегатів показав, що силове обладнання тягової підстанції є застаріле. Це призводить до великих експлуатаційних витрат на ремонти та ріст технологічних втрат в системі електроспоживання.

Тому, основним методом підвищення надійності роботи силових агрегатів тягових підстанцій є модернізація силового устаткування з врахуванням прогнозованого зростання електричних навантажень. До силових агрегатів тягових підстанцій відносяться силові трансформатори, які характеризуються високою вартістю, високовольтні вимикачі змінного струму, роз'єднувачі, швидкодіючі вимикачі постійного струму, пристрої регулювання напруги під навантаженням (РПН) або вольт додаткові пристрої.

Виходячи з викладеного при вирішенні практичних завдань підвищення надійності в системах електропостачання залізниці необхідно розглядати вказані силові агрегати при проведенні модернізації.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є розробка технічних рішень підвищення надійності тягової підстанції на основі модернізації силового обладнання.

Відповідно до вказаної мети поставлені наступні завдання:

- провести техніко-економічний аналіз роботи тягової підстанції та контактної мережі;
- аналіз методики оцінки надійності системи тягового електропостачання з врахуванням схеми регулювання;
- провести розрахунки електричних навантажень із обґрунтуванням необхідної заміни силових агрегатів;
- провести розрахунки електричного захисту фідерів контактної мережі;
- розробити технічні заходи підвищення ефективності використання електроенергії на тяговій підстанції;
- розробити організаційно-технічні заходи обслуговування та діагностики стану силових трансформаторів тягової підстанції.

Об'єкт дослідження – процеси забезпечення надійності систем електропостачання тягових підстанцій.

Предмет дослідження – методи підвищення технічної надійності роботи силового обладнання тягових підстанцій.

Наукова новизна отриманих результатів.

- отримало подальший розвиток застосування технічних та організаційно-технічних заходів підвищення надійності системи електропостачання тягової підстанції.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані технічні рішення підвищення надійності силового обладнання тягової підстанції дозволить знизити експлуатаційні витрати на ремонт та технологічні витрати в системі електропостачання.

Апробація.

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

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (27 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 99 сторінок, 9 таблиць, 6 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У **першому розділі «Аналітична частина»** проведена оцінка надійності силового обладнання системи тягового електропостачання та аналіз системи електропостачання тягової підстанції «Тернопіль».

Проведений аналіз показав, що ефективність управління режимами системи електропостачання поїздів суттєво залежить від надійності регульовальних пристроїв наряду із силовими трансформаторами, особливо при інтенсивному зношенні силового обладнання. Особливо це стосується високовольтних вимикачів змінного струму, роз'єднувачів, швидкодіючі вимикачів постійного струму, пристрої регулювання напруги під навантаженням (РПН).

Встановлено, що оцінку надійності необхідно проводити на основі побудови та аналізу структурно-логічної схеми, тобто дослідити вплив на рівень надійності всієї системи за складовими її елементів.

У **другому розділі «Науково-дослідна частина»** побудована структурно-логічна схема розрахунку показників надійності системи електропостачання тяги поїздів постійного струму для визначення сумарної інтенсивності потоку

Визначено методологічні підходи до оцінки надійності регульовальних пристроїв системи електропостачання тягової підстанції при здійсненні регулювання режимів.

Розрахована ймовірність відмови підсистеми регулювання напруги знижувальних та перетворювальних трансформаторів які працюють паралельно.

У **третьому розділі «Технологічна частина»** проведені розрахунки електричних навантажень тягової підстанції та власних потреб підстанції.

Обґрунтовано для забезпечення надійності заміну існуючих трансформаторів тягової підстанції та силових агрегатів.

Проведені розрахунки максимальних робочих струмів приєднань та збірних шин тягової підстанції для вибору комутаційного обладнання та устаткування захисту електричної мережі. Запропоновані ключові заходи забезпечення підвищення енергетичної ефективності на залізниці.

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» проведені розрахунки електричних захистів фідерів контактної мережі тягових підстанцій та власних потреб підстанції.

На основі технологічних розрахунків запропоноване обладнання щодо захисту фідерів тягової підстанції та проведено техніко-економічне обґрунтування. Здійснено аналіз покращання показників надійності агрегатів тягової підстанції при встановленні ефективного обладнання захисту фідерів від коротких замикань та перенапруги.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» На основі аналізу особливостей функціонування знижувальних трансформаторів електричної тяги проведений аналіз сучасних методів обслуговування та діагностики стану силових трансформаторів тягової підстанції.

Розглянуто ефективність застосування методу тепловізійного діагностування, методу низьковольтного частотного аналізу, акустично-емісійного методу.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведений розрахунок експлуатаційних затрат на тяговій підстанції для забезпечення надійного обслуговування та ремонту силового обладнання.

Визначено собівартість передачі та розподілу електроенергії.

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

Запропоновані заходи щодо 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 вирішено практичну проблему забезпечення надійності роботи силового обладнання тягової підстанції на основі проведення модернізації силових агрегатів та впровадження заходів обслуговування та діагностики стану силових трансформаторів тягової підстанції.

1. Проведена оцінка надійності силового обладнання системи тягового електропостачання та аналіз системи електропостачання тягової підстанції «Тернопіль» дозволив встановити інтенсивне зношення, що вимагає його модернізація для забезпечення надійності.

2. Проведені розрахунки електричних навантажень тягової підстанції та власних потреб підстанції дозволили обґрунтувати для забезпечення надійності заміну існуючих трансформаторів тягової підстанції та силових агрегатів.

3. Проведені розрахунки електричних захистів фідерів контактної мережі тягових підстанцій та власних потреб підстанції. На основі технологічних

розрахунків запропоновано обладнання щодо захисту фідерів тягової підстанції.

4. Проведений аналіз покращення показників надійності агрегатів тягової підстанції при встановленні ефективного обладнання захисту фідерів від коротких замикань та перенапруги.

5. Визначені методологічні підходи до оцінки надійності регулювальних пристроїв системи електропостачання тягової підстанції при здійсненні регулювання режимів.

6. Складена структурно-логічна схема розрахунку показників надійності системи електропостачання тяги поїздів постійного струму.

7. Розрахована ймовірність відмови підсистеми регулювання напруги знижувальних та перетворювальних трансформаторів які працюють паралельно. Сумарна ймовірність безвідмовної роботи підсистеми регулювання напруги за допомогою пристроїв РПН становить $P_U = 0,959029$, що свідчить про високу надійність.

8. Запропоновані методи обслуговування та діагностики стану силових трансформаторів тягової підстанції. Розглянуто ефективність застосування методу тепловізійного діагностування, методу низьковольтного частотного аналізу, акустично-емісійного методу.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Забезпечення надійності роботи силового обладнання тягової підстанції. // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листопада 2019). М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2019. – С. 29.

АНОТАЦІЯ

Голик Ю.І., Розробка технічних заходів для забезпечення надійності роботи силового обладнання тягової підстанції, 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі вирішено практичну проблему забезпечення надійності роботи силового обладнання тягової підстанції на основі проведення модернізації силових агрегатів та впровадження заходів обслуговування та діагностики стану силових трансформаторів.

Проведені розрахунки електричних навантажень та електричних захистів фідерів контактної мережі тягової підстанції та власних потреб підстанції.

Проведений аналіз покращення показників надійності агрегатів тягової підстанції.

Розроблена структурно-логічна схема розрахунку показників надійності системи електропостачання тяги поїздів постійного струму та розрахована

ймовірність відмови підсистеми регулювання напруги знижувальних та перетворювальних трансформаторів, які працюють паралельно.

Запропоновані методи обслуговування та діагностики стану силових трансформаторів тягової підстанції.

Ключові слова: тягова підстанція, фідер, показники надійності, електричне навантаження.

ANNOTATION

Holyk Y. Development of technical measures to ensure the reliability of the traction substation power equipment, 141 – Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2019.

In diploma work is solves the practical problem of ensuring the reliability of the operation of traction substation power equipment based on the modernization of the power units and the introduction of maintenance and diagnostics of the status of power transformers.

The calculations of electrical loads and electrical protection of the feeders of the traction substation contact network and the substation's own needs were carried out.

The analysis of improvement of reliability indicators of units of traction substation is carried out.

A structural and logical scheme for calculating the reliability indicators of the DC traction power supply system has been developed and the probability of failure of the voltage regulation subsystem of lowering and converting transformers operating in parallel has been calculated.

The methods of service and diagnostics of the condition of power transformers of the traction substation are offered.

Keywords: traction substation, feeder, reliability indicators, electrical load.