

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

КРІСА АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 621.316

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В
СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МЕТАЛООБРОБНОГО ЦЕХУ**

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:

доктор технічних наук, професор кафедри електричної інженерії

Тарасенко Микола Григорович

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв

Козак Катерина Миколаївна,

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.

На електромеханічному заводі на одиницю продукції припадає досить значна доля питомої споживаної потужності. Це є збитково для підприємства і призводить до підвищення вартості продукції для покриття цих збитків. Основною причиною цього є незавантаженість трансформаторів, у зв'язку із встановленням енергоощаднішого електрообладнання у цехах, і застарілі системи компенсації реактивної потужності з ручним керуванням. Тому актуальним є розробка заходів зниження втрат електроенергії та, відповідно, проведення модернізації системи електропостачання окремих підрозділів з урахуванням новітніх досягнень науки і техніки на основі техніко-економічного обґрунтування рішень, при яких забезпечується оптимальна надійність постачання споживачів електроенергією в необхідних розмірах, необхідної якості з найменшими витратами.

Метою дипломної роботи є розробка заходів зниження втрат електроенергії та підвищення економічних показників ефективності електроспоживання металообробного цеху електромеханічного заводу.

Завдання дослідження:

- провести аналіз причин втрат електроенергії в системі електропостачання металообробного цеху;
- провести дослідження математичних моделей вибору оптимальних проектних рішень для системи електропостачання металообробного цеху по критерію мінімуму затрат;
- провести розрахунок електричних навантажень цеху, вибір оптимального місця розташування цехової КТП та оптимальної потужності силового трансформатора по критерію мінімуму затрат;
- здійснити вибір оптимальної схеми силової мережі металообробного цеху заводу, провести розрахунок елементів розподільної мережі та струмів короткого замикання, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання;
- провести розрахунок освітлювальної мережі металообробного цеху з використанням сучасних енергозберігаючих джерел світла;
- провести дослідження математичної моделі оптимального розподілення компенсуючих пристроїв в системі електропостачання заводу по мінімуму затрат;
- провести дослідження оптимальної компенсації реактивної потужності в залежності від характеру добового графіка реактивного навантаження металообробного цеху.

Об'єкт дослідження – система електропостачання металообробного цеху електромеханічного заводу.

Предмет дослідження – заходи зниження втрат електроенергії в системі електропостачання металообробного цеху.

Наукова новизна отриманих результатів: застосовані математичні моделі вибору оптимальних проектних рішень по критерію мінімуму затрат та оптимального розподілення компенсуючих пристроїв дозволяють мінімізувати

втрати електричної енергії у системі електропостачання металообробного цеху та заводу в цілому.

Практичне значення отриманих результатів виявляється у можливості зменшенні втрат електроенергії в системі електропостачання металообробного цеху при мінімумі приведених затрат та виконанні умов по надійності електропостачання та якості електроенергії.

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 – 100 сторінок, 9 таблиць, 7 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 системи електропостачання електромеханічного заводу та наведено характеристику споживачів електроенергії металообробного цеху. Завод можна віднести до II-ї категорії споживачів за надійністю.

Здійснено аналіз причин втрат потужності в системі електропостачання заводу. Основними причинами втрат потужності є незавантаженість трансформаторів і застарілі системи компенсації реактивної потужності з ручним керуванням. Оскільки втрати електроенергії є важливим показником економічності роботи системи електропостачання, тому актуальним є вирішення цієї проблеми за допомогою розвитку, модернізації й технічному переозброєнні елементів системи електропостачання.

Також проаналізовано основні способи компенсації реактивної потужності. Оптимальна компенсація реактивної потужності є одним з найбільш ефективних способів зниження втрат електроенергії в електричних мережах промислових підприємств і енергосистем. Критерієм економічності при виборі і розрахунку компенсуючих пристроїв є мінімум приведених затрат. Одним із найважливіших показників економічності компенсуючих засобів є питомі витрати активної потужності на отримання реактивної потужності. Найменшими питомими втратами володіють батареї конденсаторів із-за простоти конструкції і обслуговування, відсутності частин, що обертаються, можливості установки їх в будь-якій точці мережі у вигляді великих батарей, групами чи індивідуально.

У **другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведено дослідження математичних моделей вибору оптимальних проектних рішень для системи електропостачання металообробного цеху по критерію мінімуму затрат.

Сформульована математична модель для вибору оптимального місця розташування КТП, керованими змінними задачі є координати розміщення електроспоживачів, а показником ефективності рішення виступають затрати в систему електропостачання, зокрема на довжину проводів живлення. Також складені математичні моделі вибору оптимальної потужності трансформаторів КТП цеху, оптимального перетину ліній живлення та економічної задачі компенсації реактивної потужності. Рішення даних задач забезпечує мінімізацію втрат електроенергії в системі електропостачання підприємства.

У третьому розділі «Технологічна частина» проведено розрахунок електричних навантажень металообробного цеху, здійснено вибір оптимальної схеми силової мережі, вибір потужності силового трансформатора. Проведено розрахунок елементів розподільної мережі, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання, та розрахунок втрат напруги в лініях.

Проведено розрахунок освітлювального навантаження металообробного цеху. Вибрано схему живлення, спосіб виконання та напругу робочої мережі. Система освітлення вибрана на базі сучасних світлодіодних промислових світильників «Uni high bay».

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» проведено розрахунок струмів короткого замикання у системі електропостачання заводу та мережі електропостачання металообробного цеху, перевірено апарати захисту на відключаючи здатність при струмах короткого замикання, а також було проведено розрахунок втрат напруги у лініях. У результаті розрахунків було виявлено, що апарати захисту підібрані вірно і спрацюють при виникненні короткого замикання. Також розглянуто релейний захист силового трансформатора КТП. Схема захисту виконана на пристрої РС80М2.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» проведено дослідження математичної моделі оптимального розподілення компенсуючих пристроїв в системі електропостачання електромеханічного заводу. Складено схему заміщення мережі заводу з 5 КТП та зроблено розрахунок математичної моделі. Показано затрати підприємства з існуючими компенсаційними установками та розраховано оптимальну потужність КУ. Результати розрахунків показали, що економічний ефект становить близько 100 тис. грн.

Також проведено дослідження оптимальної компенсації реактивної потужності в залежності від характеру добового графіка реактивного навантаження металообробного цеху.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведені розрахунки економічного обґрунтування доцільності модернізації системи електропостачання металообробного цеху. Термін окупності проектно-технічних рішень складає 1,5 роки.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи щодо захисту від ураження електричним струмом та надання першої допомоги при ураженні електричним струмом. Також проведено оцінку стійкості роботи електроенергетичної системи підприємства до дії світлового випромінювання ядерного вибуху.

У восьмому розділі «Екологія» проаналізовано вплив електромагнітного забруднення підприємством на довкілля та наведено методи та засоби захисту від електромагнітного забруднення.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання металообробного цеху електромеханічного заводу відповідно до розроблених заходів зниження втрат електроенергії і отримано такі результати:

1. Досліджено математичні моделі вибору оптимальних проектних рішень для системи електропостачання металообробного цеху по критерію мінімуму затрат. Проведено розрахунок електричних навантажень цеху, вибір оптимального місця розташування цехової КТП та оптимальної потужності силового трансформатора.

2. Здійснено вибір оптимальної схеми силової мережі металообробного цеху заводу, проведено розрахунок елементів розподільної мережі та струмів короткого замикання, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання, та розрахунок втрат напруги в лініях.

3. Проведено розрахунок освітлювального навантаження металообробного цеху. Вибрано схему живлення, спосіб виконання та напругу робочої мережі. Система освітлення вибрана на базі сучасних світлодіодних промислових світильників UNI HIGH BAY.

4. Проведено дослідження математичної моделі оптимального розподілення компенсуючих пристроїв в системі електропостачання заводу по мінімуму затрат. При оптимальному розміщенні компенсуючих пристроїв економічний ефект складе 100 тис. грн.

5. Здійснено оптимальну компенсацію реактивної потужності в залежності від характеру добового графіка реактивного навантаження споживачів металообробного цеху.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Кріса А. В. Сучасна енергоефективна система електропостачання цеху промислового підприємства / А.В. Кріса, В. Р. Драбик // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. —Том 3. — С. 31. — (Електротехніка та енергозбереження).

АНОТАЦІЯ

Кріса А. В. Розробка заходів зниження втрат електроенергії в системі електропостачання металообробного цеху, 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання металообробного цеху електромеханічного заводу відповідно до розроблених заходів зниження втрат електроенергії.

Проведено дослідження математичної моделі вибору оптимальних проектних рішень для системи електропостачання металообробного цеху по критерію мінімуму затрат, та згідно з нею здійснено розрахунки електричних навантажень цеху, вибір оптимального місця розташування центру живлення та оптимальних потужностей силових трансформаторів КТП.

Проведено вибір оптимальної схеми силової та освітлювальної мережі металообробного цеху заводу, здійснено розрахунок елементів розподільної мережі та струмів короткого замикання, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання, розрахунок втрат напруги в лініях.

Проведено аналіз математичної моделі оптимального розподілення компенсуючих пристроїв в електричній мережі заводу та здійснено дослідження оптимальної компенсації реактивної потужності в залежності від характеру добового графіка реактивного навантаження металообробного цеху.

Ключові слова: система електропостачання, втрати потужності, компенсуючі пристрої.

ANNOTATION

Krisa Andrii Volodymyrovych. Development of activities for decreasing electricity losses in the power supply system of the metal-working shop. 141 - electric power, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2019.

In diploma work modernisation of the system of power supply of metal-working workshop of electromechanics plant is conducted in accordance with the worked out events of decline of losses of electric power.

A study of mathematical model of choice of optimal project decisions is undertaken for the system of power supply of metal-working shop on the criterion of a minimum of expenses, and according to her the calculations of the electric loading of workshop, choice of optimal place of location of center of feed and optimal powers of power transformers of complete distributive substation (KDS), are carried out.

The choice of optimal chart of power and lighting network of metal-working shop of plant is conducted, the calculation of elements of distributive network and currents of short circuit, choice of interconnect vehicles and devices of defence of the system of power supply, calculation of losses of tension, is carried out in lines.

The analysis of mathematical model of optimal allocation of compensative devices is conducted in the electric network of plant and research of optimal indemnification of reactive-power is carried out depending on character of day's chart of the reactive loading of metal-working shop.

Key words: power supply system, power losses, compensating devices.