МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**МУЗИЧЕНКО ТАРАС АНДРІЙОВИЧ**

УДК621.316

**МІНІМІЗАЦІЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВ «ЕНЕРГОТЕРМ»**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2018

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

**Решетник Віктор Якович**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри світлотехніки та електротехніки

**Куземко Наталія Анатоліївна**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 22 лютого 2018 року о 1400 годині на засіданні екзаменаційної комісії №36 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 промисловому підприємстві   
ТОВ «Енерготерм» 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 і застарілі системи компенсації реактивної потужності з ручним керуванням. Тому актуальним є проведення модернізації системи електропостачання підприємства з урахуванням новітніх досягнень науки і техніки на основі техніко-економічного обгрунтування рішень, при яких забезпечується оптимальна надійність постачання споживачів електроенергією в необхідних розмірах, необхідної якості з найменшими витратами.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є мінімізація втрат потужності в системі електропостачання підприємства   
ТОВ «Енерготерм» для підвищення економічних показників ефективності електроспоживання.

Відповідно до вказаної теми розв’язувалися такі завдання:

* провести дослідження математичних моделей вибору оптимальних проектних рішень для системи електропостачання підприємства по критерію мінімуму затрат;
* здійснити розрахунок електричних навантажень підприємства, вибір оптимального місця розташування ЦРП та оптимальних потужностей трансформаторів по критерію мінімуму затрат;
* провести вибір оптимальної схеми силової та освітлювальної мережі механічного цеху підприємства, розрахунок елементів розподільної мережі та струмів короткого замикання, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання, розрахунок втрат напруги в лініях;
* провести аналіз математичної моделі оптимального розподілення компенсуючих пристроїв в електричній мережі підприємства;
* провести дослідження оптимальної компенсації реактивної потужності в залежності від характеру добового графіка реактивного навантаження механічного цеху.

**Об’єкт дослідження** – втрати потужності в системі електропостачання підприємства.

**Предмет дослідження** – критерії економічності при виборі і розрахунку елементів системи електропостачання підприємства.

**Наукова новизна отриманих результатів:** застосовані математичні моделі вибору оптимальних проектних рішень по критерію мінімуму затрат та оптимального розподілення компенсуючих пристроїв дозволяють мінімізувати втрати потужності у системі електропостачання підприємства.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Виявляється у можливості зменшенні втрат потужності в системі електропостачання підприємства при мінімумі приведених затрат та виконанні умов по надійності електропостачання та якості електроенергії.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VІ-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (16-17 листопада 2017 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 – 114 сторінок, 29 таблиць,  
21 рисунок.

**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 підприємства, наведено потужності виробничих цехів та подано характеристику споживачів механічного цеху. ТОВ “Енерготерм” спеціалізується на випуску радіо-електронної продукції, стабілізаторів напруги, лічильників електричної енергії. Підприємство можна віднести до ІІ-ї категорії споживачів за надійністю.

Здійснено аналіз причин втрат потужності в системі електропостачання підприємства. 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 підприємства.

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 любій 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 підприємства по критерію мінімуму затрат. Сформульована математична модель для вибору оптимального місця розташування центрального розподільчого пункту, керованими змінними задачі є координати розміщення РП, а показником ефективності рішення виступають затрати в систему електропостачання, зокрема на довжину кабельних ліній. Також складені математичні моделі вибору оптимальної потужності тарнсформаторів КТП підприємства, оптимального перетину ліній живлення та економічної задачі компенсації реактивної потужності. Рішення даних задач забезпечує мінімізацію втрат потужності в системі електропостачання підприємства.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено розрахунок електричних навантажень підприємства, вибір оптимального місця розташування ЦРП та оптимальних потужностей трансформаторів КТП по критерію мінімуму затрат.

Проведено вибір оптимальної схеми силової та освітлювальної мережі механічного цеху підприємства, здійснено розрахунок елементів розподільної мережі та струмів короткого замикання, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання цеху, розрахунок втрат напруги в лініях. Система освітлення вибрана на базі світильника ЛСП02 з люмінісцентними лампами.

Проведено встановлення багатофункціональних лічильників електричної енергії серії “Энергия-9” типу СТКЗ-05 для контролю та обліку електрчної енергії на підприємстві. Також виконано розрахунки грозозахисту та заземлюючого пристрою.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведено вибір оптимальної схеми електропостачання на основі критерію мінімуму приведених затрат з найменшими приведеними затратами 1258670,8 грн.

Проведено розрахунок струмів короткого замикання у системі електропостачання підприємства та мережі електропостачання механічного 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 силових трансформаторів КТП.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** проведено дослідження математичної моделі оптимального розподілення компенсуючих пристроїв в електричній мережі підприємства. Усього до оптимального розподілення компенсуючих пристроїв по мінімуму затрат в схемі електропостачання розглядалось 22 вузли, на стороні напругою 10 кВ і 0,4 кВ. Результати розрахунків показали, що при існуючому режимі компенсації річні затрати склали величину 285, 2 тис. грн., а при оптимальному розміщені компенсуючих пристроїв величину 185,7 тис грн. Таким чином економічний ефект становить 99,5 тис. грн.

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

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведені розрахунки економічного обґрунтування доцільності модернізації системи електропостачання підприємства.

Проведені техніко-економічні розрахунки: капітальних вкладень, амортизаційних відрахувань, планування вартості витрачених матеріалів. складено кошторис.

**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 промислового підприємства ТОВ «Енерготерм» з метою зменшення втрат потужності та підвищення економічних показників ефективності електроспоживання і отримано такі результати:

1. Проведено дослідження математичних моделей вибору оптимальних проектних рішень для системи електропостачання підприємства по критерію мінімуму затрат. Відповідно до цих моделей проведено розрахунок електричних навантажень підприємства, вибір оптимального місця розташування ЦРП та оптимальних потужностей трансформаторів КТП.

2. Проведено вибір оптимальної схеми електропостачання підприємства на основі критерію мінімуму приведених затрат з найменшими приведеними затратами 1258670,8 грн.

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

4. Проведено розрахунок освітлювальних установок робочого і аварійного освітлення механічного цеху. Вибрано схему живлення, спосіб виконання та напругу робочої мережі. Система освітлення вибрана на базі світильника ЛСП02 з люмінісцентними лампами.

5. Проведено дослідження математичної моделі оптимального розподілення компенсуючих пристроїв в електричній мережі підприємства по мінімуму затрат. При оптимальному розміщені компенсуючих пристроїв економічний ефект складе 99,5 тис. грн.

6. Проведено дослідження оптимальної компенсації реактивної потужності в залежності від характеру добового графіка реактивного навантаження механічного цеху.

**Перелік посилань.**

1. Музиченко Т. А. Дослідження режимів роботи компенсуючих пристроїв у системі електропостачання промислових підприємств / Т. А. Музиченко, О. В. Попович, // Збірник тез доповідей Ⅵ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 118. — (Електротехніка та енергозбереження).

**АНОТАЦІЯ**

**Музиченко Т.А., Мінімізація втрат потужності в системі електропостачання ТОВ «Енерготерм»**, 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання підприємства з метою мінімізації втрат потужності та підвищення економічних показників ефективності електроспоживання.

Проведено дослідження математичної моделі вибору оптимальних проектних рішень для системи електропостачання підприємства по критерію мінімуму затрат, та згідно з нею здійснено розрахунки електричних навантажень підприємства, вибір оптимального місця розташування розподільчих пунктів та оптимальних потужностей трансформаторів.

Проведено вибір оптимальної схеми силової та освітлювальної мережі механічного цеху підприємства, 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 підприємства та здійснено дослідження оптимальної компенсації реактивної потужності в залежності від характеру добового графіка реактивного навантаження механічного цеху.

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

**ANNOTATION**

**Muzychenko T.A., Minimization of power losses in the power supply system in Energoterm, LLC,** 141 - electric power, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2018.

In this diploma paper, the modernization of the power supply system of the enterprise was prepared in order to minimize power losses and to increase the economic indicators efficiency of electricity consumption.

The research of the mathematical model of the choice of optimal design solutions for the enterprise's power supply system was carried out according to the minimum cost criterion, and according to it, the calculations of the electrical load of the enterprise, the choice of the optimal location of the distribution points and the optimal capacities of the transformers were made too.

The choice of the optimal scheme of the power and lighting network of the mechanical shop of the enterprise was prepared, the calculation of the elements of the distribution network and short-circuit currents, the choice of switching devices and devices for protecting the power supply system, calculation of voltage losses in the lines were investigated.

The analysis of the mathematical model of the optimal distribution of compensating devices in the electric network of the enterprise is carried out and the research of optimal compensation of reactive power depending on the nature of the daily schedule of the reactive loading of the mechanical workshop were passed.

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