

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

КУШНІР МИРОСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 621.31.1

**РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ЕЛЕКТРОЦЕХУ МАШИНОБУДІВНОГО ЗАВОДУ**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

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

Лупенко Анатолій Миколайович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
кафедри автоматизації технологічних процесів і
виробництв

Козак Катерина Миколаївна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. 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. Основним завданням при оптимізації системи електропостачання підприємства є зниження рівня втрат електроенергії.

Проведений аналіз показав, що зниження технічних втрат полягає в зміні конфігурації мережі, внаслідок необхідності проведення реконструкції; зміна технічного стану електричного обладнання, внаслідок зношення елементів системи електропостачання, що призводить до суттєвого зниження надійності та додатковим втратам електричної енергії; необхідності заміни перерізів проводів та переведення ліній на більш високу напругу.

Значного зниження технічних втрат можливо досягти за рахунок компенсації реактивної потужності. Основні критерії оптимізації при компенсації реактивної потужності такі: економічні – максимальне зниження втрат електроенергії, мінімальний термін окупності, мінімум приведених затрат на передачу та генерацію реактивної потужності; технічні – забезпечення балансу реактивної потужності, покращення рівнів напруги, збільшення пропускної спроможності.

Існуючі на сьогоднішній день втрати базуються на балансових втратах і визначаються методом експертних оцінок, так як для цього використовується тільки невелика частина достовірної інформації – споживання енергосистеми в цілому, вироблення енергії електростанціями та потоки енергії за «зовнішніми» перетоками потужності.

Виходячи із вищесказаного необхідно застосовувати комплексний підхід щодо зниження втрат електроенергії на підприємстві, що забезпечить необхідну ефективність.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є розробка технічних заходів зниження втрат електроенергії в системі електропостачання електричного цеху підприємства та машинобудівного заводу в цілому.

Відповідно до вказаної мети розв'язувались наступні завдання:

- провести аналіз діючої системи електропостачання підприємства та дослідження заходів щодо зниження технічних втрат електроенергії;
- провести розрахунки електричних навантажень електричного цеху та підприємства в цілому;
- провести розрахунки щодо вибору зовнішньої та внутрішньої мережі підприємства та вибрати потужності цехових трансформаторних підстанцій;
- провести розрахунки струмів короткого замикання та здійснити вибір комутаційного обладнання та захисту.
- провести перевірку кабелів на стороні 10 кВ цехових трансформаторів на термічну стійкість та обґрунтувати зміну площі січення проводів;
- запропонувати заходи зниження технічних втрат в силових трансформаторах ГПП;
- обґрунтувати схему компенсації реактивної потужності на підприємстві та провести вибір конденсаторних установок для встановлення на ланках 10 кВ та 0,4 кВ.

Об'єкт дослідження – системи електропостачання підприємств та режими споживання електроенергії.

Предмет дослідження – заходи зниження технічних втрат електроенергії цехів та підприємства в цілому.

Наукова новизна отриманих результатів.

– отримало подальший розвиток використання заходів зниження втрат електроенергії в системі електропостачання підприємства на основі аналізу балансових втрат та модернізації електричного обладнання та комутаційної апаратури.

Практичне значення отриманих результатів. Проведені заходи зниження технічних втрат в системі електропостачання електричного цеху та встановлення засобів компенсації реактивної потужності на ланках 10 кВ та 0,4 кВ підприємства дозволить знизити втрати електроенергії та підвищити надійність роботи.

Апробація.

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VIII Міжнародна науково-технічна конференція 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 (26 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 101 сторінка, 24 таблиці, 9 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У **першому розділі «Аналітична частина»** проведений аналіз діючої системи електропостачання електричного цеху заводу та підприємства в цілому та заходів зниження технічних втрат.

Встановлено, що при впровадженні технічних заходів необхідно враховувати стан технологічного обладнання в залежності від інтенсивності експлуатації, коефіцієнтів використання кожної групи обладнання.

Показано, що при заміні кабелів (проводів) необхідно провести розрахунки на термічну стійкість з врахуванням номінальних та максимальних навантажень за струмами; при аналізі стану ГПП необхідно провести оцінку використання ступенів напруги для проведення електропостачання підприємства за економічними критеріями; при встановленні пристроїв компенсації реактивної потужності необхідно провести аналіз на основі техніко-економічних показників.

У **другому розділі «Науково-дослідна частина»** на основі аналізу аналітичних моделей керування конденсаторними пристроями проведено

обґрунтування місця встановлення КБ для компенсації реактивної потужності електричного цеху підприємства.

Розрахунки за дисконтними витратами показали, що найбільш економічним є варіант встановлення КП для компенсації реактивної потужності електричного цеху на стороні НН (0,4 кВ).

У третьому розділі «Технологічна частина» проведений розрахунок електричних навантажень електричного цеху та підприємства в цілому.

Проведені розрахунки силового та освітлювального обладнання електричного цеху та вибір проводів на ланках 0.4 кВ.

На основі розрахунків електричних навантажень підприємства визначено центр електричних навантажень. Проведені розрахунки щодо вибору зовнішньої та внутрішньої мережі підприємства дозволили вибрати потужності цехових трансформаторних підстанцій.

Проведені розрахунки щодо вибору площі перерізу кабелів ланок 10 кВ.

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» на основі розрахунків струмів короткого замикання проведено вибір комутаційного обладнання та захисту.

Проведений вибір трансформатора власних потреб головної понижувальної підстанції та типи розподільних пунктів на стороні низької напруги головної понижувальної підстанції, трансформаторів струму та напруги.

Проведена перевірка кабелів на стороні 10 кВ цехових трансформаторів на термічну стійкість та обґрунтована зміна січення проводів. Здійснено вибір вимикачів на сторонах 110 кВ та 10 кВ.

Проведений розрахунок релейного захисту трансформаторів головної понижувальної підстанції з вибором обладнання.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» на основі аналізу видів компенсації реактивної потужності та варіантів використання конденсаторних установок проведено розрахунки компенсації реактивної потужності на підприємстві.

На основі техніко-економічного обґрунтування вибрано схему компенсації та проведений вибір конденсаторних установок для встановлення на ланках 10 кВ (синхронні двигуни, дугові плавильні печі) та 0,4 кВ цехових трансформаторних підстанцій.

Розрахунковий коефіцієнт реактивної потужності на ввіді головної понижувальної підстанції становить 0,308 при заданому значенню підприємству енергосистемою 0,31. Запас реактивної потужності на шинах головної понижувальної підстанції становить 18,85%.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено техніко-економічне обґрунтування схеми зовнішнього електропостачання підприємства на основі вибору варіанту напруги на високій стороні головної понижувальної підстанції.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуті заходи з охорони праці та техніки безпеки при експлуатації головної понижувальної підстанції підприємства.

Запропоновані заходи щодо підвищення стійкості роботи трансформаторних підстанцій за умов надзвичайних ситуацій.

У восьмому розділі «Екологія» на основі аналізу технологічних процесів машинобудівних заводів запропоновані заходи забезпечення екологічної безпеки.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі на підставі проведеного аналізу, технологічних розрахунках та прийнятих конструктивних рішеннях вирішено практичну проблему зниження технічних втрат електроенергії в системі електропостачання електричного цеху та заводу в цілому.

1. На основі аналізу діючої системи електропостачання підприємства встановлено, що основні втрати електроенергії на підприємстві припадають на кабельні лінії електричної мережі 10 кВ та величину реактивної потужності при виконанні технологічних процесів.

2. Проведений розрахунки електричних навантажень силового та освітлювального обладнання електричного цеху та підприємства в цілому, що дозволило вибрати розміщення та потужності цехових трансформаторних підстанцій.

3. Проведені розрахунки струмів короткого замикання та вибір комутаційного обладнання та захисту, трансформатора власних потреб ГПП, типи розподільних пунктів на стороні низької напруги ГПП, трансформаторів струму та напруги.

4. Проведена перевірка кабелів на стороні 10 кВ цехових трансформаторів на термічну стійкість та обґрунтовано зміну площі сечення проводів та здійснено вибір вимикачів на сторонах 110 кВ та 10 кВ.

5. Проведений розрахунок релейного захисту трансформаторів головної понижувальної підстанції з вибором обладнання.

6. На основі техніко-економічного обґрунтування вибрано схему компенсації реактивної потужності та проведений вибір конденсаторних установок для встановлення на ланках 10 кВ (синхронні двигуни, дугові плавильні печі) та 0,4 кВ цехових трансформаторних підстанцій.

Розрахунковий коефіцієнт реактивної потужності на ввіді ГПП становить 0,308 при заданому значенню підприємству енергосистемою 0,31.

7. Обґрунтовано використання в якості напруги зовнішнього електропостачання ГПП 110 кВ та встановлення трансформаторів ТМН 1600/110/10 кВ.

Запас реактивної потужності на шинах головної понижувальної підстанції становить 18,85%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Розробка заходів зниження втрат електроенергії в системі електропостачання машинобудівного заводу // Актуальні задачі сучасних

технологій: зб. тез доповідей Міжн. 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. 45.

АНОТАЦІЯ

Кушнір М.В. Розробка технічних заходів зниження втрат електроенергії в системі електропостачання електроцеху машинобудівного заводу, 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі вирішено практичну проблему зниження технічних втрат електроенергії в системі електропостачання електричного цеху та підприємства в цілому.

Проведені дослідження щодо зниження втрат електроенергії на підприємстві.

Проведені розрахунки електричних навантажень силових та освітлювальних споживачів електричного цеху та підприємства.

Визначено величини необхідної реактивної потужності з енергосистеми в режимах її максимальних навантажень та здійснена компенсація реактивної потужності.

Проведені розрахунки струмів короткого замикання та здійснено вибір захисного обладнання.

Проведена перевірка кабелів на стороні 10 кВ цехових трансформаторів на термічну стійкість та обґрунтовано зміну площі січення проводів та здійснено вибір вимикачів на сторонах 110 кВ та 10 кВ.

Проведений розрахунок релейного захисту трансформаторів головної понижувальної підстанції з вибором обладнання.

Ключові слова: навантаження, релейний захист, компенсація реактивної потужності.

ANNOTATION

Kushnir M. Development of technical activities for decreasing electricity losses in the power supply system of an electrical shop of a machine-building plant 141 – Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2019.

In diploma paper solved the practical problem of reducing electric power losses in the electric power supply system of the electric shop and the enterprise as a whole.

Conducted research the reduce electricity losses at the enterprise.

Calculations of electrical loads of power and lighting consumers of the electric shop and the enterprise were carried out.

Determined the value of the required reactive power from the grid in modes of its maximum loads and conducted compensation of reactive power.

The calculations of short-circuit currents have been carried out and the selection of protective equipment has been made.

Carried the calculations the cables on the side of 10 kV of the shop transformers on thermal stability and change of the cross-sectional area of the wires was substantiated and the selection of switches on the 110 kV and 10 kV sides was made.

The calculation of relay protection of transformers of the main lowering substation with the choice of equipment was carried out.

Keywords: load, relay protection, reactive power compensation.