

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

РАБСЬКИЙ ОЛЕГ МИРОСЛАВОВИЧ

УДК 621.311

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ
ЕНЕРГІЇ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

диplomної 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: кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії

Буняк Олег Андронікович,
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 09⁰⁰ 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.

Неухильне зростання вартості енергетичних ресурсів вимагає від сучасних підприємств застосовувати заходи щодо споживання електричної енергії.

Особливо це важливо для підприємств переробної галузі, яка характеризується особливими умовами функціонування як зовнішньої системи електропостачання так і будовою внутрішньої розподільної електричної мережі. Серед особливих умов необхідно відмітити незбалансовані режими електроспоживання технологічним та допоміжним електричними обладнанням, віддаленість центрів живлення від силового навантаження, що негативно впливає не тільки на рівні напруги на входах різнорідних електроприймачів але і до зростання втрат в кабельних лініях.

Одним з найефективніших шляхів заощадження енерговитрат на підприємстві є керування режимами електроспоживання. На ряду із використанням керування навантаженням через регулювання потужностями споживачів-регуляторів, побудови автоматизованих систем обліку електричної енергії, розміщення цехових трансформаторів поблизу центрів навантаження, для забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії використовується метод регулювання напруги.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є забезпечення раціонального використання електричної енергії на підприємства на основі модернізації системи електропостачання та побудови двокаскадної системи управління напругою.

Відповідно до вказаної мети розв'язувались наступні завдання:

- провести аналіз заходів та засобів забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії на підприємстві;
- запропонувати систему керування напругою на головній понижувальній підстанції та цехових трансформаторах підприємства;
- провести розрахунки електричних навантажень підприємства та вибір перерізів повітряних та кабельних ліній на всіх рівнях електропостачання;
- провести розрахунки струмів короткого замикання та здійснити вибір струмоведучих частин і захисного обладнання;
- провести розрахунок та вибір релейного захисту і автоматики електричних споживачів підприємства та цехових підстанцій;
- провести розрахунки та здійснити вибір технічних засобів для встановлення системи обліку електричної енергії на підприємстві.

Об'єкт дослідження – режими процесів електропостачання промислових підприємств.

Предмет дослідження – розробка заходів забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії на промисловому підприємстві.

Наукова новизна отриманих результатів.

- отримало подальший розвиток застосування сучасних методів раціонального використання електричної енергії при різних режимах роботи технологічного обладнання.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані технічні рішення щодо регулювання напруги на головній понижувальній підстанції та побудови двокаскадної системи обліку електричної енергії дозволить оптимізувати споживання електричної енергії на підприємстві і, відповідно, знизити енергоємність продукції.

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 (25 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 98 сторінка, 26 таблиць, 1 діаграма, 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 системи електропостачання підприємства та новітніх методів та засобів оптимізації споживання електричної енергії.

Встановлено необхідність проведення розрахунків електричних навантажень підприємства на ланках головної понижувальної підстанції та цехових трансформаторних підстанціях з вибором оптимальних перерізів проводів і кабелів, числа і потужності трансформаторних підстанцій, засобів компенсації реактивної потужності та їх розміщення в електричній мережі.

Обґрунтовано необхідність встановлення дворівневої системи обліку електричної енергії та застосування двокаскадної системи регулювання напруги із використанням швидкодіючих автоматичних регуляторів.

У **другому розділі «Науково-дослідна частина»** запропонована структурна схема двокаскадної системи управління напругою на підприємстві та представлений алгоритм побудови моделі розрахунку параметрів.

Описаний алгоритм дозволяє з використанням методів теорії нечітких множин підтримувати оптимальні рівні напруги при мінімізації втрат в розподільній мережі підприємства.

Управління проводиться на трансформаторі головної понижувальної підстанції з встановленим пристроєм РПН в залежності від значень напруги на цехових трансформаторах із пристроями РБЗ.

У **третьому розділі «Технологічна частина»** проведені розрахунки електричних навантажень підприємства та здійснено вибір перерізів повітряних та кабельних ліній на всіх рівнях електропостачання.

Для вибору оптимальних режимів електроспоживання підприємства на здійснення регулювання на ланках високої напруги проведені розрахунки активної, реактивної та повної потужності на цехових трансформаторах 10 кВ та на ГПП напругою 110 кВ. Здійснено вибір розміщення розподільних пристроїв на основі визначення центру навантажень.

Проведені розрахунки електричних мереж підприємства на основі яких визначено та здійснений вибір перерізу проводів, жил кабелів на ланках 10 кВ, які задовольняють технічним та економічним умовам при нормальних та аварійних режимах роботи.

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» на основі розрахунків струмів короткого замикання здійснено вибір струмоведучих частин і захисного обладнання.

Проведено вибір роз'єднувачів і вимикачів на стороні 110 кВ. Здійснено вибір трансформаторів струму та напруги для підключення засобів комерційного обліку електричної енергії.

Для вибору раціонального рівня напруги та забезпечення оптимального електроспоживання проведений розрахунок втрат напруги в трансформаторі ГПП та визначено необхідні робочі положення відгалуження в режимі найбільших і найменших навантажень.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» проведені розрахунки та здійснено вибір технічних засобів для встановлення системи обліку електричної енергії.

Проведений розрахунки щодо вибору трансформаторів струму та напруги на ланках 10 кВ та 0,4 кВ цехових трансформаторів. Здійснена перевірка трансформаторів струму в максимальних та мінімальних режимах навантаження.

Поданий опис комплексу технічних засобів функціонування системи обліку електричної енергії на підприємстві.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведені розрахунки затрат на ремонтно-експлуатаційне обслуговування електрогосподарства підприємства. Проведений розрахунок вартості споживаної електричної енергії.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» запропоновані заходи при обслуговуванні електричних установок на головній понижувальній підстанції. Запропоновані заходи щодо підвищення стійкості підстанції від впливу електромагнітного імпульсу.

У восьмому розділі «Екологія» запропоновані заходи з екологічної безпеки на знижувальних підстанціях підприємства в процесі експлуатації.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі вирішено практичну проблему забезпечення раціонального використання електричної енергії на підприємства на основі модернізації системи електропостачання та побудові дворівневої системи управління напругою й отримані такі результати:

1. Обґрунтовано необхідність встановлення дворівневої системи обліку електричної енергії та запровадження системи управління напругою із використанням швидкодіючих автоматичних регуляторів на основі аналізу системи електропостачання підприємства та методів оптимізації споживання електричної енергії.

2. Проведені розрахунки активної, реактивної та повної потужності на цехових трансформаторах 10 кВ та на ГПП напругою 110 кВ для вибору оптимальних режимів електроспоживання підприємства на здійснення регулювання на ланках високої напруги.

3. На основі розрахунків струмів короткого замикання здійснено вибір струмоведучих частин і захисного обладнання, трансформаторів струму та напруги для підключення засобів обліку електричної енергії.

4. Проведені розрахунки втрат напруги в трансформаторі ГПП та визначено необхідні робочі положення відгалуження в режимі найбільших і найменших навантажень для вибору раціонального рівня напруги та забезпечення оптимального електроспоживання.

5. Проведені розрахунки та вибір технічних засобів для встановлення системи обліку електричної енергії.

6. Запропонована структурна схема двокаскадної системи управління напругою на підприємстві дає можливість підтримувати оптимальні рівні напруги при мінімізації втрат в розподільній мережі підприємства.

Управління проводиться на трансформаторі головної понижувальної підстанції з встановленим пристроєм РПН в залежності від значень напруги на цехових трансформаторах із пристроями РБЗ.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Оптимізація споживання електричної енергії на промисловому підприємстві // 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. 55.

АНОТАЦІЯ

Рабський О.М. Розробка заходів оптимізації споживання електричної енергії промислового підприємства, 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі вирішено практичну проблему забезпечення раціонального використання електричної енергії на підприємстві на основі модернізації системи електропостачання та побудові дворівневої системи управління напругою.

Обґрунтовано необхідність встановлення дворівневої системи обліку електричної енергії та запровадження системи управління напругою із використанням швидкодіючих автоматичних регуляторів.

Проведені розрахунки активної, реактивної та повної потужності на цехових трансформаторах 10 кВ та на ГПП напругою 110 кВ.

Здійснено вибір струмоведучих частин і захисного обладнання, трансформаторів струму та напруги для підключення засобів обліку електричної енергії.

Проведені розрахунки та вибір технічних засобів для встановлення системи обліку електричної енергії.

Запропонована структурна схема двокаскадної системи управління напругою на підприємстві.

Ключові слова: електричне навантаження, система обліку електроенергії, регулятор, лічильник.

ANNOTATION

Rabskyi O. Development of activities for optimization of electricity consumption of industrial enterprise, 141 – Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2019.

In diploma work solved with the practical problem of ensuring the rational use of electricity on enterprise on the basis of modernization of the power supply system and construction of a two-level system of voltage management.

The necessity of establishing a two-level system of electricity metering and introduction of a voltage control system using high-speed automatic regulators is substantiated.

Conducted the calculations of active, reactive and full power were carried out on 10 kV shop transformers and MLS on 110 kV.

Conducted the selection of current-carrying parts and protective equipment, current transformers and voltage for connection of the metering equipment is made.

Conducted the calculations and the selection of technical means for the installation of the electric energy metering system were carried out.

A structural diagram of a two-stage system for voltage control at an enterprise is proposed.

Keywords: electrical load, electricity metering system, regulator, meter.