Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

**Габор Руслан Михайлович**

УДК 621.316.722.076.12

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНДЕНСАТОРНИХ УСТАНОВОК В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ХЛІБОПРИЙМАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

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, с.н.с, доцент кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технології в електроенергетиці**Решетник Віктор Якович,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.  |
| **Рецензент:** | доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри світлотехніки та електротехніки  **Лупенко Анатолій Миколайович,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 36 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.** Одним з основних питань, пов'язаних з підвищенням якості електроенергії в мережах, що вирішуються як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації систем промислового електропостачання, є питання компенсації реактивної потужності, що включає вибір доцільних джерел, розрахунок і регулювання їх потужності, розміщення джерел в системі електропостачання.

Раціональна (оптимальна) компенсація реактивної потужності в промислових електромережах включає в себе широкий комплекс питань, спрямованих на підвищення економічності роботи електроустановок, поліпшення якості споживаної електроенергії і включають в себе методи вибору і розрахунку компенсуючих пристроїв, виходячи з умов виконання завдань енергосистеми; питання місця установки компенсуючих пристроїв і їх найвигіднішого розміщення, раціональної та безпечної експлуатації та захисту; ключові питання автоматичного регулювання реактивної потужності в промислових електромережах.

Раціональна компенсація реактивної потужності призводить до зниження втрат потужності через перетоків реактивної потужності, забезпечення належної якості споживаної електроенергії за рахунок регулювання і стабілізації рівня напруги в електромережах, досягненню високих техніко-економічних показників роботи електроустановок.

Проблема компенсації реактивної потужності в електричних системах країни має велике значення з наступних причин:

1) в промисловому виробництві спостерігається випереджаюче зростання споживання реактивної потужності в порівнянні з активною;

2) в міських електричних мережах зросло споживання реактивної потужності, обумовлене зростанням побутових навантажень;

3) збільшується споживання реактивної потужності в сільських електричних мережах.

**Мета і завдання дослідження.**

Основною метою роботи є розробка нової схеми електропостачання хлібоприймального підприємства, яка повинна забезпечити надійне електропостачання усіх споживачів, та відповідатиме вимогам енергозбереження, а також проведення аналізу та впровадження заходів зі зниження втрат електроенергії шляхом підвищення ефективності використання конденсаторних установок.

Поставлена в роботі мета вимагає вирішення наступних задач:

* аналіз заходів зі зниження втрат електричної енергії на промислових підприємствах;
* характеристика споживачів електроенергії, вибір схеми електропостачання та розрахунки навантажень електроспоживачів, дотримуючись вимог із надійності системи електропостачання;
* вибору оптимального числа і потужності трансформаторів;
* розрахунку силової та освітлювальної мережі;
* розрахунок струмів короткого замикання, та вибору високовольтного та низьковольтного електрообладнання, раціональні перетини кабелів і проводів;
* аналіз можливості та доцільності використання сучасного комутаційного обладнання у спроектованій схемі електропостачання, його вибір та перевірка за умовами термічної та електродинамічної стійкості;
* розробка заходів зі зниження втрат електроенергії та потужності шляхом підвищення ефективності використання конденсаторних установок.

**Об’єкт дослідження** – розподільна електрична мережа хлібоприймального підприємства.

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

**Наукова новизна отриманих результатів.**

Дістало подальший розвиток дослідження заходів зниження втрат електричної енергії шляхом підвищення ефективності використання конденсаторних установок, з врахуванням індивідуальних потреб і технологічного процесу хлібоприймального підприємства.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Ефективне використання конденсаторних установок в електричній мережі хлібоприймального підприємства дозволяє суттєво знизити втрати електричної енергії, та покращити якість електричної енергії.

**Апробація.** Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на VІ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів "Актуальні задачі сучасних технологій", на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (20 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 109 сторінок.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

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

**У першому розділі «Аналітична частина»** подано короткий опис технологічних процесів, що відбуваються на хлібоприймальному підприємстві. Розглянуто питання компенсації реактивної потужності в електромережах промислових підприємств. Подано характеристику, принцип роботи конденсаторних установок. Розглянуто види компенсації реактивної потужності, які можна проводити за допомогою конденсаторних установок; таких як: індивідуальна, групова та централізована.

Одинична компенсація – краща там, де:

1. потрібна компенсація потужних (понад 20 кВт) споживачів;

2. потужність, яка споживається постійно протягом тривалого часу.

Групова компенсація – застосовується для випадку компенсації декількох індуктивних навантажень, які розташовані поруч і вмикаються одночасно, підімкнених до одного розподільного пристрою і які компенсуються однією конденсаторною батареєю.

Централізована компенсація. Для підприємств, які потребують змінної реактивної потужності постійно ввімкнені батареї конденсаторів не прийнятні, оскільки при цьому може виникнути режим недокомпенсації або перекомпенсації.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** представлено шляхи використання та режими роботи конденсаторних установок. Наведено методику розрахунку параметрів конденсаторної установки в мережі. Представлено техніко-комерційні показники автоматичних установок компенсації реактивної потужності для аналізу особливості компенсації для кожної групи підприємств.

Розглянуто основні заходи компенсації реактивної потужності, до яких належать:

* створення раціональної схеми електропостачання шляхом зменшення кількості трансформаторів між джерелом і електроприймачами;
* розробка та впровадження заходів за вирівнювання графіків навантаження і покращення енергетичного режиму роботи силового електрообладнання;
* заміна на менш потужні або відключення частини силових трансформаторів, що завантажені в середньому менше ніж на 30%;
* правильний вибір електродвигунів за потужністю та видом;
* заміна асинхронних двигунів, що завантажені менш ніж на 70% їх номінальної потужності, іншими з меншою номінальною потужністю;
* перемикання статорних обмоток асинхронного двигуна напругою до 1 кВ, основною схемою якого є схема „трикутник“, на схему „зірка“, якщо двигун завантажений менш ніж на 40% номінальної потужності;
* покращення якості ремонту двигунів;
* обмеження тривалості роботи в режимі неробочого ходу двигунів та зварювальних трансформаторів;
* заміна асинхронних двигунів синхронними;
* удосконалення схем напівпровідникових перетворювачів;
* упорядкування технологічних процесів.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено аналіз споживачів електричної енергії підприємства, тобто усі електроприймачі характеризувалися за напругою, за режимом роботи, за родом струму, за мірою безперебійності. Також була описана однолінійна електрична схема.

Проведений розрахунок електричних навантажень, який проводився з метою виявлення повної максимальної потужності цеху необхідної для наступного вибору трансформаторів, та місця їх встановлення. Проведено вибір живлячі і розподільні мережі напругою до 1000 В, а також вибрані розподільні пункти, щити освітлення.

Проведено розрахунок захисту від струмів короткого замикання і перевантажень.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** здійснено розрахунки для перевірки ефективності встановлення засобів компенсації реактивної потужності. Вибраний компенсуючий пристрій, необхідний для зниження реактивної потужності і підвищення коефіцієнта потужності. Застосування конденсаторних установок на підприємстві є ефективним заходом з економії електроенергії, що окупиться менше ніж за 0,5 року і приведе до щорічної економії коштів підприємства більше 3 млн. грн.

Доведено, що за умов неповного завантаження виробничих площ частина тепла витрачається нераціонально, тому що здійснюється обігрів усього корпусу, а не лише робочих місць, тому пропонується в цехах, замість існуючої системи організованого водяного опалення встановити над робочими місцями системи інфрачервоного опалення, які мають безліч переваг, у порівнянні з існуючими системами опалення. Використання інфрачервоних обігрівачів може бути ефективним і приводити до економії коштів підприємства більше, ніж 600 тис. гривень щороку.

Здійснено перевірку ефективності системи освітлення. Пропонується замінити ртутні лампи на натрієві. Світлова віддача натрієвих ламп майже в два рази вища, ніж у ртутних Заміна ламп ДРЛ зовнішнього освітлення на натрієві приведе до річної економії коштів понад 8 тис. грн. при терміні окупності капіталовкладень 0,5 року.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** розроблено шляхи підвищення ефективності використання конденсаторних установок. Представлено дві моделі керування конденсаторними установками. В першому випадку запропоновано модель керування вхідною реактивною потужністю, який на відміну від існуючих локальних регуляторів, враховує можливість вибору найкращого варіанту вмикання такої комбінації установок по критерію мінімуму втрат в мережі споживача. Реалізація другої моделі дозволяє прогнозувати величину зниження втрат в залежності від потужності і місця установлення секції, яка може вмикатися для забезпечення кращої компенсації реактивної потужності. Це в свою чергу забезпечує додаткове зниження втрат.

Проведений аналіз розв’язання задач компенсації реактивної потужності для радіальних та магістральних електричних мереж промислових підприємств.

Розглянуто переваги і недоліки використання пристроїв для автоматичного регулювання потужностями конденсаторних установок. Недоліком пристрою для автоматичного регулювання потужностями конденсаторних установок є те, що в ньому не передбачено зниження втрат електроенергії в магістральних мережах.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** розглянуто основні підходи до оцінювання енергоспоживання промислових підприємств. Запропоновано порівнювати ефективність споживання енергії окремими підприємствами за величиною відносного потенціалу енергозбереження. на проведення модернізації системи електропостачання.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновано технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту, та з гігієни праці і виробничої санітарії на підприємстві.

Розглянуто питання проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

**У восьмому розділі «Екологія»** проведено аналіз заходів із регулювання викидів підприємства при несприятливих метеорологічних умовах.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі здійснено розробка нової схеми електропостачання хлібоприймального підприємства, яка забезпечує надійне електропостачання усіх споживачів, та відповідає вимогам енергозбереження, а також проведено аналізу та здійснено впровадження заходів зі зниження втрат електроенергії шляхом підвищення ефективності використання конденсаторних установок..

Отримані наступні результати:

1. Здійснено аналіз заходів зі зниження втрат електричної енергії на промислових підприємствах.
2. Подано характеристику споживачів електроенергії, здійснено вибір схеми електропостачання та проведено розрахунки навантажень електроспоживачів, дотримуючись вимог із надійності системи електропостачання.
3. Проведено вибір оптимального вибору числа, потужності та місця розташування цехових трансформаторів.
4. Здійснено розрахунок струмів короткого замикання, та вибір високовольтного та низьковольтного електрообладнання, раціональні перетини кабелів і проводів;
5. Проведено аналіз можливостей та доцільності використання сучасного комутаційного обладнання у спроектованій схемі електропостачання, його вибір та перевірка за умовами термічної та електродинамічної стійкості;
6. Проведений розрахунок втрат активної потужності від перетоків реактивної енергії на хлібоприймальному підприєстві, та здійснено вибір компенсувальних пристроїв. Виходячи з розрахунків, доведено, що доцільно відключати конденсаторні установки на ТП, де втрати від відключення КУ найменші, а додатково включати КУ потрібно на тій ТП, де втрати активної потужності від перетоків реактивної енергії будуть найбільші
7. Здійснено розробку заходів зі зниження втрат електроенергії та потужності шляхом підвищення ефективності використання конденсаторних установок.

Система електропостачання хлібоприймального підприємства відповідає усім умовам, необхідним для надійної і безпечної роботи.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Підвищення енергоефективності підприємств за рахунок контролю характеристик режимів електропостачання : Матеріали VІ Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій "], (Тернопіль, 16-17 лист. 2017 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. — Том ІІІ. : Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2017. — 259 с.

АНОТАЦІЯ

**Габор Р. М. Підвищення ефективності використання конденсаторних установок в системі електропостачання хлібоприймального підприємства.** 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018 р.

У дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання хлібоприймального підприємства для вирішення питання, пов'язаного з підвищенням надійності електропостачання струмоприймачів підприємства.

В процесі роботи виконаний розрахунок електричних навантажень, внесені конструктивні зміни в діючу електричну схему живлення електроприймачів, вибрані перерізи дротів і кабелів, виконаний розрахунок струмів коротких замикань

Розглянуті питання релейного захисту і автоматики, вимірювання і обліку електроенергії, а також питання енергозбереження.

Здійснено аналіз найбільш ефективних способів зниження втрат електричної енергії. Запропоновано шляхи підвищення ефективності використання конденсаторних установок в системі електропостачання.

**Ключові слова:** ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ПОТУЖНІСТЬ, НАПРУГА, СТРУМ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ, ТРАНСФОРМАТОР, ВТРАТИ.

**ANNOTATION**

**Habor R. Increasing the efficiency use of condenser units in the electricity supply system of the grain receiving enterprise.** 141 Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics. Ternopil Ivan Puluj National Technical University.

In this diploma paper, we update the electricity supply system of the bread making enterprise for solving the issue of increasing the reliability of the power supply of current collectors of the enterprise.

During our work we prepared the calculation of electrical loads, made structural changes to the current electrical circuit power of electrical equipment, selected sections of wires and cables and the calculation of short-circuit currents was performed.

The issues of relay protection and automation, measurement and electric power control, as well as energy saving issues are considered.

The analysis of the most effective ways of reducing the losses of electric energy is performed. The ways of increasing the efficiency of the use of condenser units in the power supply system are supposed.

**Keywords** POWER SUPPLY, POWER, VOLTAGE, SHORT CIRCUIT CURRENT, TRANSFORMER, VOLTAGE LOSSES**:**