МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**РИЩИКОВЕЦЬ ОЛЕКСІЙ ЛЕОНІДОВИЧ**

УДК 621.311.16

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВАНТАЖНО–ТРАНСПОРТНОГО ВІДДІЛЕННЯ**

**ТОВ «РЕМБУДТЕХНОЛОГІЯ», м. ВАРАШ**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2018

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

**Белякова Ірина Володимирівна**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри приладів і контрольно–вимірювальних систем

**Чайковський Андрій Вікторович**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 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.** Рівень енергоспоживання, ощадливе використання електроенергії на сьогодні є одним з визначальних факторів в економіці будь-якої країни, а надто країни, де наявний гострий дефіцит енергоносіїв. Підвищений рівень втрат електроенергії при її транспортуванні та розподілі зумовлений цілою низкою причин, як от: в електромережах практично відсутні повноцінні системи технічного моніторингу; пофідерний аналіз звітних даних щодо втрат електроенергії зводиться до визначення різниці між надходженням електроенергії та її корисним відпуском у межах балансової належності за показами приладів обліку. Як досліджено авторами: Лежнюком П. Д., Куликом В. В., Буславцем О. А., внаслідок неодночасності реєстрації показів лічильників знижується достовірність цих звітних даних.

Нормативні значення технологічних втрат електроенергії в умовах неповноти вихідної інформації оцінюються (а не визначаються!) за спрощеними моделями з використанням статистичної інформації про навантаження, а також незмінними протягом року схемами електромереж з параметрами, які також приймаються постійними, тобто їх достовірність також є обмеженою. Дослідження, проведені авторами: Красовським Ю. Л., Лежнюком П. Д., Куликом В. В., встановили, що інформація стосовно режимних параметрів електричних мереж (ЕМ) взагалі не враховується або фіксується епізодично.

Таким чином, значення понаднормативних витрат електроенергії в ЕМ, для зниження яких розробляються енерго - електроощадні заходи, оцінюються настільки наближено, що виявити ефект від впровадження останніх часто є неможливим.

Для вирішення проблем інформаційного забезпечення задач експлуатації ЕМ розробляються та впроваджуються відповідні інформаційно-розрахункові системи. Однак, на даний час можна вважати вирішеною лише проблему комерційного обліку електроенергії в системі АСКОЕ. Як досліджено авторами: Владіміровим Ю. В., Лежнюком П. Д., Буславцем О. А., Пашенком А. В., проблема аналізу режимів розподільних мереж, особливо до 1 кВ, не вирішена.

Це пов’язано зі значною розмірністю задачі (сотні тисяч вузлів та кіл у межах одного району ЕМ), а також обмеженими технічними можливостями щодо спостереження та керування. Оскільки пряме забезпечення повної спостережності ЕМ є недоцільним з економічних міркувань, то розв’язувати задачі аналізу, а надто прогнозування технологічних втрат електроенергії, доцільно засобами математичного моделювання за результатами натурних експериментів.

Таким чином, актуальною залишається проблема запровадження енергозберігаючих заходів саме в розподільних мережах. Проведення і оцінка ефективності енергозберігаючих заходів є однією із задач автоматизованої системи контролю та обліку електроспоживання (АСКОЕ), які зараз активно впроваджуються в електричних мережах енергосистем.

Оскільки до теперішнього часу в Україні велика частина електроенергії споживається промисловими підприємствами, то залишається також актуальною тематика аналізу впливу конфігурації систем електропостачання промислових споживачів на втрати електроенергії в електричних мережах.

**Мета і завдання дослідження.** Основною метою дипломної роботи є модернізація схеми електропостачання підприємства, а також проведення аналізу та впровадження заходів зі зниження втрат електроенергії шляхом оптимізації схемо–технічного рішення компенсації реактивної потужності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– проведення аналізу математичних моделей для обчислення втрат електроенергії в залежності від конфігурації електричних мереж;

– проведення аналізу ефективності схемо–технічних рішень компенсації реактивної потужності для зменшення втрат електроенергії в системах електропостачання промислових підприємств;

– проведення вибору схеми електропостачання та розрахунку навантажень електроспоживачів підприємства;

– проведення розрахунку силової та освітлювальної електромережі й вибору потужності трансформаторів;

– проведення розрахунку струмів к. з. та вибору високовольтного й низьковольтного електрообладнання, а також оптимального січення кабельно–провідникової продукції;

– проведення вибору й перевірки сучасного комутаційного обладнання за умовами термічної та електродинамічної стійкості;

– розроблення заходів зі зниження втрат електроенергії та потужності в електромережі підприємства.

**Об’єкт дослідження -** процес підвищення ефективності системи електропостачання шляхом зменшення втрат електроенергії в електромережах промислових підприємств.

**Предмет дослідження -** показники ефективності використання схемо–технічних рішень компенсації реактивної потужності в електромережах промислових підприємств для зменшення втрат електроенергії.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

– Отримало подальший розвиток дослідження заходів зменшення втрат електроенергії шляхом підвищення ефективності використання схемо–технічних рішень компенсації реактивної потужності в електромережі підприємства.

– Запропонована модель самоокупної електромережі промислового підприємства з високоефективним обліком реактивної потужності.

**Практичне значення отриманих результатів.** Ефективне використання схемо–технічного рішення дворівневої компенсації реактивної потужності в електромережі підприємства дозволить суттєво знизити втрати електроенергії та покращити її якість.

**Апробація.** Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VІІ-й 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-и розділів, висновків, переліку посилань (35 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини - 136 стор., 20 табл., 5 рис.

**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 стислий аналіз проблематики інноваційної діяльності в галузі транспортних перевезень та зниження втрат електроенергії в розподільних електромережах. Проаналізовані характеристики втрат електроенергії в електричних мережах, а також задачі їх зменшення. Проведено аналіз доцільності використання багаторівневої системи АСКОЕ для підвищення енергоефективності промислових підприємств. Розглянута загальна характеристика електроспоживання вантажно–транспортного комплексу.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проаналізовані методи розрахунку втрат потужності та електроенергії в розподільних мережах, а також методи визначення числових характеристик навантаження для обчислення втрат електроенергії, їх переваги і недоліки.

Досліджена енергоефективність підприємства за даними споживання електроенергії.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** здійснено вибір схеми електропостачання підприємства. Проведений розрахунок електричних навантажень основного виробництва та їх центрів; розрахунок електричних навантажень освітлення та його щитків; розрахунок потужності розподільних пристроїв та навантаження силового трансформатора; розрахунок та вибір марки і перерізу високовольтних живильних струмовідних частин та захисної апаратури електромережі підприємства. Здійснено вибір площі перерізу кабельно–провідникової продукції та оформлений кабельний журнал.

Проведено техніко–економічне обґрунтування вибору компенсуючих пристроїв реактивної потужності.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** розраховані максимальні струми кіл навантаження силового трансформатора.

Здійснений вибір основного електрообладнання підстанції і низьковольтної мережі, а також релейного захисту трансформаторів підстанції; перевірені струмовідні частини на термічну стійкість.

Прийняте проектне рішення.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** досліджені схемо–технічні енергоефективні рішення зменшення додаткових втрат потужності та напруги внаслідок передачі реактивної потужності електромережею промислового підприємства.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведений розрахунок вартості розробки проекту системи електропостачання підприємства. Визначена вартість реалізації проекту та витрати на експлуатацію системи електропостачання.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**» проведений аналіз охорони праці на транспортному підприємстві. Розглянуті заходи дотримання пожежної та електробезпеки на підприємстві.

Досліджена стійкість підприємства в умовах дії надзвичайних факторів.

**У восьмому розділі «Екологія»** проведений аналіз екологічних проблем та розглянута проблема зменшення техногенного впливу транспортного підприємства на навколишнє середовище.

**ВИСНОВКИ**

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання підприємства з технологією вантажно–транспортного виробництва ТОВ «Рембудтехнологія» для забезпечення її ефективності й надійності постачання електроенергії з мінімальними втратами.

Отримані такі результати:

1. Проблема зниження втрат електроенергії вимагає вирішення задач обґрунтування допустимого значення втрат електроенергії для даної електромережі за звітний період та визначення й аналіз втрат електроенергії для розроблення заходів щодо їх зменшення.

2. На промисловому підприємстві трирівнева АСКОЕ є найбільш ефективним оперативним засобом для обліку і керування витратами електроенергії на одиницю продукції. При цьому, включення задачі керування втратами електроенергії в АСКОЕ робить баланс електроенергії в електричній мережі більш точним і прозорим.

3. Дослідження втрат електроенергії ділянки електромережі з відгалуженнями за допомогою методу обчислення еквівалентного опору показало можливість їх зменшення шляхом збільшення січення провідників магістральних ліній.

4. Проведений вибір схеми електропостачання розподільних пристроїв та підприємства в цілому, а також розрахунок освітлювальної мережі виробничих потужностей та території підприємства. Зважаючи на запиленість виробничої атмосфери, світильники внутрішньої установки вибрані з класом захисту ІР 34.

5. Для вибору установок компенсації реактивної потужності застосований техніко–економічний розрахунок. Доведено, що дворівнева схема компенсації реактивної потужності є найбільш ефективною.

6. Проведений розрахунок режимів роботи та вибір комутаційної апаратури схеми живлення електроприймачів виробництва, а також високовольтних кабелів схеми живлення трансформаторної підстанції.

7. Проведений розрахунок струмів короткого замикання в мережі вищої напруги 10 кВ та максимальних струмів кіл навантаження силового трансформатора в мережі 0,4 кВ.

8. Проведений розрахунок і вибір високовольтного і низьковольтного електрообладнання на трансформаторній підстанції електромережі живлення підприємства. Перевірена термічна стійкість двох кабельних ліній, що живлять електрообладнання виробничого комплексу від трансформаторної підстанції.

9. Досліджено, що нестаціонарність графіків навантажень промислових споживачів призводить до додаткового збільшення (до 20%) втрат в електричних мережах.

10. Досліджено, що у схемі з установками КРП на стороні низької напруги 0,4 кВ втрати потужності та напруги менші у порівнянні зі схемою, де компенсація РП здійснюється на стороні високої напруги.

11. Доведено, що найбільш економічно ефективним і таким, що зменшує втрати електроенергії, є схемо–технічне рішення електромережі підприємства, яке містить регульовані установки КРП достатньої реактивної потужності.

12. Доведено, що дворівнева схема компенсації реактивної потужності є найбільш ефективною, т. я. дозволяє скомпенсувати на високій стороні додатково реактивну потужність недовантажених трансформаторів.

Модернізована система електропостачання вантажно–транспортного відділення ТОВ «Рембудтехнологія» відповідає усім вимогам щодо ефективності та надійності й забезпечення безпеки персоналу та недопущення екологічного забруднення довкілля.

**СПИСOК OПУБЛIКOВAНИХ AВТOPOМ ПPAЦЬ ЗA ТЕМOЮ POБOТИ**

1. Белякова І. В. Досвід підвищення енергоефективності на автотранспортному підприємстві / І. В. Белякова, О. О. Вакуленко, О. Л. Рищиковець // Матеріали VІI МНТК молодих учених та студентів ТНТУ (28–29 листопада 2018 р., Тернопіль) : Зб. тез доп. Т.3. – Тернопіль, 2018. – С. 9–10.

**АНОТАЦІЯ**

Рищиковець О. Л. Забезпечення ефективності системи електропостачання вантажно–транспортного відділення ТОВ «Рембудтехнологія», м. Вараш. 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕмз–61. - Тернопіль : ТНТУ, 2018.

Стор. - 136; рис. - 5; табл. - 20; креслень - 6; джерел - 35; додатків -.

У дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання підприємства з технологією вантажно–транспортного виробництва для вирішення завдання підвищення надійності електропостачання споживачів.

Досліджена модель зменшення і керування втратами електроенергії в мережах промислових підприємств з використанням інтегрованої системи АСКОЕ в складі приладів комерційного і технологічного обліку електроенергії, за допомогою якої стає можливим відслідковувати й враховувати динаміку розвитку електричної мережі.

Проведені техніко–економічні розрахунки найбільш ефективного схемо–технічного рішення електромережі підприємства з регульованими установками компенсації реактивної потужності.

Виконаний розрахунок електричних навантажень, внесені конструктивні зміни в діючу електричну схему живлення електроспоживачів, вибрані ефективні перерізи кабельно–провідникової продукції, виконаний розрахунок струмів к. з.

Ключові слова: електрична мережа, втрати електроенергії, компенсація реактивної потужності, схемо–технічні рішення.

**ANNOTATION**

Ryshchykovets O. Ensuring the efficiency of electricity supply system of cargo-transport workshop of LLC "Rembudtekhnologiya", Varash Town. 141 - Electrical Power Engineering, Electrical Engineering, Electromechanics. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Faculty Information Technologies and Electrical Engineering. Chair of Electrical Engineering, group EEmd–61. - Ternopil : TNTU, 2018.

Pages - 136; Illustrations - 5; Tables - 20; Drawings - 6; Sources - 35; Applications –.

In this diploma paper the modernization of the power supply system of the enterprise with the technology of cargo transport production for solving the problem of increasing the reliability of electricity supply to consumers are carried out.

The model of reduction and control of electric power losses in the networks of industrial enterprises with the use of the integrated ASECA system in the devices of commercial and technological accounting of electric power, by which it becomes possible to monitor and take into account the dynamics of the development of the electric network, are investigated.

The feasibility and economic calculations of the most efficient circuit-technical solution of the power grid of the enterprise with adjustable reactive power compensation units are implemented.

Calculation of electrical loads, structural changes in the current electrical circuit power of electric consumers, effective cross-sections of cable and wire products, calculation of short-circuit currents are carried out.

Кey words: electric network, electricity losses, reactive power compensation, scheme-technical solutions.