МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**ГАВРИСЬ ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК621.317

**ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЗАВОДУ ГУМОВОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ**

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**Мовчан Леонід Тимофійович**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя |
| **Рецензент:** | д.т.н., професор кафедри технології і обладнання зварювального виробництва **Барановський Віктор Миколайович,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |

Захист відбудеться 28 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.** Аналіз стану якості електричної енергії на промислових підприємствах і його впливу на ефективність використання електричної енергії доводить необхідність вжиття заходів, спрямованих на нормалізацію режимів електроспоживання. Для цього необхідна організація на підприємстві достовірного обліку електроенергії і оперативного контролю поточних параметрів режимів електроспоживання з метою ефективного управління енерговикористанням. Такий контроль можливий тільки на основі високопродуктивних АСКОЕ. Завдання комерційного обліку електричної енергії в даний час вирішуються на базі автоматизованих систем, які включають первинні вимірювальні перетворювачі (лічильники електричної енергії), пристрої обліку, що обчислюють параметри електроспоживання і зберігають їх, та ліній зв'язку. Однак, лічильники електричної енергії не дозволяють отримувати миттєві значення та здійснювати контроль якісних характеристик електроспоживання, тому що пристрій обліку не має безпосереднього доступу до сигналів напруги та струму, а лічильники електроенергії з функціями вимірювання ПЯЕ поки представлені на ринку України в обмеженій кількості і мають ряд недоліків, основним з яких є недостатньо висока швидкість передачі даних. Тому, проектування більш раціональної системи електропостачання заводу з використанням сучасного електроустаткування, засобів обліку і контролю за використанням електричної енергії, засобів і систем збору та обробки даних, та контролю ПЯЕ є досить актуальним.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є підвищення точності визначення поточних параметрів режимів електроспоживання заводу для ефективного управління енерговикористанням.

Відповідно до вказаної мети розв’язувалися такі завдання:

- провести аналіз особливостей електроенергетичного виробництва та показників якості електроенергії, які необхідно визначати під час розрахункового обліку електроенергії і контролю поточних параметрів режимів електроспоживання;

- здійснити розрахунок електричних навантажень заводу та центру електричних навантажень, вибір схеми внутрішньозаводського електропостачання та потужності і кількості силових трансформаторів;

- провести вибір оптимальної схеми силової та освітлювальної мережі цеху механічної обробки заводу, розрахунок елементів розподільної мережі та вибір комутаційних апаратів і пристроїв захисту, провести компенсацію реактивної потужності;

- здійснити розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках системи електропостачання заводу та розглянути релейний захист цехового трансформатора;

- розглянути алгоритм визначення кількісних і якісних характеристик електроспоживання в АСКОЕ;

- провести дослідження структурної схеми комплексу технічних заходів автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії та контролю поточних параметрів режимів електроспоживання.

**Об’єкт дослідження** – електрообладнання заводу і режими електроспоживання..

**Предмет дослідження** – заходи і способи підвищення точності визначення поточних параметрів режимів електроспоживання

**Наукова новизна отриманих результатів:** дістали подальший розвиток способи обліку електричної енергії та підвищення точності визначення поточних параметрів режимів електроспоживання промислових підприємств.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Виявляється у можливості підвищити якість оцінки поточних параметрів режимів електроспоживання на заводі шляхом одержання оперативної і достовірної інформації про кількісні та якісні характеристики електроспоживання на базі комплексної АСКОЕ.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VІІ-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (28-29 листопада 2018 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 – 118 сторінок, 18 таблиць,
10 рисунків.

**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 заводу та наведено характеристику споживачів електричної енергії цеху механічної обробки. Завод гумовотехнічних виробів спеціалізується на випуску шин, виробів технічного призначення та інших виробів з гуми. Режим роботи – тризмінний. Силове устаткування виробничих механізмів застаріле і складається в основному з трифазних асинхронних двигунів з короткозамкнутим і фазним ротором. Також проведено аналіз особливостей електроенергетичного виробництва та показників якості електроенергії. Нерозривність технологічного процесу виробництва і споживання електроенергії, обумовлює вплив споживачів на режими роботи енергосистеми. Режим споживання електроенергії не залишається постійним у часі, що призводить до нерівномірності графіка виробництва електроенергії. Наявність електроприймачів з несиметричним і нелінійним характером навантаження призводить до погіршення якості електроенергії і, як наслідок, до збільшення втрат. Показники якості електроенергії характеризують вплив погіршення якості енергії на ефективність роботи електроприймачів, втрати в електричних мережах, надійність електропостачання споживачів.

Визначено, що для ефективного управління енерговикористанням на заводі необхідно провести модернізацію системи електропостачання та розглянути питання організації достовірного обліку електроенергії і оперативного контролю поточних параметрів режимів електроспоживання на базі комплексної АСКОЕ.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведено аналіз комплексного алгоритму визначення кількісних і якісних характеристик електроспоживання в АСКОЕ. Найбільш повну інформацію про ці характеристики несуть в собі напруги і струми, які знімаються з вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів, ці сигнали дискретизируются в вимірювальних колах АСКОЕ. Подальші обчислення виконуються на основі масивів миттєвих значень напруг і струмів. Вихідними даними для одного розрахунку є масиви миттєвих значень напруг *uA*, *uB*, *uC*, і струмів *iA, iB, iC,* виміряні протягом одного періоду напруги мережі, які далі усереднюються протягом усього циклу вимірювання (*Nc* періодів).

Отже, розрахунок характеристик електроспоживання для одного періоду напруги мережі за поданим алгоритмом дозволяє підвищити оперативність контролю поточних параметрів режимів електроспоживання (ППРЕ) в електричній мережі заводу шляхом скорочення тривалості циклу обробки даних в комплексі технічних заходів АСКОЕ і визначення всіх контрольованих параметрів режимів електроспоживання, в т.ч. ПЯЕ на основі єдиної первинної інформації.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** здійснено розрахунок електричних навантажень заводу в цілому за методом коефіцієнта попиту, центру електричних навантажень, та проведено вибір схеми внутрішньозаводського електропостачання. Враховуючи, що електрообладнання заводу другої категорії, а також з урахуванням надійності експлуатації і витрат на ремонт, прийнято радіальну схему внутрішньозаводського електропостачання заводу. Від секцій шин розподільчого пристрою 10 кВ через комірки з вакуумними вимикачами типу ВВ-10У заживлені чотири двотрансформаторні підстанції ТП-1 потужністю 2×1000 кВА, ТП-2 - 2×630 кВА, ТП-3 - 2×1000 кВА, ТП-4 - 2×1000 кВА.

Також проведено розрахунок силового навантаження цеху механічної обробки. Відповідно до розміщення електрообладнання у цеху прийнято магістральну схему електропостачання комплектними розподільними шинопроводами типу ШРА73. Цех заживлений від трансформаторної підстанції ТП-4. Проведено розрахунок елементів розподільної мережі та вибір комутаційних апаратів і пристроїв захисту.

Проведено вибір оптимальної схеми освітлювальної мережі цеху. Прийнята загальну систему освітлення на базі світильника типу РСП05 з лампами ДРЛ. Вибрано тип щитка освітлення та перетин проводів живлення світильників.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведено розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках системи електропостачання заводу та розглянуто вибір уставок та пристроїв релейного захисту цехового трансформатора.

Здійснено розрахунок і обгрунтування вибору системи АВР секційного вимикача шини ЦРП та проведено компенсацію реактивної потужності із застосуванням централізованої компенсації – компенсуючі пристрої розміщуємо на ТП з підключенням на стороні низької напруги. Вибирано комплектні конденсаторні нерегульовані установки напругою 0,38 кВ типу УК-0,38-450У3.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** проведено дослідження структурної схеми комплексу технічних засобів автоматизованої системи контролю поточних параметрів режимів електроспоживання. Основою розглянутого комплексу технічних заходів є високопродуктивний модуль обробки інформації, який реалізує комплексний алгоритм визначення поточних параметрів режимів електроспоживання заводу і забезпечує виконання великого обсягу обчислень вибірок миттєвих значень напруг і струмів для точного визначення ППРЕ. Схема має розвинені комунікаційні можливості і гнучку структуру введення даних від різних типів первинних вимірювальних перетворювачів (лічильників) як імпульсних так і цифрових. Результати обчислень можуть бути представлені на інформаційному табло або видані в інформаційну мережу через модуль зв'язку.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведені розрахунки економічного обґрунтування доцільності прийнятих інженерно-технічних рішень модернізації системи електропостачання заводу.

Проведені розрахунки приведених втрат електроенергії в цехових трансформаторах і в кабельних лініях та вартість річної економії при зниженні втрат. Також, складено кошторис витрат на придбання нового устаткування та розраховано термін окупності.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто вплив шуму і вібрації електрообладнання заводу на організм людини та наведено заходи щодо їх зниження. Також розглянуто забезпечення пожежної безпеки та наведено класифікацію надзвичайних ситуацій.

**У восьмому розділі «Екологія»** проаналізовано вплив шкідливих речовин виробництва на організм людини та розглянуто засоби і способи захисту від їхнього впливу.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання заводу гумовотехнічних виробів та розглянуто питання організації достовірного обліку електроенергії і оперативного контролю поточних параметрів режимів електроспоживання для ефективного управління енерговикористанням, та отримано такі результати:

1. Проведено вибір схеми внутрішньозаводського електропостачання. Визначено число і потужність цехових трансформаторів. Прийняті чотири комплектні трансформаторні підстанції зовнішньої установки типу КТПЗ потужністю трансформаторів 630 і 1000 кВА.

2. Проведено вибір обладнання та розрахунок силової мережі цеху механічної обробки. Зроблений вибір перерізів ліній, комутаційної і захисної апаратури живлячої мережі за розрахунковими навантаженнями по середній потужності і коефіцієнту максимуму. Здійснено розрахунок і вибір освітлювального навантаження для цеху .

3. Проведено компенсацію реактивної потужності компенсуючими пристроями в цеховій мережі напругою до 1 кВ низьковольтними конденсаторними батареями типу УК-0,38.

4. Проведено розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках системи електропостачання заводу та розглянуто вибір уставок та пристроїв релейного захисту цехового трансформатора.

5. Розглянуто комплексний алгоритм визначення кількісних і якісних характеристик електроспоживання на основі вибірок миттєвих значень напруг і струмів, який призначений для застосування в АСКОЕ і забезпечить ефективний контроль поточних параметрів режимів електроспоживання на заводі.

6. Проведено дослідження схеми базового комплексу технічних заходів автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії та контролю поточних параметрів режимів електроспоживання. Високопродуктивний модуль обробки інформації та забезпечення обчислення контрольованих величин у реальному часі дозволить істотно підвищити точність контролю ППРЕ.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Концограда Т.А. дослідження заходів вирівнювання графіка електричних навантажень промислових підприємств / Т. А. Концограда, Д. А. Шлапак, О. В. Гаврись // Збірник тез доповідей ⅥІ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 28-29 листопада 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. —
Том 3. — С. 41. — (Електротехніка та енергозбереження).

**АНОТАЦІЯ**

**Гаврись О.В., Підвищення точності визначення поточних параметрів режимів електроспоживання заводу гумовотехнічних виробів**, 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання заводу гумовотехнічних виробів та розглянуто питання організації достовірного обліку електроенергії і оперативного контролю поточних параметрів режимів електроспоживання для ефективного управління енерговикористанням.

Проведено вибір схеми внутрішньозаводського електропостачання. Визначено число і потужність цехових трансформаторів. Проведено вибір обладнання та розрахунок силової та освітлювальної мережі цеху механічної обробки. Зроблений вибір перерізів ліній, комутаційної і захисної апаратури живлячої мережі за розрахунковими навантаженнями по середній потужності і коефіцієнту максимуму. Проведено компенсацію реактивної потужності компенсуючими пристроями в цеховій мережі напругою до 1 кВ низьковольтними конденсаторними батареями типу УК-0,38.

Здійснено розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках системи електропостачання заводу та розглянуто вибір уставок та пристроїв релейного захисту цехового трансформатора.

Проведено дослідження схеми базового комплексу технічних заходів автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії та контролю поточних параметрів режимів електроспоживання. Високопродуктивний модуль обробки інформації та забезпечення обчислення контрольованих величин у реальному часі дозволить істотно підвищити точність контролю ППРЕ на заводі.

**Ключові слова**: система електропостачання, автоматизована система комерційного обліку електричної енергії, поточні параметри режимів електроспоживання.

**ANNOTATION**

**Havrys O., Improving the accuracy of the determination of the current power consumption mode of rubber products plant.** 141 - electric power, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2018.

At this diploma paper, the modernization of the electrical supply system of the rubber technical product plant was carried out and the issues of organization of reliable electricity accounting and operational control of current parameters of power consumption regimes for efficient management of energy use were studied.

The choice of scheme of intra-electric power supply was made. The number and power of workshop transformers are determined. The equipment selection and the calculation of the power and lighting network of the mechanical operation were performed. The choice of cross-sectional lines, switching and protective equipment of the feeding network for calculated loads at the average power and the maximum coefficient was made. Compensation of reactive power by compensation devices in the shop-floor network with voltage up to 1 kV low-voltage condenser batteries of УК-0,38 type was performed.

The short-circuit currents are calculated at typical points of the plant's electrical supply system and the choice of settings and relay protection devices of the shop at the transformer was studied.

The research of the basic complex of technical measures scheme of the automated system of commercial accounting of electric energy and control of current parameters of power consumption modes (CPPC) was carried out. The high-performance module for information processing and support of real-time control calculation will significantly improve the accuracy of CPPC control at the plant.

**Key words:** power supply system, automated system of commercial accounting of electric energy, current parameters of power consumption modes.