МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**ПОПОВИЧ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ**

УДК621.319.44

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ КОМПЕНСУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ У СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СТОЛЯРНОЇ МАЙСТЕРНІ «ВЕРСАЛЬ»**

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, доцент кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці

**Решетник Віктор Якович**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор кафедри світлотехніки та електротехніки

**Лупенко Анатолій Миколайович**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 21 лютого 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.** Відсутність резонансних явищ у мережі є однією з основних вимог до системи електропостачання. При наявності в системі електропостачання джерел вищих гармонік виникає резонанс струмів і напруг які призводять до економічних збитків у системі електропостачання промислових підприємств, що обумовлені погіршенням якості електроенергії, зниженням надійності функціонування мереж електропостачання і скороченням терміну експлуатації електроустаткування.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є дослідження режимів роботи компенсуючого пристрою та впливу резонансних явищ для підвищення ефективності та надійності роботи системи електропостачання столярної майстерні.

Відповідно до вказаної теми розв’язувалися такі завдання:

* провести аналіз системи електропостачання споживачів майстерні;
* провести аналіз режиму роботи існуючих компенсуючих пристроїв та розглянути причини та наслідки впливу резонансних явищ вищих гармонік на систему електропостачання столярної майстерні;
* здійснити розрахунок електричних навантажень столярної майстерні з обґрунтуванням вибору числа та потужності силових трансформаторів;
* провести розрахунок елементів розподільної мережі майстерні та струмів короткого замикання, вибір комутаційних апаратів та пристроїв захисту системи електропостачання;
* провести дослідження режиму роботи конденсаторної установки за наявності джерел вищих гармонік та активно-індуктивного навантаження;
* провести дослідження математичної моделі для оцінки впливу резонансних явиш та вищих гармонік на компенсуючу установку.

**Об’єкт дослідження** – система електропостачання та електроспоживачі столярної майстерні.

**Предмет дослідження** – дослідження режимів роботи компенсуючих пристроїв у системі електропостачання столярної майстерні.

**Наукова новизна отриманих результатів:** розглянута у роботі математична модель розрахунку впливу вищих гармонік дозволила зменшити негативний вплив резонансних явищ на обладнання столярної майстерні та підвищити якісні показники електроенергії.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Виявляється в можливості виконувати обрахунки в режимі реального часу та здійснювати регулювання секцій компенсуючого пристрою для запобігання виникнення резонансних явищ в системі електропостачання столярної майстерні при мінімумі приведених затрат та виконанні умов по надійності електропостачання та якості електроенергії.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VІ-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (16-17 листопада 2017 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

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

Загальний обсяг текстової частини – 117 сторінок, 18 таблиць, 17 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 споживачів та ефективності роботи електрообладнання. Наведені короткі відомості про столярну майстерню **«**Версаль**»**, яка займається обробкою деревини, виготовленням дощок, меблів під замовлення, вагонки, плінтусів та інших столярних виробів (вікна, двері, сходи тощо). Проведено аналіз технологічного процесу виробництва

Проведено аналіз режиму роботи існуючого компенсуючого пристрою. Оскільки в системі електропостачання майстерні присутня велика кількість споживачів, що мають великий розкид коефіцієнта потужності протягом доби то компенсація реактивної потужності виконана централізованим методом компенсації.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** розглянуто особливості умов компенсації реактивної потужності в середовищі впливу вищих гармонік. Представлено варіанти оптимізації розрахункових значень при різних комбінаціях джерел реактивної потужності.

Досліджено математичну модель визначення еквівалентного опору в контурі з різнохарактерним навантаженням на підвищених частотах. Модель дає змогу побудувати імпаденсно-частотну характеристику контура за допомогою якої можна виконати оцінку стійкості контура до резонансних явищ.

Проведено аналіз принципів виникнення та наслідки впливу вищих гармонік на систему електропостачання столярної майстерні. На основі проведеного аналізу зроблено висновок, що наявність вищих гармонік в мережі електропостачання столярної майстерні призводять до збільшення втрат в мережі підприємства і оплати за електроенергію, скорочення терміну служби обладнання, збільшення витрат на технічне обслуговування і ремонт електрообладнання.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено розрахунок силового електричного навантаження столярної майстерні та відповідно здійснено вибір силових трансформаторів. До встановлення прийнято КТП з трансформатором потужністю 160 кВА. Також проведено вибір живлячого кабелю підстанції, високовольтних вимикачів, кабелів і обладнання мережі 0,4 кВ: розподільчих пунктів, провідників та апаратів захисту цехового обладнання

Для розрахунку освітлювальних установок використано метод питомої потужності, оскільки вже заздалегідь відомий (визначений) рівень нормованої освітленості і відомі геометричні параметри приміщення, що розраховується.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведено розрахунок струмів однофазного та трифазного короткого замикання. Проведено розрахунок мережі живлення силового трансформатора, виходячи з розрахунків для живлення силового трансформатора обрано кабель СБ-10 3х10. Виконано вибір вимірювальних приладів обліку електроенергії. Проведено розрахунок релейного та інших типів захистів силового трансформатора. Виконано перевірку пускозахисної апаратури на автоматичне спрацювання і селективність його роботи.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** досліджено режим роботи конденсаторної установки при роботі в середовищі впливу вищих гармонік де джерело вищих гармонік знаходиться в системі електропостачання столярної майстерні. Застосування математичної моделі для розрахунку частот на яких може виникнути резонанс струмів та напруг дало можливість проаналізувати вплив резонансних явищ на конденсаторну установку та виконувати регулювання секціями конденсаторної установки щоб частково запобігти виникання резонансу струму та напруг.

Також було проведено дослідження режиму роботи конденсаторної установки у випадку де джерело вищих гармонік знаходиться зовні електромережі столярної майстерні, що дало можливість проаналізувати значення частоти на якій може відбутися резонанс при різній потужності конденсаторної установки та асинхронних двигунів.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведені розрахунки економічного обґрунтування доцільності модернізації столярної майстерні.

Проведені техніко-економічні розрахунки: визначення вартості устаткування, матеріалів та монтажних робіт.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто способи та засоби електрозахисту для забезпечення безпеки праці в столярній майстерні. Також наведено комплекс заходів безпеки при експлуатації електроустановок.

Запропоновано метод підвищення стійкості роботи об’єктів енергетики під час НС воєнного часу. Виконано оцінку стійкості роботи електричних систем до дії світлового випромінювання ядерного вибуху.

**У восьмому розділі «Екологія»** проаналізовано вплив виробничих дій виробництва на довкілля та наведено заходи і засоби по захисту довкілля від шкідливих викидів та запобігання забруднення території.

**ВИСНОВКИ**

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання столярної майстерні «Версаль» для підвищення ефективності та надійності її роботи, а також здійснено дослідження режимів роботи компенсуючого пристрою з метою зменшення впливу резонансних явищ.

Отримано такі результати:

1. Проведені розрахунки силового та освітлювального навантаження столярної майстерні з встановленням розподільних пунктів й здійснено вибір перерізу кабелів живильної та розподільчої електромережі з врахуванням захисту для забезпечення надійної роботи електричного обладнання.

2. Проведені розрахунки та обґрунтовано встановлення однотрансформаторної цехової підстанції КТП 160 кВА для живлення електроприймачів столярної майстерні.

3. Проведені розрахунки струмів короткого замикання й здійснено вибір комутаційного обладнання для захисту електричного обладнання   
0,4 кВ. Захисна та комутаційна апаратура перевірена на чутливість до струмів КЗ, відключаючій здатності, і на селективну роботу.

4. Проведено розрахунок освітлювальних установок робочого і аварійного освітлення. Вибрано схеми живлення, спосіб виконання та напругу робочої мережі.

5. Проаналізовано причини та наслідки впливу резонансних явищ вищих гармонік на систему електропостачання та проведено дослідження математичної моделі для розрахунку частот на яких може виникнути резонанс струмів та напруг що дало змогу оцінити вплив резонансних явиш та вищих гармонік на компенсуючу установку.

6. Проведено дослідження режимів роботи конденсаторної установки у випадках де джерело вищих гармонік знаходиться в системі електропостачання майстерні та за її межами. Таким чином регулювання секціями конденсаторної установки дозволить уникнути впливу резонансних явищ та підвищити якість електроенергії в системі електропостачання столярної майстерні.

**Перелік посилань.**

1. Попович О. В. Дослідження режимів роботи компенсуючих пристроїв у системі електропостачання промислових підприємств / О. В. Попович, Т. А. Музиченко // Збірник тез доповідей Ⅵ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 118. — (Електротехніка та енергозбереження).

**АНОТАЦІЯ**

**Попович О.В., Дослідження режимів роботи компенсуючих пристроїв у системі електропостачання столярної майстерні «Версаль»**, 141 – електротехнічні системи електроспоживання; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання столярної майстерні «Версаль» для підвищення ефективності та надійності її роботи, а також здійснено дослідження режимів роботи компенсуючого пристрою з метою зменшення впливу резонансних явищ.

Розглянуті причини та наслідки впливу резонансних явищ вищих гармонік на систему електропостачання столярної майстерні та розглянуто методи та заходи по їх зниженню.

Вирішені основні питання з електропостачання і захисту силового електрообладнання столярної майстерні, розрахована і визначена встановлена потужність освітлювальних установок робочого і аварійного освітлення. Показано, що існуючі засоби від пошкоджень та коротких замикань виконують у повному обсязі покладені на них функції.

У результаті досліджень виявлено, що при наявності в системі електропостачання столярної майстерні джерел вищих гармонік виникають резонанси струмів та напруг які призводять до погіршення якості електроенергії що в свою чергу негативно впливає на обладнання майстерні. За допомогою використання ступеневого регулювання потужністю конденсаторної установки в режимі реального часу можливо уникнути виникнення резонансних явищ в системі електропостачання.

**Ключові слова:** вплив вищих гармонік, резонансні явища, ступеневе регулювання, конденсаторна установка.

**ANOTATION**

Popovych O.V., Mode investigation of compensating devices in the electricity supply system of the carpenter's workshop Versal

141 - electric power, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2018.

In this diploma paper, the modernization of the power supply system of the carpenter's workshop Versal was carried out to improve the efficiency and reliability of its work, as well as to study the operating modes of the compensating device in order to reduce the impact of resonance phenomena.

The reasons and consequences of the influence of the resonance phenomena of higher harmonics on the electricity supply system of the carpenter's workshop are considered, and the methods and measures for their reduction are studied too.

The basic questions concerning electric power supply and protection of power electric equipment of carpenter's workshop have been solved, it was calculated and determined the power of lighting supplies, working lighting and emergency lighting. It is shown that the existing damage and short circuits means perform their functions completely.

As a result of researches, it was discovered that if there is sources of higher harmonics electricity in power supply system in the carpenter's workshop, there are resonances of currents and voltages that lead to deterioration of the quality of electric energy and as a result, it negatively affects the equipment of the workshop. Using the level regulation with the capacity of the condenser unit in a real time mode, it is possible to avoid resonance phenomena in the power supply system.

**Key words**: influence of higher harmonics, resonance phenomena, level regulation, condenser installation.