

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

**КАЛІНІН ЮРІЙ ПАВЛОВИЧ**

УДК 621.311

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ  
МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ ВАТ «УКРЕЛЕКТРОАПАРАТ»**  
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:** доктор технічних наук, професор кафедри систем електроспоживання та комп'ютерних технологій в електроенергетиці

**Євтух Петро Сильвестрович**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри світлотехніки та електротехніки

**Куземко Наталія Анатоліївна**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 21 лютого 2018 року о 14<sup>00</sup> 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.** Для промислових підприємств збиток від відмови електрообладнання обчислюється величезними сумами грошей, а зупинка через перебої в електропостачанні і припиненні подачі електроенергії порушує технологічний процес виробництва продукції. Дуже важливим техніко-економічним показником системи електропостачання є безвідмовність в роботі при різних зовнішніх ситуаціях. Системи електропостачання, відмова яких призводить до значних матеріальних, фінансових або людських втрат, організуються як системи з резервуванням. Наявність резервування в системі зменшує час відновлення та підвищує надійність системи. Розрахунок надійності систем при постійному резервуванні заснований на теоремах з теорії ймовірностей. Таким чином, актуальним є проведення модернізації та підвищення надійності системи електропостачання механічного цеху підприємства для забезпечення енергоефективності і стійкості його функціонування.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є підвищення надійності та ефективності роботи системи електропостачання механічного цеху підприємства ВАТ «Укрелектроапарат».

Відповідно до вказаної теми розв'язувалися такі завдання:

- провести аналіз причин й характеру пошкоджень та показників надійності основних елементів систем електропостачання;
- провести дослідження надійності існуючої системи електропостачання механічного цеху;
- здійснити розрахунок електричних навантажень механічного цеху, вибір потужності і кількості силових трансформаторів та електрообладнання цехової КТП;
- провести вибір оптимальної схеми силової та освітлювальної мережі механічного цеху підприємства, розрахунок елементів розподільної мережі та вибір комутаційних апаратів і пристроїв захисту, провести компенсацію реактивної потужності;
- провести дослідження надійності системи електропостачання механічного цеху з паралельним резервуванням від двох джерел живлення методом алгебри логіки.

**Об'єкт дослідження** – система електропостачання механічного цеху підприємства.

**Предмет дослідження** – показники надійності роботи системи електропостачання механічного цеху.

**Наукова новизна отриманих результатів:** сформована математична модель методом алгебри логіки для оцінки ймовірності безвідмовної роботи системи електропостачання механічного цеху з паралельним резервуванням від двох джерел живлення.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Виявляється у можливості підвищення надійності, стійкості та ефективності роботи електромережі механічного цеху підприємства цеху при використанні паралельного резервування від двох джерел живлення.

### **Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VI-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 (18 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 101 сторінка, 15 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 підприємства та наведено характеристику споживачів електричної енергії механічного цеху. ВАТ “Укрелектроапарат” здійснює виробництво силових трансформаторів і комплектних трансформаторних підстанцій, характерний режим роботи головних приводів верстатів тривалий із змінним навантаженням. По надійності електропостачання механічний цех підприємства відноситься до другої категорії, оскільки тривала перерва в його роботі призведе до порушення ритмічності виробництва, невиконання виробничих завдань та простою технологічного обладнання, тобто до значних матеріальних втрат.

Здійснено аналіз причин й характеру пошкоджень основних елементів систем електропостачання та проаналізовано основні показники надійності елементів СЕП, оскільки надійність системи залежить від надійності її елементів. Дуже важливим техніко-економічним показником системи електропостачання є безвідмовність в роботі при різних зовнішніх ситуаціях.

У **другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведено аналіз надійності систем з послідовним і паралельним з'єднанням елементів. При послідовному з'єднанні при відмові одного елемента відмовляє вся система, тому надійність систем залежить не тільки від надійності і кількості елементів, які в неї входять, але й від способу їх з'єднання. Системи з паралельним з'єднанням елементів називають системами з структурною надмірністю, або системами з резервуванням. Така система має можливість збереження працездатного стану системи при відмові одного або кілька елементів.

Проведено дослідження надійності існуючої системи електропостачання механічного цеху з одним силовим трансформатором, що являє собою систему з послідовним з'єднанням елементів. Складені функціональна та структурна схеми системи електропостачання з одним джерелом живлення та отримано показник ймовірності безвідмовної роботи  $P(t) = 0,66$ .

**У третьому розділі «Технологічна частина»** здійснено розрахунки електричних навантажень механічного цеху методом впорядкованих діаграм, та проведено вибір схеми електромережі. Обрано комбіновану систему живлення, у якій розподільча частина виконується шинопроводами (магістральна частина мереж), а шинопроводи живляться від РП трансформаторної підстанції по радіальній схемі, кожен своїм кабелем (радіальна частина мереж).

Проведено вибір оптимальної схеми освітлювальної мережі механічного цеху. Прийнята комбінована система освітлення на базі світильника типу «Керма». Вибрано тип щитка освітлення та перетин проводів живлення світильників.

Проведено вибір числа, потужності силових трансформаторів та електрообладнання КТП. Розглянуто ефективність роботи механічного цеху та втрати енергії при роботі двох трансформаторів ТМГ-630/10/0,4 та одного трансформатора ТМЗ потужністю 1000 кВА.

Проведено компенсацію реактивної потужності із застосуванням централізованої компенсації – компенсуючий пристрій розміщуємо на КТП з підключенням на стороні низької напруги. Вибрано 2 конденсаторні установки з автоматичним регулюванням потужності номінальною напругою 0,38 кВ типу ККУ-0,38-3-2Н потужністю по 165 кВАр.

Проведено розрахунок опору заземлюючої установки  $R_s = 2,32 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$ , що відповідає вимогам ПУЕ, ПТЕ та ПТБ.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** Проведено розрахунок розподільчої мережі механічного цеху та вибір комутаційних та захисних апаратів. Здійснено вибір кабелів живлення КТП, розподільчих пристроїв та щитка освітлення. Проведено вибір провідників для підключення силового обладнання та автоматів захисту.

**У п'ятому розділі «Спеціальна частина»** проведено дослідження надійності системи електропостачання механічного цеху з паралельним резервуванням від двох джерел живлення методом алгебри логіки. Складена функціональна та структурна схеми системи електропостачання механічного цеху з резервуванням та сформована математична модель для оцінки ймовірності безвідмовної роботи. Ймовірність безвідмовної роботи такої системи становить  $P(t) = 0,84$ .

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

Проведені техніко-економічні розрахунки капітальних вкладень, та складено кошторис витрат на експлуатацію і ремонт електрообладнання.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи з техніки безпеки при експлуатації електрообладнання на підприємстві та протипожежні заходи у механічному цеху. Також розглянуто заходи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

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

## ВИСНОВКИ

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання з метою підвищення надійності та ефективності роботи електромережі механічного цеху підприємства і отримано такі результати:

1. Проведено аналіз системи електропостачання підприємства. Обслуговування по електропостачанню механічного цеху, що розглядається у дипломній роботі здійснюється від розподільного пристрою РП 10 кВ з двома секціями шин із камер КСО-385.

2. Проведено дослідження надійності існуючої системи електропостачання механічного цеху з одним джерелом живлення (однотрансформаторна КТП потужністю 1000 кВА). Ймовірність безвідмовної роботи системи становить  $P(t) = 0,66$ .

3. Здійснено розрахунок електричних навантажень механічного цеху, вибір потужності і кількості силових трансформаторів та електрообладнання цехової КТП. До встановлення прийнято два силових трансформатори ТМГ-630/10/0,4.

4. Здійснено вибір і розрахунок розподільчої електромережі механічного цеху, зроблено вибір шинопроводів та кабелів, які живлять електрообладнання, вибрано та розраховано комутаційні та захисні апарати. Проведено компенсацію реактивної потужності та розрахунок заземлюючого пристрою.

5. Проведено вибір оптимальної схеми освітлювальної мережі механічного цеху. Прийнята комбінована система освітлення на базі світильника типу «Керма». Вибрано тип щитка освітлення та перетин проводів живлення світильників.

6. Проведено дослідження надійності системи електропостачання механічного цеху з паралельним резервуванням від двох джерел живлення методом алгебри логіки. Ймовірність безвідмовної роботи системи становить  $P(t) = 0,84$ .

### Перелік посилань.

1. Євтух П. С. Підвищення надійності системи електропостачання механічного цеху / П. С. Євтух, Т. А. Концограда, Ю. П. Калінін // 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. 102. — (Електротехніка та енергозбереження).

## АНОТАЦІЯ

**Калінін Ю.П., Підвищення надійності системи електропостачання механічного цеху ВАТ «Укрелектроапарат», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2018.**

В дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання з метою підвищення надійності та ефективності роботи електромережі механічного цеху підприємства.

Вирішені основні питання з електропостачання і захисту силового електрообладнання механічного цеху: проведено розрахунки електричних навантажень; здійснено вибір потужності та кількості силових трансформаторів цехової КТП; проведено вибір і розрахунок розподільчої електромережі, шинопроводів та кабелів, які живлять електрообладнання цеху, а також вибрано та розраховано комутаційні та захисні апарати.

Здійснено розрахунок системи освітлення механічного цеху із встановленням більш сучасного та енергоощадного освітлювального обладнання. Проведено компенсацію реактивної потужності та розрахунок заземлюючого пристрою.

Проведено дослідження надійності системи електропостачання цеху з паралельним резервуванням від двох джерел живлення методом алгебри логіки. Дано оцінку показників надійності та визначено ймовірність безвідмовної роботи системи з умови її працездатності.

**Ключові слова:** система електропостачання, надійність, резервування.

## ANNOTATION

**Kalinin Yu.P., Improvement of reliability of the electric supply system of the mechanical shop of Ukrelectroaparat, OJSC 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 was performed in order to increase the reliability and efficiency of the electrical grid of the mechanical shop of the enterprise.

The main issues concerning electric power supply and protection of electric power equipment of mechanical shop are solved: calculation of electric loads was prepared; the choice of power and number of power transformers of the shop KTS; the choice and calculation of the power distribution network, lines and cables, which supply electricity to the shop electrical equipment and switching and protective devices were selected and calculated.

The calculation of the lighting system of the mechanical shop with the installation of more modern and energy-saving lighting equipment is performed. Compensation of reactive power and calculation of grounding device were realized.

It was investigated the reliability of the electrical supply system in the shop with parallel redundancy from two power supplies by the algorithm method. The estimation of reliability indicators is shown and probability of failure-free operation of the system from the condition of its efficiency is determined.

**Key words:** power supply system, reliability, reservation.