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

**ДЕМЧЕНКО РОМАН ОЛЕКСІЙОВИЧ**

УДК 621.3.016.313

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ МЕРЕЖІ ЛИВАРНО-МЕХАНІЧНОГО ЗАВОДУ**

8.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2017

|  |  |
| --- | --- |
| 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, зав. кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технології в електроенергетиці **Євтух Петро Сильвестрович,** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту **Зінь Мирослав Михайлович** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |

Захист відбудеться 23 лютого 2017 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 40 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.** У зв'язку з існуючою проблемою енергозбереження на промислових підприємствах України велика увага приділяється впровадженню заходів, здатних забезпечити виконання основних технологічних процесів зі значною економією енергоресурсів. При організації електропостачання та електроспоживання існує одна загальна і досить серйозна задача − поліпшення і оптимізація показників якості електроенергії (ПЯЕ) з метою підвищення ефективності її використання і забезпечення надійності роботи електрообладнання.

Проте, в більшості випадків, при проектуванні системи електропостачання, до уваги беруться лише показники якості електроенергії на ввідних лініях електропостачання підприємства. Керуючись отриманими даними приймаються хибні рішення щодо симетрування напруги та компенсації реактивної енергії, у яких позитивний ефект значно нижчий за витрати на впровадження таких рішень.

Тому актуальним у таких випадках є комплексна оцінка якості електроенергії усього підприємства та застосування окрім групових методів підвищення ПЯЕ ще й певних фільтрів безпосередньо біля обладнання, де якість електроенергії значно відхиляється від встановлених норм.

**Мета і завдання дослідження.**

Метою дипломної роботи є підвищення надійності електропостачання споживачів ливарно-механічного заводу шляхом модернізації основних складових частин системи електропостачання а саме головної трансформаторної підстанції 110/10 кВ та цехових трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ, чим усунуться наявні проблеми, на зразок недостатньої потужності силових трансформаторів.

Відповідно до вказаної мети розв’язувалися наступні завдання:

– аналіз схеми електропостачання та графіка електричного навантаження підприємства, з метою визначення доцільності модернізації;

– аналіз можливості та доцільності використання сучасного комутаційного обладнання у спроектованій схемі електропостачання, його вибір та перевірка за умовами термічної та електродинамічної стійкості;

– аналіз можливості та доцільності впровадження засобів та методів покращення показників якості електроенергії в діючій електричній мережі.

**Об'єкт дослідження** – електричні мережі ливарно-механічного заводу, а також методи та засоби підвищення енергоефективності асинхронних двигунів.

**Предмет дослідження** – якість електроенергії в розподільних електричних мережах.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

– проаналізовано технічні засоби та методи покращення якості електричної енергії в діючих електромережах, які дають змогу підвищити ККД асинхронних двигунів та продовжити термін служби електрообладнання, що працює в мережах з неякісною електроенергією.

**Практичне значення отриманих результатів.** Основним практичним значенням роботи є:

– проведено модернізацію схеми електропостачання заводу, що дозволила підвищити надійність електропостачання, зменшити ймовірність аварій і , як наслідок, недовипуску продукції та простою електрообладнання;

– запропоновано технічні засоби та способи покращення якості електроенергії шляхом створення резонансу струмів на частоті однієї з вищих гармонік і додаткового елементу для забезпечення контуру короткого замикання для іншої гармоніки.

**Апробація.**

Основні положення та результати дослідження доповідались та обговорювались на V 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 (19 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 112 сторінки, 23 таблиць, 18 діаграм, 14 рисунків.

**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»** представлена характеристика проектованого об’єкту, зокрема споживачів та центрів живлення.

Проведено аналіз заходів щодо підвищення якості електроенергії. З’ясовано природу та причини погіршення ПЯЕ на виробництві. Проведена кількісна оцінка ПЯЕ на прикладі декількох великих промислових об’єктів Східної України

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведені розрахунки електричних навантажень для основних цехів і усього підприємства в цілому.

Виконано вибір числа і потужності трансформаторів ГПП. На підставі сумарних навантажень вибрані 4 трансформаторних підстанцій по два трансформатори типу ТМ і два трансформатори в центрі живлення типу ТДН-10000/110/10.

Проведено розрахунок живлячої мережі ГПП-ГРП і розподільчої мережі 10 кВ з визначенням перерізів кабелю типу АПвВнг-LS(B) і втратою напруга, яка не перевищує допустимих значень.

Також розглянуті питання вибору оптимальної напруги живлення розподільчої мережі ливарно-механічного заводу та компенсації реактивної енергії.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведені розрахунки струмів короткого замикання мереж напругою вище 1 кВ та нижче 1 кВ. Побудовано розрахункові схеми та схеми заміщення для визначення струмів короткого замикання, на основі яких проводилися подальші розрахунки. Отримані результати були використані для перевірки електрообладнання на термічну та електродинамічну стійкість, а також для подальшого проектування та розрахунку схеми релейного захисту та автоматики.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведено вибір комутаційного обладнання. За результатами, отриманими в попередньому розділі, виконана перевірка на електродинамічну і термічну стійкість.

Спроектований і розрахований захист трансформаторів від струмів короткого замикання і перевантажень з використанням подовжнього диференціального захисту, визначені уставки реле РНТ-565. В цілому РЗА забезпечує захист усіх ділянок електричної мережі від струмів короткого замикання і перевантажень.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** запропоновані методи та засоби покращення показників якості електроенергії в умовах діючого виробництва. На основі отриманих даних визначили, що на даному піприємстві найбільш доцільне застосування комбінованого фільтру, що є послідовно сполученим загороджуючим фільтром (пробка) в кожній фазі і ємностей, сполучених в зірку. Найбільший ККД електродвигуна з таким фільтром досягається, коли даний фільтр налаштований на резонанс струмів на частоті 100 Гц, а резонанс напруги – на частоту 500 Гц. Застосування пасивних комбінованих фільтрів найбільш доцільне для електродвигунів малої і середньої потужності (до 45 кВт).

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** визначена повна собівартість електроенергії з урахуванням витрат на обслуговування, капітальні вкладення, амортизаційні відрахування, експлуатаційні витрати і купівлю електроенергії.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** спроектовано та розраховано заземлюючий пристрій ГПП 110/10 кВ та розглянуто основні вимоги до заземлюючих пристроїв електроустановок високої напруги.

Проведена оцінка стійкості роботи механічного цеху ливарно-механічного заводу до дії вибуху.

**У восьмому розділі «Екологія»** запропоновані заходи по зменшенню шумового забруднення довкілля ливарно-механічним заводом.

**ВИСНОВКИ**

В результаті виконання дипломної роботи було модернізовано систему електропостачання ливарно-механічного заводу та запроваджено заходи по підвищенню якості електроенергії.

Отримані наступні результати:

1.Проведені розрахунки електричних навантажень мережі 0,4 кВ механічного цеху з визначенням розрахункового навантаження по цехах.

2. Проведено розрахунок та побудовано картограму електричних навантажень з вибором центру електричних навантажень та місця розташування головної понижувальної підстанції.

3. Здійснено вибір схеми електропостачання живлячої мережі та розподільчої мереж заводу та розраховано типі і переріз живлячих кабелів.

4. Проведений вибір потужності трансформаторів та місце розташування цехових трансформаторних підстанцій (чотири двотрансформаторні підстанції з трансформаторами типу ТМ для живлення цехів і два трансформатори в центрі живлення типу ТДН-10000/110/10).

5. Проведені розрахунки струмів короткого замикання у високовольтних та низьковольтних мережах, на основі яких, здійснено вибір високовольтного та низьковольтного електричного обладнання і системи релейного захисту та автоматики цехових трансформаторів.

6. Спроектований і розрахований захист трансформаторів від струмів короткого замикання і перевантажень з використанням подовжнього диференціального захисту, визначені уставки реле РНТ-565.

7. Запропоновані методи та засоби покращення показників якості електроенергії в умовах діючого виробництва. Встановлено, що на даному піприємстві найбільш доцільне застосування комбінованого фільтру, що є послідовно сполученим загороджуючим фільтром (пробка) в кожній фазі і ємностей, сполучених в зірку.

**Перелік посилань.**

1. Зниження рівня несиметрії напруги шляхом збільшення потужності короткого замикання: Матеріали V Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій"], (Тернопіль, 17-18 лист. 2016 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя. – Т.: Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2016. – 432 с.

**АНОТАЦІЯ**

У дипломній роботі проведено модернізацію основних складових частин системи електропостачання ливарно-механічного заводу, а саме головної трансформаторної підстанції 110/10 кВ та цехових трансформаторних підстанцій 10/,4 кВ. В результаті таких дій усунулись наявні проблеми, на зразок недостатньої потужності силових трансформаторів та підвищилась надійність електропостачання.

Проведено розрахунок електричних навантажень мережі 0,4 кВ ливарно-механічного заводу та побудовано картограму електричних навантажень.

На основі виконаних розрахунків вибрано схему електропостачання заводу та цехів зокрема, вибрано комутаційне обладнання та перевірено його на електродинамічну і термічну стійкість.

Спроектовано і розраховано захист трансформаторів від струмів короткого замикання і перевантажень з використанням подовжнього диференціального захисту, визначені уставки реле.

Для утримання показників якості електроенергії в межах існуючих норм проведено дослідження методів і засобів зниження рівня несиметрії та несинусоїдальності напруги шляхом впровадження додаткових технічних засобів. Досліджено ефективність впровадження таких технічних рішень з точки зору економічної ефективності. Розроблено заходи щодо безпечної роботи підстанцій заводу.

**Демченко Р. О. Дослідження методів зниження несиметрії напруги мережі ливарно-механічного заводу** 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці, група ЕЕм-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2017.

**Ключові слова:** електропостачання, трансформаторна підстанція, показники якості електроенергії, асинхронний двигун.

**ANNOTATION**

**Demchenko R. O. Research methods to reduce voltage unbalance in casting-mechanical plant.** 8.05070103 – electrical power system. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Foreign Students Faculty. Сhair of Power Consumption Systems and Computer Technologies in Power Engineering, group ЕЕм-61. – Ternopil.: TNTU, 2017.

In this diploma paper completed modernisation of basic component parts of the of power supply system of casting-mechanical plant, namely main transformer substation of 110/10 кВ and workshop transformer substations 10/, 4 кВ. As a result of such actions present problems were removed, like insufficient power of power transformers and reliability of power supply.

The calculation of the electric loading of network of 0,4 кВ of casting-mechanical plant is conducted and electric loading cartogram is built.

On the basis of the executed calculations the chart of power supply of plant and workshops is chosen in particular, an interconnect equipment is chosen and he is checked by electrodynamic and thermal stability.

Designed and designed transformers protection from short circuit and overload using longitudinal differential protection, defined setpoint relays.

To keep the power quality parameters within the limits of existing rules performed research of methods and means of reducing the voltage unbalance and nonsinusoidality by implementing additional technical tools. Researched the efficiency of these technical solutions in terms of economic efficiency. Developed measures for the safe operation of the power substation of casting-mechanical plant.

**Keywords:** power supply, transformer substation, quality of electricity, asynchronous motor.