Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**МАЗУР ОЛЕГ ВІКТОРОВИЧ**

УДК 621.327

**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ ЖИВЛЕННЯ ПЕЧЕЙ ОПОРУ ТЕРМІЧНОГО ЦЕХУ ПУАТ «МОДУЛЬ-УКРАЇНА»**

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:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці  **Буняк Олег Андронікович,** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв  **Савків Володимир Богданович,**  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |

Захист відбудеться 22 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.** На сьогодні в діючих системах електропостачання можна констатувати широке використання різноманітних електронних пристроїв як для багатофункціонального промислового, так і для інформаційного призначення.

Проблема підвищення енергоефективності та надійності роботи систем електропостачання вимагає розробки нових підходів як до вдосконалення чи створення структур, так і законів функціонування різноманітних типів перетворювачів електричної енергії, що є складовими елементами систем електропостачання. Ці елементи обумовлюють наявність у системах вищих гармонічних складових у спектрі струму та напруги, а також несиметрію та неврівноваженість багатофазних сигналів.

Характерна риса сучасних систем електропостачання – наявність у них різних типів перетворювального обладнання та нелінійних нестаціонарних елементів.

При виконанні технологічних операцій нагріву в печах опору з ТРН часто виникає необхідність зміни потужності в великих межах. Піч опору працює на повну потужність тільки в початковий період розігріву заготовок. При виході на сталий тепловий режим потужність печі опору різко знижується, що негативно впливає на електромагнітну сумісність і енергетичні показники пічної установки.

Можна зробити висновок, що трифазні печі опору з розряду симетричних лінійних приймачів електроенергії переходять в розряд приймачів з нелінійної характеристикою.

При модернізації електричного обладнання термічного цеху необхідно враховувати, що система внутрішньоцехового електропостачання може не відповідати встановленим вимогам надійності, безперебійності та якості електроенергії.

Виходячи з вищесказаного актуальним є забезпечення електромагнітної сумісності приймачів електроенергії в мережах живлення термічного цеху підприємства.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є покращання якості електричної енергії в внутрішньоцеховій мережі електропостачання термічного цеху підприємства шляхом формування раціональних режимів нагріву печей опору.

Відповідно до вказаної мети розв’язувались наступні завдання:

– провести аналіз режимів роботи печей опору та вплив на показники якості мережі живлення термічного цеху;

– провести аналіз заходів по забезпеченню електромагнітної сумісності, яка визвана нерівномірним розподілом однофазних навантажень по фазам;

– провести розрахунок електричних навантажень термічного цеху з обґрунтуванням вибору числа та потужності силових трансформаторів і розподільних пристроїв;

– провести розрахунок та вибір релейного захисту і автоматики електричних споживачів термічного цеху та цехової підстанції;

– дослідити показники графіків електричних навантажень печей опору при неповнофазних режимах;

– дослідити використання режимів роботи трифазної електропечі опору з тиристорним регулюванням як симетруючого пристрою трифазної чьотирьохпровідної мережі.

**Об’єкт дослідження** – режими процесів електроспоживання.

**Предмет дослідження** – показники енергетичної ефективності роботи електропечей опору та їхній зв’язок з показниками якості електроенергії.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

– сформована математична модель для визначення параметрів несиметрії напруг в розподільних мережах 0,4 кВ, яка враховує неповнофазні режими живлення печей опору.

**Практичне значення отриманих результатів.** Практичним значен­ням проведених розрахунків є можливість при певних співвідношеннях між максимальними та мінімальними потужностями навантаження цеху використовувати навантаження печей опору як симетруючий пристрій.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на V Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (17-18 листопада 2016 року), Тернопіль, Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (32 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 121 сторінка, 20 таблиць, 6 діаграм, 16 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»** розглянуті особливості режимів електроспоживання електропечей опору термічного цеху підприємства. Проаналізовані системи керування тепловими режимами електропечей та їх вплив на електричну мережу підприємства.

Аналіз роботи печей опору термічного цеху показав, що при виконанні технологічних операцій виникає необхідність зміни потужності електропечей опору (ЕПО) в досить великих межах (0,05–1,4 *Рном*).

Регулювання потужності печей опору здійснюється в зазначеному діапазоні в залежності від необхідної температури в її робочому просторі. Установка працює на повну потужність в початковий період розігріву заготовок. При виході на сталий тепловий режим потужність печі знижується, що негативно впливає на електромагнітну сумісність.

Встановлено, що практично неможливо забезпечити рівномірний розподіл однофазних навантажень по фазах враховуючи динаміку її пофазної зміни при зміні технологічного процесу. Розроблені та впроваджені способи зниження несиметрії на даному рівні розподілу електроенергії в основному пов'язані з застосуванням спеціальних симетруючих пристроїв.

Недолік застосування симетруючих пристроїв полягає в тому, що в деяких випадках їх потужність досягає або перевершує потужність несиметричних навантажень, що істотно підвищує вартість системи електропостачання.

Проведений аналіз показав, що існує можливість здійснення процесу нагріву заготовок у електричних печах опору в неповнофазному режимі, тобто можливість усунення несиметричних режимів за допомогою електричних печей опору без застосування дорогих симетруючих пристроїв.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** досліджено зміну електричних навантаження печей опору термічного цеху при неповнофазних режимах їх роботи.

Отримані середні значення коефіцієнтів використання потужності електричних печей опору при неповнофазних режимах роботи, які дають об'єктивну оцінку споживання електроенергії при управлінні режимами живлення печі в реальному часі.

Здійснено графічне моделювання нерівномірності розподілу однофазного навантаження, визначені межі, в яких нерівномірність не перевищує 15 % для цехового трансформатора потужністю 630 кВА та електричної печі опору потужністю 32 кВт.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведені розрахунки силового на освітлювального навантаження термічного цеху та здійснено вибір перерізу кабелів живильної та розподільчої електромережі з врахуванням захисту для забезпечення надійної роботи.

Проведені розрахунки силового навантаження термічного цеху за методом середньої потужності та коефіцієнту максимуму. Встановлено, що середнє навантаження печей опору становить 92% від загального середнього навантаження цеху. Проведений розрахунок освітлювального навантаження за методом коефіцієнту використання світлового потоку та здійснено вибір освітлювального обладнання.

Визначено, що термічний цех відноситься до ІІ категорії електроспоживачів. Обґрунтовано встановлення одної цехової підстанції для основного живлення цеху та здійснено вибір конструкції комплектної трансформаторної підстанції.

Згідно правил улаштування електричних установок проведено розрахунок та вибір перерізу кабелів за нагрівом, економічною густиною струму та здійснена перевірка на втрати напруги. Здійснено вибір комутаційного обладнання.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів автоматики захисту електричного обладнання 0,4 кВ та цехового трансформатора на стороні 0,4кВ та 10 кВ.

Так як у мережі живлення термічного цеху є нерівномірний розподіл однофазного навантаження у мережах до 0,4 кВ та змінне споживання потужності у мережі 10 кВ прийняті конструктивні рішення дозволять знизити ймовірність помилкової роботи систем автоматики та релейного захисту.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** проведений аналіз впливу режимів роботи печі опору на несиметрію напруги мережі.

Сформована математична модель для визначення параметрів несиметрії напруг в розподільних мережах 0,4 кВ , де враховуються неповнофазні режими живлення електричних печей опору в умовах зміни несиметрії інших джерел.

Отримана залежність зміни коефіцієнта несиметрії напруги зворотної та нульової послідовностей від несиметричного навантаження печі опору, що дає можливість оцінювання граничних коефіцієнтів несиметрії.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведені розрахунки економічного обґрунтування вибору варіантів встановлення цехових трансформаторів термічного цеху.

Економічно обґрунтовано встановлення в якості основного живлення одної цехвої підстанції потужністю 630 кВА. Проведені техніко-економічні розрахунки: кошторису на придбання і монтаж електрообладнання із розробкою річного план-графіку ТОР на електрообладнання; трудомісткості робіт; чисельності та фонду заробітної плати обслуговуючого та ремонтного персоналу.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновані заходи що забезпечують вирішення питань електробезпеки при експлуатації печей опору та особливості гасіння пожежі на електроустановках термічного цеху.

Проведена оцінка стійкості роботи підприємства до дії радіаційного випромінювання та запропоновані заходи щодо підвищення стійкості роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях.

**У восьмому розділі «Екологія»** запропоновані заходи забезпечення екологічної безпеки термічного цеху підприємства.

Запропоновані способи екологічно безпечної роботи камерних печей опору, заходи по вібраційній та шумовій безпеці.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання термічного цеху підприємства з метою підвищення надійності електроспоживання та проведений аналіз умов забезпечення раціональних параметрів і режимів роботи системи електрична мережа – електрична піч опору й отримані результати:

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

2. Проведені розрахунки та обґрунтовано встановлення одної цехової підстанції для основного живлення цеху (630 кВА) та здійснено вибір конструкції комплектної трансформаторної підстанції.

3. Проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір комутаційного обладнання для захисту електричного обладнання 0,4 кВ та цехового трансформатора на стороні 0,4кВ та 10 кВ, що дозволить знизити ймовірність помилкової роботи систем автоматики та релейного захисту.

4. Проведений аналіз режимів роботи нагріву в електричних печей показав, що при виконанні технологічних операцій виникає необхідність зміни потужності електропечей опору в межах 0,01–1,4 *Рном*.

5. Отримані середні значення коефіцієнтів використання потужності електричних печей опору при неповнофазних режимах роботи, які дають об'єктивну оцінку споживання електроенергії при управлінні режимами живлення печі в реальному часі.

6. Здійснено графічне моделювання нерівномірності розподілу однофазного навантаження, визначені межі, в яких нерівномірність не перевищує 15 % для цехового трансформатора потужністю 630 кВА та електричної печі опору 32 кВт.

7. Отримані середні значення коефіцієнтів використання потужності електричних печей опору при неповнофазних режимах роботи, які дають об'єктивну оцінку споживання електроенергії при управлінні режимами живлення печі в реальному часі.

8. Сформована математична модель для визначення параметрів несиметрії напруг в розподільних мережах 0,4 кВ , де враховуються неповнофазні режими живлення електричних печей опору в умовах зміни несиметрії інших джерел.

9. Отримана залежність зміни коефіцієнта несиметрії напруги зворотньої та нульової послідовностей від несиметричного навантаження печі опору, що дає можливість оцінювання граничних коефіцієнтів несиметрії.

**Перелік посилань.**

1. Дослідження та аналіз способів та пристроїв захисту трансформаторів напруги від впливу ферорезонансних процесів // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листопада 2016). М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С. 173.

АНОТАЦІЯ

**Мазур О.В. Підвищення якості електроенергії в мережі живлення печей опору термічного цеху ПуАТ «Модуль-Україна»,** 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2017.

У дипломній роботі проведено модернізацію системи електропостачання термічного цеху підприємства з метою підвищення надійності електроспоживання та проведений аналіз умов забезпечення раціональних параметрів і режимів роботи системи електрична мережа – електрична піч опору.

Проведено аналіз режимів роботи печей опору та вплив на показники якості мережі живлення термічного цеху.

Проведено аналіз заходів по забезпеченню електромагнітної сумісності мережі цеху, яка визвана нерівномірним розподілом однофазних навантажень по фазам.

Проведені розрахунки електричних навантажень термічного цеху з обґрунтуванням вибору числа та потужності силових трансформаторів і розподільних пристроїв.

Проведені розрахунки та вибір релейного захисту і автоматики електричних споживачів термічного цеху та цехової підстанції.

Досліджено показники графіків електричних навантажень печей опору при неповнофазних режимах роботи.

Досліджено використання режимів роботи трифазної електропечі опору з тиристорним регулюванням напруги як симетруючого пристрою трифазної чьотирьохпровідної мережі.

**Ключові слова:** електрична піч опору, несиметрія, система електропостачання.

**ANNOTATION**

**Mazur O.V. Improving the quality of electricity supply network of resistance furnaces of thermal workshop of PJSC "Module-Ukraine",** 8.05070103 – Electrotechnical Systems of Electricity Consumption; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2017.

In diploma paper were modernized of electricity supply system of thermal workshop of enterprise to increase the reliability of power consumption and the analysis of conditions providing rational parameters and modes work in system: electrical network - resistance furnaces.

Of Analyzed of modes of operation resistance furnaces and impact on the indicators of quality of the network supply of thermal workshop.

Of Analyzed the measures for electromagnetic compatibility network of workshop that dictated by the uneven distribution of single-phase loads on phases.

Carried out calculations electrical loads of thermal workshop with substantiation of choice number and capacity of power transformers and switchgear.

Carried out calculations and choice of relay protection and automation of electrical consumers of thermal workshop of workshop substation.

Researched the indicators of graphs electrical loads of furnaces of resistance at not three-phase of modes work.

Researched the use of modes of three-phase of resistance furnace with thyristor regulation of voltage as symmetry device of three-phase four-wire wired of network.

**Keywords:** resistance furnaces, asymmetry, electricity supply system.