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

**Грицай Роман Васильович**

УДК 621.316.722.076.12

**ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

**КАБЕЛЬНОГО ЗАВОДУ**

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 технології в електроенергетиці  **Бабюк Сергій Миколайович,** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |
| **Рецензент:** | доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри світлотехніки та електротехніки    **Лупенко Анатолій Миколайович,**  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |

Захист відбудеться 21 лютого 2018 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 36 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.** Для сучасних систем електропостачання промислових підприємств характерна наявність великих споживачів активної і реактивної потужності з різкозмінним характером навантаження, а також споживачів різних типів, включаючи споживачів постійного струму.

Основним навантаженням в промислових електромережах є асинхронні електродвигуни, розподільні і перетворюючі трансформатори;

– індуктивне навантаження в процесі роботи є споживачем реактивної потужності, яке здійснює коливальні рухи між навантаженням і джерелом;

– індуктивне навантаження не пов'язана з виконанням корисної роботи, а витрачається на створення електромагнітних полів та створює додаткове навантаження на силові живлять лінії.

Наявність реактивної потужності є негативним фактором, несприятливим для мережі в цілому, в результаті чого:

– виникають додаткові втрати в провідниках внаслідок збільшення струму;

– знижується пропускна здатність розподільчої мережі;

– вищі гармонійні складові створюють перешкоди, які негативно позначаються на роботі електроприладів, мікропроцесорної техніки, що призводить до порушення технології виробництва і негативно позначається на основному силовому обладнанні:

• трансформатори - підвищене нагрівання обмоток приводить до зниження потужності і підвищеного зносу ізоляції. Зміна акустичних характеристик (збільшення шуму);

• кабелі - підвищене нагрівання, в деяких випадках можливий пробій ізоляції кабелю;

• двигуни - підвищене нагрівання при номінальному навантаженні. Можуть проявлятися резонансні явища. Двигун може працювати з нестандартно високими тимчасовими затримками. Зміна акустичних характеристик (підвищений шум);

• конденсатори – підвищене нагрівання, пробій і руйнування конденсаторів;

• запобіжники – з огляду на негативного впливу ВГС може відбуватися відключення обладнання.

Крім того, одним з можливих способів вирішення задачі компенсації реактивної потужності може бути установка на промислових підприємствах статичних тиристорних компенсаторів, які широко застосовуються у світовій практиці, однак в Україні впровадження таких компенсаторів знаходиться на початковій стадії.

**Мета і завдання дослідження.**

Основною метою роботи є проектування нової схеми електропостачання кабельного заводу із оптимізацією режимів роботи електричного обладнання, яка відповідатиме усім необхідним вимогам по безперебійності і надійності електропостачання з мінімальними втратами електроенергії.

Поставлена в роботі мета вимагає вирішення наступних задач:

* розрахунок електричного навантаження заводу;
* побудова картограми і визначення центр електричних навантажень;
* розрахунок компенсації реактивної потужності;
* вибір кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій;
* вибір економічно доцільної напруги зовнішнього електропостачання заводу;
* вибір напруги і електричної схем внутрішнього електропостачання;
* вибір високовольтного та низьковольтного електрообладнання, раціональні перетини кабелів і проводів;
* розрахунок заземлення і грозозахисту ремонтно-механічного цеху;
* аналіз та впровадження шляхів оптимізації режимів роботи електричного обладнання.

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

**Предмет дослідження** – методи оптимізації режимів роботи електричного обладнання.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

Дістало подальший розвиток дослідження оптимізації режимів роботи електричного обладнання, шляхом застосування статичних компенсаторів реактивної потужності.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Використання статичних тиристорних компенсаторів дозволить знизити теплові втрати струму і загальні витрати на електроенергію за рахунок підвищення cos φ; зменшити навантаження на елементи розподільної мережі, тим самим продовжуючи їх термін служби; усунути вплив вищих гармонік; домогтися більшої надійності і економічності розподільчих мереж, як результат знизити експлуатаційні витрати; для дугових електросталеплавильних печей – скоротити час циклу плавки, знизити витрати на електроди і футеровку, істотно зменшити ефект флікера.

**Апробація.** Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на VІ 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 – 108 сторінок.

**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»** Подано характеристику середовища виробничих приміщень кабельного заводу, яке може впливати не лише на конструктивне виконання розподільних пунктів та трансформаторних підстанцій, але і на вибір марок і перерізів дротів, кабелів і захисної апаратури.

Проаналізовано особливості розрахунків та побудови систем електропостачання промислових підприємств.

Розглянуто варіанти вирішення проблеми компенсації реактивної потужності в електромережах промислових підприємств.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** розглянуто шляхи оптимізації режимів роботи електричного обладнання. Одним із найбільш ефективних заходів енергозбереження в електричних мережах споживачів і енергосистем є компенсація реактивної потужності. Разом з тим, рівень компенсації в цих мережах є недостатнім і спостерігаються підвищені втрати електроенергії. Результатами досліджень доведено, що використання статичних тиристорних компенсаторів реактивної потужності є одним з механізмів, які забезпечують підвищення ефективності роботи та енергозбереження систем передачі і розподілу електричної енергії.

Охарактеризовано принцип дії статичних тиристорних компенсаторів реактивної потужності який полягає у керуванні струмом реакторів, компенсуючи надлишкову реактивну потужність конденсаторів фільтрів вищих гармонік. Система управління і захисту СТК забезпечує швидку компенсацію реактивної потужності навантаження і підтримання регульованого параметра, виконує захист обладнання, контроль і сигналізацію відмов і може бути модифікована під конкретні вимоги.

Розглянуто методи визначення показників енергетичного процесу статичних тиристорних компенсаторів. Таким чином, за допомогою аналізу особливостей функціонування цих компенсаторів, досвіду їх експлуатації та стану сучасних досліджень були виявлені питання, які потребують подальшого розвитку або вдосконалення.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено аналіз споживачів електричної енергії підприємства, тобто усі електроприймачі характеризувалися за напругою, за режимом роботи, за родом струму, за мірою безперебійності.

Проведений розрахунок електричних навантажень у цехах кабельного заводу, який проводився з метою виявлення повної максимальної потужності цеху необхідної для наступного вибору трансформаторів, та місця їх встановлення. Проведено вибір живлячі і розподільні мережі напругою до 1000 В, а також вибрані розподільні пункти, щити освітлення. Визначено розрахункові навантаження електродвигунів і печей 6 кВ.

Здійснено розрахунок навантаження та вибір освітлювальних установок.

Для спрощення процедури визначення місць розташування головної понижувальної підстанції, а також цехових трансформаторних підстанцій, на генплані підприємства зображено навантаження цехів у вигляді картограми електричних навантажень.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** Здійснено розрахунки для вибору доцільної напруги зовнішнього електропостачання. Вибрано трансформатори на головній понижувальній підстанції за технічними умовами. Проведено вибір повітряної лінії 110/35 кВ; вибір перерізів і марок кабелів внутрішнього електропостачання, напругою 6 кВ; Вибір кабелів до 1 кВ поза корпусами.

Проведені розрахунки струмів короткого замикання для вибору апаратури та перевірки елементів електроустановок на електродинамічну та термічну стійкість, проектування та налагодження релейного захисту з врахуванням реконструкції.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** Розглянуто шляхи впровадження статичних тиристорних компенсаторів реактивної потужності для дугових сталеплавильних печей. Вибір тиристорних компенсаторів виконується індивідуально для кожної печі відповідно до параметрів схеми електропостачання, характеристик навантаження, що компенсується, і вимог за якістю електроенергії.

Представлено методику розрахунку потужності і вибір статичних тиристорних компенсаторів реактивної потужності для дугових сталеплавильних печей. Представлено схему керування і принцип дії статичних компенсаторів.

Використання статичних тиристорних компенсаторів на підприємствах з потужними дуговими сталеплавильними печами одночасно з виконанням ним основних функцій призводить до поліпшення якісних і кількісних показників сталеплавильного процесу

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** здійснено техніко-економічний аналіз проведення модернізації системи електропостачання і розраховано щорічну економію експлуатаційних витрат за рахунок зменшення витрат на втрати електроенергії.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновано заходи із забезпечення пожежної безпеки при експлуатації електроустановок, а також вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок.

Проведено аналіз заходів для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

**У восьмому розділі «Екологія»** здійснено аналіз впливу виробничих дій кабельного заводу на довкілля, та запропоновано заходи і засоби по захисту довкілля від викидів.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі здійснено проектування нової схеми електропостачання кабельного заводу із оптимізацією режимів роботи електричного обладнання, яка відповідатиме усім необхідним вимогам по безперебійності і надійності електропостачання з мінімальними втратами електроенергії.

Отримані наступні результати:

1. Проведені розрахунки електричних навантажень цехових мереж, та усього заводу вцілому, згідно яких побудована картограма і визначений центр електричних навантажень.
2. Здійснено вибір кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій, враховуючи категорійність усіх споживачів кбельного заводу.
3. Згідно преведених техніко-економічних розрахунків, вибрано економічно доцільне значення напруги зовнішнього електропостачання заводу, яке складає 110 кВ.
4. Враховуючи технологічні процеси, та обладнання, що використовується в цих процесах здійснено вибір значення напруги внутрішього електропостачання заводу, яке складає 6 кВ.
5. Згідно проведених розрахунків здійснено вибір високовольтного та низьковольтного електрообладнання, раціональні перетини кабелів і проводів. Перевірено усі кабельні ліній по перевантажувальній здатності.
6. Проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів релейного захисту та автоматики електричного обладнання для забезпечення надійності роботи
7. Для захисту механічного цеху проведено розрахунок заземлення і грозозахисту ремонтно-механічного цеху.
8. Здійснено аналіз шляхів оптимізації режимів роботи електричного обладнання.
9. Вирішено задачу компенсації реактивної потужності шляхом установки на підприємстві статичних тиристорних компенсаторів, основна функція яких – компенсація середньої реактивної потужності навантаження

Система електропостачання кабельного заводу відповідає усім умовам, необхідним для надійної і безпечної роботи.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Підвищення енергоефективності підприємств за рахунок контролю характеристик режимів електропостачання : Матеріали VІ Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій "], (Тернопіль, 16-17 лист. 2017 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. — Том ІІІ. : Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2017. — 259 с.

АНОТАЦІЯ

**Грицай Р. В. Оптимізація режимів роботи електричного обладнання кабельного заводу.** 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018 р.

У дипломній роботі спроектована система електропостачання кабельного заводу із зовнішньою напругою електропостачання 110 кВ і внутрішньою напругою 6 кВ. На головній понижувальній підстанції для забезпечення необхідного рівня надійності встановлений два силові трансформатори типу ТДНС, потужністю 16000 кВА кожен. Вибрана головна схема електричних з'єднань, визначені струми короткого замикання, вибрані електричні апарати.

Метою проектування є вибір напруги зовнішнього і внутрішнього електропостачання, трансформаторів головної понижувальної підстанції і цехових підстанцій, повітряних і кабельних ліній електропередачі, високовольтних вимикачів і іншого електроустаткування; розрахунок освітлення, заземлення і грозозахисту; розробка організаційно-економічних заходів.

Проведено аналіз режимів роботи електричного обладнання, та запропоновано заходи щодо оптимізації цих режимів.

Зроблений розрахунок статичних компенсаторів реактивної потужності для дугової сталеплавильної печі.

**Ключові слова:** ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, НАВАНТАЖЕННЯ, ТРАНСФОРМАТОР, ПІДСТАНЦІЯ, КАБЕЛЬ, РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ, СТАТИЧНІ ТИРИСТОРНІ КОМПЕНСАТОРИ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ, ОСВІТЛЕННЯ.

**ANNOTATION**

**Hrytsai R. V. Development measures to losses reduction of electrical energy in the electricity supply system of the repair–mechanical department.** 141 – Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics. Ternopil Ivan Puluj National Technical University.

In the diploma paper, the system of electrical supply of a cable factory with an external voltage of 110 kV power supply and an internal voltage of 6 kV is designed. Two main transformers of TDNS type, with a capacity of 16,000 kVA each, are installed on the main downhill substations to provide the required level of reliability. The main scheme of electrical connections is selected, short circuit currents are defined, electric appliances are selected.

The aim of designing is to choose the voltage of external and internal power supply, transformers of HPP and workshop substations, air and cable transmission lines, high-voltage switches and other electrical equipment; calculation of lighting, grounding and lightning protection; development of organizational and economic measures.

The analysis of modes of electric equipment operation is performed and issues for optimization of these regimes are supposed.

The calculation of static thyristors compensators of reactive power for an Electric Arc Furnace is prepared.

**Keywords:** POWER SUPPLY, LOAD, TRANSFORMER SUBSTATION, RELAY PROTECTION, STATIC THYRISTOR COMPENSATORS, LIGHTING.