

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**Обґрунтування та вибір методів компенсації електричної
енергії системи електропостачання молочного цеху**

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми
навчання освітнього ступеня «Магістр»,
освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Олександр
ПАЛЬЧИКІВСЬКИЙ

Керівник: канд. техн. наук, професор
Людмила МИХАЙЛОВА

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«___» _____ 2024 р.

Гарант освітньої програми

«Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент Павло ПОТАПСЬКИЙ

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.	10
1.1. Актуальність застосування конденсаторних батарей.	10
1.2. Споживачі реактивної потужності.	10
1.3. Виробництва-споживачі реактивної потужності.	11
1.4. Проблема компенсації реактивної потужності.	11
1.5. Результат компенсації реактивної потужності.	13
1.6. Способи компенсації реактивної потужності.	14
1.7. Природна компенсація.	14
1.8. Технічні засоби компенсації реактивної потужності.	18
1.9. Переваги та недоліки конденсаторних батарей.	19
1.10. Типи конденсаторної компенсації.	20
РОЗДІЛ 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.	24
2.1. Необхідність компенсації реактивної потужності.	24
2.2. Харак. споживачів. Визнач. категорійності по надійності ЕП.	26
2.3. Вибір схеми ЕП.	27
Висновки до розділу 2.	29
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.	30
3.1. Відомість споживачів.	30
3.2. Розрахунок електричних навантажень.	31
3.3. Вибір типу світильників. Розміщення світильників в цеху.	38
3.4. Світлотехнічний розрахунок.	40
3.5. Електромережа освітлення.	43
3.6. Висновки до розділу 3.	49
РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.	50
4.1. Розрахунок потужності та вибір конденсаторної батареї.	50
4.2. Вибір числа і потужності силових трансформаторів.	53
4.3. Розробка конструкції КТП.	57

4.4. Розрахунок і вибір перерізу мережі живлення і розподільчої електромережі з врахуванням захисту.	58
4.5. Висновки до розділу 4.	64
РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.	65
5.1 Вибір схеми керування і автоматики.	65
5.2 Вибір елементів схеми керування і автоматики.	66
5.3 Висновки до розділу 5.	69
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	70
6.1 Методика оцінки економічної ефективності інженерних рішень.	70
6.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору масляного трансформатора.	71
6.3 Оцінка економічної ефективності вибору масляного трансформатора.	72
6.4 Розрахунок економічного ефекту від впровадження конденсаторних установок.	74
6.5 Висновки до розділу 6.	75
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.	76
7.1. Система протипожежного захисту.	76
7.2. Електробезпека.	78
7.3. Джерела виникнення та уражаюча дія електромагнітного імпульсу.	80
7.4. Проведення евакуаційних заходів, їх планування і організація, особливості проведення у випадку виникнення НС техногенного характеру.	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87
ДОДАТКИ.	90

ВСТУП

Актуальність теми. Однією з основних задач, яка вирішується як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації системи промислового електропостачання, є питання компенсації реактивної потужності, що включає вибір доцільності джерел, розрахунок і регулювання їх потужності, розташування джерел в системі електропостачання підприємства.

Кількісні і якісні зміни, які проходять в промисловому електропостачанні за останні декілька роки, надають цьому питанню особливе значення.

Передача реактивної потужності на значні відстані від місць генерації до місць споживання істотно погіршує техніко-економічні показники електропостачання.

Для компенсації реактивної потужності та забезпечення необхідної якості електроенергії при різкозмінному навантаженні, наявності несиметрії та несинусоїдності форми кривої струму і напруги спроектовані фільтрокомпенсуючі та фільтросиметруючі пристрої. Проте в реальних умовах дані пристрої приводять до неоправданого зростання капітальних затрат і до додаткових витрат електроенергії.

Більша частина активної потужності споживається приймачами і лише незначна її частина втрачається в елементах мережі і електрообладнанні.

Активна потужність генерується електростанціями, а реактивна - як генераторами електростанцій (неосновна функція), так і синхронними двигунами, синхронними компенсаторами, батареями компенсаторів, тиристорними джерелами реактивної потужності та лініями.

Тому, дослідження методів компенсації реактивної потужності для промислових підприємств є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської роботи є вибір методів компенсації реактивної потужності для підвищення надійності електроспоживання на електроустановках цеху підприємства.

Відповідно до вказаної мети необхідно розв'язати наступні завдання:

- провести аналіз методів компенсації реактивної потужності;
- провести характеристику споживачів електроенергії;
- визначити розрахункове навантаження цеху;
- провести розрахунки компенсуючого пристрою;
- обґрунтувати вибір числа та потужності силових трансформаторів;
- розробити схему електропостачання цеху;
- запропонувати конструкцію комплектної трансформаторної підстанції.

Об'єкт дослідження - режими процесів електроспоживання.

Предмет дослідження - методи компенсації реактивної потужності в цехових мережах електроспоживання.

Наукова новизна отриманих результатів. Отримано подальший розвиток дослідження методів компенсації реактивної потужності для підвищення надійності роботи електроустаткування.

Практичне значення отриманих результатів. Практичним значенням отриманих результатів є проведене технічне переоснащення електричного обладнання цеху та силового трансформатора, що дозволить знизити втрати потужності та електроенергії підприємства.

Апробація результатів дослідження: Результати магістерської роботи були оприлюднені на четвертій Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Ефективне використання енергії: стан і перспективи». (9 листопада 2024). – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024. ст..211.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено вибір методів компенсації реактивної потужності системи електропостачання молочного цеху сільськогосподарського підприємства.

Отримано результати:

1. Враховано, що основне силове устаткування даного підприємства відноситься до *III* категорії по надійності ЕП.
2. Запропоновано магістральну схему ЕП, що є доцільнішою для підприємства.
3. Проведені розрахунки навантажень промислового підприємства. Пораховано, що потужність даного цеху рівна 225 кВА .
4. Проведені розрахунки навантажень підприємства з урахуванням навантаження силових споживачів та навантаження сусідніх цехів.
5. Проведені розрахунки реактивної потужності та проведено обґрунтування вибору КП типу *УКРП-0,4 -160 - 20УЗ* із кроком регулювання 20 кВАр .
6. Обґрунтовано встановлення одно трансформаторної ПС $630 / 10 / 0,4\text{кВ}$.
7. Запропонована конструкція *КТП - 630*.

Засвідчую, що у цій кваліфікаційній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач вищої освіти _____ Олександр ПАЛЬЧИКІВСЬКИЙ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. / Міненерговугілля України,. - К., 2017.
2. Мілих В.І. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. - Харків : ФОП Панов А. М., 2016. - 272 с.
3. Шестеренко В. Є., Шестеренко О. В. Електоропостачання промислових підприємств. Посібник до курсового та дипломного проектування / Шестеренко В. Є., Шестеренко О. В. — Київ, 2013. — 424 с. : іл., табл.
4. Рудницький В.Г. “Внутрішньозаводське електропостачання”. Курсове проектування: навчальний посібник. - Суми: ВТД ”Університетська книга”, 2006р.
5. “Справочник по проектированию электроснабжения”, под редакцией Барыбина Ю.Г., Федорова Л.Е., Зименкова М.Г., Смирнова А.Г., 1990 г
6. Липкин Б.Ю. “Электроснабжение промышленных предприятий и установок”. Москва: ”Высшая школа”, 1990 г.
7. Беляев А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. Учебное пособие. Санкт-Петербург, ПЭИПК, 2008. - 230 с.
8. Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие / А.А. Сивков, А.С. Сайгаш, Д.Ю. Герасимов; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 184 с
9. Електропостачання промислових підприємств. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по електропостачанню цехів для студентів спеціальності 8.090603 “Електротехнічні системи електроспоживання” та спеціалізації 7.090603* “Енергетичний контроль та маркетинг в енергетиці”. /Укл.: П.Г. Плешков, Ю.І. Казанцев, Н.Ю. Гарасьова, Т.В. Величко - Кіровоград: КДТУ, 2003. - 103с.
10. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник. - 2-е вид., перероб. і доп. - Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. - 148 с.

11. Кнорринг Г.М. и др. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992. — 448 с: ил.
12. Українська електротехнічна корпорація АСКОУКРЕМ “Каталог електротехнічної продукції”, 2009 р.
13. Компенсація реактивної потужності. Дослідження роботи автоматизованої конденсаторної установки: Методичні вказівки до практичної роботи для студентів напрямку “Електромеханіка” з дисципліни “Апарати захисту та керування в електричних установках низької напруги” / Укл.: М.В. Бурштинський, М.В. Хай, Б.М. Харчишин. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. - 48 с.
14. Салтиков В.О. Проектування, монтаж і експлуатація освітлювальних установок. Конспект лекцій / для студентів 4-5 курсів спеціальності 8.090605 - Світлотехніка і джерела світла/. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 81 с.
15. ДБН В. 2.5-23-2003. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення. Видання офіційне. Державний комітет України з будівництва та архітектури. - Київ, 2004.
16. «Електропривод та автоматизація»: О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, В.В. Козирський, В.Я. Бунько, В.Ю. Рамш; За ред. О.Ю. Синявського. - К.: ФОП Ямчинський О.В. - 619с.
17. Мацьків І.І., Бунько В.Я. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ. Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий розвиток аграрної сфери: інженерно- економічне забезпечення», 5 листопада 2020 року м. Бережани, Тернопільська область.
18. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: Підручник. - 2-ге вид. - Львів: Видівництво Національного університету “Львівська політехніка”,

2009. - 488 с.

19. <http://atrans.in.ua/> (дата звернення 10.10.2020)

20. <https://www.toe.com.ua/index.php/component/content/article?id=2>
_____ (дата звернення 12.10.2020)

21. Електропостачання міст і промислових підприємств. Конспект лекцій для студентів 4 - 5 курсів денної і заочної форм навчання спеціальності 6.090600, 7.090603, 8.090603 (6.050701) "Електротехнічні системи електро-споживання". Укл. В.Ф. Харченко; Харк. нац. акад. міськ. госп- ва. - Х.: ХНАМГ, 2009. - 168 с.

22. Електрообладнання енергетичних установок: навчальний посібник / М.І. Погожих, А.О. Пак, О.Г. Дьяков, М.А. Чеканов. - Х. : ХДУХТ, 2019. - 141 ст.