

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

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

**ОБГРУНТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ТА
ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА З ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БРВ ЛІСТРАНС»
РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав:

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

_____ **Анатолій БОДНАР**

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

_____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«___» _____ 2023 р.

Керівник проектної групи
(гарант освітньої програми)

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

Докт. с.-г. наук, канд. техн. наук, доцент _____ **Олег ТКАЧ**

м. Кам'янець-Подільський, 2023р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1. Втрати електричної енергії в системі електроспоживання	10
1.2. Цехові електричні мережі напругою до 1000 В.....	10
1.3. Схеми електричних мереж напругою до 1000 В.....	11
1.4. Конструктивне виконання цехових мереж та підстанцій.....	12
1.5. Облік електричної енергії	13
1.6. Коротка характеристика підприємства	17
РОЗДІЛ 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	19
2.1. Класифікація заходів із зниження втрат електричної енергії	19
2.2. Економія електричної енергії при внутрішньозаводському електропостачанні.....	22
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	29
3.1 Розрахунок електричних навантажень	29
3.1.1. Вибір напруги внутрішньозаводського електропостачання	29
3.1.2. Розрахунок освітлювального навантаження.....	29
3.1.3. Розрахунок силових навантажень	32
3.2. Картограма навантажень і визначення умовного центру електричних навантажень	35
3.2.1. Загальні відомості	36
3.2.2. Визначення центру електричних навантажень.....	38
3.3. Побудова графіків електричних навантажень	39
РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	42
4.1. Вибір числа і потужності трансформаторів головної понижувальної підстанції.....	42
4.1.1. Основні положення.....	42
4.1.2. Вибір трансформаторів головної понижувальної підстанції	42
4.2. Вибір схеми внутрішнього електропостачання.....	46
4.3. Вибір числа і потужності цехових трансформаторів	46

4.3.1. Основні положення.....	46
4.3.2. Вибір цехових трансформаторів	48
4.4. Компенсація реактивної потужності.....	49
4.4.1. Вибір потужності конденсаторних батарей в мережі до 1 кВ.....	49
4.4.2. Вибір потужності конденсаторних батарей в мережі 10 кВ	50
4.5. Розрахунок струмів короткого замикання.....	51
4.6. Вибір основних елементів схеми електропостачання напругою вище 1000 В	54
4.6.1. Вибір комутаційного обладнання	54
4.6.2. Вибір шин на головній понижувальній підстанції	57
4.6.3. Вибір трансформатора струму	57
4.6.4. Вибір трансформатора напруги.....	59
4.6.5. Вибір кабельних мереж 10 кВ	60
4.6.6. Вибір трансформатора власних потреб.....	63
4.7. Розрахунок цехової низьковольтної мережі.....	65
4.7.1. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі напругою до	65
4.7.2. Вибір обладнання в мережі напругою до 1000 В	69
4.7.3. Розрахунок занулення	71
4.8. Релейний захист і автоматика.....	72
4.8.1. Релейний захист трансформаторів головної понижувальної підстанції.....	72
4.8.2. Газовий захист	72
4.8.3. Поздовжній диференціальний струмовий захист.....	73
4.8.4. Струмова відсічка.....	76
4.8.5. Захист від багатофазних коротких замикань на стороні низької напруги	77
4.8.6. Резервний захист від міжфазних коротких замикань	78
4.8.7. Захист від перевантажень	79
4.8.8. Захист трансформаторів цехових підстанцій.....	80
4.8.9. Автоматика	81

РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	82
5.1 Автоматичний захист асинхронного двигуна від перевантаження і нагріву	82
5.1.1. Пристрої вбудованого температурного захисту.....	82
5.1.2. Пристрій ЗОУП-25	85
5.1.3. Універсальний блок захисту асинхронних електродвигунів УБЗ-30187	
РОЗДІЛ 6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	89
6.1. Визначення капітальних вкладень	89
6.2. Визначення річних експлуатаційних витрат.....	90
6.3. Складання кошторису електроенергетичних витрат	92
6.4. Розрахунок поточних витрат на обслуговування електроустаткування.....	97
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	100
7.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників	100
7.2. Заходи по зниженню негативної дії небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	103
7.3. Підвищення стійкості функціонування підприємств переробної галузі в надзвичайних ситуаціях.....	106
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	109

ВСТУП

Актуальність теми. Системи електропостачання не можуть накопичувати електроенергію, а отримана електроенергія негайно споживається, що робить точну та швидку реалізацію системи керування невід'ємною у випадку непередбачених коливань навантаження. Надійне та безперебійне електропостачання є критично важливим для діяльності промислових підприємств. Для забезпечення ефективної роботи підприємства, схема електропостачання повинна гарантувати високий рівень надійності та безпеки.

Залежно від структури та принципу роботи, системи електропостачання можуть використовувати автоматизацію для підвищення рівня надійності та безпеки функціонування і обслуговування. Сучасні системи електропостачання широко використовують комп'ютерну техніку для детального аналізу роботи системи в різних режимах і вибору найбільш ефективного варіанту при розробці схеми та виборі її елементів. Промислові підприємства, які спеціалізуються на виробництві сучасних будівельних матеріалів та меблів, залежать від електропостачання для живлення своєї технологічної бази, яка включає електродвигуни, печі, преси та освітлювальне обладнання.

Сучасні системи електропостачання промислових підприємств забезпечують надійне та якісне електропостачання, а також економію електроенергії та інших матеріальних ресурсів за допомогою автоматизації та технологічних установок.

Мета і завдання дослідження:

Мета магістерської роботи полягає у виконанні аналізу системи електропостачання підприємства з використанням існуючих методів розрахунку, а також у розробці заходів з метою зменшення втрат електричної енергії та потужності.

Відповідно до вказаної мети розв'язувались наступні завдання:

- Аналіз методів зменшення втрат електричної енергії в системі електроспоживання.
- Оцінка ефективності та необхідності модернізації схеми

електропостачання та графіка електричного навантаження підприємства.

- Розрахунок потужності та розподілу навантажень, вибір оптимальних схем електропостачання та освітлювальної мережі.
- Визначення оптимальної кількості та потужності трансформаторів, а також засобів компенсації реактивної потужності.
- Розрахунок струмів короткого замикання та вибір електрообладнання, оптимальних перетинів кабелів і проводів.
- Розробка заходів для підвищення рівня захисту елементів системи електропостачання.

Об’єкт дослідження – системи електропостачання підприємства обробки деревини.

Предмет дослідження – заходи зниження втрат електричної енергії підприємства.

Наукова новизна отриманих результатів:

Отримано подальший розвиток дослідження методів та способів зниження втрат потужності в електричних мережах промислових підприємств.

Практичне значення отриманих результатів.

Проведена модернізація схеми електропостачання заводу сприяла підвищенню надійності електропостачання та зниженню ризику аварій, що в свою чергу мінімізувало втрати виробництва і недопуск простою електрообладнання.

Були розроблені технічні засоби та методи захисту асинхронних двигунів від перевантаження та перегріву.

Публікації: Анатолій БОДНАР / Впровадження системи енергетичного менеджменту на основі стандарту ISO 50001 для підвищення енергетичної ефективності промислових підприємств // III Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Ефективне використання енергії: стан і перспективи» (09 листопада 2023 року) / Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Кам’янець – Подільський. 2023.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків, переліку посилань (28 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 111 сторінок.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської роботи було вирішено практичне завдання щодо розробки заходів для зниження втрат електричної енергії в системі електропостачання підприємства обробки деревини. Отримані результати наступні:

1. Проведений аналіз вихідних даних для проектування, включаючи числові значення основних електричних навантажень заводу та загальну характеристику проектованого об'єкту.

2. Виконано розрахунок електричних навантажень заводу, включаючи вибір трансформаторної підстанції, комутаційного обладнання та побудову картограми електричних навантажень. Отримані координати центру електричних та вибране місце розташування ГПП. Побудовані добові графіки електричного навантаження у ліній та зимовий період, а також річний графік електричного навантаження з річною витратою активної енергії.

3. Обрано головну понижувальну підстанцію з двома силовими трансформаторами.

4. Проведені розрахунки струмів короткого замикання у високовольтних та низьковольтних мережах, на основі яких обрано високовольтне та низьковольтне електричне обладнання і систему релейного захисту та автоматики цехових трансформаторів.

5. Виконано розрахунок і вибір компенсуючого пристрою на напругу 0,4 кВ та 10 кВ.

6. Для забезпечення нормальних умов праці спроектовано нову освітлювальну мережу.

7. Розроблено та впроваджено заходи для підвищення захисту асинхронних двигунів від перевантаження та нагріву. Модернізована система електропостачання є надійною, економічно обґрунтованою та забезпечує споживачів електричною енергією високої якості у необхідній кількості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок : [арх. 15 березня 2020] / Міненерговугілля України. — Київ : [б. в.], 2017. — 617 с.
2. ДСТУ 3569-97 Енергозбереження нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Основні положення (ГОСТ 30514-97). Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25862. – Назва з екрана.
3. Волох П.В., Цоколенко М.П., Ревенко Л.В., Грічаненко В.А. та ін. Довідникова книга з електроенергетики : Навчальний посібник – К.: Аграрна освіта, 2014. – 506 с.
4. ДНАОП 0.00-1-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – 117 с.
5. Проектування електропостачання та електрообладнання машин і установок геотехнічних виробництв: Навчальний посібник для курсового та дипломного проектування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Уклад.: І. С. Рябенко, О. В. Мейта. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 244 с.
6. Шкрабець Ф.П. Електропостачання: навч. посіб. / Ф.П.Шкрабець; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 540 с.
7. Бурбело М. Й. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків : навчальний посібник / М. Й. Бурбело, О. О. Бірюков, Л. М. Мельничук – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
8. 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.
9. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. - 984с.
10. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38 – 150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних

втратах електроенергії. (ГНД 34. 09. 104 – 2003). – К. : Міністерство палива та енергетики України, 2004. – 115 с.

11. Бурбело М. Й. Стимулювання зменшення втрат в електричних мережах : монографія / М. Й. Бурбело, Л. М. Мельничук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 110 с.

12. Сиворакша В.Ю., Марков В.Л., Петров Б.Є. та інші. Теплові розрахунки геліосистем. – Дніпропетровськ: Вид-во ДГУ, 2003. – 132 с.

13. Б.Х Драганов, В.В.Іщенко, О.В.Шеліманова. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем. К.:Аграрна освіта. 2009.-230 с

14. Енергозбереження. Посібник для загальноосвітньої школи, Львів: Праховник А.В., Мельникова О.В., Конеченков А.Є., Іншеков Є.М., Дешко В.І. / Політра Друку, 2003, - 92 с.

15. Електромагнітна сумісність у системах електропостачання: Підручник / І. В. Жежеленко, А. К. Шидловський, Г. Г. Півняк, Ю. Л. Саєнко.- Д, Нац. гірнич. ун-т, 2009.-319 с.

16. Новітні енергетичні технології та їх вплив на функціонування систем енергопостачання: аналіт. доп. / О. М. Суходоля. – Київ : НІСД, 2022. – 36 с.

17. Забезпечення стійкості енергосистем та їх об'єднань: За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2018. – 320 с.

18. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Режим доступу: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://kubg.edu.ua/images/stories/podii/2017/06_21_posylannia/dstu_8302.pdf. – Назва з екрана.

19. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки Структура і правила оформлення ДСТУ 3008-2015. Режим доступу: https://science.kname.edu.ua/images/dok/derzhstandart_3008_2015.pdf. – Назва з екрана.

20. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці:Підручник.-Л.:Афіша,2002.-320 с.

21. Електробезпека: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 295 с.

22. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х.: Індустрія: Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.

23. Основи безпечної експлуатації електроустановок: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 149 с.

24. Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/уклад.: О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко/КПІ ім. Ігоря Сікорського, – Електронні текстові дані (1 файл: 4,62 Мбайт). – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 183 с.

25. Методичні рекомендації щодо виконання та оформлення кваліфікаційної роботи магістра / Т.Д.Гуцол, Л.М.Михайлова, І.Д.Гарасимчук, В.М.Дубік, О.В.Ткач, П.В.Потапський. (За загальною редакцією Михайлової Л. М.) – ПДАТУ, 2019. – 30 с.

26. Система дистанційного навчання Moodle 2.7. – «ЗВО «ПДУ»». Режим доступу: <http://pdatu.net.ua/>. – Назва з екрана.

27. Методичні вказівки щодо виконання та оформлення курсових робіт з навчальної дисципліни «Основи електропостачання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти / М.В. Вусатий, І.Д. Гарасимчук, П.В. Потапський. (За загальною редакцією М.В. Вусатого) – ПДАТУ, 2021.- 68с.

28. Конспект лекцій з дисципліни “Основи електропостачання ” (скорочений курс лекцій, частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Микола ВУСАТИЙ, Павло ПОТАПСЬКИЙ, Ігор ГАРАСИМЧУК (За загальною редакцією Павла ПОТАПСЬКОГО). – Кам'янець – Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. – 127с.