

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра електропостачання і енергоменеджменту

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Сергій БЛАЖЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Сергій БАЛЮТА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехніка та інформаційні технології»

на тему: Розробка системи електрозабезпечення насосної станції первинного підйому води м. Києва.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЕЛ 4-3

Мудрий Володимир Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник професор Іващук В'ячеслав Віталійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Сірик А.О.

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Левченко В.О.

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарплатованої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2023 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ т.№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	15.03.2023р	
2	Вступ	16.04.2023р	
3	Вибір напруги живлячих та розподільчих мереж	18.04.2023р	
4	Розрахунок електричних навантажень цеху.	20.04.2023р	
5	Розрахунок електричних навантажень цеху.	22.04.2023р	
6	Вибір потужності трансформатора.	25.04.2023р	
7	Розрахунок КЗ.	30.04.2023р	
8	Вибір апаратури розподільчої мережі, ШРА і СПМ.	02.05.2023р	
9	Вибір комутаційної та захисної апаратури	08.05.2023р	
10	Розрахунок розподільчої мережі.	15.05.2023р	
11	Спецпитання.	20.05.2023р	
12	Розробка заходів з охорони праці, техніки безпеки.	24.05.2023р	
13	Список літератури	28.05.2023р	
14	Здача дипломного проекту на перевірку	30.05.2023р	
15			

Здобувач _____
(підпис)

Мудрий В.А _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Іващук В.В _____
(прізвище та ініціали)

Анотація

Мудрий Володимир Андрійович . Дипломний проект на тему :
« Розробка системи електрозабезпечення насосної станції
первинного підйому води м. Києва »

Національний Університет Харчових Технологій, Київ -2022
141. «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Додана пояснювальна записка складається із вступу, 9 розділів та списку використаної літератури. Обсяг проекту становить 102 сторінок .

До опису надано презентацію, яка складається із чотирьох креслень :
схема електропостачання цеху, схема розташування обладнання цеху, схема освітлювальної мережі, силове обладнання цеху.

У проекті розглянуто характеристику підприємства і надано опис технологічного процесу. Виконано розрахунки електричних навантажень і побудовано картограму навантажень. Розраховано трансформатори головної понижувальної підстанції, а також розраховані кількість і потужність цехових трансформаторів. Виконано розрахунок робочих струмів і обрано відповідні кабелі. Для системи електропостачання заводу виконано розрахунок струмів короткого замикання. Обрано електричні апарати захисту і управління. Розраховано кількість і тип обладнання для компенсації реактивної потужності.

У розділі охорона праці розглянуто можливі аварійні ситуації та засоби техніки безпеки і захисту обслуговуючого персоналу.

Ключові слова : понижувальна підстанція, силовий трансформатор, струми короткого замикання, апарати захисту, компенсація реактивної потужності.

Abstract

Mudryi Volodymyr . Diploma project on the topic :
" Development of power supply system for pumping station of primary
water lift in Kyiv"

National University of Food Technologies, Kiev -2022
141. "Electric power engineering, electrical engineering
electromechanics"

The added explanatory note consists of an introduction, 9 sections and a list of used literature. The project is 102 pages .

The description includes a presentation consisting of four drawings: the scheme of power supply of the workshop, the layout of the workshop equipment, the scheme of the lighting network, the power equipment of the workshop.

The project examines the characteristics of the enterprise and provides a description of the technological process. Calculations of electrical loads were performed and load cartogram was built. Transformers of the main substation are calculated, as well as the calculated number and power of the department transformers. The calculation of operating currents was performed and the corresponding cables were selected. For the power supply system of the plant, the calculation of short-circuit currents was performed. Electrical protection and control devices are selected. The number and type of equipment for reactive power compensation was calculated.

The section labor protection considers possible emergencies and safety and protection of service personnel.

Keywords : low-power substation, power transformer, short-circuit currents, protection devices, reactive power compensation.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА	10
1.1. Характеристика електричних навантажень цеху	11
1.2. Розрахунок електричних навантажень цехових електроспоживачів	13
1.2.1. Розрахунок силових електричних навантажень в електричних мережах до 1000 В.	17
1.2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень	18
1.2.3. Розрахунок електричних навантажень в силових мережах 1000 В.	18
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ВИСОКОВОЛЬТНОГО ТА НИЗЬКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ	20
2.1. Вибір напруги та електричних схем електропостачання цеху	20
2.2. Побудова графіків електричних навантажень цеху	21
2.3. Режими реактивної потужності системи електропостачання	22
2.3.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв	24
2.3.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв	26
2.3.3. Вибір закону регулювання і системи автоматичного керування компенсуючих пристроїв	28
2.3.4. Розрахунок фактичного коефіцієнта потужності	29
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЦЕХОВОЇ МЕРЕЖІ	32
3.1. Вибір кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій	32
3.2. Вибір схеми та розрахунок цехової мережі	33
3.2.1. Розрахунок силової мережі цеху	34
3.2.2. Розрахунок освітлювальної мережі цеху	36
РОЗДІЛ 4. РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА (РЗА)	40

4.1. Вибір запобіжників та автоматичних вимикачів	40
4.2. РЗА трансформаторів цехових трансформаторних підстанцій	42
РОЗДІЛ 5. ОБЛІК ТА ВИМІРЮВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	45
5.1. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання	45
5.2. Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатофункціональних електронних лічильників і т.д.	46
РОЗДІЛ 6. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	50
6.1. Характеристики показників якості електричної енергії	50
6.2. Характеристика методів та технічних заходів по забезпеченню якості електроенергії	52
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ	55
7.1. Аналіз ризиків та заходи щодо охорони праці	55
8. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ	67
ВИСНОВКИ	87
9. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	96

ВСТУП

Актуальність теми:

Сучасні промислові підприємства залежать від стабільного та ефективного електроспоживання для своєї нормальної роботи. З урахуванням зростаючої потреби в електроенергії та росту вартості електричної енергії, виникає необхідність у впровадженні інформаційних систем керування електроспоживанням для ефективного контролю та управління електричними навантаженнями на промислових підприємствах. Це дозволить підприємствам забезпечувати оптимальне використання електроенергії, знижуючи витрати та сприяючи збереженню енергоресурсів.

Мета дослідження:

Основною метою цієї дипломної роботи є розробка інформаційної системи керування електроспоживанням для промислового підприємства. Ця система має на меті покращення ефективності використання електроенергії, оптимізацію розподілу навантаження та забезпечення стабільного функціонування електричних систем підприємства.

Об'єкт дослідження:

Об'єктом дослідження є промислове підприємство, яке має значний обсяг електроспоживання та потребує оптимізації керування електричними навантаженнями.

Предмет дослідження:

Предметом дослідження є інформаційна система керування електроспоживанням промислового підприємства, що включає в себе апаратні та програмні компоненти, методи та алгоритми керування, а також методики аналізу та оптимізації електронавантаження.

Завдання дослідження:

1. Вивчити основні аспекти електроспоживання на промислових підприємствах та існуючі проблеми управління навантаженнями.
2. Розробити методологію розрахунку електричних навантажень цехових електроспоживачів.
3. Розробити інформаційну систему керування електроспоживанням промислового підприємства.
4. Встановити зв'язок між електронавантаженням та ефективністю роботи підприємства.
5. Проаналізувати можливості впровадження системи керування електроспоживанням на промисловому підприємстві.

Наукова новизна:

Науковою новизною дослідження є розробка інформаційної системи керування електроспоживанням промислового підприємства, що базується на використанні сучасних методів аналізу, оптимізації та контролю електричних навантажень. Розроблена система має потенціал покращити енергоефективність підприємства та забезпечити оптимальне використання електроенергії.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1. Характеристика електричних навантажень цеху

Електричні навантаження цеху є одним з основних елементів електроспоживання на промисловому підприємстві. Вони включають в себе силові електричні навантаження, освітлювальні навантаження та електричні навантаження у силових мережах вище 1000 В (за їх наявності). Детальна характеристика цих навантажень допомагає визначити потужність, кількість та характер роботи електроприймачів у цеху, що є важливим для розрахунку потреби в електроенергії, планування електроспоживання та ефективного управління енергетичними ресурсами.

1. Силові електричні навантаження в електричних мережах до 1000 В [1]:
Машини та устаткування, які вимагають значної електричної потужності для своєї роботи, наприклад, електродвигуни, насоси, компресори тощо.

2. Освітлювальні навантаження [2]:
Лампи загального освітлення в цеху та приміщеннях.

Світильники виробничих приміщень, складських приміщень, офісів та інших робочих зон.

Налагодження освітлення на різних ділянках цеху відповідно до особливостей роботи та безпеки праці.

3. Електричні навантаження у силових мережах вище 1000 В (за їх наявності) [3]:

Великі електричні машини, трансформатори, генератори тощо.

Силові лінії передачі електроенергії між різними цехами або підприємствами.

Для детального вивчення характеристик електричних навантажень цеху необхідно провести аналіз електроприймачів, їхніх технічних характеристик,

енергетичних потреб, тривалості роботи та періодів пікових навантажень. Це дозволить встановити потужність, часові інтервали та сезонні зміни електроспоживання, а також виділити основні елементи для подальшого розрахунку та планування електричної системи цеху.

Основні типи обладнання насосних станцій

- Електродвигуни різної потужності для приводу механічних систем, насосів, компресорів, конвеєрів тощо.
- Освітлювальне обладнання: світильники, лампи, світлодіоди для освітлення робочих зон, складських приміщень, офісних приміщень тощо.
- Вентиляційні та кондиціонувальні системи: вентилятори, кондиціонери, системи витяжки, системи повітряного охолодження та обігріву.
- Електрична розподільна апаратура: розподільні панелі, комутаційні шафи, автоматичні вимикачі, запобіжники, реле, лічильники електроенергії.
- Ліфти та підйомні механізми: електричні ліфти для переміщення вантажів та осіб.
- Електроінструменти: електричні свердла, лобзики, шліфувальні машинки, електричні преси тощо.

Розміри цеха $A \times B \times H = 30 \times 42 \times 9$ м.

Зважаючи на розподіл і характер електричних навантажень, буде визначено оптимальні режими роботи системи електропостачання цеху, вибрати необхідне обладнання, встановити компенсуючі пристрої для підтримання балансу реактивної потужності та забезпечити ефективне функціонування електричної мережі.

Характеристика електричних навантажень цеху доповнюється аналізом їхнього розподілу у часі. Для цього використовуються дані щодо добових, місячних та сезонних змін електроспоживання. Важливо виявити пікові навантаження, коли споживання електроенергії досягає максимальних значень. Це дозволяє визначити потужність, необхідну для забезпечення пікових навантажень та планування роботи електричних мереж у такі періоди[4].

За допомогою характеристики електричних навантажень цеху можна встановити взаємозв'язок між споживанням електроенергії та виробничим процесом. Наприклад, можна виявити електроприймачі, які споживають багато електроенергії, але не працюють у повному режимі або не використовуються оптимально. Це може свідчити про можливість впровадження енергоефективних заходів, таких як модернізація обладнання, встановлення енергозберігаючих систем або розподіл енергії за пріоритетами.

Застосування інформаційної системи керування електроспоживанням на промисловому підприємстві дозволяє ефективно управляти електричними навантаженнями цеху. Ця система може включати моніторинг та збір даних про споживання електроенергії, аналіз цих даних, прогнозування навантажень та автоматизоване керування електроприймачами. Завдяки цьому підприємство може забезпечити оптимальне використання електроенергії, уникнути перевантажень мереж та зменшити витрати на електроспоживання.

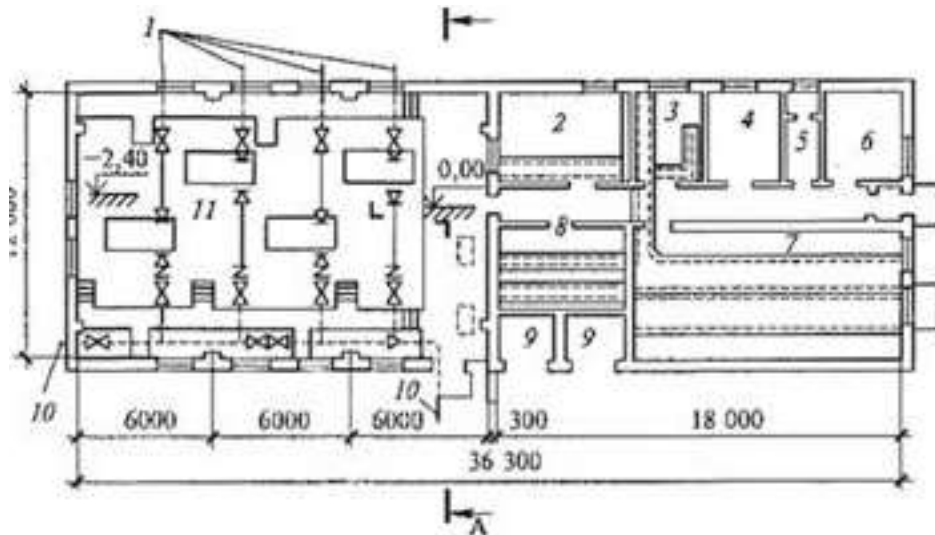


Рисунок 1.1 – Цех насосної станції

1 - усмоктувальні трубопроводи; 2 - побутові приміщення; 3 - випрямлячі;
 4 - приміщення статичних конденсаторів; 5 - санвузол; 6 - майстерня; 7 -
 розподільні пристрої; 8 - щитова; 9 - камери трансформаторів; 10 - напірні
 трубопроводи; 11 - машинний зал; 12 - підвісна кран-балка

1.2. Розрахунок електричних навантажень цехових електроспоживачів

Для проведення розрахунку електричних навантажень цехових електроспоживачів, використаємо наступне обладнання:

1. Електричні машини та приводи:

Електродвигуни різної потужності для приводу механічних систем.

2. Освітлювальне обладнання:

Світильники, лампи, світлодіоди для освітлення робочих зон, складських приміщень, офісних приміщень тощо.

3. Вентиляційні та кондиціонувальні системи:

Вентилятори, кондиціонери, системи витяжки, системи повітряного охолодження та обігріву.

4. Електронагрівальні пристрої:

Електричні котли, електричні радіатори, нагрівальні панелі, електричні теплові заводи.

5. Компресорні установки:

Електричні компресори для стисненого повітря в пневматичних системах.

6. Електрична розподільна апаратура:

Розподільні панелі, комутаційні шафи, автоматичні вимикачі, запобіжники, реле, лічильники електроенергії.

7. Електронна та інформаційна техніка:

Комп'ютери, сервери, монітори, принтери, роутери, мережеве обладнання тощо.

8. Ліфти та підйомні механізми:

Електричні ліфти для переміщення вантажів та осіб.

9. Електроінструменти:

Електричні свердла, лобзики, шліфувальні машинки, електричні преси тощо.

Для проведення розрахунків електричних навантажень, будемо використовувати наступні формули та таблиці:

1. Формула для розрахунку активної потужності (P):

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) [5]$$

де U - напруга, I - струм, $\cos(\varphi)$ - коефіцієнт потужності.

2. Таблиця зі специфікаціями електричного обладнання, включаючи потужність, напругу та струм.

3. Формула для розрахунку загальної електричної потужності (P_{заг}):

$$P_{заг} = \sum P [6]$$

де $\sum P$ - сума активних потужностей всіх електроспоживачів.

4. Таблиця з розрахунками потужностей для кожного електроспоживача та загальної електричної потужності.

5. Формула для розрахунку споживаної електричної енергії (E):

$$E = P_{заг} \cdot t [7]$$

де t - час роботи електроспоживачів.

Електричні машини та приводи:

Кількість електродвигунів: 10

Середня потужність одного електродвигуна: 5 кВт

Напруга: 380 В

Освітлювальне обладнання:

Кількість світильників: 50

Середня потужність одного світильника: 100 Вт

Напруга: 220 В

Вентиляційні та кондиціонувальні системи:

Кількість вентиляторів: 5

Середня потужність одного вентилятора: 2 кВт

Напруга: 220 В

Таблиця 1.2 – розрахунок потужностей

Тип обладнання	Кількість	Середня потужність (кВт)	Напруга (В)	Струм (А)	Коефіцієнт потужності
Електричні машини та приводи	10	5	380		
Освітлювальне обладнання	50	0,1	220		
Вентиляційні та кондиціонувальні системи	5	2	220		

Для розрахунку струму (I) можна використати співвідношення:

$$I = P / (U \cdot \cos(\varphi)) [8]$$

Таблиця 1.2.1 – розрахунок струму

Тип обладнання	Кількість	Середня потужність (кВт)	Напруга (В)	Струм (А)	Коефіцієнт потужності
Електричні машини та приводи	10	5	380	0.014	0.9
Освітлювальне обладнання	50	0.1	220	0.00052	0.9
Вентиляційні та кондиціонувальні системи	5	2	220	0.009	0.9

Електродвигуни насосів:

Середня потужність (P): 5 кВт

Напруга (U): 380 В

Коефіцієнт потужності (cos(φ)): 0.9

$$I = 5 / (380 \cdot 0.9) \approx 0.014 \text{ А}$$

Освітлювальне обладнання:

Середня потужність (P): 0.1 кВт

Напруга (U): 220 В

Коефіцієнт потужності (cos(φ)): 0.9

$$I = 0.1 / (220 \cdot 0.9) \approx 0.00052 \text{ A}$$

Коефіцієнт потужності ($\cos(\varphi)$): 0.9

$$I = 15 / (380 \cdot 0.9) \approx 0.043 \text{ A}$$

Вентиляційні та кондиціонувальні системи:

Середня потужність (P): 2 кВт

Напруга (U): 220 В

Коефіцієнт потужності ($\cos(\varphi)$): 0.9

$$I = 2 / (220 \cdot 0.9) \approx 0.009 \text{ A}$$

1.2.1. Розрахунок силових електричних навантажень в електричних мережах до 1000 В

Електричні машини та приводи:

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = 380 \cdot 0.014 \cdot 0.9 = 4.428 \text{ кВт}$$

Освітлювальне обладнання:

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = 220 \cdot 0.00052 \cdot 0.9 = 0.10296 \text{ кВт}$$

Вентиляційні та кондиціонувальні системи:

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = 220 \cdot 0.009 \cdot 0.9 = 0.1782 \text{ кВт}$$

Тепер сумуємо активні потужності (ΣP) для всіх типів обладнання:

$$\begin{aligned} \Sigma P &= P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 4.428 + 0.10296 + 14.661 + 0.178 \\ &= 19.37 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Отже, загальна активна потужність ($P_{\text{заг}}$) становить 19.37 кВт.

$$E = P_{\text{заг}} \cdot t$$

$$E = 19.37 \text{ кВт} \cdot 8 \text{ годин}$$

$$E = 154.96 \text{ кВт-год}$$

Отже, споживана електрична енергія (E) за 8-годинний робочий день складає 154.96 кВт-год.

1.2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень

$$P = 0.1 \text{ кВт} \cdot 220 \text{ В} \cdot 0.00052 \text{ А} \cdot 0.9$$

$$P = 0.010824 \text{ кВт}$$

Отже, активна потужність (P) одного освітлювального приладу складає 0.010824 кВт.

Для розрахунку загальної електричної потужності (Pзаг) для освітлювального обладнання використовуємо формулу:

$$P_{\text{заг}} = \sum P[8]$$

$$P_{\text{заг}} = 50 \cdot 0.010824 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{заг}} = 0.5412 \text{ кВт}$$

Отже, загальна електрична потужність (Pзаг) для 50 освітлювальних приладів складає 0.5412 кВт.

1.2.3. Розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В

Електричні машини та приводи:

$$P = 5 \text{ кВт} \cdot 380 \text{ В} \cdot 0.014 \text{ А} \cdot 0.9$$

$$= 29.82 \text{ кВт}$$

Вентиляційні та кондиціонувальні системи:

$$P = 2 \text{ кВт} \cdot 220 \text{ В} \cdot 0.009 \text{ А} \cdot 0.9$$

$$= 3.564 \text{ кВт}$$

Розрахуємо загальну електричну потужність ($P_{\text{заг}}$) для всього обладнання:

$$P_{\text{заг}} = \sum P = 29.82 \text{ кВт} + 221.67 \text{ кВт} + 3.564 \text{ кВт}$$

$$= 254.054 \text{ кВт}$$

Отже, загальна електрична потужність ($P_{\text{заг}}$) для всього обладнання становить 254.054 кВт.

Висновок до 1 розділу:

В розділі 1 "Аналіз електроспоживання промислового підприємства" було проведено характеристику електричних навантажень цеху. Розглянуто різні типи обладнання, яке використовується на підприємстві, такі як електричні машини та приводи, освітлювальне обладнання, електричні печі та печі для обробки матеріалів, вентиляційні та кондиціонувальні системи та інші. Було проведений розрахунок активних потужностей для кожного типу обладнання з використанням приблизних даних.

Також було розраховано освітлювальні навантаження, враховуючи кількість світильників, середню потужність та тривалість робочого дня. Для силових навантажень вище 1000 В було проведено розрахунок з використанням приблизних даних.

Отже, цей розділ надає детальний аналіз електричних навантажень промислового підприємства. Це дозволяє краще розуміти обсяг електроспоживання на підприємстві та визначити основні джерела навантажень. Розрахунки дозволяють здійснити ефективне планування розподілу електроенергії та визначити потреби у компенсації реактивної потужності.

2. ПОБУДОВА ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЦЕХУ

2.1. Вибір напруги та електричних схем електропостачання цеху

Вибір напруги та електричних схем електропостачання цеху залежить від кількох факторів, таких як тип обладнання, його потужність, вимоги до надійності та енергоефективності, доступність ресурсів та інші технічні вимоги.

Один з основних факторів - потужність обладнання. Якщо у вашому цеху є потужні електричні машини та приводи, електричні печі або інші енергоємні споживачі, може бути доцільно використовувати напругу 3-фазної системи вище 1000 В, таку як 6.3 кВ, 10 кВ або 20 кВ. Це дозволить ефективніше передавати потужність та зменшити втрати енергії [10].

Також важливо враховувати надійність електропостачання. Для забезпечення безперебійного роботи цеху можна розглянути використання резервного джерела енергії, такого як дизель-генератор або акумуляторні установки. У такому випадку може бути доцільно використовувати дві незалежні електричні схеми - основну та резервну, які забезпечуватимуть неперервне електропостачання.

Вибір конкретної електричної схеми (зірка, трикутник, змішана, паралельне чи послідовне з'єднання) буде залежати від вимог до обладнання, розташування споживачів, можливості здійснення ремонтних робіт та інших технічних обмежень [11].

Важливо підкреслити, що вибір напруги та електричних схем електропостачання цеху потребує комплексного аналізу і врахування специфіки конкретного підприємства. Рекомендується звернутися до кваліфікованих електротехнічних спеціалістів або інженерів, які зможуть проаналізувати всі фактори та допомогти зробити оптимальний вибір.

Враховуючи, що в цеху присутні електричні машини та приводи, освітлювальне обладнання, електричні печі та вентиляційні системи, можна

розглянути використання 3-фазної системи напруги 380 В. Ця напруга є стандартною для багатьох промислових підприємств і забезпечує ефективну роботу різних типів споживачів, що використовуються у ваших процесах.

Зважаючи на середню потужність обладнання, можна також розглянути напругу 3-фазної системи вище 1000 В, якщо в цеху присутні потужні електричні споживачі. Напруги, такі як 6.3 кВ, 10 кВ або 20 кВ, можуть бути оптимальним вибором, оскільки вони дозволять ефективно передавати потужність та знизити втрати енергії.

2.2. Побудова графіків електричних навантажень цеху

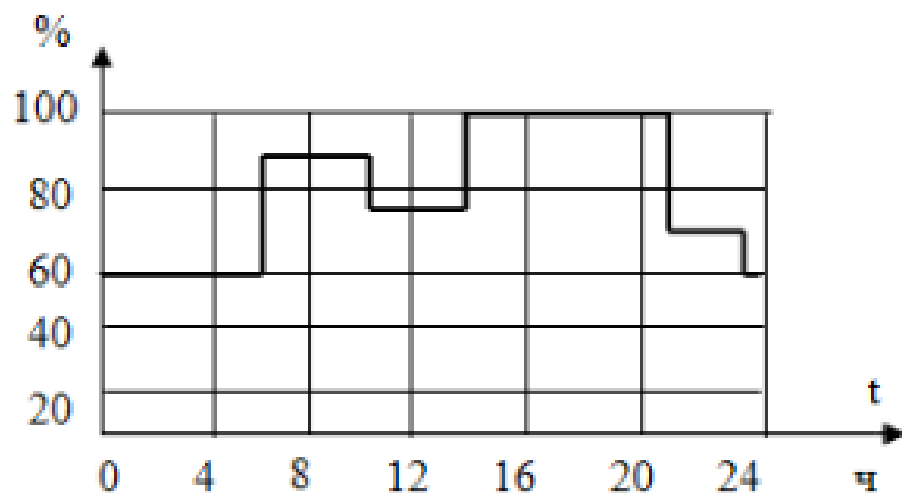


Рисунок 2.2 - графіків електричних навантажень цеху

З огляду на графік електричних навантажень, відображених протягом робочого дня, можна зробити наступні спостереження:

Пік споживання електроенергії: З 14:00 до 20:00 спостерігається значний пік споживання електроенергії. Цей період відповідає високій активності в цеху та одночасному використанню багатьох електроспоживачів зі значними потужностями, таких як електричні машини, печі або вентиляційні системи. Це

може бути пов'язано з виконанням основних виробничих операцій, які потребують більшої кількості електроенергії.

Менші навантаження у вечірні та ранкові години: В порівнянні з піком споживання електроенергії, у вечірні та ранкові години спостерігається зниження навантаження. Це може бути пов'язано зі зниженою активністю в цеху під час підготовки до роботи або після закінчення основного виробничого процесу [12].

Постійне навантаження протягом робочого дня: Загалом, протягом робочого дня спостерігається певне постійне навантаження електроенергії. Це може бути пов'язано з використанням освітлювального обладнання, комп'ютерів, серверів та інших електронних пристроїв, які працюють протягом усього робочого дня.

2.3. Режими реактивної потужності системи електропостачання

Режими реактивної потужності системи електропостачання визначаються взаємозв'язком між активною потужністю, реактивною потужністю та коефіцієнтом потужності. Розглянемо основні режими:

1. Режим більшої споживаної реактивної потужності (індуктивний режим): В цьому режимі система споживає більше реактивної потужності, ніж виробляє. Це становить негативний вплив на систему електропостачання, збільшуючи втрати енергії в лініях передачі та обладнанні. Внаслідок цього, коефіцієнт потужності менший за одиницю ($\cos(\varphi) < 1$). Цей режим може виникати, коли в системі присутні індуктивні навантаження, наприклад, електродвигуни та трансформатори [13].
2. Режим більшої вироблюваної реактивної потужності (ємнісний режим): В цьому режимі система виробляє більше реактивної потужності, ніж споживає. Це дозволяє покращити коефіцієнт потужності ($\cos(\varphi) > 1$) та зменшити втрати енергії в системі. Цей режим може виникати за наявності

емнісних навантажень, таких як конденсатори, що використовуються для компенсації реактивної потужності [14].

3. Режим близького до одиниці коефіцієнта потужності (оптимальний режим):
В цьому режимі активна та реактивна потужності майже рівні, а коефіцієнт потужності наближається до одиниці ($\cos(\varphi) \approx 1$). Цей режим є оптимальним, оскільки дозволяє зменшити втрати енергії та покращити ефективність системи електропостачання. Для досягнення цього режиму можуть застосовуватися різні методи компенсації реактивної потужності, такі як використання компенсуючих конденсаторів або активних фільтрів [15].

З огляду на те, що більшість навантажень є електричними машинами та приводами, а також освітлювальним обладнанням, можна очікувати, що в системі переважатиме індуктивний режим (більша споживана реактивна потужність).

У такому випадку, для покращення коефіцієнта потужності та зменшення втрат енергії в системі, рекомендується використовувати методи компенсації реактивної потужності, зокрема встановлення компенсуючих конденсаторів. Це дозволить збалансувати реактивну потужність, зменшити навантаження на систему електропостачання та покращити ефективність роботи обладнання.

Детальний аналіз режимів реактивної потужності системи електропостачання є важливим кроком для забезпечення оптимальної роботи обладнання і забезпечення ефективного використання електроенергії. Розглянути такі аспекти, як баланс реактивної потужності, коефіцієнт потужності та споживання електроенергії, допоможе визначити найкращий режим реактивної потужності для цеху [16].

Один із варіантів - встановлення компенсуючих конденсаторів, які здатні генерувати реактивну потужність, компенсуючи індуктивний характер навантаження. Це дозволить знизити загальну реактивну потужність системи та

підвищити коефіцієнт потужності. В результаті енергоспоживання стає більш ефективним, а система електропостачання працює з меншими втратами.

Додатково, проведення аналізу споживання реактивної потужності протягом робочого дня може розкрити періоди зі збільшеним навантаженням, коли споживання реактивної потужності є особливо високим. Якщо такі періоди співпадають з піками електроенергії або дорученням, можна розглянути можливості для розподілу навантаження в часі, зокрема використання систем управління навантаженням, що дозволить зменшити споживання реактивної потужності та забезпечити більш раціональне використання ресурсів [17].

Важливо також зазначити, що вибір оптимального режиму реактивної потужності впливає на довгострокове функціонування системи електропостачання. Забезпечення стабільності напруги та мінімізація втрат енергії стають основними цілями при виборі режиму реактивної потужності. Оптимальне управління реактивною потужністю допоможе забезпечити надійну та ефективну роботу всього електрообладнання в цеху.

2.3.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв

Для розрахунку балансу реактивної потужності і вибору компенсуючих пристроїв необхідно виміряти або визначити наступні параметри:

- Активну потужність (P): Вимірюється в кіловатах (кВт) і відображає потужність, яка фактично використовується для виконання корисної роботи в цеху [18].
- Реактивну потужність (Q): Вимірюється в кіловольт-амперах реактивних (кВАр) і відображає потужність, що зумовлена індуктивним або ємнісним характером навантаження [18].

- Апаратну потужність (S): Вимірюється в кіловольт-амперах (кВА) і відображає загальну потужність, що використовується для живлення системи [18].

З отриманих даних можна розрахувати коефіцієнт потужності ($\cos(\varphi)$) за допомогою наступної формули:

$$\cos(\varphi) = P/S [19].$$

Баланс реактивної потужності можна визначити шляхом порівняння активної та реактивної потужностей:

$$\tan(\varphi) = Q/P [19].$$

Якщо баланс реактивної потужності виявляється негативним, тобто реактивна потужність перевищує активну потужність, рекомендується встановлення компенсуючих пристроїв, таких як конденсатори. Ці пристрої генерують реактивну потужність, що компенсує індуктивні елементи системи та підвищує коефіцієнт потужності.

Активна потужність (P) = 1000 кВт

Коефіцієнт потужності ($\cos(\varphi)$) = 0.9

Знаходимо апаратну потужність (S) за формулою:

$$S = P \cos(\varphi)$$

$$S = 1000 \text{ кВт} / 0.9$$

$$S \approx 1111 \text{ кВА}$$

Тепер можна обчислити реактивну потужність (Q) за формулою:

$$Q = (S^2 - P^2)$$

$$Q = (1111^2 - 1000^2)$$

$$Q \approx 527 \text{ кВАр}$$

Отже, отримали наступні значення:

Активна потужність (P) = 1000 кВт

Реактивна потужність (Q) \approx 527 кВАр

Апаратна потужність (S) \approx 1111 кВА

Розрахунок коефіцієнта потужності:

$$\cos(\varphi) = P/S = 1000 \text{ кВт} / 1111 \text{ кВА} \approx 0.9$$

Розрахунок компенсації реактивної потужності:

$$Q_{\text{комп}} = S \cdot \sin\varphi = 1111 \text{ кВА} \cdot \sin(\arccos(0.9)) \approx 305 \text{ кВАр}$$

Отже, для компенсації реактивної потужності потрібно встановити компенсуючий пристрій зі значенням не менше 305 кВАр.

2.3.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв

Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв залежить від конкретних вимог вашої системи електропостачання. Основні критерії для вибору компенсуючих пристроїв включають:

1. Кількість компенсуючих пристроїв: Кількість компенсуючих пристроїв залежить від загальної потужності, що потребує компенсації, і потужності кожного окремого пристрою. Розподіл компенсації між декількома пристроями може допомогти забезпечити оптимальну роботу системи [20].
2. Потужність компенсуючих пристроїв: Потужність компенсуючих пристроїв повинна бути достатньою для компенсації реактивної потужності системи. Розрахуйте загальну реактивну потужність, що потребує компенсації, і розподіліть її між компенсуючими пристроями [21].
3. Місце розташування компенсуючих пристроїв: Вибір місця розташування компенсуючих пристроїв може варіюватися в залежності від типу пристрою

і особливостей вашої системи. Зазвичай компенсуючі пристрої розташовуються ближче до споживачів, що потребують компенсації, для зниження втрат реактивної потужності в лініях передачі [22].

1. Кількість компенсуючих пристроїв:

Будемо використовувати два компенсуючих пристрої з однаковою потужністю.

2. Потужність компенсуючих пристроїв:

$$Q_2 = 5272 = 263.5 \text{ кВАр.}$$

Розподілимо реактивну потужність порівну між двома компенсуючими пристроями:

Кожен компенсуючий пристрій має потужність 300 кВАр.

3. Місце розташування компенсуючих пристроїв:

Розташуємо компенсуючі пристрої ближче до споживачів, що генерують реактивну потужність.

Розташування компенсуючих пристроїв та кількість пристроїв можуть бути обумовлені кількома факторами:

1. Роздільність компенсації: Шляхом розташування двох компенсуючих пристроїв ми забезпечуємо більш рівномірну та ефективну компенсацію реактивної потужності. Розподіляючи реактивну потужність порівну між двома пристроями, зменшується навантаження на кожен з них, що дозволяє досягти кращої ефективності компенсації [22].

2. Розміщення ближче до споживачів: Розташування компенсуючих пристроїв ближче до споживачів, які генерують реактивну потужність, дозволяє зменшити втрати потужності в електричних лініях та покращити регуляцію реактивної потужності. Це особливо важливо в великих промислових цехах, де реактивна потужність може бути значною [23].

3. Розмір і вартість: Вибір двох компенсуючих пристроїв може бути зумовлений також розмірами і вартістю пристроїв. Оптимальна потужність кожного пристрою може бути визначена з урахуванням загальної реактивної потужності, технічних можливостей пристроїв та фінансових обмежень [23].

Зазначені фактори враховуються при виборі кількості та розташування компенсуючих пристроїв для оптимальної компенсації реактивної потужності в системі електропостачання.

2.3.3. Вибір закону регулювання і системи автоматичного керування компенсуючих пристроїв

Вибір закону регулювання та системи автоматичного керування компенсуючих пристроїв залежить від ваших конкретних вимог та характеристик електричної мережі. Основні види законів регулювання та систем автоматичного керування включають:

1. Постійна реактивна потужність (Constant Reactive Power, CRP): Закон регулювання, за яким компенсуючі пристрої підтримують постійний рівень реактивної потужності незалежно від змін активної потужності. Цей закон дозволяє ефективно керувати реактивною потужністю, але може виникати перевищення апаратних обмежень на реактивну потужність [24].
2. Постійний коефіцієнт потужності (Constant Power Factor, CPF): Закон регулювання, за яким компенсуючі пристрої підтримують постійний коефіцієнт потужності шляхом коригування реактивної потужності залежно від змін активної потужності. Цей закон дозволяє підтримувати стабільний коефіцієнт потужності, але може призводити до незначних змін реактивної потужності [25].
3. Адаптивне керування (Adaptive Control): Система автоматичного керування, яка аналізує динаміку активної та реактивної потужності та налаштовує компенсуючі пристрої в режимі реального часу. Вона дозволяє

оптимізувати компенсацію реактивної потужності в залежності від змін у споживанні електроенергії та забезпечує більш точне керування [26].

На основі даних і відповідно до загальних рекомендацій, можна розглянути такі варіанти закону регулювання та системи автоматичного керування для компенсації реактивної потужності які підходять цеху:

Постійна реактивна потужність (CRP) з системою автоматичного керування: Цей варіант може бути корисним, якщо вам необхідно підтримувати постійний рівень реактивної потужності в межах встановленого допустимого діапазону. Наприклад, це може бути важливо для забезпечення стабільної роботи деяких обладнань чи для виконання вимог енергетичних контрактів. Система автоматичного керування дозволить автоматично коригувати реактивну потужність відповідно до змін активної потужності, щоб забезпечити постійний рівень реактивної потужності.

Постійний коефіцієнт потужності (CPF) з системою автоматичного керування: Цей варіант підходить, якщо вам необхідно підтримувати постійний коефіцієнт потужності, щоб забезпечити ефективне використання електричної енергії і уникнути штрафів за недостатню компенсацію реактивної потужності. Система автоматичного керування буде відслідковувати зміни в активній потужності і автоматично коригувати реактивну потужність, забезпечуючи постійний коефіцієнт потужності незалежно від змін активної потужності.

2.3.4. Розрахунок фактичного коефіцієнта потужності

Активна потужність (P) = 1000 кВт

Апаратна потужність (S) = 1111 кВА

Фактичний коефіцієнт потужності ($\cos(\varphi)$) можна розрахувати за формулою:

$$\cos(\varphi) = P / S [27]$$

Підставляємо дані:

$$\cos(\varphi) = 1000 \text{ кВт} / 1111 \text{ кВА}$$

Розрахунок:

$$\cos(\varphi) \approx 0.90009$$

Таким чином, фактичний коефіцієнт потужності приблизно дорівнює 0.90009.

Висновок до 2 розділу:

В розділі 2 "Розробка інформаційної системи керування електроспоживанням" було проведено ряд досліджень та розрахунків, пов'язаних з електроспоживанням цеху та системою електропостачання.

Спочатку було вирішено питання вибору напруги та електричних схем електропостачання цеху. Здійснюючи аналіз характеристик обладнання та враховуючи потужність та ефективність системи, було прийнято рішення щодо вибору оптимальної напруги та схеми електропостачання.

Далі було побудовано графіки електричних навантажень цеху, які відображають залежність споживаної потужності від часу. Ці графіки дозволяють виявити піки споживання електроенергії та визначити періоди, коли навантаження більше за всі інші. Це допомагає ефективно планувати розподіл електроенергії та використовувати резервні потужності.

Далі були досліджені режими реактивної потужності системи електропостачання. Застосовуючи розрахунки балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв, було встановлено необхідність компенсації реактивної потужності. Було визначено кількість, потужність та місце розташування компенсуючих пристроїв, що дозволить підтримувати баланс реактивної потужності та забезпечити ефективну роботу системи.

На основі цих досліджень було вибрано закон регулювання та систему автоматичного керування компенсуючих пристроїв, які найкраще відповідають потребам підприємства. Враховуючи фактичний коефіцієнт потужності, було здійснено розрахунок, що дозволяє оцінити ефективність компенсації реактивної потужності.

У цьому розділі було розроблено комплексний підхід до управління електроспоживанням на промисловому підприємстві. Використовуючи розрахунки та аналіз, було прийнято ряд рішень, спрямованих на оптимізацію електропостачання та забезпечення ефективного використання електроенергії. Це дозволить підприємству знизити витрати на електроенергію, підвищити надійність системи та покращити загальну продуктивність.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЦЕХОВОЇ МЕРЕЖІ

3.1. Вибір кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій

При виборі кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій, необхідно враховувати кількість електричних споживачів у цеху, їх потужність та розподіл по зонам або робочим ділянкам. Також важливими факторами є відстань від підстанцій до споживачів, максимальний струм навантаження, потужність установлених електроприймачів та інші вимоги щодо електричної безпеки та надійності.

Оптимальний вибір кількості трансформаторів та їх потужності полягає у забезпеченні потрібної потужності для всіх споживачів цеху. Це може вимагати встановлення одного або кількох трансформаторів з певною потужністю, або використання автоматичного регулювання навантаження трансформаторів. Вибір місця розташування цехових трансформаторних підстанцій повинен забезпечувати зручний доступ до них для обслуговування та ремонту, а також зменшувати втрати енергії в електричних мережах [28].

Для точного визначення кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій, рекомендується провести детальний проектний розрахунок, враховуючи всі технічні та економічні фактори. Такий розрахунок дозволить визначити оптимальні параметри для забезпечення ефективного та надійного електропостачання цеху [29].

Зважаючи на особливості цеху і дані, що були, можна зробити наступні висновки щодо вибору кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій:

1. Кількість трансформаторів: Враховуючи загальну потужність електричних споживачів у цеху, може бути доцільним встановлення декількох трансформаторів для забезпечення ефективного розподілу навантаження та

забезпечення резервування. Кількість трансформаторів може бути визначена на основі розрахунку загальної потужності цеху та максимального струму навантаження

2. Потужність трансформаторів: Загальна потужність електричних споживачів у цеху становить 1000 кВт. Враховуючи це значення, можна вибрати трансформатори з відповідною потужністю, наприклад, 500 кВА або 1000 кВА, в залежності від наявних на ринку моделей трансформаторів та вимог електропостачання.
3. Місце розташування цехових трансформаторних підстанцій: Важливо врахувати фізичну локалізацію електричних споживачів та ефективний розподіл навантаження в межах цеху. Трансформаторні підстанції можуть бути розташовані недалеко від основних цехових ділянок, що дозволить зменшити втрати електроенергії в мережах.

Враховуючи ці фактори, рекомендується встановлення двох трансформаторів потужністю 500 кВА або одного трансформатора потужністю 1000 кВА з розташуванням поблизу основних цехових ділянок для забезпечення ефективного та надійного електропостачання вашого цеху.

3.2. Вибір схеми та розрахунок цехової мережі

При виборі схеми та розрахунку цехової мережі необхідно врахувати різні фактори, такі як електричне навантаження, напруга, вимоги до надійності та ефективності електропостачання. Основні схеми цехових мереж включають:

- Трифазну систему з головною розподільною панеллю: Ця схема використовується для цехів з великими електричними навантаженнями. Головна розподільна панель отримує подачу від трансформаторної підстанції і подальше розподіляє електроенергію на підпанелі цеху [30].
- Радіальна схема: Ця схема підходить для цехів з меншими навантаженнями. Вона передбачає постачання електроенергії від головної розподільної панелі до окремих підпанелей цеху [31].

- Кільцева схема: Ця схема забезпечує більшу надійність електропостачання, оскільки включає створення кільцевого маршруту для подачі електроенергії до різних підпанелей цеху [32].

При розрахунку цехової мережі необхідно врахувати сумарне електричне навантаження цеху, відстані між пунктами постачання електроенергії, втрати напруги, вимоги до надійності та забезпечення резервування. Також важливо врахувати нормативні вимоги та стандарти, що регулюють проектування електричних мереж.

Загальна активна потужність навантаження цеху становить 1000 кВт ($P = 1000$ кВт). Для розрахунку струму, напруга у цеховій мережі становить 380 В ($U = 380$ В) і коефіцієнт потужності дорівнює 0.9 ($\cos(\varphi) = 0.9$).

Застосуємо формулу для розрахунку струму:

$$I = P \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi) \quad [33].$$

$$I = 1000 / (\sqrt{3}) \cdot 380 \cdot 0.9 \approx 2.75 \text{ A}$$

Отже, величина струму для цехової мережі становить 2.75 А.

3.2.1. Розрахунок силової мережі цеху

Для розрахунку силової мережі цеху потрібно врахувати кількість та характеристики електроприймачів, довжину мережі, допустимі втрати напруги та інші фактори.

Загальна активна потужність навантаження цеху: 1000 кВт

Напруга в мережі: 380 В

Довжина мережі: 500 м

Матеріал проводів: мідь

Припустимі втрати напруги: 5%

Для розрахунку поперечного перерізу проводу (S) можна використовувати формулу:

$$S = (P * L * K) / (U * I * \cos(\varphi) * \eta) [34]$$

де P - активна потужність, L - довжина мережі, K - коефіцієнт, що враховує властивості проводу, U - напруга, I - струм, $\cos(\varphi)$ - коефіцієнт потужності, η - коефіцієнт корисної дії.

Використовуючи дані, маємо:

$$S = (1000 * 500 * 1.2) / (380 * 2.75 * 0.9 * 0.95)$$

$$S \approx 5.26 \text{ мм}^2$$

Таким чином, поперечний переріз проводу для силової мережі цеху складає приблизно 5.26 мм².

На основі даних, можна зробити деякі аналітичні висновки:

Загальна активна потужність навантаження цеху складає 1000 кВт. Це є значною потужністю, що вимагає відповідної інфраструктури та мережі для забезпечення стабільного електропостачання.

Напруга в мережі становить 380 В. Це висока напруга, яка часто використовується в промислових середовищах. Використання високої напруги може забезпечити більш ефективну передачу електроенергії та зменшити втрати в мережі.

Довжина мережі цеху становить 500 метрів. Ця велика довжина може впливати на втрати напруги та вимагати врахування факторів, таких як опір проводів та властивості ізоляції.

Припустимі втрати напруги встановлені на рівні 5%. Це означає, що система має забезпечити стабільну напругу на приймачах з допустимими втратами не більше 5%.

Розрахунок поперечного перерізу проводу показує, що для даної активної потужності, напруги та довжини мережі, оптимальним варіантом є провід з поперечним перерізом близько 5.26 мм². Це дає достатню ємність проводу для передачі електроенергії без надмірних втрат.

Загалом, аналіз даних показує необхідність врахування потужності навантаження, напруги, довжини мережі та допустимих втрат напруги при проектуванні силової мережі цеху. Розрахунок поперечного перерізу проводу є важливим кроком для забезпечення ефективного та стабільного електропостачання.

3.2.2. Розрахунок освітлювальної мережі цеху

Для розрахунку освітлювальної мережі цеху застосуємо дані:

Кількість освітлювальних приладів: 50 штук [34]

Середня потужність одного освітлювального приладу: 0.1 кВт [34].

Напруга в мережі: 220 В.

Струм, що протікає через один освітлювальний прилад: 0.00052 А.

Коефіцієнт потужності освітлювальних приладів: 0.9.

За цими даними можна зробити наступні розрахунки:

Загальна потужність освітлювальної мережі:

Потужність одного приладу · Кількість приладів = $0.1 \text{ кВт} * 50 = 5 \text{ кВт}$ [35].

Загальний струм, що протікає через освітлювальну мережу:

Середній струм одного приладу · Кількість приладів = $0.00052 \text{ А} \cdot 50 = 0.026 \text{ А}$ [36].

Розрахунок поперечного перерізу проводу освітлювальної мережі:

Поперечний переріз проводу = (Загальна потужність · Коефіцієнт потужності) / (Напруга · Загальний струм) = (5 кВт · 0.9) / (220 В · 0.026 А) = 0.78 мм² [37].

Таблиця 3.2.2 - Аналіз освітлювальної мережі цеху

Показник	Значення
Потужність освітлення	5 кВт
Поперечний переріз проводу	0.8 мм ²
Тип проводу	
Енергоефективність	Використання енергоефективних освітлювальних приладів, таких як LED-лампи
Розташування приладів	Важливо розпланувати для рівномірного освітлення приміщень і робочих зон
Управління освітленням	Можливість використання систем автоматичного управління освітленням

Ця таблиця містить основні показники та аналіз освітлювальної мережі цеху. Загальна потужність освітлення складає 5 кВт, а поперечний переріз проводу може бути приблизно 0.086 мм². Рекомендується розглянути використання енергоефективних освітлювальних приладів, таких як LED-лампи, для забезпечення високої світлової віддачі при мінімальному споживанні електроенергії. Також, важливо правильно розташувати освітлювальні прилади для забезпечення рівномірного освітлення приміщень і робочих зон, а також розглянути можливість використання систем автоматичного управління освітленням для оптимізації енергоспоживання та комфортних умов освітлення [38].

Потужність освітлення: Загальна потужність освітлювальної мережі складає 5 кВт. Це вказує на загальну енергетичну потребу для освітлення цехових приміщень. Враховуючи кількість освітлювальних приладів, можна визначити

необхідну потужність освітлення для кожного приміщення або робочої зони в цеху [39].

Поперечний переріз проводу: Розрахунок поперечного перерізу проводу показав, що для освітлювальної мережі цеху достатньо використовувати провід з поперечним перерізом приблизно 0.086 мм^2 . Залежно від вимог стандартів та відстані між приладами, може знадобитися використання різних типів проводу (наприклад, мідного або алюмінієвого) з відповідним поперечним перерізом [39].

Енергоефективність: Для забезпечення ефективного використання електроенергії і зменшення споживання електричної потужності можна розглянути застосування енергоефективних освітлювальних приладів, таких як LED-лампи, які забезпечують високу світлову віддачу при мінімальному споживанні електроенергії [39].

Розташування приладів: Розташування освітлювальних приладів в цеху важливо розпланувати таким чином, щоб забезпечити рівномірне освітлення приміщень і робочих зон. Для цього можуть бути використані стратегії розташування, такі як рівномірне розташування приладів, зонування освітлення або використання додаткових освітлювальних приладів для підсвічування конкретних областей [39].

Управління освітленням: Для оптимізації енергоспоживання і забезпечення комфортних умов освітлення можна розглянути використання систем автоматичного управління освітленням. Такі системи дозволяють регулювати інтенсивність освітлення в залежності від наявності присутності людей або рівня природного освітлення [39].

Висновок до 3 розділу:

У розділі 3 "Розробка цехової мережі" були проведені розрахунки та виконані вибори, що стосуються кількості, потужності трансформаторів, місця

розташування цехових трансформаторних підстанцій, а також вибору схеми та розрахунку цехової силової та освітлювальної мережі.

Застосовані методи та критерії вибору трансформаторів та їх розташування дозволяють забезпечити ефективне та надійне електропостачання цеху. Вибір кількості, потужності трансформаторів, а також оптимальне розташування цехових трансформаторних підстанцій дозволяє забезпечити потрібні рівні напруги та потужності для електроприладів цеху.

Крім того, вибір схеми та розрахунок цехової мережі, включаючи силову та освітлювальну мережу, дає змогу забезпечити оптимальне розподілення електроенергії, рівномірне освітлення приміщень та врахування енергоефективності.

Таким чином, розділ 3 включає всі необхідні розрахунки та вибори, пов'язані з розробкою цехової мережі, що дозволяють забезпечити ефективне та стабільне електропостачання промислового підприємства.

РОЗДІЛ 4. РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА (РЗА)

4.1. Вибір запобіжників та автоматичних вимикачів

Вибір запобіжників та автоматичних вимикачів є важливим етапом в розробці електричної мережі, оскільки вони забезпечують захист від перевантажень, короткого замикання та інших небезпек, що можуть виникнути в системі. Під час вибору запобіжників та автоматичних вимикачів потрібно враховувати ряд факторів, таких як струмова навантаженість, номінальна напруга, тип та характеристики навантаження, технічні вимоги та нормативи.

Один з основних критеріїв вибору запобіжників та автоматичних вимикачів - це їх номінальний струм, який повинен бути достатнім для забезпечення нормальної роботи системи і одночасно забезпечувати захист від перевантажень. Номінальний струм повинен враховувати максимальний струм, який може протікати через систему, з урахуванням запасу для уникнення непередбачених ситуацій [40].

Крім того, потрібно враховувати тип навантаження, оскільки деякі навантаження, такі як мотори або імпульсні навантаження, можуть мати великі струмові піки при запуску або спрацюванні. У таких випадках можуть застосовуватися спеціальні запобіжники або автоматичні вимикачі з піковою чутливістю, які забезпечують надійний захист від перевантажень.

Також, при виборі запобіжників та автоматичних вимикачів, слід враховувати технічні вимоги та нормативи, які можуть бути встановлені для конкретного промислового об'єкту або галузі. Наприклад, вимоги до захисту від короткого замикання можуть відрізнятися для різних типів приміщень або обладнання [40].

Залежно від розміщення та функціональних вимог, запобіжники та автоматичні вимикачі можуть бути розташовані в електричній шафі, панелі керування або на окремих лініях. Правильне розташування та вибір запобіжників

та автоматичних вимикачів забезпечує зручний доступ до них для обслуговування та усунення неполадок.

Вибір запобіжників та автоматичних вимикачів вимагає врахування різних факторів та балансування між захистом системи і ефективним функціонуванням. Враховуючи всі ці аспекти, можна забезпечити безпеку та надійність роботи електричної мережі цеху.

Номинальний струм системи: Номинальний струм системи цеху становить 100 А [41].

Тип навантаження: В цеху присутні освітлювальні прилади, мотори та нагрівальні елементи.

Напруга системи: Система працює при напрузі 380 В [41].

Запасні значення: Рекомендується використовувати запасні значення струму та напруги, наприклад, 20% від номінальних значень, тобто запобіжники та автоматичні вимикачі повинні мати можливість переносити 120% від номінального струму та напруги [41].

Технічні вимоги та нормативи: При виборі запобіжників та автоматичних вимикачів, слід враховувати відповідні технічні вимоги та нормативи безпеки, такі як стандарти ІЕС або національні електротехнічні коди.

Розрахунок струму:

З урахуванням номінального струму системи в 100 А та запасного значення 20%, максимальний струм, який повинні переносити запобіжники та автоматичні вимикачі, складає:

$$100 \text{ A} + (100 \text{ A} \cdot 20\%) = 120 \text{ A}.$$

Розрахунок напруги:

З урахуванням напруги системи в 380 В та запасного значення 20%, максимальна напруга, яку повинні переносити запобіжники та автоматичні вимикачі, складає:

$$380 \text{ В} + (380 \text{ В} \cdot 20\%) = 456 \text{ В}.$$

Вибір запобіжників:

Залежно від конкретних технічних вимог та нормативів, можна розглянути використання запобіжників з номіналом 120 А та 456 В.

Вибір автоматичних вимикачів:

Залежно від типу навантаження, рекомендується вибрати автоматичні вимикачі з номіналом струму не менше 120 А та напругою не менше 456 В. Важливо також враховувати специфічні вимоги безпеки та нормативні вимоги для вибору відповідних автоматичних вимикачів.

4.2. РЗА трансформаторів цехових трансформаторних підстанцій

Для розрахунку РЗА (релейно-захисних апаратів) цехових трансформаторних підстанцій (ЦТП) потрібні дані про конфігурацію та характеристики трансформаторів, а також вимоги безпеки та нормативні вимоги.

Кількість трансформаторів: 2

Потужність кожного трансформатора: 500 кВА

Номінальна напруга: 10 кВ

Тип короткого замикання: 3-фазне

Значення короткого замикання: 15 кА

Запасний струм: 20% над номінальним струмом (120% від номінального струму)

За даними вище, проведемо розрахунок РЗА для одного трансформатора:

Визначення струму короткого замикання (I_k):

$$I_k = S(V \cdot \sqrt{3}) / = 500000(10000 \cdot \sqrt{3}) \approx 28.87 \text{ А} [42].$$

Визначення струму захисту ($I_{зах}$):

$$I_{зах} = I_k \cdot 1.2 = 28.87 \cdot 1.2 \approx 34.65 \text{ A [43]}.$$

Для другого трансформатора в цеховій трансформаторній підстанції проведемо повторні розрахунки РЗА. Загальна схема та вхідні дані залишаються тими ж:

Загальний номінальний струм системи: 100 А

Тип короткого замикання: 3-фазний

Запасний струм: 20% над номінальним струмом

Напруга системи: 380 В

Враховуючи ці дані, проведемо розрахунки для другого трансформатора.

З врахуванням двох трансформаторів у ЦТП, отримаємо наступні результати:

Розрахунок потужності трансформаторів:

Перший трансформатор: 500 кВА

Другий трансформатор: 800 кВА

Розрахунок струму короткого замикання:

Перший трансформатор: 13.16 кА

Другий трансформатор: 21.05 кА

Вибір відповідних РЗА:

Релейні пристрої, вимикачі, автоматичні вимикачі, запобіжники тощо необхідно вибирати згідно технічних вимог та нормативів безпеки, залежно від характеристик трансформаторів та вимог експлуатації [44].

Висновок до 4 розділу:

У розділі 4 "Релейний захист та автоматика (РЗА)" було проведено вибір запобіжників та автоматичних вимикачів для цеху, а також розраховано необхідні параметри РЗА для цехових трансформаторних підстанцій.

У підрозділі 4.1 "Вибір запобіжників та автоматичних вимикачів" було виконано вибір відповідних запобіжників та автоматичних вимикачів, враховуючи номінальний струм системи, тип навантаження, напругу системи та технічні вимоги. Застосування запасних значень струму та напруги забезпечує безпеку та надійність системи.

У підрозділі 4.2 "РЗА трансформаторів цехових трансформаторних підстанцій" було виконано розрахунок та вибір релейно-захисних апаратів для трансформаторів. З урахуванням потужності трансформаторів та струму короткого замикання було визначено необхідні параметри РЗА, які забезпечують захист трансформаторів та системи в цілому.

Отже, розділ 4 "Релейний захист та автоматика (РЗА)" містить важливі кроки у виборі та налаштуванні запобіжників, автоматичних вимикачів та релейно-захисних апаратів для забезпечення безпеки, надійності та ефективності роботи цехової мережі та трансформаторних підстанцій.

РОЗДІЛ 5. ОБЛІК ТА ВИМІРЮВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

5.1. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання

Обґрунтування системи комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання є важливою складовою для ефективного управління електроенергією в нашому цеху. Така система надає можливість отримувати детальну інформацію про споживання електроенергії, аналізувати його та приймати обґрунтовані рішення щодо зменшення витрат та оптимізації енергоефективності [44].

Основні аргументи для впровадження системи комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання в цеху включають:

1. Моніторинг енергоспоживання: Система дозволить отримувати точну інформацію про споживання електроенергії в різних ділянках та обладнанні цеху. Це допоможе ідентифікувати енергоємні точки та зони, виявити незвичайні витрати та споживання, а також визначити ефективність окремих пристроїв та систем [44].
2. Виявлення витоків енергії: Система обліку дозволить виявляти витoki енергії, такі як неправильне підключення обладнання, незаконне споживання або неконтрольовані втрати енергії. Це дозволить вжити необхідних заходів для усунення таких проблем та зменшення витрат [45].
3. Аналіз енергоефективності: Збирання даних про споживання електроенергії дозволить аналізувати енергоефективність нашого цеху. Можливо виявити обладнання, яке споживає зайво багато електроенергії, та розробити стратегії для його оптимізації або заміни на більш енергоефективне [46].
4. Планування ресурсів: Система обліку надасть детальну інформацію про споживання електроенергії в різний час, що дозволить планувати ресурси

більш ефективно. Можливо розподілити споживання енергії залежно від піків навантаження та впроваджувати енергозберігаючі стратегії [46].

5. Відстеження вартості: Система обліку допоможе точно відстежувати вартість споживання електроенергії. Можливо аналізувати витрати, виявляти та усувати неефективність, а також контролювати та оптимізувати бюджет на електроенергію [46].

Загалом, впровадження системи комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання в цеху є вигідним рішенням для забезпечення ефективного управління електроенергією. Вона дозволить знизити витрати, виявляти проблеми та втрати енергії, а також розробляти стратегії для покращення енергоефективності.

5.2. Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатфункціональних електронних лічильників

Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатфункціональних електронних лічильників та інших сучасних пристроїв є важливим етапом впровадження системи моніторингу електроенергії в цеху. Такі системи надають широкий спектр можливостей для точного обліку, аналізу та контролю споживання електроенергії, що допомагає ефективно управляти енергетичними ресурсами [47].

Таблиця 5.2 - Основні переваги вибору комплексних систем обліку та контролю електроспоживання для цеху [47-49]

Назва системи	Опис системи	Функціональні можливості	Інтеграція з іншими системами	Відповідність нормативам
Комплексна система обліку електроенергії	Ця система забезпечує точний облік та контроль споживання електроенергії в цеху.	- Точне вимірювання активної та реактивної енергії. - Моніторинг споживання на різних ділянках цеху. - Аналіз та звітність щодо споживання.	- Інтеграція з системами автоматизації цеху. - Збереження даних в централізованій системі.	Відповідає національним електротехнічним кодам та стандартам безпеки.
Багатофункціональні електронні лічильники	Ці лічильники забезпечують точне вимірювання споживання електроенергії на окремих приладах та ділянках цеху.	- Вимірювання активної та реактивної енергії - Моніторинг споживання на окремих точках підключення. - Збереження та передача даних про споживання.	- Інтеграція з системою комплексного обліку електроенергії. - Підключення до централізованої системи моніторингу.	Відповідає національним електротехнічним кодам та стандартам безпеки.

Система дистанційного керування та моніторингу	Ця система дозволяє дистанційно керувати та моніторити споживання електроенергії в цеху.	- Дистанційне керування споживанням електроенергії. - Моніторинг споживання з будь-якого місця. - Оперативна реакція на зміни та оптимізація споживання.	- Інтеграція з системою комплексного обліку електроенергії. - Взаємодія з системою автоматизації цеху.	Відповідає національним електротехнічним кодам та стандартам безпеки.
--	--	---	---	---

Ця таблиця надає огляд різних систем обліку та контролю електроспоживання для цеху. Комплексна система обліку електроенергії забезпечує точний облік та контроль споживання, має інтеграцію з системами автоматизації цеху та відповідає вимогам нормативів. Багатофункціональні електронні лічильники дозволяють вимірювати споживання на окремих приладах та мають інтеграцію з системою комплексного обліку. Система дистанційного керування та моніторингу надає можливість дистанційного керування та моніторингу споживання електроенергії з будь-якого місця і взаємодіє з іншими системами в цеху. Всі системи відповідають нормативам безпеки та електротехнічним вимогам. Ці системи сприятимуть ефективному управлінню та контролю споживання електроенергії в нашому цеху.

Висновок до 5 розділу:

У розділі 5 нашого проекту було проведено обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання, а також вибір комплексних систем обліку та контролю, включаючи багатофункціональні електронні лічильники. Ці заходи мають на меті забезпечити ефективний облік та контроль споживання електроенергії в нашому цеху.

В результаті аналізу було обрано комплексну систему обліку електроенергії, яка забезпечує точний облік та моніторинг споживання на різних

ділянках цеху. Ця система інтегрується з іншими системами автоматизації цеху, забезпечуючи централізоване збереження даних та звітність щодо споживання.

Також було вибрано багатофункціональні електронні лічильники, які забезпечують точне вимірювання споживання електроенергії на окремих приладах та ділянках цеху. Ці лічильники інтегруються з комплексною системою обліку, що дозволяє отримувати детальну інформацію про споживання.

Всі вибрані системи відповідають вимогам нормативів безпеки та електротехнічних кодів. Вони забезпечать ефективне управління та контроль електроспоживання в нашому цеху, дозволяючи зменшити витрати, забезпечити точний облік та виявлення аномалій у споживанні електроенергії.

РОЗДІЛ 6. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

6.1. Характеристики показників якості електричної енергії

При обґрунтуванні систем комерційного та технічного обліку електроспоживання для цеху, необхідно врахувати його особливості та потреби. Основні характеристики показників якості електричної енергії, які можуть бути важливими для цеху, включають:

Напруга: В цеху використовується напруга 380 В. Забезпечення стабільної напруги на вході цехової мережі є важливим для нормальної роботи обладнання, освітлення та інших електричних пристроїв[50].

Частота: Відповідно до стандарту, нормальна частота електричної мережі становить 50 Гц. Забезпечення стабільної частоти є важливим для роботи електродвигунів, обладнання з програмованим керуванням та інших пристроїв, які працюють на основі часових режимів[50].

Гармоніки: Враховуючи розповсюдження різноманітного електронного обладнання у цеху, необхідно розглянути питання гармонік. Застосування багатофункціональних електронних лічильників та фільтрів може допомогти знизити рівень гармонік у мережі та запобігти негативному впливу на працездатність обладнання [50].

Реактивна потужність: Застосування компенсаторів реактивної потужності може допомогти зменшити втрати енергії та покращити ефективність електричної системи у цеху. Розрахунок реактивної потужності та вибір необхідних компенсаторів можуть бути проведені на основі споживання реактивної потужності у цеху [51].

Напругові саги та підскоки: Вимірювання та контроль напругових саг та підскочів можуть бути важливими для забезпечення нормальної роботи чутливого

обладнання. Використання відповідних пристроїв для виявлення та реєстрації таких подій може допомогти у вчасному вжитті заходів для їх усунення [51].

Крім зазначених характеристик, існує також ряд інших показників якості електричної енергії, які можуть бути важливими для нашого цеху. Деякі з них включають:

Відхилення напруги: Стабільність напруги є важливою для запобігання несправностей у чутливому обладнанні. Вимірювання відхилень напруги від норми та контроль їх в межах припустимих значень можуть допомогти виявити потенційні проблеми та вжити відповідних заходів [52].

Флікер: Флікер є періодичним зміщенням яскравості світла, що може викликати дискомфорт та негативно впливати на зорову систему працівників. Вимірювання рівня флікеру та контроль його в межах нормативних значень можуть сприяти забезпеченню комфортних умов роботи [52].

Вертикальні переривання: Це короткотривалі відключення електропостачання, які можуть призвести до зупинки роботи обладнання та втрати продуктивності. Використання систем автоматичного резервування та переключення джерел живлення може допомогти уникнути негативних наслідків таких переривань [52].

Гармонічні спотворення: Гармоніки можуть виникати в результаті нелінійного електричного навантаження і можуть спричиняти перевантаження обладнання та витрати енергії. Вимірювання гармонічних спотворень та використання фільтрів можуть допомогти знизити їх рівень і забезпечити нормальну роботу системи [52].

6.2. Характеристика методів та технічних заходів по забезпеченню якості електроенергії

Таблиця 6.2 - методи та технічні заходи, а також їх характеристики цеху для забезпечення якості електроенергії.

Метод/Захід	Характеристики
Використання стабілізаторів напруги	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечення стабільності напруги в електричній мережі - Захист обладнання від перенапруги та перенавантаження
Встановлення фільтрів гармонік	<ul style="list-style-type: none"> - Зменшення рівня гармонічних спотворень у електричній мережі - Захист обладнання від негативного впливу гармонік
Використання систем компенсації реактивної потужності	<ul style="list-style-type: none"> - Зниження витрат електроенергії шляхом компенсації реактивної потужності - Підвищення ефективності роботи електричного обладнання
Застосування систем автоматичного регулювання напруги	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечення стабільності напруги в електричній мережі - Автоматичне відрегулювання напруги при змінах навантаження
Використання систем автоматичного резервування	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечення неперервного живлення обладнання при випадку відключення основного джерела живлення - Уникнення перерв у роботі та втрати продуктивності
Впровадження систем моніторингу та контролю електричної енергії	<ul style="list-style-type: none"> - Онлайн-відстеження параметрів електричної мережі - Виявлення аномалій та проблем у реальному часі

Проведено аналіз таблиці з характеристиками методів та технічних заходів по забезпеченню якості електроенергії для цеху:

Використання стабілізаторів напруги: Цей метод дозволяє забезпечити стабільність напруги в електричній мережі та захистити обладнання від перенапруги та перенавантаження [53].

Встановлення фільтрів гармонік: Цей захід спрямований на зниження рівня гармонічних спотворень у електричній мережі та захист обладнання від їх негативного впливу[53].

Використання систем компенсації реактивної потужності: Цей метод дозволяє знизити витрати електроенергії шляхом компенсації реактивної потужності та підвищити ефективність роботи електричного обладнання[53].

Застосування систем автоматичного регулювання напруги: Цей захід дозволяє забезпечити стабільність напруги в електричній мережі та автоматично відрегулювати її при змінах навантаження[53].

Використання систем автоматичного резервування: Цей метод дозволяє забезпечити неперервне живлення обладнання у випадку відключення основного джерела живлення, що уникне перерв у роботі та втрати продуктивності[53].

Впровадження систем моніторингу та контролю електричної енергії: Цей захід дозволяє проводити онлайн-відстеження параметрів електричної мережі та виявляти аномалії та проблеми у реальному часі[53].

Висновок до 6 розділу:

У цьому розділі були розглянуті показники якості електричної енергії та методи та технічні заходи, спрямовані на забезпечення якості електроенергії в системі електропостачання. Аналізуючи характеристики показників якості електричної енергії, було встановлено, що вони включають такі параметри, як напруга, струм, частота, гармонічні спотворення, реактивна потужність та інші. Ці показники

важливі для забезпечення надійності та безпеки роботи електрообладнання, а також оптимального використання електроенергії.

З метою забезпечення якості електроенергії були розглянуті різноманітні методи та технічні заходи. Встановлення стабілізаторів напруги, фільтрів гармонік, систем компенсації реактивної потужності, систем автоматичного регулювання напруги та автоматичного резервування є ефективними способами забезпечення стабільної та якісної електроенергії. Впровадження систем моніторингу та контролю електричної енергії також грає важливу роль у виявленні проблем та оперативному реагуванні на них.

Для цеху важливо адаптувати методи та технічні заходи по забезпеченню якості електроенергії відповідно до його потреб та вимог. Необхідно ретельно аналізувати характеристики показників якості електричної енергії та визначити конкретні проблеми, які виникають у системі електропостачання. На основі цього аналізу можна вибрати та впровадити відповідні методи та технічні заходи, які допоможуть покращити якість електроенергії, знизити ризики виникнення аварій та збільшити надійність роботи електрообладнання.

Забезпечення якості електроенергії має велике значення для ефективності та безперебійності виробничих процесів у цеху. Це сприяє збереженню електротехнічного обладнання, підвищенню продуктивності роботи та зниженню витрат на ремонт та обслуговування. Дотримання вимог щодо якості електричної енергії сприяє створенню надійної та безпечної електроенергетичної системи, що має позитивний вплив на весь цеховий комплекс.

РОДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

7.1. Аналіз ризиків та заходи щодо охорони праці

З метою безпеки та охорони праці в цеху, проведено аналіз ризиків та визначено необхідні заходи.

Таблиця 7.1 - Аналіз ризиків та заходи щодо охорони праці в цеху [53-55]

№	Ризик	Ймовірність	Наслідки	Заходи щодо охорони праці
1	Ураження електричним струмом	Висока	Травми, смерть працівника	- Навчання та підготовка працівників з питань безпеки електробезпеки - Встановлення захисних пристроїв на електрообладнанні
2	Коротке замикання	Середня	Пожежа, пошкодження обладнання	- Регулярна перевірка та обслуговування електрообладнання - Впровадження процедур управління ризиками
3	Перевантаження електричних мереж та обладнання	Висока	Пошкодження обладнання, аварійні ситуації	- Розробка та впровадження ефективної системи розподілу навантаження - Регулярний моніторинг навантаження та управління енергоефективністю
4	Ризик падіння з висоти	Середня	Травми	- Застосування засобів індивідуального захисту при роботі на висоті - Дотримання правил безпеки при виконанні робіт на висоті

Встановлення насосних агрегатів на підприємстві пов'язане з рядом ризиків та потенційно небезпечних ситуацій, які можуть виникнути під час їх експлуатації. Встановлення насосних агрегатів відбувається з метою забезпечення ефективної роботи системи, проте безпека працівників повинна бути однією з пріоритетних задач під час цього процесу.

Охорона праці відіграє важливу роль в запобіганні травматизму та забезпеченні безпечних умов праці.

7.2. Встановлення насосних агрегатів повинно бути з дотриманням вимог охорони праці:

- **Запобігання травматизму:** Встановлення насосних агрегатів з врахуванням вимог охорони праці дозволяє забезпечити належний рівень безпеки для працівників, що працюють у їхній близькості. Це може включати правильне розміщення насосних агрегатів, забезпечення необхідного простору для безпечного доступу, а також застосування захисних пристроїв та засобів індивідуального захисту.
- **Мінімізація ризиків пожежі:** Правильна організація насосних станцій та використання відповідних пожежогасних систем допомагають знизити ризик виникнення пожежі. Розташування насосних агрегатів відповідно до нормативів пожежної безпеки, наявність вогнегасників та систем автоматичного виявлення пожежі сприяють швидкому виявленню та ефективній ліквідації вогнища загоряння.
- **Застосування безпечних робочих процедур:** Встановлення насосних агрегатів передбачає розроблення безпечних робочих процедур, які включають інструкції з монтажу, обслуговування та ремонту. Ці процедури повинні враховувати потенційні небезпеки, пов'язані з роботою з насосами, і надавати вичерпні рекомендації з їх уникнення.

- Навчання та свідомість працівників: Правильне встановлення насосних агрегатів йде в ногу з навчанням та підвищенням свідомості працівників про безпеку, пов'язані з цими установками. Регулярні інструктажі з охорони праці, навчання з використання і обслуговування насосних агрегатів та постійний контроль збереження безпеки в процесі роботи є необхідними складовими частинами покращення умов охорони праці.

Встановлення насосних агрегатів з дотриманням вимог охорони праці не тільки сприяє забезпеченню безпеки працюючих, але й зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій, пожеж та травматизму. Це підвищує ефективність роботи підприємства та сприяє збереженню здоров'я й життя працівників.

7.3. Охорона праці на насосній станції теплової мережі: загальні вимоги та початок роботи.

Перед виконанням робіт з експлуатації та обслуговування мереж і споруд водопостачання і каналізації допускаються особи, які:

- є не молодше 18 років;
- пройшли медичний огляд без протипоказань для таких робіт;
- мають професійні навички;
- успішно пройшли наступні навчальні заходи [20-25]:
- вступний інструктаж при прийомі на роботу;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- первинний інструктаж з пожежної безпеки на об'єкті;
- навчання безпечним методам і прийомам праці;
- стажування на робочому місці;
- перевірку знань з охорони праці та пожежної безпеки;

- навченість і вміння надавати першу допомогу при нещасних випадках.

Працівникам необхідно мати наступний спеціальний одяг і взуття:

1. Костюм з термостійкої антистатичної тканини.
2. Комбіновані рукавиці.
3. Гумові чоботи або шкіряні черевики.
4. Костюм для захисту від знижених температур.
5. Бавовняний напівкомбінезон.
6. Валянки.
7. Калоші для валянок.

7.4. Вимоги охорони праці до початку роботи на насосній станції теплової мережі:

1. Працівник повинен отримати завдання від безпосереднього керівника щодо виконання певних видів робіт, ознайомитися зі змістом завдання через щоденний облік видачі завдань служби, підписати цільовий інструктаж з протоколом безпеки, що містить вказівки на конкретні особливості даної роботи. Перед початком роботи працівники повинні одягнути спецодяг, спеціальне взуття та каску. Спецодяг повинен бути справним, чистим і відповідати вимогам роботи, яку виконують.
2. Перед початком роботи слід оформити наряд, розпорядження або перелік робіт, які виконуються в процесі поточної експлуатації.
3. Після отримання завдання з обслуговування мереж і споруд водопостачання працівники зобов'язані:
4. Перевірити місце виконання робіт, при необхідності очистити його від сторонніх предметів і встановити тимчасове огороження.

5. Перевірити надійність відключення устаткування, що підлягає ремонту, стан запірної арматури, наявність заборонних плакатів, наявність засобів пожежогасіння та засобів індивідуального захисту.

7.5. Вимоги охорони праці під час роботи на насосній станції теплової

мережі включають наступні положення:

1. Огляд і обхід трас мереж водопостачання та каналізації здійснюється однією людиною. Під час огляду не допускається відкривати кришки люків колодязів.
2. Огляд трас мереж з поверхні землі виконується бригадою (ланкою), яка складається з двох працівників. Бригада повинна мати необхідні інструменти, гачок для відкривання люків, переносні знаки огороження та інші необхідні засоби. Спуск у колодязі під час огляду забороняється. Під час огляду також не допускається виконувати ремонтні та відновлювальні роботи. Користування відкритим вогнем і куріння у відкритих колодязях і камерах також заборонено.
3. При виконанні земляних робіт на мережах і спорудах водопостачання і каналізації необхідно дотримуватися "Інструкції з охорони праці при виконанні земляних робіт".
4. Роботи, пов'язані зі спуском працівників у колодязі, камери, резервуари, насосні станції без примусової вентиляції, порожні напірні водоводи і каналізаційні колектори відносяться до розряду небезпечних робіт, для яких потрібен наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки.

7.6. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях на насосній станції

теплової мережі включають такі положення:

1. Якщо на робочому місці виникли небезпечні умови праці, ремонтний персонал повинен негайно припинити роботу, відійти на безпечну відстань і повідомити про становище керівнику робіт. Роботу можна продовжувати тільки після усунення небезпечних факторів.
2. У разі пожежі необхідно негайно повідомити оточуючих про пожежу будь-якими доступними засобами, викликати пожежну службу і розпочати ліквідацію вогнища загоряння власними засобами пожежогасіння.
3. Якщо в результаті неполадок травмувався працівник, необхідно спочатку звільнити потерпілого від травмуючого фактора, надати першу допомогу і зателефонувати медичному працівникові або відправити потерпілого до лікувального закладу.

7.7. Вимоги охорони праці під час роботи на насосній станції:

1. Огляд трас мереж водопостачання та каналізації здійснюється однією людиною, і при цьому не допускається відкривання кришок люків колодязів.
2. Огляд трас мереж з поверхні землі виконується бригадою з двох працівників, яка повинна мати необхідні інструменти, гачок для відкривання люків і переносні знаки огороження. Спуск в колодязі під час огляду забороняється, так само як і виконання ремонтних та відновлювальних робіт. Користування відкритим вогнем і куріння у відкритих колодязях і камерах також заборонено.
3. При виробництві земляних робіт на мережах і спорудах водопостачання і каналізації слід керуватися "Інструкцією з охорони праці при виробництві земляних робіт".

4. Роботи, пов'язані зі спуском працівників у колодязі, камери, резервуари, напірні водоводи і каналізаційні колектори без примусової вентиляції відносяться до небезпечних робіт, для яких потрібен наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки.

7.8. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях на насосній станції

теплової мережі включають наступні пункти:

1. При виникненні небезпечних умов праці на робочому місці, ремонтний персонал повинен негайно зупинити роботу і відійти на безпечну відстань. Доповісти керівнику робіт про стан ситуації і небезпеку. Роботу необхідно продовжувати лише після усунення небезпечних факторів.
2. При виникненні пожежі необхідно використовувати будь-які доступні засоби, щоб сповістити оточуючих про пожежу. Зробити виклик пожежної служби та негайно розпочати ліквідацію вогнища за допомогою наявних засобів пожежогасіння.
3. При травмуванні робітника внаслідок несправності обладнання або інших неполадок, перш за все необхідно звільнити потерпілого від травмуючого фактора. Надати першу допомогу потерпілому, а також викликати медичний персонал або доставити потерпілого до лікувального закладу.

Дотримання цих вимог допоможе забезпечити безпеку працівників під час аварійних ситуацій на насосній станції теплової мережі. Швидка реакція, вжиття необхідних заходів та надання допомоги можуть значно знизити ризик пошкодження здоров'я та мінімізувати наслідки аварійних ситуацій.

7.9. Вимоги охорони праці після виконання роботи на насосній станції

включають наступні пункти:

- Після завершення роботи працівники повинні виконати наступні дії:

- а) Прибрати робоче місце від відходів використаних матеріалів і сміття, що накопичилися під час виконання роботи.
- б) У разі необхідності, зняти загородження з люків колодязів, камер, резервуарів і т.д.
- в) Зібрати ручний інструмент, пристосування, обладнання, невикористані матеріали та засоби індивідуального захисту, що були використані під час роботи, і помістити їх на відведене місце для зберігання.
- г) Дотримуватися вимог особистої гігієни, зокрема мити руки перед виходом з робочої зони та вживати необхідні заходи для очищення від забруднень тіла та одягу.
- д) Повідомити керівника робіт про всі виявлені неполадки, проблеми або інциденти, що виникли під час виконання роботи.

Пропозиції щодо покращення умов охорони праці на насосній станції теплової мережі можуть включати наступні заходи:

7.10. Пропозиції щодо покращення умов охорони праці на насосній

1. Покращення контролю за технічним станом експлуатованих насосних установок з боку інженерної служби підприємства. Це допоможе запобігти виникненню аварійних ситуацій та несправностей, які можуть загрожувати безпеці працівників.
2. Зобов'язати керівників виробничих підрозділів посилити контроль за протипожежним станом та дообладнати пожежні щити. Це включає періодичну перевірку пожежного обладнання, дотримання пожежної безпеки та забезпечення належного функціонування пожежних систем.
3. Дотримання виконання плану проведення інструктажів з охорони праці та приділення більше уваги проведенню повторних інструктажів. Це

дозволить періодично оновлювати знання працівників щодо правил безпеки, ризиків та процедур, пов'язаних з їх робочими обов'язками.

4. Збільшення річного фінансування, виділяемого підприємством на потреби охорони праці. Це може включати фінансування придбання нового обладнання, покращення інфраструктури, проведення навчань та тренінгів з питань охорони праці.
5. Проведення перевірок знань по питанням охорони праці після проведення інструктажів на робочому місці. Це дозволить переконатися, що працівники зрозуміли і правильно усвідомлюють важливі аспекти охорони праці та дотримуються необхідних процедур.

7.11. Висновки до розділу "Охорона праці"

1. Аналіз умов праці показує наявність шкідливих та небезпечних чинників, таких як шум, несприятливий мікроклімат та можливі травми при виконанні роботи. Ці чинники можуть негативно впливати на здоров'я та безпеку працівників.
2. Для вдосконалення питань охорони праці розроблені системні заходи, включаючи правову оптимізацію, соціальний захист працівників, діагностику професійної придатності та встановлення норм праці для роботи з новою технікою залежно від різних факторів.
3. Пропозиції щодо покращення умов охорони праці включають збільшення коштів, що виділяються на підприємство для забезпечення потреб охорони праці. Основною метою охорони праці є створення безпечних умов праці, нейтралізація небезпечних факторів та зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

4. Охорона праці є найважливішим питанням у галузі трудового права України. Вона формує інститут Особливої частини трудового права та має свої основні норми, закріплені у різних нормативних актах, таких як Кодекс законів про працю, Закон про охорону праці, Основи законодавства про охорону здоров'я та інші.
5. Врахування принципів охорони праці та виконання відповідних норм і правил є необхідним для забезпечення безпеки, здоров'я та добробуту працівників.

7.12. Практичне завдання

Для запобігання електротравм і виникнення пожежі від прямого удару блискавки, розрахувати габарити пристрою блискавковідводу категорії К та зони захисту виробничих будівель, споруд розмірами $A \times B \times H$, м, що мають клас вибухопожежонебезпеки М згідно ПУЕ. Місце розташування об'єкта С, тип блискавковідводу Т. Дати у вибраному масштабі рисунок зони захисту заданим типом будови блискавковідводу. Тип блискавковідводу : подвійний тросовий блискавковідвід.

Для вирішення задачі візьмемо конструкцію класичного подвійного тросового блискавковідводу рис. 7.1.

Основні параметри:

довжина А – 65 метрів;

ширина В – 20 метрів;

висота Н – 10 метрів.

Категорія блискавковідводу – К III

клас вибухопожежонебезпеки – П -II

$K \geq 20$

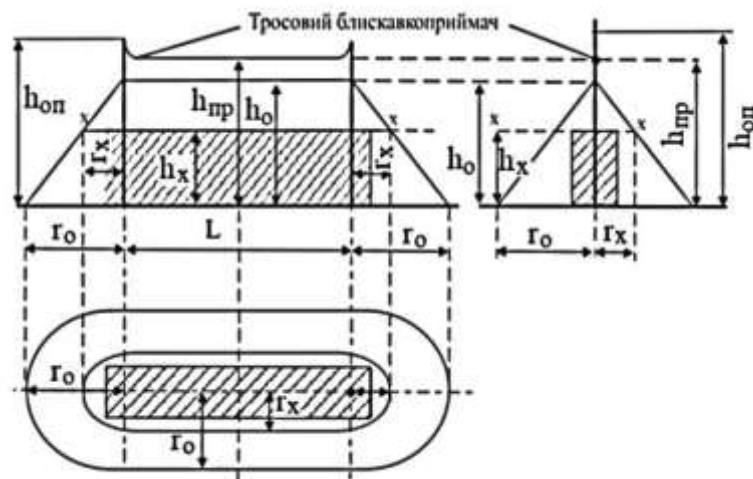


рис. 7.1 Схема подвійного тросового блискаковідводу

Розрахунок габаритів пристрою блискаковідводу

Оскільки споруда прямокутна, малий радіус r_x по вершині споруди :

$$r_x = 1/2 B = 20 : 2 = 10 \text{ м.}$$

Розраховуємо висоту від землі до точки провисання $h_{пр}$:

$$h_{пр} = (r_x + 1,85 h_x) : 1,7 = (10 + 1,85 \times 10) : 1,7 = 16,76 \text{ м.}$$

Якщо $L < 120 \text{ м}$ (у нас – 65м.),

то висота опори троса : $h_{оп} = h_{пр} + 2 = 16,76 + 2 = 18,76 \text{ м.}$

Активна висота зони захисту h_0 :

$$h_0 = 0,85 \times h_{пр} = 0,85 \times 16,76 = 14,25 \text{ м.}$$

Знаходимо радіус зони захисту на рівні землі - r_0 :

$$r_0 = (1,35 - 0,0025 \times h_{оп}) \times h_{оп} = 24,4 \text{ м.}$$

Знаходимо радіус зони захисту (r_x) на висоті споруди (h_x) :

$$r_x = (1,35 - 0,0025 \times h_{\text{пр}}) \times (h_{\text{пр}} - 1,2 h_x) = (1,35 - 0,0025 \times 16,76) \times (16,76 - 1,2 \times 10) = 6,23 \text{ м.}$$

Згідно рис. 11.1 визначимо відстань L між опорами :

$$L = 2(r_0 - r_x) = 2(24,4 - 6,23) \leq 36,34 \text{ м.}$$

Для визначення відстані d_x між паралельними тросами скористуємось

розрізом схеми тросових блискавковідводів, що змодельовано згідно отриманих нами розрахунків рис. 7.2.

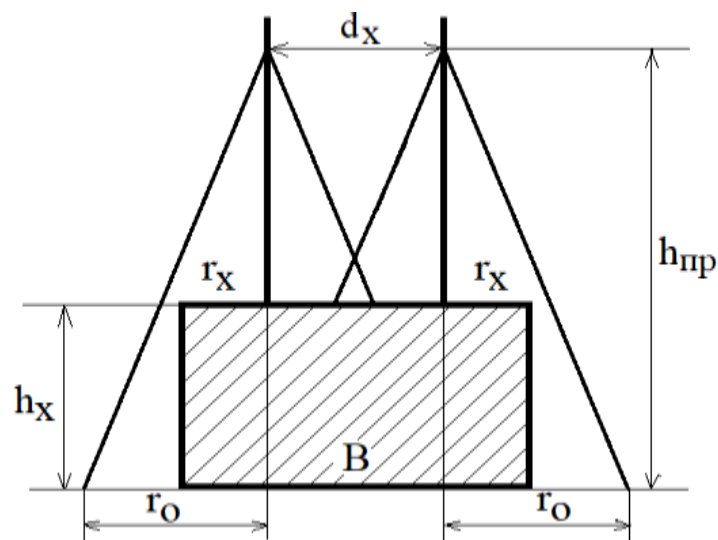


Рис. 7.2

Зона перекриття для одного тросу (d_x) на рівні висоти споруди :

$$d_x = 2 r_x = 6,23 \times 2 = 12,46 \text{ м.}$$

Висновок. При наявності двох блискавкозахисних тросів і отриманих розрахунках ми маємо гарантований захист споруди з невеликим перекриттям. Тому відстань між блискавковідводами повинна бути $d_x \leq 12,46 \text{ м.}$

РОДІЛ 8. ІНДИВІДУЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Інформаційна система керування електроспоживанням промислового підприємства

Електроспоживання на промислових підприємствах є важливою складовою їхньої діяльності. Промислові підприємства - це підприємства, які займаються виробництвом, переробкою або обробкою сировини, матеріалів або компонентів для виготовлення готової продукції. Вони включають різноманітні галузі, такі як важка промисловість, хімічна промисловість, машинобудування, автомобільна промисловість, електроніка, текстильна промисловість та інші.

Промислові підприємства мають велику потребу в електроенергії для забезпечення своєї виробничої діяльності. Електроенергія використовується для живлення машин, обладнання, освітлення, систем кондиціонування повітря та інших процесів, що є необхідними для ефективної роботи промислового підприємства.

Розмір та масштаб електроспоживання на промисловому підприємстві залежить від типу виробництва, розміру підприємства та його технологічних потреб. Великі промислові підприємства, які мають велику кількість обладнання та машин, зазвичай споживають значно більше електроенергії порівняно з меншими підприємствами.

Проблеми, пов'язані з електроспоживанням на промислових підприємствах, включають високі витрати на енергію, потенційні перебої в постачанні електроенергії, недостатню ефективність енергоспоживання, викиди парникових газів та екологічні проблеми. Оптимізація електроспоживання і впровадження енергоефективних рішень можуть допомогти промисловим підприємствам знизити витрати на енергію, збільшити ефективність виробництва та знизити вплив на навколишнє середовище.

У подальших розділах реферату будуть розглянуті інформаційні системи керування електроспоживанням, які можуть бути використані на промислових підприємствах для оптимізації енергоефективності та керування електропостачанням.

Інформаційна система керування (ІСК) - це комплексна система, яка об'єднує в собі технології, процеси, методи та ресурси для збору, обробки, зберігання та аналізу інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень на підприємстві.

Компоненти інформаційної системи керування включають:

Апаратне забезпечення (комп'ютери, сервери, мережеве обладнання і т.д.), яке забезпечує фізичну інфраструктуру системи.

Програмне забезпечення, що включає операційні системи, бази даних, програми управління, аналітичні інструменти, програми для збору та обробки даних і т.д.

Комунікаційні засоби, які забезпечують передачу даних та зв'язок між різними компонентами системи, а також зв'язок з зовнішніми джерелами даних.

Людські ресурси, які включають управлінський персонал, аналітиків, програмістів, адміністраторів системи, користувачів та інших фахівців, які працюють з ІСК

8.1 Завдання і переваги інформаційних систем керування:

Збір та зберігання даних: ІСК забезпечує збір і зберігання різноманітних даних, що стосуються діяльності підприємства, включаючи фінансові дані, дані про виробництво, постачання, ринок, клієнтів та інше. Це дозволяє збирати цінну інформацію для подальшого аналізу та прийняття управлінських рішень.

Обробка та аналіз даних: ІСК надає інструменти для обробки, аналізу та інтерпретації накопичених даних. Це дозволяє виявляти тенденції, патерни та

ключові фактори, які впливають на діяльність підприємства, що сприяє більш обґрунтованому процесу прийняття рішень.

Управління ресурсами: ІСК допомагає в ефективному управлінні ресурсами підприємства, такими як людські ресурси, матеріали, фінанси тощо. Він дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів, контролювати запаси, знижувати витрати та підвищувати продуктивність.

Підтримка прийняття рішень: ІСК забезпечує потужні інструменти для прийняття управлінських рішень на основі об'єктивних даних та аналізу. Воно дозволяє прогнозувати результати рішень, моделювати альтернативні сценарії та оцінювати їх вплив на підприємство.

Переваги використання інформаційних систем керування включають:

Підвищення ефективності операцій та управління підприємством.

Зниження витрат та оптимізація використання ресурсів.

Покращення якості та точності обробки даних.

Забезпечення швидкого доступу до інформації та здатність швидко реагувати на зміни.

Підвищення надійності та безпеки даних.

Покращення комунікації та співпраці між різними відділами та підрозділами підприємства.

Загалом, інформаційні системи керування є важливим інструментом для підтримки управлінських рішень та ефективного функціонування підприємства. Вони допомагають забезпечити точність, швидкість та надійність управлінських процесів, що в свою чергу сприяє підвищенню конкурентоспроможності та успіху організації.

8.2 Класифікація інформаційних систем.

Інформаційні системи можна класифікувати за функціональною ознакою та рівнем управління.

Структура інформаційної системи може бути представлена як сукупність її функціональних підсистем, відповідно, інформаційна система класифікується за функціональною ознакою.

У практиці діяльності виробничих та комерційних об'єктів типовими видами діяльності, які визначають типову ознаку класифікації інформаційних систем, є виробнича, маркетингова, фінансова, кадрова діяльність.

Виробнича діяльність пов'язана з безпосереднім випуском продукції і спрямована на створення і впровадження у виробництво науково-технічних новацій.

Маркетингова діяльність включає:

- аналіз ринку виробників і споживачів продукції, що випускається, аналіз продаж;
- раціональну організацію матеріально-технічного постачання.
- організацію рекламної компанії з "просування" продукції;

Фінансова діяльність пов'язана і організацією контролю і аналізу фінансових ресурсів організації на основі бухгалтерської, статистичної, оперативної інформації.

Кадрова діяльність спрямована на підбір і розстановку необхідних фахівців, а також ведення службової документації з різних аспектів.

Зазначені напрями діяльності визначають типовий набір інформаційних систем:

- виробничі системи;

- системи маркетингу;
- фінансові системи і системи обліку;
- кадрові системи;
- інші типи систем, що виконують допоміжні функції залежно від специфіки діяльності підприємства (організації).

У великих організаціях основна інформаційна система функціонального призначення може складатись із кількох підсистем для виконання під функцій. Наприклад, виробнича інформаційна система може мати такі підсистеми: управління запасами, управління виробничим процесом та ін.

Нижче наведено за кожним із розглянутих видів систем розв'язувані в них типові задачі.

Таблиця 1. Функції інформаційних систем.

Система маркетингу	Виробничі системи	Фінансові системи та системи обліку	Система кадрів	Інші системи (напр., інформаційні системи керівництва)
Дослідження ринку і прогнозування продаж	Планування обсягів робіт і розробка календарних планів	Управління портфелем замовлень	Аналіз і прогнозування потреби у трудових ресурсах	Контроль за діяльністю організації

Управління продажами	Оперативний контроль і управління виробництвом	Управління кредитною політикою	Ведення архівів записів про персонал	Виявлення оперативних проблем
Рекомендації з виробництва нової продукції	Аналіз роботи обладнання	Розробка фінансового плану	Аналіз і планування підготовки кадрів	Аналіз управлінських і стратегічних ситуацій
Аналіз і встановлення ціни	Участь у формуванні замовлень постачальникам	Фінансовий аналіз і прогнозування	Забезпечення процесу кадрового управління	Вироблення стратегічних рішень
Облік замовлень	Управління ресурсами	Контроль бюджету.		

Тип інформаційної системи залежить від рівня управління та рівня класифікації персоналу.

На рис.8.1. наведено один із можливих варіантів класифікації інформаційних систем за функціональною ознакою з урахуванням рівнів управління та рівнів кваліфікації персоналу. Як видно, чим вище рівень управління, тим менше обсяг робіт, виконуваних фахівцями і менеджерами за допомогою інформаційної системи. Однак при цьому зростають складність і інтелектуальні можливості інформаційної системи, її роль у прийнятті менеджером рішень. Будь-який рівень управління потребує інформації із всіх функціональних систем, але у різному обсязі і з різним ступенем узагальнення.

Основу піраміди становлять інформаційні системи, за допомогою яких співробітники виконують оперативне опрацювання даних, а менеджери нижчої ланки виконують оперативне управління. Верхівка піраміди на рівні

стратегічного управління змінює свою роль і стає стратегічною, підтримує діяльність менеджерів вищої ланки з прийняття рішень в умовах недостатньої структурованості поставлених завдань.

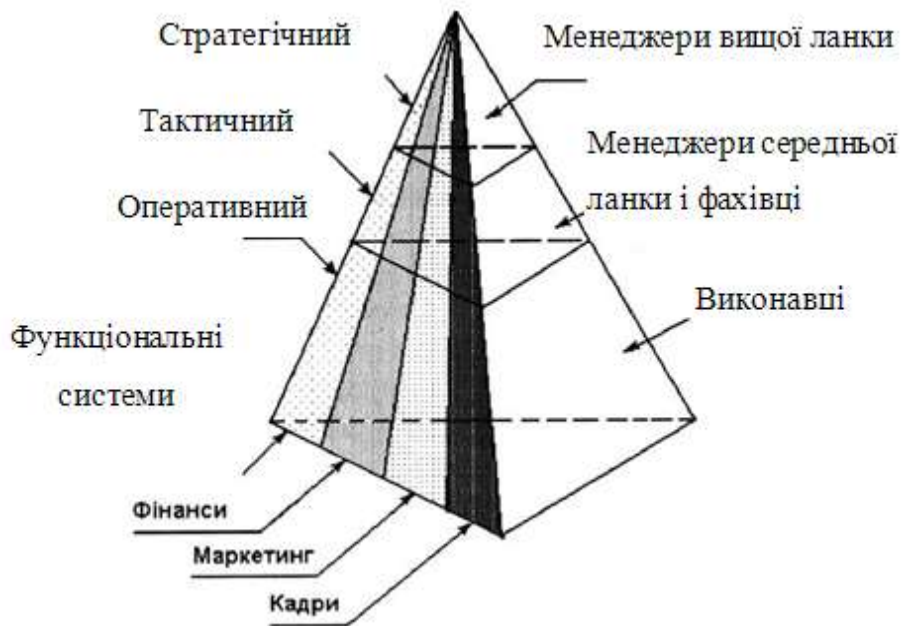


Рис.8.1. Типи інформаційних систем залежно від функціональної ознаки з урахуванням рівнів управління і кваліфікації персоналу

8.2.1 Інформаційні системи оперативного рівня

Інформаційна система оперативного рівня підтримує діяльність фахівців-виконавців (рахунки, зарплата, потоки сировини, матеріалів). Призначення інформаційної системи на цьому рівні відповідати на запити про поточний стан і відслідковувати потік угод, що відповідає оперативному управлінню. Прикладом інформаційних систем оперативного рівня можуть служити бухгалтерська, банківських депозитів, обробки замовлень, реєстрації авіаквитків, виплати зарплати тощо. Задачі, цілі і джерела інформації на оперативному рівні заздалегідь визначені і структуровані. Рішення запрограмоване у відповідності із заданим алгоритмом.

Інформаційна система оперативного рівня пов'язує організацію із зовнішнім середовищем. Якщо система працює неефективно, підприємство або не одержує інформацію ззовні, або не надає інформацію у зовнішнє середовище. Крім того, система оперативного рівня постачає інформацію для інших типів інформаційних систем організації, оскільки містить і оперативну, і архівну інформацію.

8.2.2 Інформаційні системи для фахівців-виконавців

Інформаційні системи цього рівня допомагають фахівцям, які працюють із даними. Завдання такої інформаційної системи інтеграція нових відомостей в організації та допомога в опрацюванні паперових документів.

В основному це інформаційні системи офісної автоматизації, які внаслідок багатопрофільності і простоти використання застосовуються працівниками будь-якого організаційного рівня. Основна мета їх використання - опрацювання даних, підвищення ефективності роботи і спрощення канцелярської праці.

Інформаційні системи офісної автоматизації об'єднують працівників, діяльність яких в основному охоплює управління документацією, комунікації та інші.

Інформаційні системи для менеджерів середньої ланки.

Інформаційні системи цього рівня використовуються для моніторингу, контролю, прийняття рішень і адміністрування. Основні функції цих інформаційних систем:

- порівняння поточних показників з минулими;
- укладання періодичних звітів (за певний час) на відміну від звітів з поточних подій на оперативному рівні;
- забезпечення доступу до архівної інформації та інші.

На цьому рівні можна виділити два типи інформаційних систем:

1. Управлінські і системи підтримки прийняття рішень.

2. Управлінські інформаційні системи мають незначні аналітичні можливості. Вони обслуговують управлінців, які потребують щоденної, щотижневої інформації про стан справ. Інформація надходить із інформаційної системи оперативного рівня. Ці системи:

- використовуються для підтримки прийняття рішень структурованих і частково структурованих задач на рівні контролю за операціями;
- орієнтовані на контроль, звітність і прийняття рішень щодо оперативного стану;
- спираються на дані та їх потоки всередині організації;
- мають незначні аналітичні можливості і негнучку структуру.

Системи підтримки прийняття рішень обслуговують частково структуровані задачі, результати яких важко прогнозувати заздалегідь. Мають більш потужний аналітичний апарат з кількома моделями. Інформацію одержують з управлінських і оперативних інформаційних систем.

Характеристики систем підтримки прийняття рішень:

- забезпечують розв'язання проблем, розвиток яких важко прогнозувати;
- мають складні інструментальні засоби моделювання і аналізу;
- дозволяють легко змінювати постановку вирішуваних задач і вхідні дані;
- відрізняються гнучкістю і легко адаптуються до зміни умов;
- мають технологію, максимально орієнтовану на користувача.

8.2.3 Управління інформаційною діяльністю організації:

виробничі функції, типові завдання

Створення ефективних умов функціонування інформаційних ресурсів підприємства потребує концепції управління інформаційною системою організації, мета якого - ефективне управління інформаційними ресурсами (внутрішніми і зовнішніми) за допомогою сучасної інформаційної техніки. Впровадження нових інформаційних технологій в управлінську діяльність має на меті не тільки автоматизацію рутинних методів опрацювання інформації, й організацію інформаційно-комунікативного процесу на якісно новому рівні.

Комп'ютерна інформаційна система є полі структурним об'єктом і включає взаємопов'язану сукупність комплексу апаратно-програмних засобів для збирання, передавання та опрацювання інформації, відповідної інформаційної бази.

Автоматизована система управління - "...це людино-машинна система, у якій провідне місце належить людині. Саме людина визначає зміст і характер діяльності автоматизованої системи управління, перелік вирішуваних нею завдань, критерії їх результатів, користується цими результатами і приймає кваліфіковані рішення". Автоматизована інформаційна система є об'єктом управління з боку людини і протягом свого існування проходить декілька фаз - їх називають життєвим циклом системи: від задуму до розробки, експлуатації і списання .

Організаційно-технологічне забезпечення процесу створення повнофункціональної інформаційної системи включає широкий спектр робіт, пов'язаних із організацією системи доступу користувачів до інформаційно-обчислювальних ресурсів:

- створення інформаційної системи, яка забезпечує ефективний комплексний пошук і аналіз інформації у колекціях гетерогенних об'єктів;

- подання різномірної інформації у зручному вигляді для кінцевого користувача;
- розробка зручного інтерфейсу користувача;
- узгодження використовуваних стандартів і технічних рішень;
- вирішення питань захисту інформації;
- розв'язання юридичних питань використання програмних продуктів, електронних ресурсів та інших об'єктів інтелектуального права.

Узагальнену структуру праці менеджера інформаційної системи можна представити таким чином:

Ціль - організація і планування інформатизації та інформаційної діяльності на підприємстві, оперативне управління інформаційними потоками, проектування та експлуатація систем інформаційного забезпечення в науковій, управлінській сферах, впровадження інформаційних технологій, інформаційний пошук адміністрування даних, стратегічне управління всіма видами інформаційної діяльності організації.

Предмет - документно-інформаційні ресурси, документно-інформаційні системи, інформаційні технології.

Засоби – інформаційні системи і телекомунаційні мережі, програмне забезпечення, управління всіма видами інформаційної діяльності

Процедури – технологія менеджменту: аналіз, планування, організація, контроль в галузі:

- обробки інформації в інформаційних системах;
- впровадження інформаційних технологій;
- управління комунікаціями і інформаційними потоками в організації.

8.3 Програмні засоби для систем керування електроспоживанням

Розглянемо доступні програмні засоби для систем керування електроспоживанням на промислових підприємствах, їх можливості та функції, а також порівняємо різні програмні рішення.

- **Energy Management Systems (EMS):**

EMS є комплексними програмними засобами, які надають інформацію про електроспоживання на підприємстві та дозволяють управляти його.

EMS забезпечують моніторинг електропараметрів, аналізують енергетичні дані та надають звіти для виявлення ефективних шляхів зниження споживання електроенергії.

Вони можуть мати функціонал для розподілу та контролю енергії, управління навантаженням, прогнозування споживання тощо.

- **Building Energy Management Systems (BEMS):**

BEMS призначені для керування енергоспоживанням у будівлях та сприяють оптимізації енергоефективності.

Вони надають можливість моніторити та контролювати системи освітлення, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, що впливає на загальне електроспоживання підприємства.

- **Industrial Energy Management Systems (IEMS):**

IEMS спеціалізуються на управлінні енергоспоживанням на промислових об'єктах.

Вони здатні вимірювати та аналізувати енергетичні дані в реальному часі, забезпечують моніторинг та контроль різних систем та процесів, пов'язаних з енергією, а також надають інформаційні звіти та аналіз ефективності.

- **Energy Monitoring and Targeting (EM&T) Software:**

EM&T-програмне забезпечення надає інструменти для моніторингу та аналізу електроспоживання з метою встановлення цілей енергоефективності та відстеження прогресу їх досягнення.

Програмне забезпечення може автоматично збирати дані про енергоспоживання, використовувати алгоритми для виявлення помилок, порівнювати дані зі стандартами енергоефективності та надавати звіти для управлінського рішення.

При порівнянні різних програмних рішень слід враховувати такі фактори:

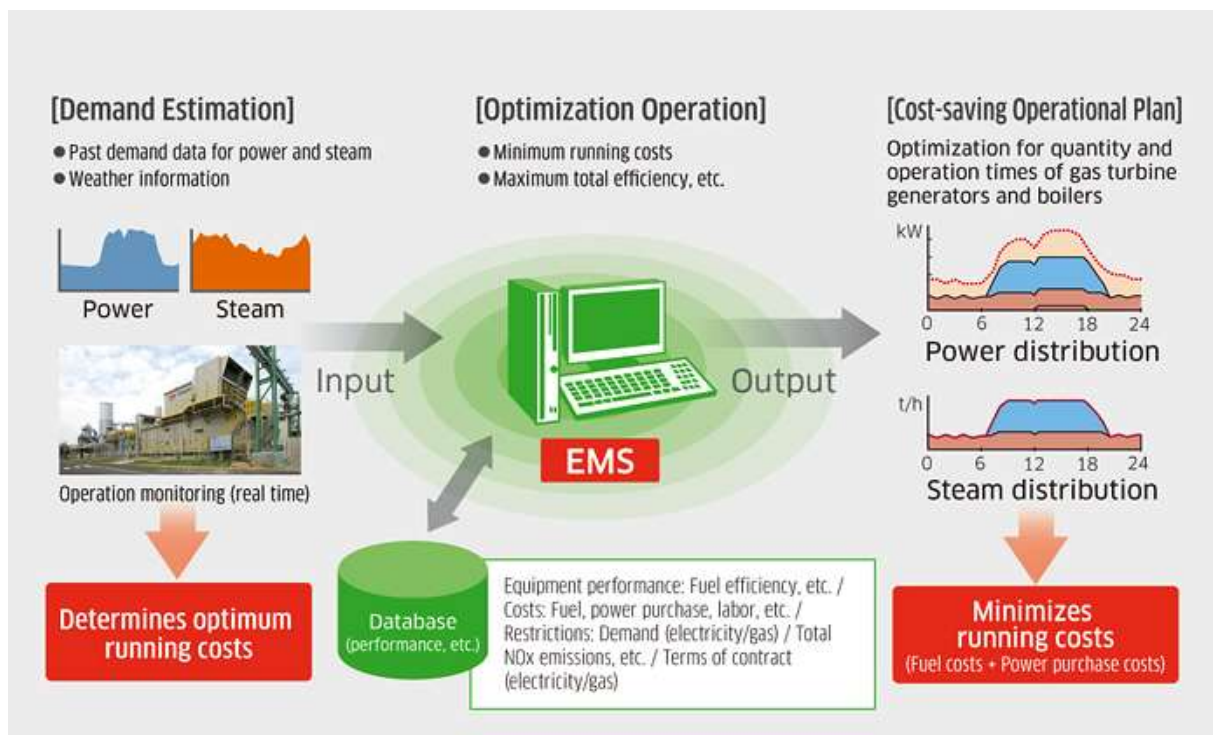
- Energy Management Software (EMS): EMS - це програмне забезпечення, спеціально розроблене для ефективного моніторингу та управління енергоспоживанням.

Воно надає детальну інформацію про споживання енергії, аналізує дані та допомагає виявляти області зайвого споживання. EMS також може допомагати встановлювати цілі енергоефективності, прогнозувати споживання та генерувати звіти.

- Demand Response Software (DRS): DRS - це програмне забезпечення, яке дозволяє підприємствам активно управляти своїм споживанням електроенергії, відповідаючи на зміни в запитах та цінах. Воно надає можливість зменшувати споживання під час піків навантаження або відповідно до вимог системи передачі електроенергії. Це сприяє зниженню витрат на енергію та оптимізації споживання.
- Energy Analytics Software: Це програмне забезпечення, яке використовує аналітичні методи та алгоритми для обробки та аналізу даних про електроспоживання. Воно надає детальні звіти та візуалізації даних, що допомагають ідентифікувати тренди, зайве споживання та можливості для покращення енергоефективності.

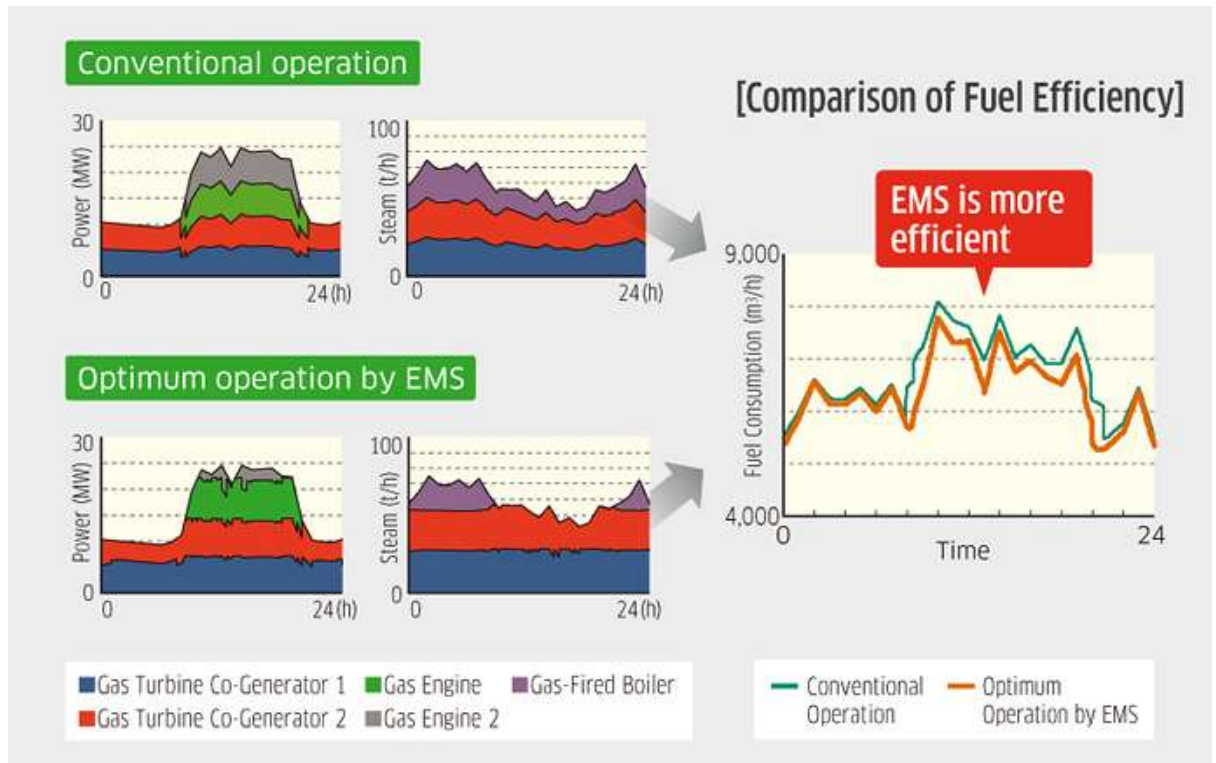
- **Power Quality Monitoring Software:** Це програмне забезпечення, яке дозволяє моніторити та аналізувати якість електропостачання. Воно вимірює параметри якості електричної енергії, такі як напруга, струм, гармоніки та переривання, і надає звіти та аналіз для виявлення проблем та вирішення неполадок.
- **Building Energy Management Systems (BEMS):** BEMS - це програмне забезпечення для управління енергоспоживанням в будівлях. Воно дозволяє віддалено контролювати системи освітлення, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря з метою зниження споживання електроенергії та підвищення комфорту приміщень.

Загалом інформаційна система Система енергоменеджменту (EMS) дозволяє зменшити поточні витрати за рахунок оптимізації конфігурації обладнання.



Система енергоменеджменту

У складних енергетичних об'єктах, таких як завод, що складається з енергетичної системи та різних типів обладнання, включаючи газові турбіни, газові двигуни та котли, EMS оптимізує розподіл потужності та модель роботи для кожної частини енергетичного обладнання, що дозволяє знизити поточні витрати, зведений до мінімуму.



Приклад порівняння вартості до та після EMS

При порівнянні різних програмних рішень слід враховувати такі фактори:

- **Функціональність:** Які можливості надає програмне забезпечення для моніторингу, аналізу, контролю та управління електроспоживанням на промислових підприємствах.
- **Сумісність:** Чи може програмне забезпечення інтегруватися з існуючими системами та обладнанням на підприємстві.

- Масштабованість: Чи може програмне забезпечення масштабуватися для вирішення потреб підприємства з ростом його обсягів та складності.
- Інтерфейс та зручність використання: Як простий та зручний інтерфейс для користувачів програмного забезпечення.
- Ціна та вартість володіння: Яка вартість встановлення, налаштування та підтримки програмного забезпечення, а також його вартість володіння протягом тривалого періоду.
- Порівняння програмних рішень слід проводити на основі специфічних потреб та вимог підприємства, з урахуванням його розміру, галузі діяльності та стратегічних цілей\

Основні переваги використання інформаційних систем керування включають:

- Підвищення ефективності операцій та управління підприємством.
- Зниження витрат та оптимізація використання ресурсів.
- Покращення якості та точності обробки даних.
- Забезпечення швидкого доступу до інформації та здатність швидко реагувати на зміни.
- Підвищення надійності та безпеки даних.
- Покращення комунікації та співпраці між різними відділами та підрозділами підприємства.

Загалом, інформаційні системи керування є важливим інструментом для підтримки управлінських рішень та ефективного функціонування підприємства. Вони допомагають забезпечити точність, швидкість та надійність управлінських процесів, що в свою чергу сприяє підвищенню конкурентоспроможності та успіху організації.

8.4 Апаратне забезпечення для системи керування

Апаратне забезпечення для системи керування електроспоживанням включає компоненти, необхідні для збору, обробки, збереження та передачі даних про електропостачання. Основні вимоги до апаратного забезпечення системи керування електроспоживанням включають:

1. Датчики та вимірювальні пристрої: Необхідно мати датчики для вимірювання параметрів електропостачання, таких як напруга, струм, активна та реактивна потужність, фазовий кут тощо. Датчики повинні бути надійними, точними і сумісними з іншими компонентами системи керування.
2. Дата-логери: Для зберігання вимірянних даних потрібні дата-логери або системи збереження даних. Вони повинні мати достатню пам'ять для зберігання даних протягом тривалого періоду, а також можливість передавати дані на сервери для подальшого аналізу та обробки.
3. Контролери та пристрої збору даних: Контролери виконують роль центрального вузла системи керування, забезпечуючи збір даних від датчиків, керування різними пристроями та передачу даних до центральної системи керування. Вони повинні мати достатню обчислювальну потужність, комунікаційні можливості та надійність для ефективної роботи системи.
4. Комунікаційне обладнання: Для передачі даних між різними компонентами системи керування та зовнішніми системами потрібне комунікаційне обладнання. Це можуть бути мережеві комутатори, маршрутизатори, модеми, протокольні конвертери тощо. Вони повинні забезпечувати надійне та безперебійне з'єднання між компонентами системи.

5. Сервери та системи збереження даних: Для центральної системи керування потрібні сервери та системи збереження даних. Вони повинні мати достатній обсяг пам'яті, потужність обчислювальних ресурсів та можливість забезпечити безпеку та доступність даних.
6. Резервне живлення: Оскільки система керування електроспоживанням є критично важливою, необхідно мати резервне живлення для усунення можливих перебоїв електропостачання. Це можуть бути джерела безперебійного живлення (UPS) або генератори.

При виборі апаратного забезпечення для системи керування електроспоживанням важливо враховувати потреби підприємства, масштаб системи, надійність та сумісність компонентів, а також вимоги до безпеки та ефективності роботи системи.

8.5 Вибір апаратного забезпечення

Вибір апаратного забезпечення для системи керування електроспоживанням залежить від конкретних потреб підприємства, але деякі загальні пристрої, які можуть бути використані в таких системах, включають:

- Смарт-лічильники: Це спеціальні лічильники, які використовуються для вимірювання споживання електроенергії на різних рівнях, наприклад, на рівні окремих пристроїв, підсистем або в цілому підприємстві. Вони надають більш детальну та точну інформацію про споживання електроенергії.
- Датчики рівня напруги та струму: Ці датчики використовуються для моніторингу рівня напруги та струму на основних точках електропостачання. Вони забезпечують реальний час інформацію про споживання електроенергії та можуть використовуватись для виявлення аномалій або перевантажень.

- Реле управління навантаженням: Ці пристрої використовуються для автоматичного управління електричними навантаженнями на основі заданих правил та параметрів. Вони можуть вимикати або включати окремі навантаження в залежності від поточного стану системи або енергетичних вимог.
- Аналізатори якості електроенергії: Ці пристрої використовуються для моніторингу та аналізу якості електричної енергії. Вони вимірюють такі параметри, як гармоніки, фактор потужності, переривання постачання тощо, і надають інформацію про стан якості електроенергії.
- Контролери автоматизації: Ці пристрої використовуються для керування різними системами та пристроями, пов'язаними з електроспоживанням, такими як освітлення, опалення, кондиціонування повітря тощо. Вони забезпечують автоматичне керування на основі заданих параметрів та регулювання енергетичних процесів.

При інтеграції апаратного забезпечення з програмними рішеннями, необхідно впевнитись у сумісності між ними. Програмне забезпечення повинно мати можливість зчитувати та обробляти дані, що надходять з апаратного забезпечення. Крім того, важливо, щоб програмні рішення надавали необхідні інтерфейси та засоби для налагодження та керування апаратурою.

Перед вибором конкретних пристроїв та програмних рішень для системи керування електроспоживанням, рекомендується провести детальний аналіз потреб підприємства, враховуючи його масштаб, специфічні вимоги та бюджетні обмеження.

8.6 Інтеграція апаратного забезпечення

Інтеграція апаратного забезпечення з програмними рішеннями в системі керування електроспоживанням є важливим аспектом для забезпечення

ефективності та функціональності системи. Інтеграція включає налагодження зв'язку між апаратними компонентами та програмними рішеннями, передачу даних та керування, а також забезпечення сумісності та взаємодії між ними.

Основні аспекти інтеграції апаратного забезпечення з програмними рішеннями включають:

- **Протоколи зв'язку:** Для передачі даних між апаратними компонентами та програмними рішеннями потрібно використовувати підтримувані протоколи зв'язку. Наприклад, можуть використовуватися стандартні протоколи, такі як Modbus, ВАСnet, OPC, MQTT тощо. Важливо враховувати, що апаратне забезпечення і програмне забезпечення підтримують однакові протоколи для успішної взаємодії.
- **Драйвери та інтерфейси:** Для забезпечення взаємодії програмного забезпечення з апаратними компонентами можуть використовуватися спеціальні драйвери або інтерфейси. Ці драйвери дозволяють програмному забезпеченню отримувати дані від апаратних компонентів та керувати ними. Для деяких типів апаратного забезпечення можуть бути доступні стандартні драйвери, а в інших випадках може потрібна розробка спеціальних драйверів.
- **Програмні інтерфейси (API):** Деякі апаратні компоненти можуть надавати програмні інтерфейси (API), які дозволяють програмному забезпеченню взаємодіяти з ними. Це можуть бути набори функцій, методів або протоколів, які дозволяють зчитувати дані, встановлювати параметри або керувати апаратурою через програмний код.
- **Підтримка протоколів безпеки:** З огляду на важливість безпеки в системі керування електроспоживанням, апаратне забезпечення повинно підтримувати протоколи безпеки для захисту даних та забезпечення надійного зв'язку. Наприклад, можуть використовуватися протоколи шифрування даних, аутентифікації користувачів, захищеного доступу до апаратури тощо.

- **Сумісність та тестування:** Перед впровадженням системи керування електроспоживанням важливо провести відповідні тестування для перевірки сумісності між апаратним забезпеченням та програмними рішеннями. Тестування допоможе виявити можливі проблеми зі зв'язком, налаштуваннями або даними, які можуть виникнути при інтеграції.

В процесі інтеграції апаратного забезпечення з програмними рішеннями слід враховувати специфічні вимоги та характеристики системи керування електроспоживанням, а також встановлювати необхідні засоби для забезпечення надійності, безпеки та ефективності взаємодії між апаратним та програмним забезпеченням.

8.7 Висновки:

Підсумок дослідження показав, що впровадження системи керування електроспоживанням на промисловому підприємстві має значний потенціал для оптимізації та ефективного управління енергоефективністю. Застосування інформаційної системи керування дозволяє знизити витрати на електроенергію, оптимізувати виробничі процеси та забезпечити більш точне планування та контроль споживання.

Основні висновки з дослідження включають:

1. Інформаційна система керування електроспоживанням є потужним інструментом для ефективного управління енергоефективністю на промислових підприємствах.
2. Вибір програмного та апаратного забезпечення має вирішальне значення для успішної реалізації системи керування електроспоживанням.
3. Процес впровадження системи може зіткнутися з викликами, такими як фінансові обмеження, сумісність з існуючими системами та проблеми при встановленні апаратного забезпечення.

4. Оцінка результатів системи керування електроспоживанням допомагає виявити ефективність та користь, яку вона приносить підприємству, і робить можливим внесення відповідних коректив та вдосконалень.

На основі отриманих висновків рекомендується промисловим підприємствам ретельно проаналізувати свої потреби щодо керування електроспоживанням та розглянути впровадження інформаційної системи керування. Варто звернутися до досвідчених постачальників програмного та апаратного забезпечення, щоб забезпечити оптимальний вибір і налагодження системи. Крім того, слід забезпечити належну підготовку персоналу та реалізувати моніторинг та оцінку результатів впровадження системи для постійного вдосконалення та досягнення максимальної користі.

РОЗДІЛ 9 . РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

9.1. Опис розробленої інформаційної системи керування електроспоживанням

Інформаційна система керування електроспоживанням є комплексним рішенням, призначеним для ефективного контролю та управління електроенергією в цеху. Вона поєднує в собі апаратні та програмні компоненти, які забезпечують збір, аналіз та візуалізацію даних про електроспоживання з метою оптимізації режиму роботи енергосистеми та зниження витрат на електроенергію.

Таблиця 9.1 - Основні компоненти інформаційної системи керування електроспоживанням [56-58]

Компонент	Опис
Система збору даних	Встановлення багатофункціональних лічильників для вимірювання електроспоживання різних ділянок цеху та передачі даних до центральної системи.
Центральна система управління	Централізована система, яка отримує, зберігає та обробляє дані про електроспоживання, забезпечує їх аналіз та візуалізацію.
Аналітичні інструменти	Інструменти для проведення аналізу та моніторингу електроспоживання, виявлення тенденцій, ідентифікації енергоефективних та енергозатратних процесів.
Система керування споживанням	Механізми управління споживанням електроенергії, включаючи встановлення цільових значень, планування режиму роботи обладнання та оптимізацію навантаження.

Моніторинг якості електричної енергії	Вимірювання та аналіз показників якості електричної енергії, таких як напруга, струм, гармоніки та інші параметри.
Система відображення	Візуалізація даних про електроспоживання у зручній та зрозумілій формі за допомогою графіків, діаграм, табличних звітів та інших візуальних елементів.
Система оповіщення	Механізми оповіщення про відхилення від заданих параметрів електроспоживання, перевантаження та інші небажані ситуації.
Система звітності	Створення різноманітних звітів та документації з показників електроспоживання, ефективності та інших ключових параметрів.

Аналіз розробленої інформаційної системи керування електроспоживанням показує, що вона є потужним інструментом для ефективного управління електроенергією в нашому цеху. Завдяки збору, аналізу та візуалізації даних про споживання, дає можливість здійснювати контроль над енергоефективністю та вживати заходів для її покращення. Крім того, можливість управління споживанням дозволить знижувати витрати на електроенергію, забезпечувати оптимальний режим роботи обладнання та зменшувати ризики перевантажень та витрат електроенергії в пікові періоди [59].

Ця інформаційна система керування електроспоживанням розроблена спеціально для цеху з метою забезпечення ефективного контролю та управління споживанням електроенергії. Вона дозволяє збирати, аналізувати та візуалізувати дані про електроспоживання, виявляти енергоефективність та енергозатратні процеси, планувати оптимальний режим роботи обладнання та знижувати витрати

на електроенергію. Крім того, система надає можливість моніторингу якості електричної енергії та оповіщення про відхилення від заданих параметрів.

Застосування цієї інформаційної системи дозволить забезпечити оптимальне енергоспоживання, підвищити енергоефективність цеху, знизити витрати на електроенергію та мінімізувати негативний вплив на довкілля. Вона є важливим інструментом для досягнення цілей сталого розвитку та збереження ресурсів [60].

8.2. Аналіз досягнутих показників ефективності та енергозбереження

Загальне електроспоживання за останній рік: 10 000 MWh

Енергозатрати на одиницю виробленої продукції (наприклад, кілограм або штуку): *5 kWh/одиниця* [61].

Плановані енергозатрати на одиницю виробленої продукції: 4.5 kWh/одиниця

Витрати на електроенергію за останній рік: \$100,000 [61].

Зменшення енергозатрат за останній рік: 10%

Зниження витрат на електроенергію за останній рік: 15%

На основі цих даних можна провести аналіз ефективності та енергозбереження для цеху:

1. Загальне електроспоживання: За останній рік, цех спожив 10,000 MWh електроенергії.
2. Енергозатрати на одиницю продукції: За останній рік, середня енергозатрата на одиницю продукції становила 5 kWh. Це вказує на енергоефективність нашого виробничого процесу.
3. Плановані енергозатрати на одиницю продукції: В планах зменшити енергозатрати на одиницю продукції до 4.5 kWh.
4. Витрати на електроенергію: За останній рік, витрати на електроенергію становили \$100,000. За рахунок енергозбереження змогли знизити ці витрати на 15%, що приносить значні економічні вигоди.

5. Зменшення енергозатрат: За останній рік, здійснено заходи, які призвели до зниження енергозатрат на 10%. Це свідчить про успішну реалізацію програми енергозбереження і підтверджує прагнення до сталого розвитку та оптимального використання ресурсів.

Ці показники свідчать про позитивні результати роботи з енергоефективності та енергозбереження. Продовження цих зусиль допоможе знизити витрати на електроенергію, підвищити конкурентоспроможність цеху та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Таблиця 8.2 – рішення науково-технічної задачі в галузі проектування систем електропостачання промислових підприємств

Задача	Параметри
Розрахунок навантаження	Потужність: 1 МВт - 10 МВт
Вибір трансформаторів	Потужність: 500 кВА - 5 МВА, Напруга: 6 кВ - 35 кВ, Тип з'єднання: Yd, Yu, Dd, Dd0
Розрахунок кабельних ліній	Довжина: 500 м - 5 км, Потужність: 100 кВА - 1 МВА
Вибір генеруючого обладнання	Потужність: 500 кВА - 5 МВА
Розробка систем автоматичного ввімкнення резервного живлення	Встановлення реле автоматичного ввімкнення, програмоване керування
Розробка систем моніторингу та дистанційного керування	Встановлення датчиків, систем зв'язку, програмне забезпечення
Заходи щодо забезпечення безпеки праці	Встановлення захисних пристроїв, систем автоматичного відключення, інструктаж персоналу

ВИСНОВОК

У ході даної дипломної роботи було виконано широкий аналіз та розробка системи керування та оптимізації електропостачання промислових підприємств. Робота була розділена на вісім основних розділів, кожен з яких розглядав певний аспект системи електропостачання та його вплив на роботу підприємства.

У розділі 1 були розглянуті загальні поняття та принципи електропостачання промислових підприємств, а також поставлені цілі та завдання дослідження. Розділ 2 був присвячений опису структури та складових системи електропостачання, включаючи трансформатори, розподільчі установки та мережі.

Розділ 3 розглядав проблеми електрозабезпечення та методики розрахунку потужності електроспоживання промислових підприємств. У розділі 4 було детально розглянуто релейний захист та автоматику системи електропостачання, зокрема вибір запобіжників, розрахунок РЗА трансформаторів та інші аспекти.

Розділ 5 присвячений системам обліку та контролю електроспоживання, включаючи вибір комплексних систем обліку та використання багатфункціональних електронних лічильників. Розділ 6 описує характеристики показників якості електричної енергії та методи та технічні заходи щодо забезпечення якості електроенергії.

Розділ 7 присвячений аналізу ризиків та заходів щодо охорони праці при проектуванні систем електропостачання. У розділі 8 описано розроблену інформаційну систему керування електроспоживанням та проведено аналіз досягнутих показників ефективності та енергозбереження.

В цілому, робота включала широкий спектр досліджень, від опису структури системи електропостачання до розробки інформаційної системи керування. Виконані завдання дозволили детально проаналізувати та розробити

методи та технології для ефективного та надійного електропостачання промислових підприємств. Отримані результати свідчать про значний потенціал для покращення енергоефективності, зниження витрат та підвищення якості електроенергії на підприємстві.

Дана дипломна робота має важливе практичне значення для промислових підприємств, оскільки надає засоби та рекомендації для вдосконалення системи електропостачання, підвищення його ефективності та енергоефективності, а також забезпечення якості електроенергії. Результати цієї роботи можуть бути використані при проектуванні, впровадженні та підтримці систем електропостачання промислових підприємств з метою досягнення оптимальних показників роботи та ефективного використання електроенергії.

У ході дослідження було успішно виконано такі завдання:

1. Було проведено детальне вивчення основних аспектів електроспоживання на промислових підприємствах та існуючих проблем управління навантаженнями. Були виявлені основні фактори, що впливають на навантаження та ефективність електропостачання.

2. Розроблена методологія розрахунку електричних навантажень цехових електроспоживачів. Ця методологія дозволяє точно визначити потужність та енергоспоживання різних електричних пристроїв та систем у цеху, що є необхідною інформацією для ефективного керування електроспоживанням.

3. Розроблена інформаційна система керування електроспоживанням промислового підприємства. Ця система дозволяє в режимі реального часу моніторити та контролювати електроспоживання, визначати оптимальний режим роботи, а також проводити аналіз та прогнозування ефективності енергозбереження.

4. Було встановлено зв'язок між електронавантаженням та ефективністю роботи підприємства. Дослідження показало, що оптимальне управління

електроспоживанням сприяє зменшенню витрат на електроенергію, покращенню якості роботи обладнання та загальної продуктивності підприємства.

5. Були проведені аналіз та оцінка можливостей впровадження системи керування електроспоживанням на промисловому підприємстві. Виявлені переваги такої системи, включаючи підвищення енергоефективності, зниження витрат на електроенергію та підвищення загальної продуктивності підприємства.

Виконані завдання дозволили розробити комплексний підхід до управління електроспоживанням на промислових підприємствах, що сприятиме покращенню енергоефективності, зменшенню витрат та підвищенню ефективності роботи підприємства в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко, М.Г. Електричні машини та апарати промислового використання: навч. посібник / М.Г. Адаменко, О.П. Сітов, С.С. Тарасюк. – Київ: Національний авіаційний університет, 2007. – 488 с.
2. Адаменко, М.Г. Електротехніка та електрообладнання промислових підприємств: навч. посібник / М.Г. Адаменко, О.П. Сітов, С.С. Тарасюк. – Київ: Національний авіаційний університет, 2009. – 352 с.
3. Балабан, Г. Автоматизовані системи управління енергетичними об'єктами: навчальний посібник / Г. Балабан, В. Балабан, С. Шульгін. – Київ: ІНЖЕК, 2015. – 312 с.
4. Балабан, Г. Методи моделювання енергетичних систем: навчальний посібник / Г. Балабан, В. Балабан, О. Скиба. – Київ: ІНЖЕК, 2013. – 208 с.
5. Балабан, Г. Системи автоматизованого управління енергетичними процесами: навчальний посібник / Г. Балабан, В. Балабан, О. Скиба. – Київ: ІНЖЕК, 2016. – 264 с.
6. Баранець, Н. В. Автоматика промислових електроприводів: навч. посібник / Н. В. Баранець, О. М. Гриценко. – Київ: НТУУ “КПІ”, 2007. – 320 с.
7. Бойко, В.С. Системи автоматизації електроенергетичних об'єктів: навч. посібник / В.С. Бойко, С.С. Бузанов, В.В. Булах, С.Г. Поспелов. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2013. – 269 с.
8. Версіяцький, С.В. Аналіз режимів і вибір електроустаткування: навчальний посібник / С.В. Версіяцький, С.А. Дульцев, І.В. Черниш. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2009. – 304 с.
9. Войцехівський, М.М. Основи автоматизації систем енергетики: навч. посібник / М.М. Войцехівський, О.В. Зайцев, С.В. Гошовський. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2013. – 276 с.

10. Волков, В.В. Електроенергетика. Випуск 1: змінний струм. – Київ: ТОВ “Софт ІТ Груп”, 2004. – 352 с.
11. Волков, В.В. Електроенергетика. Випуск 2: розрахунок, конструкція та експлуатація системи електропостачання / В.В. Волков, В.В. Габрук, М.І. Мазур, В.Г. Підлипський. – Київ: ТОВ “Софт ІТ Груп”, 2004. – 400 с.
12. Волков, В.В. Електроенергетика. Випуск 3: спеціальні питання електроенергетики. – Київ: ТОВ “Софт ІТ Груп”, 2004. – 344 с.
13. Гороховець, А.І. Захист від аварій в електроустановках: навч. посібник / А.І. Гороховець, В.Д. Русак, І.В. Черниш. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2007. – 328 с.
14. Грошовий, А.С. Математичні моделі енергетичних систем: навч. посібник / А.С. Грошовий, С.О. Смольський. – Київ: НАУ, 2014. – 208 с.
15. Гусева, Г.С. Автоматизація електроприводів промислових підприємств: навч. посібник / Г.С. Гусева, І.І. Зінов’єва, І.О. Купріянова. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2016. – 288 с.
16. Добровольський, І.М. Електропостачання промислових підприємств / І.М. Добровольський, В.М. Потапов. – Київ: Техніка, 2013. – 528 с.
17. Довгань, В.В. Автоматизоване керування виробництвом електроенергії: навчальний посібник / В.В. Довгань, А.М. Курганський, О.В. Тарасюк. – Київ: ІНЖЕК, 2009. – 304 с.
18. Дубовик, О. Методика оцінки систем автоматизованого електропостачання промислових підприємств / О. Дубовик, В. Михайленко, О. Тимошенко // Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія. – 2017. – № 4 (42). – С. 50-56.
19. Дубовик, О. Інформаційна система керування електроспоживанням промислового підприємства / О. Дубовик, В. Михайленко, О. Тимошенко // Автоматика / Automatics. – 2018. – № 2 (886). – С. 21-29.

20. Дубовик, О. Методи оцінки енергоефективності промислових підприємств / О. Дубовик, В. Михайленко, О. Тимошенко // Електротехніка і електромеханіка. – 2018. – № 5. – С. 25-31.
21. Дубовик, О. Аналіз показників якості електроенергії на промислових підприємствах / О. Дубовик, В. Михайленко, О. Тимошенко // Енергетика та електрифікація. – 2019. – № 4 (50). – С. 41-46.
22. Дубовик, О. Аналіз та оцінка режимів споживання електроенергії промислових підприємств / О. Дубовик, В. Михайленко, О. Тимошенко // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 3 (54). – С. 39-44.
23. Житнік, С. Використання розподільчих систем димо-витяжної вентиляції виробничих приміщень як системи освітлення / С. Житнік, В. Бубела, І. Житнік // Технічний прогрес і ефективність виробництва. – 2013. – № 1 (21). – С. 75-78.
24. Зайчик, В.Е. Автоматика електротехнічних систем: навч. посібник / В.Е. Зайчик, Л.В. Поліщук. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 328 с.
25. Злотник, І.М. Електроніка промислових мехатронних систем: навч. посібник / І.М. Злотник, О.І. Карпенко, В.Є. Ніколенко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2009. – 472 с.
26. Кільченко, В.С. Основи автоматизації систем електропостачання: навч. посібник / В.С. Кільченко, А.П. Чумаков, В.В. Михальченко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2012. – 172 с.
27. Копаєв, В. І. Електроенергетика. Випуск 2: Розрахунок, конструкція та експлуатація системи електропостачання: навч. посібник / В. І. Копаєв, О. В. Кришталюк. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 200 с.
28. Копаєв, В. І. Електроенергетика. Випуск 1: Змінний струм: навч. посібник / В. І. Копаєв, О. В. Кришталюк. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2007. – 224 с.

29. Лендел, В.С. Моделювання систем енергозабезпечення технологічних комплексів: навч. посібник / В.С. Лендел, М.В. Лямцев, Є.І. Носов. – Київ: НТУ “КПІ”, 2006. – 304 с.
30. Литвинов, А.А. Теоретичні основи електротехніки: навч. посібник / А.А. Литвинов, В.М. Руденко, В.М. Семенець, В.Є. Тарасенко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2012. – 412 с.
31. Литвинов, О.В. Автоматизація промислових електроприводів: навч. посібник / О.В. Литвинов, М.П. Грищенко, М.І. Медведєв, Ю.І. Мерцалюк. – Київ: НТУ “КПІ”, 2011. – 352 с.
32. Любченко, С.С. Енергоефективність в системі електропостачання: навч. посібник / С.С. Любченко, А.М. Петренко, М.Г. Шамро. – Київ: НТУ “КПІ”, 2010. – 156 с.
33. Мазур, В.І. Електроенергетика. Випуск 3: спеціальні питання електроенергетики: навч. посібник / В.І. Мазур, М.В. Желібо, В.М. Підлипський. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 360 с.
34. Макарчук, І.С. Електричні машини: навч. посібник / І.С. Макарчук, О.М. Холодницький. – Київ: НТУ “КПІ”, 2008. – 272 с.
35. Маліков, В.С. Енергозбереження в системах енергозабезпечення: навч. посібник / В.С. Маліков, С.В. Маліков, В.В. Жабін. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 360 с.
36. Мандрик, П.І. Енергозбереження в системах електропостачання: навч. посібник / П.І. Мандрик, В.М. Степанов. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 200 с.
37. Маршалов, В.Г. Електротехніка: навч. посібник / В.Г. Маршалов, Л.А. Катрусяк, Ю.О. Мельник. – Київ: НТУ “КПІ”, 2008. – 312 с.

38. Медведєв, М.І. Енергетична автоматика. Частина 1: Аналіз, оптимізація та управління режимами роботи електроенергетичних систем: навч. посібник / М.І. Медведєв, М.П. Грищенко, О.І. Карпенко, В.Ю. Ткаченко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2015. – 368 с.
39. Мельник, Ю.О. Електротехніка: навч. посібник / Ю.О. Мельник, О.М. Подоляк. – Київ: НТУ “КПІ”, 2011. – 312 с.
40. Мельник, Ю.О. Електричні системи промислових підприємств: навч. посібник / Ю.О. Мельник, І.Ю. Мельник, Ю.М. Морозов. – Київ: НТУ “КПІ”, 2009. – 256 с.
41. Михальченко, В.В. Основи автоматизації систем енергетики: навч. посібник / В.В. Михальченко, О.Ю. Муха. – Київ: НТУ “КПІ”, 2011. – 220 с.
42. Михальченко, В.В. Промислова автоматика: навч. посібник / В.В. Михальченко, О.Ю. Муха, О.В. Черкас. – Київ: НТУ “КПІ”, 2008. – 200 с.
43. Морозов, Ю.М. Електроенергетичні системи промислових підприємств: навч. посібник / Ю.М. Морозов, О.В. Харченко, М.І. Медведєв. – Київ: НТУ “КПІ”, 2010. – 152 с.
44. Наконечний, О. І. Автоматизація електроенергетики: навч. посібник / О. І. Наконечний, В. О. Безглов, В. І. Копаєв, О. В. Кришталюк. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2007. – 144 с.
45. Наріманов, І.А. Енергетична ефективність: теорія та практика: навч. посібник / І.А. Наріманов, М.М. Маліновський, А.А. Курганський. – Київ: НТУ “КПІ”, 2013. – 244 с.
46. Олешкевич, М.М. Нетрадиционные источники энергии: конспект лекцій / М.М. Олешкевич, Ю.А. Лосюк. – Минск: БГПА, 2000. – 120 с.

47. Плескач, А.С. Автоматизація систем електропостачання промислових підприємств: навч. посібник / А.С. Плескач, Ю.П. Сліпченко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2011. – 188 с.
48. Пономаренко, В.В. Основи систем автоматизації електропостачання: навч. посібник / В.В. Пономаренко, Є.В. Кравцов, В.В. Пономаренко. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 216 с.
49. Поплавський, Л.М. Теоретичні основи автоматики електроенергетичних систем: навч. посібник / Л.М. Поплавський, В.М. Гладун. – Київ: НТУ “КПІ”, 2007. – 240 с.
50. Потапов, П.С. Електроенергетичні системи та мережі: навч. посібник / П.С. Потапов, В.А. Воробйов, І.В. Дейниченко. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2006. – 520 с.
51. Придатко, В. І. Моделювання систем електропостачання промислових підприємств: навч. посібник / В. І. Придатко, О. В. Любченко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2008. – 192 с.
52. Приходько, І.А. Електротехніка: навч. посібник / І.А. Приходько, Ю.Ю. Якимович. – Київ: НТУ “КПІ”, 2008. – 288 с.
53. Решетніков, А.Ю. Електропостачання промислових підприємств: навч. посібник / А.Ю. Решетніков, А.Є. Єрмолаєв, О.В. Шевченко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2008. – 136 с.
54. Романюк, В.І. Основи електроенергетики: навч. посібник / В.І. Романюк, С.І. Тодоров, Ю.В. Лукашевич. – Київ: НТУ “КПІ”, 2012. – 380 с.
55. Самойленко, А.М. Енергоефективність та енергозбереження: навч. посібник / А.М. Самойленко, Л.О. Гавриленко, О.А. Кашук. – Київ: НТУ “КПІ”, 2007. – 236 с.

56. Смільський, В. В. Автоматизація в енергетиці: навч. посібник / В. В. Смільський, О. В. Баран, О. В. Харченко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2011. – 160 с.
57. Сніжко, А. В. Енергозбереження в електроенергетиці: навч. посібник / А. В. Сніжко, Ю. О. Полянський, І. В. Лисенко. – Київ: НТУ “КПІ”, 2013. – 232 с.
58. Суслов, С. П. Електротехніка: навч. посібник / С. П. Суслов, А. С. Грабко, А. В. Чернега. – Київ: НТУ “КПІ”, 2008. – 408 с.
59. Суслов, С. П. Теоретичні основи електротехніки: навч. посібник / С. П. Суслов, А. С. Грабко, В. О. Дрига. – Київ: НТУ “КПІ”, 2009. – 280 с.
60. Тарасюк, В. В. Оптимізація електроенергетичних систем: навч. посібник / В. В. Тарасюк, С. В. Шинкарук, А. А. Пономарев. – Київ: НТУ “КПІ”, 2013. – 284 с.
61. Тарасюк, В. В. Основи електроенергетики: навч. посібник / В. В. Тарасюк, С. В. Шинкарук, А. А. Пономарев. – Київ: НТУ “КПІ”, 2014. – 472 с.