

658.26
М 60

Володимир Іванович Міліх
Тетяна Павлівна Павленко

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

ПІДРУЧНИК



ВИДАВНИЦТВО "КАРАВЕЛА"

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Володимир Іванович Мілих
Тетяна Павлівна Павленко**

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

ПІДРУЧНИК

для студентів вищих закладів освіти
електромеханічних спеціальностей

Затверджено вченою радою НТУ «ХПІ»

**Київ
Видавництво «Каравела»
2018**

**УДК 621.32
М75**

**Затверджено вченою радою НТУ «ХПІ»
як підручник для студентів електро-
механічних спеціальностей,
протокол №8 від 04.11.2016 р.**

Рецензенти:

М. М. Заблодський, д-р техн наук, проф.,

Національний університет

біоресурсів і природовикористання;

В. О. Яровенко, д-р техн. наук, проф.,

Одеський національний морський університет

Міліх В. І.

М75 Електропостачання промислових підприємств :

Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В. І. Міліх, Т. П. Павленко. – К.: «Каравела», 2018. – 272 с.

ISBN 978-996-2229-91-2

Розглянуто основні питання, пов'язані з керуванням електропостачання промислових підприємств, розподілом електричного навантаження, розташуванням трансформаторних підстанцій, компенсацією реактивної потужності, а також з організацією інших необхідних заходів. Відображено аспекти техніки безпеки та охорони праці на промислових підприємствах. Деякі розглянуті теми забезпечено прикладами розв'язання задач.

Призначено для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та інших технічних спеціальностей.

Іл. 199. Табл. 15. Бібліогр. 26 назв.

УДК 621.32

**© В. І. Міліх,
Т. П. Павленко, 2018**

ISBN 978-966-2229-91-2

**© Видавництво
«Каравела», 2018**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	7
1.1. Виробництво електричної енергії.....	7
1.2. Передача електричної енергії.....	17
1.3. Розподіл електричної енергії.....	21
1.4. Живлення приймачів і споживачів електричної енергії.....	23
1.5. Засоби вмикання приймачів електроенергії у трифазну електричну мережу.....	25
1.5.1. З'єднання приймачів за схемою «зірка».....	26
1.5.2. З'єднання приймачів за схемою «трикутник» - Δ	29
1.6. Класифікація приймачів електричної енергії.....	32
2. ЕЛЕКТРИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	36
2.1. Визначення електричних навантажень.....	36
2.2. Параметри електричних навантажень.....	38
2.3. Розрахунок електричних навантажень.....	41
2.4. Картограма електричних навантажень промислових підприємств.....	45
2.5. Основні параметри оптимізації електричних навантажень.....	47
2.5.1. Розподіл центрів електричних навантажень.....	48
2.5.2. Вибір місця розташування джерела живлення.....	49
2.5.3. Вибір обладнання.....	50
3. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ І ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ	54
3.1. Зовнішнє електропостачання промислових підприємств.....	54
3.2. Внутрішнє електропостачання промислових підприємств.....	57
3.3. Електричні мережі та їх складові.....	60
3.4. Конструкції кабелів, проводів та електричних шин.....	63
3.5. Вибір перерізів проводів, кабелів, шинопроводів.....	66
4. ТРАНСФОРМАТОРНІ ПІДСТАНЦІЇ. ВИБІР СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ.....	70
4.1. Загальні відомості про трифазні трансформатори. Співвідношення основних величин, що характеризують їх роботу.....	70
4.2. Схеми з'єднання трансформаторних підстанцій.....	75
4.3. Вибір силових трансформаторів.....	78
4.4. Спеціальні трансформатори.....	84
5. КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	88
5.1. Види потужності в електричних мережах.....	88
5.2. Проблема компенсації реактивної потужності в електричних мережах.....	90
5.3. Заходи з підвищенням якості електроенергії і зменшенням впливу реактивної потужності.....	92

5.4.	Устаткування для компенсації реактивної потужності і підвищення якості електроенергії.....	94
5.5.	Режими роботи і регулювання потужності компенсувальних пристроїв.....	103
5.6.	Оцінка ефективності використання електродвигунів.....	106
5.6.1.	Подання трифазних асинхронних двигунів.....	106
5.6.2.	Приклад аналізу ефективності використання ТАД.....	109
5.7	Моделі електроенергетичної системи і підвищення коефіцієнта потужності.....	110
5.7.1.	Модель електроенергетичної системи та постановка завдання...	110
5.7.2.	Розрахунок базової електроенергетичної системи.....	113
5.7.3.	Розрахунок електроенергетичної системи з конденсатором, який компенсує реактивну потужність.....	114
5.7.4.	Вибір раціонального рівня компенсації реактивної потужності...	116
5.7.5.	Розрахунок електроенергетичної системи при використанні електромеханічних компенсаторів.....	118
5.7.6.	Розрахунок електроенергетичної системи при вмиканні електромеханічних компенсаторів паралельно генератору.....	120
6.	ЕЛЕКТРОБАЛАНС І ВТРАТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	123
6.1.	Основні положення.....	123
6.2.	Визначення параметрів витрати електричної енергії на промислових підприємствах.....	124
6.3.	Приклад розрахунку витрати електричної енергії на промисловому підприємстві.....	131
7.	КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ ПІДПРИЄМСТВА.....	138
7.1.	Структура керування системами електропостачання промислових підприємств.....	138
7.2.	Особливості роботи і взаємодія автоматизованих систем керування.....	144
7.3.	Мікропроцесорні засоби автоматизації і диспетчеризації системи електропостачання підприємства.....	149
7.4.	Приклади побудови систем автоматизації обліку енергоресурсів.	156
8.	НЕШТАТНІ ТА АВАРІЙНІ РЕЖИМИ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	162
8.1.	Ненормальні режими роботи генераторів.....	162
8.2.	Причини виникнення короткого замикання в електричних системах.....	167
8.3.	Дія струмів короткого замикання.....	171
8.4.	Розрахунок струмів короткого замикання.....	174
8.4.1.	Розрахунок струмів КЗ в установках змінного струму.....	174
8.4.2.	Розрахунок струмів КЗ в установках постійного струму.....	178
8.5.	Приклади розрахунку струмів короткого замикання.....	180
8.6.	Визначення місця виникнення короткого замикання і моніторинг стану повітряних ліній.....	186

9.	ЗАХИСТ І КОМУТАЦІЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ.....	188
9.1.	Види пошкоджень в електроустановках.....	188
9.2.	Засоби забезпечення нормальної роботи енергетичної системи	190
9.3.	Елементи комутації і захисту у високовольтних електричних колах.....	192
9.4.	Елементи комутації і захисту електричних кіл напругою 1 000 В.....	201
9.5.	Основні види захисту.....	209
10.	РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ.....	224
10.1.	Напруга мережі у цехах промислових підприємств.....	224
10.2.	Схеми живлення цехових мереж.....	224
10.3.	Розподільні пристрої трансформаторних підстанцій промислових підприємств.....	227
10.4.	Освітлювальні цехові мережі.....	232
10.4.1.	Види освітлювальних мереж.....	232
10.4.2.	Освітлювальні прилади.....	235
10.4.3.	Розрахунок і вибір параметрів освітлювальних мереж.....	237
10.4.4.	Захист електричних і освітлювальних мереж.....	240
11.	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ Й ОХОРОНА ПРАЦІ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	242
11.1.	Вимоги і причини ураження електричним струмом.....	242
11.2.	Вплив електричного струму на людину.....	245
11.3.	Джерела електромагнітних полів і вплив їх на людину.....	246
11.4.	Технічні методи і засоби захисту людини на виробництві.....	248
11.4.1.	Методи захисту від ураження електричним струмом.....	248
11.4.2.	Методи захисту від шуму, вібрації та електромагнітних полів.....	251
11.5.	Організаційно-технічні методи захисту.....	254
11.5.1.	Електрозахисні засоби.....	255
11.5.2.	Методи охорони праці.....	258
	Список літератури.....	262
	Предметний покажчик.....	264