

621.314.6
№ 53

Г. Г. ЖЕМЕРОВ, Д. С. КРИЛОВ, Д. В. ТУГАЙ

КОМПЕНСОВАНІ КЕРОВАНІ ВИПРЯМЛЯЧІ

В РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**Г. Г. ЖЕМЕРОВ,
Д. С. КРИЛОВ,
Д. В. ТУГАЙ**

**КОМПЕНСОВАНІ КЕРОВАНІ ВИПРЯМЛЯЧІ
В РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

МОНОГРАФІЯ

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020**

Автори:

Жемеров Георгій Георгійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри промислової і біомедичної електроніки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

Крилов Денис Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри промислової і біомедичної електроніки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

Тугай Дмитро Васильович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри альтернативної електроенергетики та електротехніки Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рецензенти:

Щербак Яків Васильович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

Ягуп Валерій Григорович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри систем електропостачання та електроспоживання міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано до друку Вченою радою ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,
протокол № 1 від 25.09.2020*

Жемеров Г. Г.

Ж53 Компенсовані керовані випрямлячі в розподілених системах електропостачання : монографія / Г. Г. Жемеров, Д. С. Крилов, Д. В. Тугай ; Харків нац ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 258 с. – Текст укр.

ISBN 978-966-695-532-9

У монографії викладено теорію побудови та досліджено характеристики і режими роботи компенсованих керованих випрямлячів - нового класу перетворювачів з близьким до одиниці коефіцієнтом потужності. Висвітлені наукові результати, що дозволяють розраховувати параметри і робочі характеристики перетворювальних систем на основі компенсованих керованих випрямлячів, а також синтезувати їх систему автоматичного керування. Запропоновано перетворювальні системи на основі компенсованих керованих випрямлячів і силових активних фільтрів для застосування в системах розподіленого електропостачання з відновлюваними джерелами енергії, що мають близький до одиниці коефіцієнт потужності, більш високий коефіцієнт корисної дії, ніж інші відомі перетворювальні системи, а також дозволяють реалізувати гарантоване електропостачання відповідального навантаження.

Рекомендовано для фахівців і науковців, які працюють у галузі електроенергетики та сигової електроніки, а також викладачам вищих навчальних закладів, аспірантам і студентам, що досліджують питання підвищення енергоефективності систем електропостачання засобами перетворювальної техніки.

УДК 621.314.5/6:681.51/. 54

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ПОТУЖНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЗМІННОЇ НАПРУГИ НА ПОСТІЙНУ.....	9
1.1 Тенденції розвитку перетворювачів змінної напруги на постійну.....	9
1.2 Базові принципи побудови компенсованих керованих випрямлячів.....	15
1.3 Принцип дії компенсованого керованого випрямляча на прикладі базових схем.....	20
1.4 Порівняння компенсованого керованого випрямляча з іншими видами перетворювачів.....	32
Висновки за розділом 1.....	34
2 ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЕНСОВАНОГО КЕРОВАНОГО ВИПРЯМЛЯЧА.....	36
2.1 Закони регулювання випрямленої напруги компенсованого керованого випрямляча.....	36
2.2 Обмеження діапазону кутів управління.....	40
2.3 Визначення комутаційної активної потужності, що рекуперується в мережу компенсованим керованим випрямлячем.....	47
2.4 Випрямлена напруга шестипульсного компенсованого керованого випрямляча.....	52
2.5 Гармоніки у випрямленій напрузі шестипульсного компенсованого керованого випрямляча.....	63
2.6 Випрямлена напруга компенсованого керованого випрямляча за дванадцятипульсною паралельною схемою із загальною вентильною обмоткою перетворювального трансформатора.....	72
2.7 Гармоніки у випрямленій напрузі дванадцятипульсного послідовного компенсованого керованого випрямляча.....	85
Висновки за розділом 2.....	97

3 ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК В РЕЖИМІ ПОВНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	99
3.1 Уточнення співвідношень для мережевих струмів некомпенсованих шестипульсних і дванадцятипульсних керованих випрямлячів.....	99
3.2 Уплив змінного складника випрямленого струму на характеристики керованого випрямляча.....	109
3.3 Гармоніки в мережевому струмі компенсованого керованого випрямляча.....	123
3.4 Гармоніки в мережевому струмі двомостового компенсованого керованого випрямляча, виконаного на базі шестипульсного компенсованого керованого випрямляча.....	133
3.5 Зовнішні характеристики компенсованого керованого випрямляча.....	141
3.6 Ступінь компенсації реактивної потужності.....	144
3.7 Система автоматичного управління перетворювальною системою на базі компенсованого керованого випрямляча.....	147
Висновки за розділом 3.....	151
4 ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЕНСОВАНИХ КЕРОВАНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	153
4.1 Вимоги щодо перетворювальних систем розподіленої електростанції.....	153
4.2 Перетворювальні системи для розподілених електростанцій.....	157
4.3 Режими роботи перетворювальної системи на базі компенсованого керованого випрямляча в структурі розподіленої електростанції.....	164
4.4 Характеристики підвищувального широтно-імпульсного перетворювача постійної напруги на постійну в системі розподіленого електропостачання.....	177
4.5 Порівняльне техніко-економічне співставлення варіантів перетворювальних систем розподіленої електростанції.....	184
Висновки за розділом 4.....	195

5 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КЕРОВАНИХ КОМПЕНСОВАНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ ТА ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ЇХНІЙ БАЗІ.....	197
5.1 Комп'ютерна модель для отримання характеристик компенсованого керованого випрямляча в квазісталому режимі роботи.....	197
5.2 Комп'ютерна модель для дослідження роботи схеми в квазісталому й перехідному режимах.....	202
5.3 Комп'ютерні моделі для отримання характеристик некомпенсованих і компенсованих керованих випрямлячів у квазісталих і перехідних режимах роботи.....	214
5.4 Комп'ютерна модель підвищувального широтно-імпульсного перетворювача постійної напруги на постійну.....	225
5.5 Віртуальний лабораторний стенд шестипульсного мостового керованого випрямляча.....	228
Висновки за розділом 5.....	238
ВИСНОВКИ.....	240
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	245