



**БИБЛИОТЕКА
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Серия 1

**Энергоменеджмент
и энергоаудит**

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ
ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

СПРАВОЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ



БИБЛИОТЕКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Энергоменеджмент и энергоаудит

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Справочно-методическое издание

Под общей редакцией к.т.н. А.Г. Вакулко



«Теплоэнергетик»

Москва, 2014

690.0 004
УДК 621.3
ББК 31.279
Э.65

Технический совет БЭЭ:

А.Г. Вакулко, П.А. Костюченко, В.Л. Титов

Редакторы-координаторы БЭЭ:

А.М. Беленький, М.А. Слепцов

Киреева Э.А., Анчарова Т.В., Бодрухина С.С., Бородич Е.А., Буре И.Г., Быстрицкий Г.Ф., Вихров М.Е., Кондратьев А.В., Кошарная Ю.В., Кулага М.А., Матюнина Ю.В., Рыжкова Е.Н. Энергосбережение в системах промышленного электроснабжения: Справочно-методическое издание / Под редакцией *Э.А. Киреевой*. — М.: «Интехэнерго-Издат», «Теплоэнергетик», 2014. — 304 с.

Рассмотрены основные методы и практические решения повышения энергетической эффективности систем электроснабжения промышленных предприятий. Показаны средства экономии электрической энергии при рациональном построении схем электроснабжения и использовании современного энергосберегающего оборудования и технологий. Описаны технические решения, обеспечивающие требуемые показатели качества электрической энергии при использовании на предприятии различных преобразователей энергии. Уделено внимание использованию энергосберегающих источников света в помещениях и на открытых территориях. Даны методические основы проведения и анализа энергетических обследований систем электроснабжения предприятий.

Издание предназначено для инженерно-технических работников, занимающихся решением проблем повышения энергоэффективности функционирования систем и основного электрического оборудования для электроснабжения промышленных предприятий. Может быть полезно студентам высших учебных заведений в области энергетики и электротехники.

© Киреева Э.А., Анчарова Т.В., Бодрухина С.С. и др., 2014 г.

© «Интехэнерго-Издат», 2014 г.

© «Теплоэнергетик», 2014 г.

ISBN 5-98385-012-1

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Предисловие | 3 |
| Глава 1. Характеристика систем промышленного электроснабжения | 4 |
| 1.1. Категории приемников электроэнергии по надежности питания | 4 |
| 1.2. Классификация схем электроснабжения и их назначение | 9 |
| 1.3. Выбор напряжения питающих и распределительных сетей | 15 |
| 1.4. Схемы внешнего электроснабжения | 19 |
| 1.5. Глубокие вводы 35–220 кВ | 24 |
| 1.6. Схемы распределения электроэнергии в сетях 10(6) кВ | 25 |
| 1.7. Схемы сетей электрического освещения | 31 |
| 1.8. Основные виды линий электропередачи для систем электроснабжения | 34 |
| 1.9. Основные термины и определения | 35 |
| Список литературы | 38 |
| Глава 2. Автономные и когенерационные установки энергосбережения | 39 |
| 2.1. Основные положения принципа когенерации | 39 |
| 2.2. Автономные установки на сочетании паровых котлов и турбин | 43 |
| 2.2.1. Блочные паровые турбогенераторы (мини-ТЭЦ) | 43 |
| 2.2.2. Установки с винтовой паровой турбиной (ПВМ) | 45 |
| 2.3. Газотурбинные электрические станции (ГТЭС) | 51 |
| 2.4. Газопоршневые электрические станции | 56 |
| 2.4.1. Общие положения | 56 |
| 2.4.2. Характеристики ГПУ зарубежных производителей | 58 |
| 2.5. Микротурбинные установки (МТУ) | 60 |
| 2.5.1. Общие положения | 60 |
| 2.5.2. Принцип работы микротурбинной установки | 61 |
| 2.5.3. Режимы работы МТУ | 63 |
| 2.6. Дизельные электрические станции | 66 |
| Заключение по главе 2 | 68 |
| Список литературы | 68 |
| Глава 3. Нормирование расходов электроэнергии. | |
| Энергоменеджмент и энергомониторинг на промышленных предприятиях ... | 69 |
| 3.1. Общие положения | 69 |
| 3.2. Учет электроэнергии для целей нормирования | 72 |
| 3.3. Методы расчета норм расхода электроэнергии | 74 |
| 3.4. Энергоменеджмент и энергомониторинг | 79 |
| 3.5. Система нормирования | 83 |
| Список литературы | 87 |

| | |
|---|------------|
| Глава 4. Качество электроэнергии и его влияние на надежность и экономичность работы электрооборудования | 88 |
| 4.1. Общие положения | 88 |
| 4.2. Показатели качества электроэнергии | 90 |
| 4.3. Причины и источники возникновения электромагнитных помех. Влияние КЭ на работу электроприемников | 95 |
| 4.4. Экономический ущерб от некачественной электроэнергии | 108 |
| 4.5. Мероприятия и технические средства повышения качества электрической энергии | 108 |
| Список литературы | 123 |
| | |
| Глава 5. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения .. | 124 |
| 5.1. Назначение компенсации реактивной мощности | 124 |
| 5.2. Средства компенсации реактивной мощности | 129 |
| 5.2.1. Синхронные компенсаторы и двигатели | 129 |
| 5.2.2. Конденсаторные батареи | 133 |
| 5.2.3. Статические компенсаторы | 136 |
| 5.2.4. Филитрокомпенсирующие устройства | 140 |
| 5.3. Оценка средств компенсации реактивной мощности по технико-экономической эффективности | 147 |
| 5.4. Примеры расчета компенсирующих устройств | 155 |
| Список литературы | 160 |
| | |
| Глава 6. Энергетические обследования предприятий | 161 |
| 6.1. Определения | 161 |
| 6.2. Цели энергетических обследований и требования, предъявляемые к энергоаудиторам | 162 |
| 6.3. Этапы проведения энергетического обследования | 164 |
| 6.3.1. Составление программы проведения энергетического обследования ... | 164 |
| 6.3.2. Сбор исходных данных | 166 |
| 6.3.3. Инструментальное и визуальное обследование | 168 |
| 6.3.4. Анализ информации, составление баланса энергопотребления, формирование отчета по результатам энергетического обследования и энергетического паспорта | 170 |
| 6.4. Разработка мероприятий и программы энергосбережения на предприятии ... | 181 |
| 6.4.1. Этапы разработки программы энергосбережения | 182 |
| 6.4.2. Типовые организационные мероприятия по энергосбережению | 184 |
| 6.4.3. Типовые технические мероприятия по энергосбережению | 185 |
| 6.5. Экспертиза энергосберегающих проектов | 187 |
| 6.6. Техническое обеспечение энергетического обследования | 188 |
| 6.7. Типовые объекты энергетического обследования и энергосберегающие рекомендации | 193 |
| 6.7.1. Электроснабжение предприятия. Распределительные пункты и трансформаторы | 193 |

| | |
|---|------------|
| 6.7.2. Электропривод | 194 |
| 6.7.3. Печи | 194 |
| 6.7.4. Освещение | 196 |
| 6.7.5. Система вентиляции и кондиционирования | 197 |
| Список литературы | 198 |
| | |
| Глава 7. Экономия электроэнергии и принципы энергосбережения на промышленных предприятиях | 199 |
| 7.1. Общие положения | 199 |
| 7.2. Экономия электроэнергии в силовых трансформаторах | 200 |
| 7.3. Экономия электроэнергии в кабельных сетях | 210 |
| 7.4. Экономия электроэнергии за счет замены малозагруженных электродвигателей электродвигателями меньшей мощности | 214 |
| 7.5. Экономия электроэнергии при компенсации реактивной мощности | 216 |
| 7.6. Дополнительные рекомендации по экономии электроэнергии | 224 |
| 7.7. Выявление резервов экономии электроэнергии на промышленных предприятиях на основе анализа электробалансов | 227 |
| 7.8. Роль учета электроэнергии при ее экономии | 233 |
| Список литературы | 236 |
| | |
| Глава 8. Экономия электроэнергии в осветительных установках | 237 |
| 8.1. Основные понятия светотехники | 237 |
| 8.2. Расширение производства эффективных источников света (ИС) и области их применения | 242 |
| 8.3. Повышение КПД осветительных приборов | 250 |
| 8.4. Снижение энергопотребления ОП ₂ благодаря использованию электронных пуско-регулирующих аппаратов (ЭПРА) | 256 |
| 8.5. Совершенствование управления освещением | 258 |
| 8.6. Совершенствование способов освещения | 261 |
| 8.7. Учет влияния источников света на показания качества электроэнергии | 263 |
| Список литературы | 266 |
| | |
| Глава 9. Режимы нейтрали систем электроснабжения | 268 |
| 9.1. Выбор способа заземления нейтрали в сетях 6–35 кВ | 268 |
| 9.2. Анализ состояния современной проектной и эксплуатационной практики выбора режима нейтрали | 271 |
| 9.3. Управляемое резистивное заземление нейтрали | 282 |
| 9.4. Управление резистором в компенсированных сетях | 285 |
| 9.5. Экономическая эффективность перевода сетей электроснабжения 6–35 кВ в режим управляемого резистивного заземления | 289 |
| Заключение | 294 |
| Список литературы | 295 |