

**ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

**Под редакцией М. Г. Зименкова, Г. В. Розенберга, Е. М. Феськова. Справочник по наладке  
электрооборудования промышленных предприятий**

**Справочник по наладке электрооборудования промышленных  
предприятий**

ПОД РЕДАКЦИЕЙ М. Г. ЗИМЕНКОВА, Г. В. РОЗЕНБЕРГА, Е. М. ФЕЬСЬКОВА

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ МОСКВА 1983

**ББК 31.279**

**С74**

УДК [621.31.002.5 :658.26] .001.41 (035)

Рецензенты: А. Я. Дубинец, А. Б. Зеленое, Б. М. Дидух

Составители: *Г. З. Богорад, А. М. Вейнгер, Т. Г. Гильма-нов, В. А. Доманский, А. С. Дорофеюк, Г. Н. Дубинский, В. А. Игнатьев, В. А. Кривоносое, Н. И. Кутепов, Н. И. Литвинов, В. И. Лихошерст, Т. А. Орлова, Л. Ю. Персии, Ю. А. По-рубанский, В. Б. Рабинович, Б. И. Решмин, Г. В. Розенберг, Г. А. Синельников, Ю. С. Тартакоеский, С. В. Ушаков, В. И. Шухер, Д. С. Ямпольский*

Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий/Под ред. М. Г. Зименкова, Г. В. Розенберга, Е. М. Феськова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1983.—

480 с. с ил. — (Электроустановки промышленных предприятий).

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

В пер.: 3 р. 60 к.

Помещены материалы, необходимые для пусконаладочных работ на смонтированных электроустановках промышленных предприятий. Приведены технические характеристики электрических аппаратов и оборудования. Третье издание переработано и дополнено по сравнению со вторым, вышедшим в 1976 г.

Для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, монтажом, наладкой и обслуживанием электроустановок промышленных предприятий.

## **Содержание книги Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий**

Предисловие

### **Раздел первый. Общие справочные сведения**

#### **А. Общие электротехнические данные**

- 1-1. Обозначения и основные электротехнические зависимости
- 1-2. Характеристики электротехнических материалов
- 1-3. Допустимые температуры нагрева токоведущих частей

#### **Б. Аппараты и приборы для наладочных работ**

- 1-4. Общие сведения
  - 3-5. Приборы для измерения электрических величин
  - 1-6. Приборы самопишущие и цифровые
  - 1-7. Гальванометры
  - 1-8. Трансформаторы измерительные, шунты, регулировочные автотрансформаторы
  - 1-9. Люксметры
  - 1-10. Измерительные комплекты
  - 1-11. Светолучевые осциллографы
  - 1-12. Осциллографы электронно-лучевые
  - 1-13. Аппараты и приборы разные
  - 1-14. Аппараты и приборы, разработанные и применяемые организациями Главэлектромонтажа Минмонтажспецстроя СССР
- Список литературы

### **Раздел второй. Организация наладочных работ**

- 2-1. Общие требования
- 2-2. Подготовка к выполнению работ
- 2-3. Проект организации наладочных работ
- 2-4. Взаимоотношения с заказчиком и смежными строительными-монтажными организациями
- 2-5. Порядок выполнения работ
- 2-6. Сдача — приемка выполненных наладочных работ
- 2-7. Указания по технике безопасности

### **Раздел третий. Измерения и испытания**

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## **А. Измерение типовых величин и регистрация процессов**

- 3-1. Общие сведения
- 3-2. Измерение напряжения и тока
- 3-3. Измерение мощности
- 3-4. Измерение электроэнергии
- 3-5. Измерение электрического сопротивления
- 3-6. Измерение емкости и индуктивности
- 3-7. Измерение частоты
- 3-8. Определение порядка следования фаз и снятие векторных диаграмм
- 3-9. Контроль качества электрической энергии
- 3-10. Оценка работоспособности полупроводниковых приборов и интегральных микросхем
- 3-11. Измерение времени
- 3-12. Регистрация электрических процессов

## **Б. Испытание изоляции**

- 3-13. Измерение сопротивления изоляции мегаомметрами
- 3-14. Определение диэлектрических потерь
- 3-15. Определение увлажненности изоляции
- 3-16. Определение прочности изоляции повышенным напряжением

## **В. Измерение сопротивления заземления**

- 3-17. Измерение сопротивления заземляющих проводников
- 3-18. Измерение сопротивления заземлителей
- 3-19. Измерение удельного сопротивления грунта
- 3-20. Измерение сопротивления петли фаза — нуль

## **Г. Определение повреждений кабельных линий**

- 3-21. Прожигание поврежденных мест изоляции кабеля
  - 3-22. Методы определения повреждений в кабельных линиях
- Список литературы

## **Раздел четвертый. Оборудование электрических подстанций**

- 4-1. Испытания и наладка масляных выключателей и приводов к ним
- 4-2. Испытания и наладка воздушных выключателей
- 4-3. Испытания силовых трансформаторов, автотрансформаторов, дугогасящих катушек и масляных реакторов
- 4-4. Испытания разъединителей, отделителей и короткозамыкателей
- 4-5. Проверка измерительных трансформаторов
- 4-6. Испытания и наладка комплектных распределительных устройств (КРУ) напряжением выше 1000 В
- 4-7. Испытания вентильных разрядников
- 4-8. Испытания силовых бумажно-масляных конденсаторов
- 4-9. Проверка и испытания аккумуляторных батарей
- 4-10. Испытания трансформаторного масла
- 4-11. Испытания сухих токоограничивающих реакторов
- 4-12. Испытания вводов и изоляторов
- 4-13. Испытания комплектных экранированных токопроводов и шинопроводов
- 4-14. Проверка автоматических выключателей серии «Электрон»

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

4-15. Проверка схем аварийного освещения и аварийной вентиляции  
Список литературы

## Раздел пятый. Релейная защита

### А. Проверка и регулировка приборов и устройств релейной защиты

- 5-1. Общие указания
- 5-2. Реле электромагнитные РТ-40 и РН-50
- 5-3. Реле электромагнитные максимального тока РТ-40/Р и РТ-40/1Д
- 5-4. Реле тока дифференциальные РНТ-565—РНТ-567, ДЗТ-11 и дифференциальная защита ДЗТ-21
- 5-5. Реле контроля синхронизма РН-55
- 5-6. Индукционные максимальные реле тока серий РТ-80 и РТ-90
- 5-7. Реле направления мощности РБМ-170 и РБМ-270
- 5-8. Реле времени РВ-01
- 5-9. Реле времени серий ЭВ-100, ЭВ-200 и РВ-100. РВ-200
- 5-10. Реле времени РВМ-12 и РВМ-13
- 5-11. Реле промежуточные
- 5-12. Блоки питания БПТ-1002 и БПН-1002
- 5-13. Блоки питания стабилизированного напряжения БПНС-2
- 5-14. Блоки питания и заряда БПЗ-401, БПЗ-402 и блоки конденсаторов БК-400
- 5-15. Блоки питания серии БП-11
- 5-16. Реле понижения частоты РЧ-1 и реле повышения частоты РЧ-2
- 5-17. Реле тока нулевой последовательности РТЗ-51 и РТЗ-50
- 5-18. Устройство сигнализации замыкания на землю УСЗ-2/2
- 5-19. Защита при однофазных замыканиях на землю ЗЗП-1
- 5-20. Реле газовое РГЧЗ-66

### В. Проверка и наладка устройств релейной защиты

- 5-21. Подготовительные работы, проверка качества монтажа, испытания изоляции, проверка действия устройств
  - 5-22. Проверка вторичных цепей трансформаторов напряжения
  - 5-23. Проверка вторичных цепей трансформаторов тока
  - 5-24. Фазировка электрических цепей и снятие, векторных диаграмм
  - 5-25. Проверка максимальной токовой защиты от однофазных замыканий на землю
  - 5-26. Проверка направленности защит
  - 5-27. Проверка дифференциальных защит
  - 5-28. Новые реле
- Список литературы

## Раздел шестой. Аппараты напряжением до 1000 В

### А. Общие указания по проверке

- 6-1. Проверка сопротивления изоляции
- 6-2. Измерение сопротивления катушек постоянному току
- 6-3. Испытание электрической прочности изоляции
- 6-4. Проверка контактной системы
- 6-5. Определение параметров срабатывания аппаратов

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## **Б. Контактторы**

6-6. Проверка контакторов

6-7. Наиболее характерные неисправности и способы их устранения

## **В. Аппаратура управления и защиты**

6-8. Проверка и регулировка электромагнитных реле

6-9. Проверка и регулировка тепловых реле

## **Г. Автоматические выключатели переменного тока**

6-10. Автоматические выключатели серии АВМ

6-11. Наладка автоматических выключателей серии АВМ

6-12. Автоматические выключатели серии А-3700

6-13. Проверка и настройка автоматических выключателей серии А-3700

6-14. Автоматические выключатели серии А-3100

6-15. Автоматические выключатели типа АП-50

6-16. Автоматические выключатели серии АЕ-2000

6-17. Проверка и испытание выключателей серий А-3100, АЕ-2000 и типа АП-50

6-18. Основные технические данные автоматических выключателей серии «Электрон»

6-19. Проверка максимальной токовой защиты автоматических выключателей серии «Электрон»

## **Д. Автоматические выключатели быстродействующие постоянного тока**

6-20. Выключатели серий ВАБ-42 и ВАТ-42

6-21. Выключатели серии ВАБ-43 постоянного тока

6-23. Особенности регулировки и наладки выключателей серий ВАБ-42 и ВАТ-42

6-24. Особенности регулировки и наладки выключателей серии ВАБ-43

Список литературы

## **Раздел седьмой. Электрические машины**

7-1. Объем приемо-сдаточных испытаний

7-2. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно орпуса и между обмотками

7-3. Определение возможности включения электрических машин без сушки

7-4. Измерение сопротивления изоляции подшипников электрических машин

7-5. Испытание изоляции обмоток повышенным напряжением промышленной частоты и повышенным выпрямленным напряжением

7-6. Измерение сопротивления обмоток постоянному току

7-7. Измерение воздушных зазоров

7-8. Измерение зазора в подшипниках

7-9. Проверка правильности соединений и исправности обмоток

7-10. Проверка поверхности коллектора, контактных колец, щеток и нейтрального положения щеток машин постоянного тока

7-11. Пробный пуск, проверка работы при холостом ходе

7-12. Возможные неисправности электрических машин

7-13. Испытание на нагревание

7-14. Измерение вибрации электрических машин

7-15. Измерение расхода охлаждающего воздуха

7-16. Измерение разбега ротора (якоря) в осевом направлении

7-17. Наладка коммутации машин постоянного тока

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

7Г18. Определение характеристик машин постоянного тока

7-19. Характеристики синхронных машин

7-20. Определение характеристик асинхронных электродвигателей

Список литературы

## **Раздел восьмой. Системы автоматического регулирования электроприводов постоянного тока**

### **А. Элементы систем регулирования**

8-1. Магнитные усилители

8-2. Сельсины

8-3. Тахогенераторы

8-4. Унифицированные блочные системы регуляторов (УБСР)

**Б. Определение динамических параметров** 8-5. Определение динамических параметров якорной цепи

8-6. Определение динамических параметров цепи возбуждения

8-7. Определение динамических параметров по переходным характеристикам

8-8. Определение динамических параметров электропривода по частотным характеристикам

### **В. Системы, регулирования**

8-9. Общие принципы построения систем подчиненного регулирования

8-10. Настройка регуляторов тока и частоты вращения двигателей электропривода постоянного тока

8-11. Влияние способа управления реверсивным преобразователем на динамику электропривода

8-12. Настройка систем регулирования с обратной связью по напряжению

8-13. Особенности настройки П- и ПИ-регуляторов частоты вращения двигателя нереверсивного электропривода

8-14. Настройка позиционных систем

8-15. Настройка системы электрической синхронизации взаимного положения двух электроприводов

8-16. Настройка контурных регуляторов в системе генератор — двигатель

8-17. Системы регулирования частоты вращения с изменением потока возбуждения

8-18. Борьба с помехами в системах регулирования

8-19. Рекомендации по приборам и спецустройствам для наладки систем регулирования

Список литературы

## **Раздел девятый. Системы управления частотно-регулируемыми асинхронными электроприводами**

9-1. Общие сведения

9-2. Механические характеристики АД при различных законах частотного управления

9-3. Наладка систем управления, разомкнутых по скорости

Список литературы

## **Раздел десятый. Электроприводы переменного тока**

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## **А. Общие вопросы наладки электроприводов переменного тока**

10-1. Программа и методики наладки электроприводов с релейно-контакторным управлением

10-2. Основные обозначения и соотношения для электроприводов переменного тока

## **Б. Наладка электроприводов с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором**

10-3. Электроприводы с релейно-контакторным управлением

10-4. Электроприводы с фазным управлением

10-5. Электроприводы с частотным регулированием, ориентированным по полю

## **В. Наладка электроприводов с асинхронным двигателем с фазным ротором**

10-6. Электроприводы с релейно-контакторным управлением

10-7. Асинхронные вентильные каскады

10-8. Электроприводы с машиной двойного питания

## **Г. Наладка электроприводов с синхронными двигателями**

10-9. Электроприводы с электромашинным возбуждением

10-10. Электроприводы с тиристорным возбуждением

10-11. Электроприводы с частотным регулированием

Список литературы

## **Раздел одиннадцатый. Управляемые вентильные преобразователи**

### **А. Нереверсивные тиристорные преобразователи постоянного тока**

11-1. Силовые управляемые полупроводниковые вентили (тиристоры)

11-2. Силовые схемы

11-3. Системы импульсно-фазового управления

11-4. Системы защиты

11-5. Наладка преобразователей

### **Б. Реверсивные тиристорные преобразователи постоянного тока**

11-6. Общие сведения

11-7. Наладка реверсивных тиристорных преобразователей с совместным управлением

11-8. Наладка реверсивных тиристорных преобразователей с отдельным управлением

### **В. Тиристорные преобразователи частоты**

11-9. Общие сведения

11-10. Наладка тиристорных преобразователей частоты с автономными инверторами напряжения

11-11. Наладка тиристорных преобразователей частоты с непосредственной связью

Список литературы

## **Раздел двенадцатый. Бесконтактные системы управления**

### **А. Основы наладки**

12-1. Особенности наладки бесконтактных систем управления

12-2. Основные виды проверок и испытаний логических устройств

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## **Б. Технические особенности и проверка БСУ с элементами Логика-Т**

12-3. Технические особенности элементов Логика-Т

12-4. Проверка бесконтактных систем управления, построенных на элементах Логика-Т

12-5. Аппаратура для проверки логиче-ских схем с элементами Логика-Т

## **В. Методика наладки устройств УБСР-ДИ**

12-6. Особенности применения ИМС серии К 155

12-7. Основные характеристики ком-плекса УБСР-ДИ

12-8. Проверка и настройка устройств УБСР-ДИ

12-9. Контрольно-испытательное обору-дование УБСР-ДИ

12-10. Помехи в системах с устройствами УБСР-ДИ. Методы обеспечения помехоустойчивости

12-11. Общие требования к конструкции и монтажу устройств УБСР-ДИ

Список литературы

Предметный указатель

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Развитие народного хозяйства, требования научно-технической революции диктуют направления совершенствования промышленной электроэнергетики: создание экономичных надежных систем электроснабжения промышленных предприятий, автоматизированных систем управления электроприводами и технологическими процессами.

Все это ставит большие задачи перед работниками проектных, монтажных и пусконаладочных организаций, работающих в области электрификации промышленности.

Серия справочников «Электроустановки промышленных предприятий» позволит использовать практические рекомендации и указания, подготовленные большим коллективом специалистов электротехнических научно-исследовательских и проектных институтов, монтажных трестов и пусконаладочных управлений Главэлектромонтажа Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР, обобщивших теоретические исследования, передовой опыт ведущих в области промышленной энергетики организаций, достижения отечественной и зарубежной науки и техники.

Третье переработанное и дополненное издание серии справочников «Электроустановки промышленных предприятий» включает: «Справочник по проектированию электроснабжения», «Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования», «Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами», «Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий» в двух книгах и «Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий».

В третье издание справочника по наладке электрооборудования внесены значительные изменения и дополнения, вызванные совершенствованием технологии промышленного производства, предъявляющим повышенные требования к электрооборудованию, надежности электроснабжения и быстродействию управления технологическими процессами. За время, прошедшее после выпуска второго издания, появились более рациональные технические решения, новые типы электрооборудования и аппаратуры, значительно расширилась область применения бесконтактной техники на новой элементной базе. Произошел пересмотр ряда основных нормативных и руководящих



# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

документов (ПУЭ, СНиП, ГОСТ), стандартизованы многие термины, определения и условные обозначения.

В настоящем справочнике рассмотрены вопросы наладки электрооборудования промышленных предприятий: распределительных устройств и подстанций, релейной защиты, преобразовательных установок, автоматизированного электропривода, проверки и испытаний электрических машин, аппаратов и приборов. Даны рекомендации по методике и техническим средствам проведения наладочных работ, а также краткие сведения по организации наладки на пусковых промышленных объектах.

В справочнике обновлены рекомендации по всем видам наладочных работ с учетом внедрения новых типов электрооборудования, аппаратуры и схем управления.

Существенно переработан и дополнен материал справочника по системам автоматического регулирования электроприводов постоянного и переменного тока. Предложена усовершенствованная методика наладки регулируемых электроприводов постоянного тока с привлечением новых технических средств определения динамических параметров. Отражены особенности наладки комплектного электропривода постоянного тока. Значительно расширен материал в связи с внедрением ио-вых видов электрооборудования для частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. Впервые даются методические и практические рекомендации по наладке нового класса электроприводов с регулированием частоты вращения с синхронными электродвигателями.

В справочнике даются сведения и практические рекомендации по контрольно-испытательному оборудованию УБСР-ДИ, УБСР-АИ и др. Более подробно рассмотрены вопросы борьбы с помехами в системах управления и автоматики.

В соответствии с введенными стандартами обновлена терминология, использованы новые графические и позиционные обозначения в электрических схемах.

. Ввиду ограниченного объема справочника по возможности исключены сведения, относящиеся к вопросам, не получившим со времени второго издания дальнейшего развития, а также данные электрооборудования, снятого с производства (ртутно-преобразовательные установки, некоторые типы масляных и воздушных выключателей, электрооборудование на напряжение 3 и 15 кВ и др.).

Издательство и составители Справочника обращаются с просьбой к читателям присылать свои замечания и предложения по содержанию книги по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

*Авторы*

[Скачать книгу Под редакцией М. Г. Зименкова, Г. В. Розенберга, Е. М. Феськова. Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий. Третье издание, переработанное и дополненное. Москва, Издательство Энергоатомиздат, 1983](#)