

В. Я. Хорольский
М. А. Таранов
В. Н. Шемякин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Н. Шемякин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Допущено

Министерством сельского хозяйства
Российской Федерации в качестве учебного пособия
для бакалавров высших учебных заведений по направлению
подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика
и электротехнологии» и 110300 «Агроинженерия»

Зерноград
ФГОУ ВПО АЧГАА
2010

УДК 621.313.004.67
ББК 40.76я73
Х81

Печатается по решению 7-го Всероссийского семинара заведующих кафедрами и ведущих преподавателей по эксплуатационным дисциплинам, АЧГАА, 16–19 октября 2007 г.

Рецензенты:

д-р техн. наук *Кононов Ю.Г.* (зав. кафедрой автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения Северо-Кавказского государственного технического университета);

д-р техн. наук, проф. *Оськин С.В.* (зав. кафедрой электрических машин и электропривода Кубанского государственного аграрного университета)

Хорольский В.Я., Таранов М.А., Шемякин В.Н.

Х81 Эксплуатация электрооборудования: учебное пособие. —
Зерноград : ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. — 328 с.

ISBN 978-5-91833-007-4

Изложены теоретические и практические положения эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения. Рассматриваются вопросы надежности, диагностики, технической эксплуатации, организации и управления энергослужбами.

ISBN 978-5-91833-007-4

УДК 621.313.004.67
ББК 40.76я 73

© Текст: Хорольский В.Я., Таранов М.А., Шемякин В.Н., 2010

© Оформление: «Терра», 2010

Введение

Специалисты сельской электроэнергетики помимо эксплуатации сельских электрических сетей занимаются обслуживанием и ремонтом широкой номенклатуры электротехнических изделий производственного и бытового назначения.

По мере развития сельскохозяйственного производства происходит повышение энергонасыщенности отдельных отраслей, все более широкое использование электрооборудования в составе поточных линий и сложных технологических комплексов с микропроцессорным управлением. Бурный прогресс отмечается в области разработки средств диагностики и измерений используемых при эксплуатации электроустановок. Наряду с применением новых видов электротехнических изделий в сельском хозяйстве ведутся работы по совершенствованию организационных форм и технологических процессов эксплуатации электрооборудования.

Персонал электротехнической службы должен иметь ясное представление о тех процессах и явлениях, которые происходят в электроустановках при длительной эксплуатации, о причинах выхода электрооборудования из строя, уметь выполнять необходимый объем плановых мероприятий по поддержанию его в работоспособном состоянии. Помимо этого он должен уметь планировать работы, ставить конкретные задания электромонтерам, контролировать соблюдение ими правил электробезопасности, производить инструктажи, организовать техническую учебу.

В данном учебном пособии с единых методических позиций излагаются основы теории эксплуатации электрооборудования, вопросы технического обслуживания и ремонта электротехнических изделий, организации энергослужб. Цель учебного пособия — помочь студентам изучить накопленный опыт современных методов эксплуатации электрооборудования промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Литература

1. Правила устройства электроустановок. — Новосибирск: Сибирское университетское издание, 2006.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. — Новосибирск: Сибирское университетское издание, 2007.
3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. — Новосибирск: Сибирское университетское издание, 2007.
4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. — М.: Омега-Л, 2006.
5. *Яцура А.И.* Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. — М.: «Издательство НЦ ЭНАС», 2005.
6. *Кисаримов Р.А.* Наладка электрооборудования. Справочник. — М.: Радио Софт, 2006.
7. *Ерошенко Г.П., Медведько Ю.А., Таранов М.А.* Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий. — Ростов-на-Дону: Терра, 2001.
8. *Хорольский В.Я., Таранов М.А., Медведько Ю.Я.* Задачник по эксплуатации электрооборудования. — Ростов-на-Дону: Терра Принт, 2006.
9. *Будзко И.А., Лецинская Т.Б., Сукманов В.И.* Электроснабжение сельского хозяйства. — М.: Колос, 2000.
10. *Юндин М.А.* Токовые защиты электрооборудования. — зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2004.
11. *Короткевич М.А.* Эксплуатация электрических сетей. — Минск: Вышэйшая школа, 2005.
12. *Хорольский В.Я.* Эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. — Ставрополь: СХИ, 1996.
13. *Пястолов А.А., Вахрамеев А.Л.* и др. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации. — М.: Колос, 1993.

14. *Таранов М.А., Хорольский В.Я., Привалов Е.Е.* Электробезопасность сельских электроустановок. — Ростов-на-Дону: Терра Принт, 2006.

15. *Таранов М.А., Хорольский В.Я.* Эксплуатация систем электроснабжения. — Ростов-на-Дону: Терра Принт, 2007.

16. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения. — М.: Колос, 2006.

17. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия термины и определения. — М.: Госстандарт, 1989.

18. Надежность систем энергетики. Терминология. — М.: Наука, 2002.

19. *Сырых Н.Н.* Эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. — М.: Агропромиздат, 1986.

20. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. — М.: ВО Агропромиздат, 1987.

Оглавление

Введение	3
РАЗДЕЛ I. Теоретические основы эксплуатации электрооборудования	4
1. Общие вопросы эксплуатации электрооборудования	4
1.1. Основные понятия и определения	4
1.2. Эксплуатационные свойства электрооборудования	5
1.3. Характеристика эксплуатационных мероприятий	7
1.3.1. Техническое обслуживание	7
1.3.2. Ремонты электрооборудования	10
1.4. Стратегии обслуживания электрооборудования	11
2. Влияние различных факторов на эксплуатационную надежность электрооборудования	13
2.1. Действия обслуживающего персонала и надежность электрооборудования	13
2.2. Старение и износ электротехнических материалов	15
2.3. Режимы работы электроустановок	17
2.4. Действие механических нагрузок на электрооборудование	20
2.5. Параметры окружающей среды и надежность электрооборудования	22
2.6. Влияние качества электроэнергии на эксплуатационные свойства электрооборудования	26
3. Надежность электрооборудования	32
3.1. Терминология, применяемая в теории надежности	32
3.2. Показатели надежности электрооборудования	36
3.2.1. Показатели безотказности неремонтируемых объектов	37
3.2.2. Показатели безотказности ремонтируемых объектов	40
3.2.3. Показатели ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости	43
3.2.4. Комплексные показатели надежности	47
3.3. Расчеты надежности	51
3.3.1. Расчет надежности электроустановок при проектировании	52
3.3.2. Расчет надежности по статистическим данным об отказах электрооборудования	79
3.4. Рекомендации по повышению надежности электрооборудования	87
4. Расчет резервного фонда электрооборудования	91

4.1. Методы определения резервного запаса	91
4.1.1. Расчет резервного фонда для неремонтируемого электрооборудования	93
4.1.2. Расчет резервного фонда для ремонтируемых изделий	94
4.2. Постановка и решение оптимизационной задачи по определению резервного фонда электрооборудования	95
5. Диагностика технического состояния электрооборудования	103
5.1. Основные понятия и определения	103
5.2. Контроль технического состояния электроустановок	106
5.3. Методы поиска отказов в электроустановках	112
5.4. Технические средства диагноза	125
5.5. Особенности технической диагностики электрооборудования	126
5.5.1. Задачи диагностических работ при эксплуатации электрооборудования	126
5.5.2. Основные параметры диагностирования	128
5.5.3. Техническое диагностирование и прогнозирование остаточного ресурса обмоток электротехнических изделий	129
5.5.4. Определение уровня прочности межвитковой изоляции	133
5.5.5. Диагностирование и прогнозирование сопротивления изоляции обмоток	135
5.5.6. Техническая диагностика стержней ротора асинхронного электродвигателя	137
5.5.7. Техническая диагностика подшипников электрических машин	138
5.5.8. Диагностирование аппаратуры защиты и управления	138
5.5.9. Техническая диагностика осветительных установок	141
5.6. Перспективы развития систем технической диагностики электрооборудования сельскохозяйственных предприятий	143
Раздел II. Техническая эксплуатация электрооборудования	145
6. Эксплуатация воздушных линий электропередачи	145
6.1. Приемка воздушных линий в эксплуатацию	145
6.2. Техническое обслуживание воздушных линий электропередачи	148
6.2.1. Осмотры воздушных линий электропередачи	149
6.2.2. Проверки воздушных линий электропередачи	151
6.3. Ремонт воздушных линий электропередачи	167

6.4. Особенности эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами	171
7. Эксплуатация кабельных линий электропередачи	176
7.1. Приемка в эксплуатацию кабельных линий электропередачи ..	176
7.2. Техническое обслуживание кабельных линий электропередачи.....	177
7.3. Ремонт кабельных линий электропередачи	187
7.3.1. Методы определения мест повреждения кабельной линии	187
7.3.2. Ремонт кабелей.....	198
8. Эксплуатация оборудования трансформаторных подстанций ...	204
8.1. Эксплуатация силовых трансформаторов	204
8.1.1. Техническое обслуживание силовых трансформаторов ...	204
8.1.2. Профилактические испытания и текущий ремонт трансформаторов	209
8.1.3. Капитальный и средний ремонт трансформаторов	210
8.1.4. Эксплуатация трансформаторного масла	222
8.2. Эксплуатация электрических распределительных устройств напряжением выше 1000 В	223
8.2.1. Осмотры распределительных устройств	223
8.2.2. Техническое обслуживание выключателей	225
8.2.3. Техническое обслуживание разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.....	228
8.2.4. Техническое обслуживание комплектных распределительных устройств	230
8.2.5. Текущий ремонт коммутационных аппаратов распределительных устройств	235
8.2.6. Средний ремонт коммутационных аппаратов.....	238
8.3. Эксплуатация распределительных устройств, щитов и сборок напряжением до 1000 В.....	244
8.3.1. Техническое обслуживание и ремонт коммутационных аппаратов	244
8.4. Эксплуатация цепей вторичной коммутации, устройств релейной защиты и автоматики	253
8.4.1. Эксплуатация устройств релейной защиты и автоматики	253
8.4.2. Комплектные переносные испытательные установки для проверки устройств релейной защиты и автоматики	255
9. Эксплуатация электрических машин	260
9.1. Приемка в эксплуатацию	260

9.2. Осмотры электродвигателей и контроль их работы.....	264
9.3. Технология текущего ремонта электродвигателя.....	269
9.4. Сушка изоляции обмоток электрических машин	274
9.5. Эксплуатация дизель-генераторных установок.....	278
9.5.1. Назначение дизельных электростанций	278
9.5.2. Подготовка к пуску и работа дизель-генераторного агрегата	279
9.5.3. Профилактическое обслуживание дизель-генераторных установок	281
10. Эксплуатация специальных электротехнических установок ...	284
10.1. Эксплуатация осветительных и облучательных установок ...	284
10.2. Эксплуатация электронагревательных установок.....	289
10.3. Эксплуатация внутренних электропроводок	291
Раздел III. Электротехническая служба сельскохозяйственных предприятий	294
11. Организация эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственных предприятий	294
11.1. Формы организации эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве	294
11.2. Структура построения и задачи, решаемые электротехнической службой сельскохозяйственного предприятия	295
11.3. Должностные обязанности, права и ответственность специалистов энергослужбы	300
11.4. Планирование работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту электрооборудования.....	303
11.4.1. Планово-предупредительная система обслуживания электрооборудования	303
11.4.2. Карты учета электрооборудования.....	304
11.4.3. Составление годового графика технических обслуживаний и текущих ремонтов электрооборудования	305
11.5. Определение численного состава и материально-технического обеспечения энергослужбы.....	311
11.6. Работа с персоналом энергослужбы	314
11.6.1. Требования к персоналу электротехнических служб.....	314
11.6.2. Организация работы по электробезопасности с персоналом электротехнической службы	319
Литература	322

В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Н. Шемякин

Эксплуатация электрооборудования

Учебное пособие

Подписано в печать 23.08.2010.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Гарнитура «Таймс».

Усл. печ. л. 19,68. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Тираж 500 экз. Заказ № 71

Отпечатано в типографии ООО «Терра».

344102, г. Ростов-на-Дону, пр. Королева 7/19.

тел. (863)226-65-16, тел./факс 299-65-39;

e-mail: kiselev@terradon.ru