

Высшее профессиональное образование

Н. Ф. Котеленец
Н. А. Акимова
М. В. Антонов

ИСПЫТАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Учебник



Электротехника


АКАДЕМ'А

521 115
УДК 621.313
ББК 31.261
К73

Рецензенты:

зав. кафедрой электрических машин СПбГТУ, д.т.н., проф. *В. В. Попов*;
зав. кафедрой электрических машин УГТУ—УПИ, д.т.н., проф. *А. Т. Пластун*

Котеленец Н. Ф.

К73 **Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин:**
Учебник для вузов / Н. Ф. Котеленец, Н. А. Акимова, М. В. Антонов. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 384 с.
ISBN 5-7695-1281-4

В учебнике рассмотрены вопросы организации и обеспечения испытаний электрических машин и трансформаторов, в том числе проблемы автоматизации испытаний, а также хранение, монтаж и техническое обслуживание электрических машин и трансформаторов. Проанализирована нагрузочная способность трансформаторов. Приведены методы определения электрических и неэлектрических величин при испытаниях, включая измерение шумов и вибраций; организационная структура и методика планирования электроремонтного производства; разработка типовых технологических процессов ремонта оборудования и объем его послеремонтных испытаний.

Для студентов высших учебных заведений.

УДК 621.313
ББК 31.261

Учебное издание

Котеленец Николай Федорович
Акимова Наталия Абрамовна
Антонов Михаил Васильевич

Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин

Учебник

Редактор *В. Н. Путилов*
Технический редактор *Н. И. Горбачева*
Компьютерная верстка: *С. Ф. Блудова*
Корректоры *С. Ю. Свиридова, М. В. Дьяконова*

Изд. № А-528. Подписано в печать 14.05.2003. Формат 60×90/16.
Бумага тип № 2. Печать офсетная. Гарнитура «Тайме». Усл. печ. л. 24,0.
Тираж 30 000 экз. (1-й завод 1—10 000 экз.). Заказ № 12253.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.002682.05.01 от 18.05.2001.
117342, Москва, ул. Бултерова, 17-Б, к. 223. Тел./факс (095)330-1092, (095)334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

© Котеленец Н. Ф., Акимова Н. А., Антонов М. В., 2003
© Издательство «Мастерство», 2003
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2003

ISBN 5-7695-1281-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
РАЗДЕЛ I. ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ТРАНСФОРМАТОРОВ	
Глава 1. Общие положения	4
1.1. Виды и краткая характеристика испытаний	5
1.2. Метрологическое обеспечение испытаний	8
1.3. Автоматизация испытаний	12
Глава 2. Испытания по определению электрических величин	19
2.1. Измерение тока, активного сопротивления обмоток и электрической мощности	20
2.2. Измерение сопротивления изоляции и испытание ее на электрическую прочность	23
2.3. Методы определения коэффициента полезного действия	28
2.4. Определение степени искрения коллекторных машин	34
Глава 3. Испытания по определению неэлектрических величин	38
3.1. Измерение температуры	38
3.2. Измерение частоты вращения	45
3.3. Измерение скольжения машин переменного тока	48
3.4. Измерение угла нагрузки синхронных машин	50
3.5. Измерение механического момента на валу	53
3.6. Измерение расхода охлаждающего газа	60
Глава 4. Измерение уровня шума и вибрации при испытаниях электрических машин и трансформаторов	68
4.1. Шум электрических машин	68
4.2. Шум трансформаторов	69
4.3. Оборудование и установки для измерения уровня шума и вибрации	72
4.4. Методы измерения уровня шума и вибрации электрических машин	78
4.5. Особенности измерения уровня шума трансформаторов	82
Глава 5. Испытания трансформаторного масла	86
5.1. Виды испытаний трансформаторного масла	86
5.2. Определение пробивного напряжения масла при частоте 50 Гц	89
5.3. Определение тангенса угла диэлектрических потерь	92
5.4. Физико-химическая оценка состояния трансформаторного масла	96

Глава 6. Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов	99
6.1. Метод непосредственной нагрузки электрических машин и трансформаторов без отдачи энергии в сеть	99
6.2. Метод непосредственной нагрузки электрических машин и трансформаторов с отдачей энергии в сеть	100
6.3. Метод взаимной нагрузки электрических машин и трансформаторов	103
6.4. Метод косвенной нагрузки электрических машин	109
Глава 7. Особенности испытаний трансформаторов и отдельных видов электрических машин	113
7.1. Испытание трансформаторов на стойкость при внезапном коротком замыкании	113
7.2. Определение области безыскровой работы машин постоянного тока	116
7.3. Определение индуктивных сопротивлений и постоянных времени обмоток синхронных машин	118
7.4. Испытания на кратковременную перегрузку и методы определения максимального вращающего момента асинхронных двигателей	122
7.5. Общая характеристика испытаний на надежность	124
РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ТРАНСФОРМАТОРОВ	
Глава 8. Общие вопросы технической эксплуатации	131
8.1. Транспортирование и хранение оборудования	131
8.2. Конструктивное исполнение оборудования	135
8.3. Виды технического обслуживания	139
8.4. Классификация помещений с электроустановками	141
8.5. Критерии выбора электрических двигателей и трансформаторов	142
Глава 9. Монтаж электрических машин и трансформаторов	146
9.1. Организация электромонтажных работ	146
9.2. Проверка фундаментов под монтаж	148
9.3. Сушка обмоток электрических машин и трансформаторов ...	151
9.4. Монтаж электрических машин	156
9.5. Монтаж трансформаторов	164
9.6. Пусконаладочные работы	172
Глава 10. Диагностика электрических машин и трансформаторов	175
10.1. Состав и функционирование диагностических систем	175
10.2. Диагностика электрических машин	179
10.3. Диагностика трансформаторов	185
Глава 11. Эксплуатация электрических машин	189
11.1. Техническое обслуживание электрических машин	189
11.2. Виды и причины износа электрических машин	191
11.3. Выбор защиты электрических машин	196

Глава 12. Эксплуатация трансформаторов	200
12.1. Организация обслуживания	200
12.2. Режимы нагрузки	202
12.3. Нагрузочная способность	204
12.4. Оперативное обслуживание	210
12.5. Техническое обслуживание	214

РАЗДЕЛ III. РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ТРАНСФОРМАТОРОВ

Глава 13. Организация и структура электроремонтного производства	219
13.1. Классификация ремонта	219
13.2. Планирование ремонта электрических машин	221
13.3. Определение трудоемкости ремонта и численности ремонтного персонала	225
13.4. Структура цеха по ремонту электрических машин	230
13.5. Структура цеха по ремонту трансформаторов	234
13.6. Структура центральной электротехнической лаборатории	235
Глава 14. Содержание ремонта	238
14.1. Ремонт электрических машин	238
14.2. Ремонт трансформаторов	240
14.3. Предремонтные испытания электрических машин	244
Глава 15. Разборка и дефектация электрических машин	246
15.1. Разборка электрических машин	246
15.2. Удаление обмотки из круглого провода	252
15.3. Разборка обмоток из прямоугольного провода	257
15.4. Мойка деталей и узлов	260
15.5. Дефектация деталей и узлов электрических машин	261
Глава 16. Ремонт магнитопроводов и механических деталей электрических машин	264
16.1. Ремонт сердечников (магнитопроводов)	264
16.2. Ремонт корпусов и подшипниковых щитов	267
16.3. Ремонт валов	270
16.4. Ремонт короткозамкнутых обмоток ротора	275
16.5. Ремонт коллекторов и контактных колец	277
Глава 17. Ремонт обмоток и сборка электрических машин после ремонта	280
17.1. Изготовление и укладка обмоток из круглых проводов	280
17.2. Изготовление и укладка обмоток из прямоугольного провода	283
17.3. Ремонт стержневых обмоток роторов и обмоток полюсов	285
17.4. Пропитка обмоток статоров и роторов	286
17.5. Сборка электрических машин после ремонта	289
17.6. Испытания электрических машин после ремонта	293

Глава 18. Капитальный ремонт трансформаторов без разборки активной части	296
18.1. Подготовка к капитальному ремонту	296
18.2. Ремонт активной части трансформатора	300
18.3. Ремонт переключающих устройств и механических узлов.....	307
18.4. Заключительные операции при капитальном ремонте	310

Глава 19. Капитальный ремонт трансформаторов с разборкой активной части	314
19.1. Дефектация трансформатора	314
19.2. Демонтаж активной части трансформатора	316
19.3. Ремонт обмоток и магнитной системы трансформатора	318
19.4. Установка изоляции и обмоток	324
19.5. Сушка, чистка и дегазация трансформаторного масла	328
19.6. Испытания трансформаторов после капитального ремонта	333

РАЗДЕЛ IV. РАСЧЕТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Глава 20. Расчеты электрических машин	338
20.1. Виды и методика поверочных расчетов	338
20.2. Методика поверочных расчетов асинхронных двигателей с обмотками из круглого провода	343
20.3. Пересчеты асинхронных двигателей на новое напряжение, частоту вращения и частоту питания	345
20.4. Основные направления модернизации	349

Глава 21. Расчеты трансформаторов	355
21.1. Объем расчета при капитальном ремонте с заменой обмоток	356
21.2. Порядок поверочного расчета при восстановительном ремонте	359
21.3. Расчет трансформатора при отсутствии паспортных и обмоточных данных	359
21.4. Модернизация трансформаторов	361

Приложения:

1. Программа испытаний электрических машин и трансформаторов	363
2. Испытательные напряжения для электрических машин и трансформаторов	366
3. Допустимые значения уровня шума и вибрации для электрических машин	368
4. Определение кратности тока и продолжительности короткого замыкания по ГОСТ 11677—85*	369
5. Условия хранения электротехнического оборудования	370
6. Нормальные значения климатических факторов внешней среды	372
7. Классификация опасных зон	373
8. Периодичность ремонта	375
9. Нормы испытаний электрических машин после ремонта (по ПЭЭП)	376
Список литературы	379