

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

	Стр.
<i>Глава первая. Основные типы машин переменного тока и их устройство</i>	11
1-1. Основные типы машин переменного тока	—
1-2. Принцип действия синхронной машины	12
1-3. Основные конструктивные типы синхронных машин	13
1-4. Конструкция неявнополюсных синхронных машин	14
1-5. Конструкция явнополюсных синхронных машин	18
1-6. Высокочастотные синхронные машины	27
1-7. Основные конструктивные элементы асинхронных бесколлекторных машин	28
1-8. Принцип действия асинхронной машины	30
1-9. Режимы работы асинхронной машины	31
1-10. Основные соотношения. Электромагнитный момент асинхронной машины	33
1-11. Принцип выполнения обмоток машин переменного тока	35
 <i>Глава вторая. Электродвижущие силы в обмотках машин переменного тока</i>	 39
2-1. Основные характеристики э. д. с. переменного тока	—
2-2. Э. д. с. проводника	—
2-3. Э. д. с. витка и сосредоточенной обмотки с полным (диаметральным) шагом	43
2-4. Э. д. с. распределенной обмотки с полным шагом	44
2-5. Э. д. с. сосредоточенной обмотки с укороченным шагом	50
2-6. Общее выражение для э. д. с. обмотки якоря машины переменного тока	53
2-7. Сопряженные э. д. с.	54
 <i>Глава третья. Обмотки электрических машин переменного тока</i>	 54
3-1. Трехфазные двухслойные петлевые обмотки с целым q	—
3-2. Трехфазные двухслойные волновые обмотки с целым q	60
3-3. Трехфазные однослойные обмотки с катушками равной ширины	63
3-4. Трехфазные однослойные концентрические обмотки с целым числом пазов на полюс и фазу	67
3-5. Э. д. с. от зубцовых гармоник поля	71
3-6. Трехфазные обмотки с дробным числом пазов на полюс и фазу	74
3-7. Изоляция обмотки	84

Глава четвертая. Магнитодвижущая сила обмоток переменного тока 88

4-1. Постановка вопроса	—
4-2. Уравнения пульсирующих и бегущих волн	89
4-3. Магнитодвижущая сила фазы обмотки	94
4-4. М. д. с. трехфазной обмотки	101
4-5. Анализ кривой м. д. с. обмоток с целым q	105
4-6. Магнитодвижущая сила дробных обмоток	110
4-7. Магнитное поле обмотки переменного тока	111

Глава пятая. Индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока 113

5-1. Индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора	—
5-2. Общие выражения для индуктивного сопротивления рассеяния	115
5-3. Пазовая проводимость	119
5-4. Проводимость лобовых частей	123
5-5. Индуктивное сопротивление дифференциального рассеяния	124

Глава шестая. Нагревание и охлаждение вращающихся электрических машин 125

6-1. Применяемые в электромашиностроении изолирующие материалы и предъявляемые к ним требования	—
6-2. Допускаемые предельные температуры и превышения температуры	128
6-3. Теплопередача в электрических машинах	130
6-4. Теория нагревания твердого тела	134
6-5. Основные номинальные режимы работы машины	140
6-6. Нагревание машины при продолжительном режиме работы	141
6-7. Нагревание при кратковременном режиме работы	142
6-8. Нагревание при повторно-кратковременном режиме работы	143
6-9. Вентиляция электрических машин	144
6-10. Вентиляция турбогенераторов	148

Глава седьмая. Нагревание и охлаждение трансформаторов 151

7-1. Предварительные замечания	—
7-2. Способы охлаждения масляных трансформаторов	—
7-3. Тепловые потоки и условия рассеяния тепла в масляном трансформаторе	152
7-4. Нагревание сердечника трансформатора	153
7-5. Нагревание обмотки трансформатора	155
7-6. Роль масла и бака в охлаждении трансформатора	156
7-7. Наибольшие допускаемые превышения температуры	159
7-8. Влияние температуры на срок службы трансформатора	160
7-9. Постоянные времени нагревания трансформатора	161
7-10. Нагрузочная способность трансформатора	162
7-11. Контроль за температурой и тепловая защита трансформаторов	164

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

	Стр.
<i>Глава восьмая. Реакция якоря синхронной машины при симметричной нагрузке</i>	167
8-1. Явление реакции якоря многофазного синхронного генератора при симметричной нагрузке	—
8-2. Реакция якоря неявнополюсной синхронной машины	170
8-3. Реакция якоря явнополюсной синхронной машины. Теория двух реакций	173
<i>Глава девятая. Диаграммы напряжений трехфазного синхронного генератора при симметричной нагрузке</i>	186
9-1. Предварительные замечания	—
9-2. Диаграммы э. д. с. и э. м. д. с. трехфазного неявнополюсного синхронного генератора	189
9-3. Диаграмма э. д. с. явнополюсного трехфазного синхронного генератора при симметричной нагрузке (диаграмма А. Блонделя)	192
9-4. Видоизмененная диаграмма э. д. с.	194
9-5. Диаграмма э. д. с. при коротком замыкании	197
9-6. Сопротивления синхронной машины при установившемся симметричном режиме работы	199
9-7. Определение повышения и падения напряжения с помощью диаграмм напряжения	202
9-8. Определение изменения напряжения из диаграммы э. д. с. для явнополюсной машины по расчетным данным	204
9-9. Определение изменения напряжения посредством диаграммы э. м. д. с.	206
9-10. Упрощенная практическая диаграмма э. м. д. с. (Шведская диаграмма)	212
9-11. Определение изменения напряжения по упрощенной диаграмме э. д. с.	213
9-12. Опытные данные сравнения диаграмм э. д. с.	215
<i>Глава десятая. Однофазный синхронный генератор</i>	216
10-1. Реакция якоря однофазного генератора	—
10-2. Диаграмма напряжений однофазного генератора	219
10-3. Сравнение габаритной мощности однофазного и трехфазного синхронного генератора	220
<i>Глава одиннадцатая. Характеристики синхронного генератора</i>	221
11-1. Система относительных единиц	—
11-2. Характеристика холостого хода	223
11-3. Характеристики короткого замыкания	225
11-4. Отношение короткого замыкания (о. к. з)	226
11-5. Нагрузочные характеристики	228
11-6. Внешние характеристики	229

	Стр.
11-7. Регулировочные характеристики	230
11-8. Потери и коэффициент полезного действия синхронного генератора	—
Глава двенадцатая. Параллельная работа синхронных машин	232
12-1. Общие замечания	—
12-2. Параллельное включение синхронных генераторов	233
12-3. Угловые характеристики синхронной машины	240
12-4. Статическая перегружаемость синхронной машины при ее параллельной работе в электрической системе	246
12-5. Генераторные и двигательные режимы работы. Перевозбуждение и недо возбуждение синхронной машины	249
12-6. Диаграммы тока синхронных машин	256
Глава тринадцатая. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор	263
13-1. Физическое представление о двигательном режиме синхронной машины	—
13-2. Мощности и моменты синхронного двигателя	265
13-3. Диаграмма напряжений и токов синхронного двигателя	267
13-4. Работа синхронного двигателя при питании от мощной сети	268
13-5. Рабочие характеристики синхронного двигателя	270
13-6. Способы пуска в ход синхронного двигателя	271
13-7. Особенности процесса асинхронного пуска синхронных двигателей	276
13-8. Способы асинхронного пуска	284
13-9. Синхронный компенсатор	289
Глава четырнадцатая. Несимметричные установившиеся режимы работы трехфазного синхронного генератора	293
14-1. Общие замечания	—
14-2. Сопротивления синхронной машины для токов различных последовательностей	295
14-3. Несимметричные установившиеся короткие замыкания трехфазного синхронного генератора	303
14-4. Диаграммы напряжений при коротких замыканиях	310
14-5. Диаграммы напряжений при несимметричной нагрузке	311
14-6. Построение треугольников короткого замыкания для установившихся коротких замыканий генератора с учетом насыщения магнитной цепи	315
Глава пятнадцатая. Внезапное короткое замыкание синхронной машины	319
15-1. Физическая картина внезапного короткого замыкания	—
15-2. Потокосцепления обмоток статора и ротора синхронной машины	330
15-3. Аналитическое исследование процесса внезапного короткого замыкания	333
15-4. Внезапное короткое замыкание синхронной неявнополюсной машины с успокоительными обмотками по продольной и поперечной осям	341
15-5. Схемы замещения для индуктивных сопротивлений синхронной машины при внезапном коротком замыкании	346
15-6. Постоянные времени симметричного многофазного короткого замыкания	348
15-7. Внезапное короткое замыкание многофазной явнополюсной синхронной машины	349

	Стр.
15-8. Полный, ударный и действующий токи многофазного симметричного короткого замыкания	350
15-9. Внезапное несимметричное короткое замыкание синхронной машины	356
Глава шестнадцатая. Колебания синхронных машин	360
16-1. Общая физическая картина колебаний	—
16-2. Вынужденные колебания синхронной машины	369
16-3. Собственные и вынужденные колебания синхронного генератора при его работе параллельно с сетью бесконечной мощности	371
16-4. Вынужденные колебания при работе синхронного генератора в одиночку	382
Глава семнадцатая. Одноякорный преобразователь	383
17-1. Принцип действия одноякорного преобразователя и его основные соотношения	—
17-2. Соотношения между э. д. с. одноякорного преобразователя	384
17-3. Соотношения между токами одноякорного преобразователя	385
17-4. Потери в обмотке якоря одноякорного преобразователя	387
17-5. Пуск одноякорного преобразователя	390
17-6. Регулирование напряжения одноякорного преобразователя	391
17-7. Качания одноякорного преобразователя	393
17-8. Применение одноякорного преобразователя	394

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

Глава восемнадцатая. Трехфазная асинхронная машина при неподвижном роторе	395
18-1. Ориентировочные замечания	—
18-2. Холостой ход асинхронной машины при $n = 0$	—
18-3. Короткое замыкание асинхронной машины	398
18-4. Параметры беличьей клетки	401
18-5. Заторможенная асинхронная машина при нагрузке	403
18-6. Индукционный регулятор	405
Глава девятнадцатая. Трехфазная асинхронная машина при вращающемся роторе	410
19-1. Основные явления, происходящие в асинхронной машине при вращении ротора	—
19-2. Уравнение э. д. с. ротора и ток ротора	413
19-3. Скорость вращения м. д. с. ротора	414
19-4. Уравнение м. д. с. и векторные диаграммы потоков асинхронной машины	—
19-5. Схемы замещения асинхронной машины	418
19-6. Режимы работы и векторные диаграммы асинхронной машины	425
Глава двадцатая. Вращающие моменты и мощности асинхронной машины	430
20-1. Энергетические диаграммы асинхронной машины	—
20-2. Вращающие моменты асинхронной машины	432
20-3. Электромагнитный момент асинхронной машины	434
20-4. Зависимость момента $M_{эм}$ от скольжения	438

	Стр.
20-5. Максимальный электромагнитный момент и максимальная мощность	439
20-6. Пусковой момент асинхронного двигателя	442
20-7. Зависимость момента от активного сопротивления цепи ротора	—
20-8. Зависимость момента $M_{эм}$ от частоты f_1 при $U_1:f_1 = \text{const}$	443
20-9. Формула Клосса для относительного вращающего момента	444
20-10. Максимальная механическая мощность	445
20-11. Гистерезисный момент вращения	447
20-12. Паразитные моменты асинхронного двигателя	449
20-13. Асинхронные паразитные моменты	450
20-14. зубцовые гармоники	451
20-15. Синхронные моменты	452
20-16. Вибрационные моменты	—
20-17. Меры борьбы с паразитными моментами	453
20-18. Рабочие характеристики асинхронного двигателя	455
Глава двадцать первая. Круговые диаграммы асинхронной машины	460
21-1. Предварительные замечания	—
21-2. Уточненная круговая диаграмма	—
21-3. Точная круговая диаграмма	478
21-4. Геометрическое место токов асинхронных машин с переменными параметрами	481
21-5. Опыт холостого хода	482
21-6. Опыт короткого замыкания	483
21-7. Построение круговых диаграмм по опытным данным	486
Глава двадцать вторая. Пуск в ход трехфазных асинхронных двигателей	488
22-1. Общая характеристика вопроса	—
22-2. Пусковые токи асинхронных двигателей	—
22-3. Отключение асинхронного двигателя от сети	490
22-4. Процесс разбега асинхронного двигателя при пуске	491
22-5. Пуск в ход двигателей с фазным ротором	494
22-6. Пуск в ход короткозамкнутых двигателей	497
Глава двадцать третья. Асинхронные двигатели с вытеснением тока в обмотке ротора	502
23-1. Двухклеточный двигатель	—
23-2. Глубокопазный двигатель	512
23-3. Сопоставление двухклеточного и глубокопазного двигателей	518
Глава двадцать четвертая. Регулирование скорости вращения трехфазных асинхронных двигателей	520
24-1. Способы регулирования скорости	—
24-2. Регулирование скорости вращения двигателей изменением числа полюсов	521
24-3. Регулирование скорости вращения двигателей изменением первичной частоты	526
24-4. Регулирование скорости вращения двигателей изменением активного сопротивления в роторе	528
24-5. Каскад асинхронных двигателей	529
Глава двадцать пятая. Однофазные асинхронные двигатели	532
25-1. Принцип работы однофазного асинхронного двигателя	—
25-2. Схема замещения однофазного двигателя	535
25-3. Круговая диаграмма однофазного двигателя	538
25-4. Методы пуска и типы однофазных асинхронных двигателей	539

	Стр.
<i>Глава двадцать шестая. Особые режимы и типы асинхронных машин .</i>	545
26-1. Работа асинхронного двигателя при ненаминальных условиях .	—
26-2. Электрическое торможение асинхронных двигателей	550
26-3. Работа асинхронного двигателя в режиме двойного питания	552
26-4. Работа асинхронной машины в системах синхронной связи .	554
26-5. Скользящие электромагнитные муфты	558
26-6. Асинхронные машины для автоматических устройств	559

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

КОЛЛЕКТОРНЫЕ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

<i>Глава двадцать седьмая. Общие вопросы теории коллекторных машин переменного тока</i>	563
27-1. Краткая история развития коллекторной машины переменного тока	—
27-2. Э. д. с., индуктируемые в якоре коллекторной машины переменного тока	565
27-3. Токи якоря коллекторной машины переменного тока	571
27-4. М. д. с. обмотки якоря многофазной коллекторной машины	573
27-5. Коммутация в коллекторных машинах переменного тока . .	575
<i>Глава двадцать восьмая. Однофазные коллекторные двигатели</i>	581
28-1. Принцип действия и вращающий момент однофазного последовательного двигателя	—
28-2. Векторная диаграмма однофазного последовательного двигателя	583
28-3. Способы улучшения коммутации однофазных последовательных двигателей	584
28-4. Характеристики однофазного последовательного двигателя	588
28-5. Применение однофазных коллекторных двигателей	590
28-6. Репульсионный двигатель с двумя обмотками на статоре .	592
28-7. Репульсионный двигатель с одной обмоткой на статоре и одним комплектом щеток (двигатель Томсона)	594
28-8. Характеристики репульсионного двигателя Томсона	595
28-9. Репульсионный двигатель с одной обмоткой на статоре и двумя комплектами щеток (двигатель Дери)	598
28-10. Двигатель О. В. Бенедикта	599
<i>Глава двадцать девятая. Трехфазные параллельные и последовательные коллекторные двигатели</i>	600
29-1. Предварительные замечания	—
29-2. Введение добавочной э. д. с. во вторичный контур асинхронной машины	—
29-3. Мощность, подводимая от источника добавочной э. д. с. .	604
29-4. Преобразование частоты при помощи коллектора	—
29-5. Трехфазный шунтовой двигатель с двойным комплектом щеток (двигатель Шраге—Рихтера)	607
29-6. Регулирование скорости и $\cos \varphi$ двигателя Шраге—Рихтера	608
29-7. Векторные диаграммы двигателя Шраге—Рихтера	611
29-8. Характеристики двигателя Шраге—Рихтера	612
29-9. Трехфазный последовательный коллекторный двигатель. Схема и принцип действия двигателя	614
29-10. Диаграмма э. д. с. и механическая характеристика трехфазного последовательного двигателя	617
29-11. Применение трехфазного последовательного двигателя . .	618

Глава тридцатая. Трехфазные компенсированные двигатели и фазо-компенсаторы	620
30-1. Предварительные замечания	—
30-2. Компенсированный асинхронный двигатель с питанием со стороны ротора	621
30-3. Фазокомпенсатор с роторным возбуждением. Совместная работа асинхронной машины с компенсатором	624
30-4. Разновидности компенсатора с роторным возбуждением	627
Глава тридцать первая. Каскадные соединения асинхронных и коллекторных машин	629
31-1. Предварительные замечания	—
31-2. Механический каскад асинхронного двигателя с одноякорным преобразователем и с двигателем постоянного тока в качестве регулирующей машины (каскад Кремера)	630
31-3. Каскад с электрическим соединением (каскад Шербиуса)	633
31-4. Характеристики каскадов с механическим и электрическим соединением	634
Глава тридцать вторая. Многофазные коллекторные генераторы	637
32-1. Принцип действия и основные соотношения	—
32-2. Компенсированный коллекторный генератор явнополюсного типа с обмоткой возбуждения на статоре (генератор Шербиуса)	—
32-3. Компенсированный коллекторный генератор неявнополюсного типа системы Н. С. Япольского и М. П. Костенко	638
32-4. Мощность коллекторного генератора	641
32-5. Коммутация коллекторного генератора	642
32-6. Применения коллекторного генератора	643
Основная литература	644
Алфавитный указатель	647