

Министерство образования и науки Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.И. ВЕТРОВ, Л.Б. БЫКОВА,
В.И. КЛЮЧЕНОВИЧ

РЕЖИМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2010

УДК 621.311.002.5(075.8)
В 393

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц. *А.В. Лыкин*;
канд. техн. наук, доц. *А.И. Щеглов*

Ветров В.И.

В 393 Режимы электрооборудования электрических станций : учеб. пособие / В.И. Ветров, Л.Б. Быкова, В.И. Ключенович. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 243 с.

ISBN 978-5-7782-1456-9

Рассматриваются физические закономерности, имеющие место в генераторах, трансформаторах и двигателях системы собственных нужд электростанций в различных режимах, содержатся характеристики вспомогательных систем, таких, как системы возбуждения и гашения поля генераторов.

Пособие предназначено для студентов IV и V курсов ФЭН специальности 140203 и 140204 при изучении дисциплин: «Режимы основного оборудования электростанций», «Основы эксплуатации электрических станций», «Электрическая часть электрических станций» и «Электроэнергетические установки».

Работа подготовлена кафедрой электрических станций

УДК 621.311.002.5(075.8)

ISBN 978-5-7782-1456-9

© Ветров В.И., Быкова Л.Б.,
Ключенович В.И., 2010
© Новосибирский государственный
технический университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ.....	8
1.1. Общие замечания	8
1.2. Физические явления в электромеханическом преобразователе	8
1.3. Электромагнитная мощность обмоток.....	13
1.4. Уравнение движения ротора	17
2. ВРАЩАЮЩИЕСЯ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ.....	19
2.1. Общие замечания	19
2.2. Метод исследования вращающегося магнитного потока статора.....	19
2.3. Магнитный поток в зазоре в симметричном режиме	21
2.4. Магнитный поток в зазоре при несимметрии токов статора	23
2.5. Моменты на валу синхронных машин	25
2.6. Момент на валу асинхронного двигателя	29
3. НОРМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ.....	32
3.1. Особенности турбогенераторов и гидрогенераторов	32
3.2. Факторы, определяющие активную мощность турбогенераторов	35
3.3. Характеристики холостого хода и трехфазного короткого замыкания	37
3.4. Упрощенная векторная диаграмма турбогенератора.....	41
3.5. Регулировочные характеристики генератора	42
3.6. Внешние характеристики генератора.....	46
3.7. Угловые характеристики активной и реактивной мощностей.....	48
3.8. Режим синхронного компенсатора.....	53
3.9. Режим генератора и двигателя.....	55
3.10. Регулирование активной мощности	56
3.11. Регулирование реактивной мощности	59
3.12. Зависимость режима генератора от напряжения на его выводах	63
3.13. Диаграмма мощностей турбогенератора	64
3.14. Ограничение нагрузки генератора по условиям обеспечения устойчивой параллельной работы	66
3.15. Ограничение режима работы генератора по условию нагрева торцевых зон статора.....	67
3.16. Особенности диаграммы мощностей явнополюсной синхронной машины	72

4. АНОРМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ГЕНЕРАТОРОВ	75
4.1. Асинхронный режим синхронного генератора	75
4.2. Допустимость работы турбогенератора в асинхронном режиме	76
4.3. Работа турбогенератора в асинхронном режиме при замкнутой и разомкнутой обмотке возбуждения	78
4.4. Условия работы генераторов в асинхронном режиме	81
4.5. Асинхронный ход с возбуждением	83
4.6. Способы включения генератора в сеть	84
4.7. Включение генератора в сеть способом самосинхронизации	87
4.8. Пусковые характеристики генераторов	89
4.9. Особенности способа самосинхронизации генераторов	90
4.10. Особенности несимметричных режимов	91
4.11. Тепловой режим работы турбогенератора при несимметрии	93
4.12. Интегральный критерий термической стойкости турбогенераторов	95
4.13. Кратковременные перегрузки генераторов	96
5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	100
5.1. Нормальные режимы	100
5.2. Схема замещения и векторные диаграммы асинхронного двигателя ...	103
5.3. Электромеханическая характеристика асинхронного двигателя	107
5.4. Определение параметров асинхронных электродвигателей по каталожным данным	111
5.5. Определение сопротивлений схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным	116
5.6. Круговая диаграмма асинхронного двигателя	119
5.7. Двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками	121
5.8. Пуск электродвигателей	123
5.9. Графоаналитический метод решения уравнения движения	125
5.10. Нагрев обмоток электродвигателей при пуске	126
5.11. Выбег машинных агрегатов	128
5.12. Групповой выбег электродвигателей	131
5.13. Расчет допустимой суммарной мощности неотключаемых электродвигателей при самозапуске	134
5.14. Графоаналитический метод расчета самозапуска двигателей собственных нужд	137
6. АНОРМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	142
6.1. Особенности несимметричных режимов асинхронных электродвигателей	142
6.2. Влияние обрыва параллельной ветви одной катушки обмотки статора электродвигателя на величину тока статора	159

6.3. Режим асинхронного электродвигателя с электрической несимметрией в роторе.....	161
6.4. Определение зависимости тока статора от мощности или момента сопротивления на валу.....	179
7. МЕХАНИЗМЫ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	183
7.1. Общая характеристика механизмов собственных нужд.....	183
7.2. Механические характеристики механизмов собственных нужд.....	185
8. СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ.....	188
8.1. Назначение и требования к системам возбуждения.....	188
8.2. Классификация источников питания обмоток возбуждения синхронных машин.....	189
8.3. Особенности систем возбуждения.....	191
8.4. Схема возбуждения с возбудителем постоянного тока.....	193
8.5. Схема возбуждения с индукторным генератором.....	194
8.6. Схема тиристорного возбуждения.....	196
8.7. Схема тиристорного самовозбуждения.....	197
8.8. Схема бесщеточной системы возбуждения.....	198
9. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ГАШЕНИЕ ПОЛЯ (АГП) СИНХРОННЫХ МАШИН.....	200
9.1. Общие положения.....	200
9.2. Процесс гашения магнитного поля синхронных машин.....	201
9.3. Оптимальные условия гашения поля.....	203
9.4. Разряд обмотки возбуждения на дугогасительную решетку.....	205
9.5. Влияние насыщения и демпферных контуров на процесс гашения поля.....	208
10. СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ.....	212
10.1. Назначение систем охлаждения. Охлаждающие среды.....	212
10.2. Особенности конструкций турбогенераторов при косвенной и непосредственной системах охлаждения.....	215
10.3. Турбогенераторы с использованием сверхпроводимости.....	218
11. ТРАНСФОРМАТОРЫ.....	221
11.1. Передача энергии через трансформатор.....	221
11.2. Схема замещения и векторные диаграммы трансформаторов.....	223
11.3. Параллельная работа двухобмоточных трансформаторов.....	229
11.4. Системы охлаждения трансформаторов.....	232
11.5. Режим включения трансформатора на холостой ход.....	234
Библиографический список.....	241