



И.П. Крючков,
М.В. Пираторов,
В.А. Старшинов

Электрическая часть электростанций и подстанций

Справочные и методические материалы
для выполнения квалификационных работ

Учебно-справочное пособие для вузов





К 85-летию
Московского энергетического института

И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов

Электрическая часть электростанций и подстанций

Справочные и методические материалы
для выполнения квалификационных работ

Учебно-справочное пособие для вузов

Под редакцией И.П. Крючкова



Москва
Издательский дом МЭИ
2015

УДК 621.311(075.8)
ББК 31.277я73
К 858

Рецензенты: доктор техн. наук, зав. лабораторией ВНИИЭ
филиала ОАО «НТЦ электроэнергетики» Ю.Н. Львов;
канд. техн. наук, начальник отдела АО «Институт
Теплоэлектропроект» Т.А. Стогний

Крючков И.П.

К 858 Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ: учебно-справочное пособие для вузов / И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов; под ред. И.П. Крючкова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2015. — 138 [4] с.: ил.

ISBN 978-5-383-00958-1

Приведены методические указания для выполнения квалификационных работ с использованием современных нормативно-технических документов, а также основные данные о параметрах и характеристиках синхронных машин, силовых трансформаторов и автотрансформаторов, электрических аппаратов, токоограничивающих реакторов, силовых кабелей и другого электрооборудования, выпускаемого в настоящее время и рекомендуемого к применению.

Для студентов и преподавателей электроэнергетических специальностей вузов, а также для инженерно-технических работников энергосистем.

УДК 621.311(075.8)
ББК 277я73

ISBN 978-5-383-00958-1

© Крючков И.П., Пираторов М.В.,
Старшинов В.А., 2015
© ЗАО «Издательский дом МЭИ», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	8
1. ВЫБОР СХЕМЫ ВЫДАЧИ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	9
<i>Таблица 1.1.</i> Допустимая нагрузка линий электропередачи напряжением 35 кВ и ниже	11
<i>Таблица 1.2.</i> Естественная мощность и наибольшая допустимая длина воздушной линии напряжением 110 кВ и выше	11
2. ВЫБОР СХЕМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ	12
<i>Таблица 2.1.</i> Перечень схем распределительных устройств (РУ) подстанций разных классов напряжений	14
3. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ	17
3.1. Общие требования к схемам электроснабжения собственных нужд	17
3.2. Система собственных нужд ТЭС	18
3.3. Система собственных нужд газотурбинных и парогазовых установок	20
3.4. Система собственных нужд АЭС	22
3.5. Система собственных нужд ГЭС	23
3.6. Система собственных нужд подстанций	24
4. ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ И ПОДСТАНЦИЯХ	26
<i>Таблица 4.1.</i> Допустимые аварийные перегрузки новых автотрансформаторов (трансформаторов) с системой охлаждения М (ONAN)	26
<i>Таблица 4.2.</i> Допустимые аварийные перегрузки новых автотрансформаторов (трансформаторов) с системой охлаждения Д (ONAF)	26
<i>Таблица 4.3.</i> Допустимые аварийные перегрузки новых автотрансформаторов (трансформаторов) с системой охлаждения ДЦ и Ц (FNAF и OFWF)	27
5. ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ПРОВОДНИКОВ ПО УСЛОВИЯМ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ И ИХ ПРОВЕРКА ПО УСЛОВИЯМ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ	30
5.1. Основные соотношения, используемые при выборе и проверке электрических аппаратов и проводников	30
<i>Таблица 5.1.</i> Продолжительно допустимые температуры нагрева элементов электроустановок	31
<i>Таблица 5.2.</i> Предельно допустимые температуры нагрева проводников при коротком замыкании	32
<i>Таблица 5.3.</i> Предельно допустимые температуры нагрева жил кабелей напряжением 6—10 кВ по условию невозгораемости при коротком замыкании	32
<i>Таблица 5.4.</i> Условия выбора и проверки проводников и электрических аппаратов	33
5.2. Современные требования к электрооборудованию, устанавливаемому на электрических станциях и подстанциях	35
6. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ	37
<i>Таблица 6.1.</i> Объем контролируемых параметров генератора	37
<i>Таблица 6.2.</i> Объем контролируемых параметров двухобмоточного трансформатора, работающего в блоке с генератором	38
<i>Таблица 6.3.</i> Объем контролируемых параметров трёхобмоточного трансформатора (автотрансформатора), работающего в блоке с генератором	38
<i>Таблица 6.4.</i> Объем контролируемых параметров трансформатора собственных нужд	39
<i>Таблица 6.5.</i> Объем контролируемых параметров распределительных устройств	39

7. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	43
7.1. Синхронные генераторы	43
<i>Таблица 7.1.</i> Турбогенераторы	43
<i>Таблица 7.2.</i> Гидрогенераторы	45
7.2. Силовые трансформаторы	49
<i>Таблица 7.3.</i> Трансформаторы генераторные трёхфазные масляные напряжением 110—500 кВ	49
<i>Таблица 7.4.</i> Трансформаторы генераторные однофазные масляные двух- и трёхобмоточные напряжением 110—750 кВ	50
<i>Таблица 7.5.</i> Автотрансформаторы однофазные и трёхфазные масляные для связи сетей 110—750 кВ	51
<i>Таблица 7.6.</i> Трансформаторы масляные трёхобмоточные общего назначения напряжением 110—220 кВ	53
<i>Таблица 7.7.</i> Трансформаторы масляные двухобмоточные общего назначения напряжением 110—330 кВ	55
<i>Таблица 7.8.</i> Трансформаторы трёхфазные двухобмоточные общего назначения напряжением 6—35 кВ	58
<i>Таблица 7.9.</i> Трансформаторы трёхфазные сухие двухобмоточные с литой изоляцией напряжением 6—35 кВ	59
<i>Таблица 7.10.</i> Трансформаторы трёхфазные двухобмоточные для собственных нужд электростанций	62
<i>Таблица 7.11.</i> Трансформаторы трёхфазные сухие (применяются и для собственных нужд подстанций) напряжением 6—20 кВ	63
7.3. Коммутационные электрические аппараты	64
<i>Таблица 7.12.</i> Выключатели генераторные напряжением 10—31,5 кВ	64
<i>Таблица 7.13.</i> Вакуумные выключатели напряжением 6—110 кВ	67
<i>Таблица 7.14.</i> Элегазовые выключатели напряжением 35—750 кВ	76
<i>Таблица 7.15.</i> Выключатели нагрузки	78
<i>Таблица 7.16.</i> Разъединители	79
<i>Таблица 7.17.</i> Плавкие предохранители	81
7.4. Токопроводы и силовые кабели	83
<i>Таблица 7.18.</i> Токопроводы комплектные пофазно-экранированные генераторного напряжения	83
<i>Таблица 7.19.</i> Токопроводы комплектные закрытые	85
<i>Таблица 7.20.</i> Продолжительно допустимые токи для трехжильных кабелей напряжением 6—35 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле (указаны в числителе) и на воздухе (в знаменателе)	86
<i>Таблица 7.21.</i> Продолжительно допустимые токи для одножильных кабелей напряжением 6 и 10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле (указаны в числителе) и на воздухе (в знаменателе)	87
<i>Таблица 7.22.</i> Продолжительно допустимые токи для одножильных кабелей напряжением 20 и 35 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле (указаны в числителе) и на воздухе (в знаменателе)	88
<i>Таблица 7.23.</i> Электрическое сопротивление переменному току жил кабелей, Ом/км, с изоляцией из сшитого полиэтилена	88
<i>Таблица 7.24.</i> Индуктивное сопротивление трехжильных кабелей напряжением 6—35 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена	89
<i>Таблица 7.25.</i> Индуктивное сопротивление одножильных кабелей напряжением 6—35 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена	89
<i>Таблица 7.26.</i> Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 110 кВ с медными жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз треугольником	90
<i>Таблица 7.27.</i> Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 110 кВ с алюминиевыми жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз треугольником	91

Таблица 7.28. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 110 кВ с медными жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз в горизонтальной плоскости	91
Таблица 7.29. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 110 кВ с алюминиевыми жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз в горизонтальной плоскости	92
Таблица 7.30. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 110 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке на воздухе и расположении фаз треугольником	93
Таблица 7.31. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 110 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке на воздухе и расположении фаз в горизонтальной плоскости	94
Таблица 7.32. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 220 кВ с медными жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз треугольником	94
Таблица 7.33. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 220 кВ с алюминиевыми жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз треугольником	95
Таблица 7.34. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 220 кВ с медными жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз в горизонтальной плоскости	95
Таблица 7.35. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 220 кВ с алюминиевыми жилами и изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке в земле и расположении фаз в горизонтальной плоскости	96
Таблица 7.36. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 220 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке на воздухе и расположении фаз треугольником	96
Таблица 7.37. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 220 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена при их прокладке на воздухе и расположении фаз в горизонтальной плоскости	97
Таблица 7.38. Рекомендуемые сечения экранов кабелей напряжением 110—220 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена	97
Таблица 7.39. Односекундные токи термической стойкости кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена	98
Таблица 7.40. Односекундные токи термической стойкости медных экранов кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена	98
Таблица 7.41. Продолжительно допустимые токи кабелей напряжением 6 кВ с изоляцией из поливинилхлоридного пластика	99
7.5. Измерительные трансформаторы тока и напряжения	100
Таблица 7.42. Трансформаторы тока для электроустановок напряжением 10—500 кВ	100
Таблица 7.43. Трансформаторы тока, встраиваемые в выключатели и силовые трансформаторы напряжением 10—220 кВ	106
Таблица 7.44. Трансформаторы напряжения	122
7.6. Токоограничивающие реакторы	127
Таблица 7.45. Реакторы одинарные сухие токоограничивающие на номинальное напряжение 10 кВ	127
Таблица 7.46. Реакторы двоярные сухие токоограничивающие напряжением 10 кВ	131
Таблица 7.47. Реакторы одинарные сухие токоограничивающие напряжением 15—110 кВ	134
7.7. Комплектные распределительные устройства	135
Таблица 7.48. Комплектные распределительные устройства внутренней установки напряжением 6—35 кВ	135
Рекомендуемая литература	137