

Министерство образования и науки Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.И. СОПОВ, Н.И. ЩУРОВ

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Утверждено
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2011

УДК 621.311:622.32+658.26](075.8)
С 645

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент *В.В. Бирюков*;
д-р техн. наук, доцент *В.Н. Аносов*

Работа подготовлена на кафедре электротехнических комплексов
для студентов IV–V курсов, обучающихся по специальности
220301 «Автоматизация технологических процессов и производств»
(нефтегазовой отрасли)

Сопов В.И.

С 645 Электроснабжение нефтегазовых комплексов и производств :
учеб. пособие / В.И. Сопов, Н.И. Щуров. – Новосибирск: Изд-во
НГТУ, 2011. – 270 с.

ISBN 978-5-7782-1844-4

В учебном пособии рассмотрены вопросы, решаемые при создании электротехнических комплексов для предприятий нефтегазовой отрасли. Представлены кратко характеристики электроприемников и источников питания. Приведены методы электрических расчетов, выбора параметров элементов и схем системы электроснабжения, расчетов токов короткого замыкания. Рассмотрены вопросы компенсации реактивной мощности и качества электроэнергии, безопасности и устройства заземлений. Приведены сведения по релейной защите и автоматизации систем.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» (нефтегазовой отрасли), может быть полезно для студентов и специалистов, занимающихся системами электроснабжения предприятий.

УДК 621.311:622.32+658.26](075.8)

ISBN 978-5-7782-1844-4

© Сопов В.И., Щуров Н.И., 2011
© Новосибирский государственный
технический университет, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Список сокращений	7
Введение	9
1. Характеристика электроприемников и схем электроснабжения нефтегазового комплекса.....	11
1.1. Характеристики устройств внутрипромысловой добычи и переработки нефти	11
1.2. Общая характеристика энергетики нефтегазового комплекса	20
1.3. Характеристики приемников электрической энергии в НГК	23
1.4. Показатели, характеризующие режимы работы электроприемников.....	25
1.5. Классификация электроприемников и потребителей	29
1.6. Схемы систем электроснабжения предприятий	33
1.7. Основные виды структур СЭС по связям с энергосистемой	34
2. Методика расчетов электрических нагрузок технологических установок нефтяной и газовой промышленности.....	36
2.1. Основные понятия и определения, принятые в теории электрических нагрузок.....	36
2.2. Методы определения электрических нагрузок	37
2.3. Порядок определения расчетных электрических нагрузок по методу упорядоченных диаграмм	39
2.4. Расчет электрических нагрузок статистическим методом	41
2.5. Упрощенный статистический метод	46
2.6. Порядок расчета нагрузок по методу вероятностного моделирования	46
2.7. Методы удельных нагрузок	50
3. Выбор аппаратов, оборудования и токоведущих устройств в электротехнических установках НГК.....	53
3.1. Выбор мощности силовых трансформаторов	53
3.2. Выбор сечений проводников	55
3.3. Выбор аппаратов по номинальным параметрам	57

3.4. Выбор высоковольтных выключателей	58
3.5. Выбор схем и напряжений для присоединений предприятий НГК к субъектам электроэнергетики.....	59
3.6. Надежность электроснабжения потребителей	65
3.7. Выбор местоположения источников питания	68
3.8. Внутренние электрические сети предприятий.....	71
3.9. Трансформаторные подстанции	81
3.10. Параметры и расчеты ЛЭП.....	99
3.11. Потери мощности и электроэнергии в питающих сетях и силовых трансформаторах	113
4. Короткие замыкания в системах электроснабжения	118
4.1. Общие сведения о коротких замыканиях	118
4.2. Основные соотношения, характерные для ТКЗ.....	120
4.3. Динамическое и термическое действие ТКЗ.....	122
4.4. Выбор исходных условий для расчетов ТКЗ	123
4.5. Составление и преобразование схем замещения	124
4.6. Метод относительных единиц для расчетов ТКЗ	129
4.7. Параметры элементов расчетной схемы	131
4.8. Определение значений токов короткого замыкания в электро- установках с напряжением выше 1 кВ	132
4.9. Короткие замыкания в сетях напряжением до 1 кВ	135
5. Электрика предприятий нефтегазовой промышленности.....	138
5.1. Схемы электроснабжения буровых установок	138
5.2. Электрика технологических установок насосной эксплуатации скважин	143
5.3. Электрика промысловых компрессорных и насосных станций ...	154
5.4. Электрика перекачивающих насосных станций магистральных нефтепроводов	160
6. Компенсация реактивной мощности.....	173
6.1. Баланс мощностей. Характерные особенности реактивной мощ- ности.....	173
6.2. Потребители реактивной мощности	176
6.3. Характеристика источников реактивной мощности	183
6.4. Схемы включения и расчета компенсирующих устройств	186
6.5. Выбор мощности компенсирующих устройств	189
7. Качество электрической энергии.....	193
7.1. Нормы качества электрической энергии	193
7.2. Показатели качества электрической энергии	194
7.3. Отклонения и колебания напряжения	195
7.4. Несинусоидальность и несимметрия напряжения	197

7.5. Отклонения частоты, провал и импульс напряжения, временное перенапряжение	201
7.6. Причины и источники нарушения качества электроэнергии	203
7.7. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии	204
8. Релейная защита и автоматизация в системах электроснабжения НГК	208
8.1. Назначение, требования и принципы выполнения релейной защиты	208
8.2. Релейные защиты основных элементов системы электроснабжения	212
8.3. Микропроцессорная защита электроустановок	219
8.4. Автоматизированные системы контроля и учета энергопотребления	225
9. Электробезопасность и заземления	230
9.1. Оценка электроустановок в отношении мер безопасности	230
9.2. Меры по обеспечению электробезопасности	234
9.3. Заземление электроустановок	236
9.4. Устройство и расчет заземлителей	240
10. Защита электроустановок от перенапряжений и подземных сооружений от электрохимической коррозии	247
10.1. Перенапряжения в электроустановках	247
10.2. Защита электроустановок от перенапряжений	251
10.3. Расчет молниезащитных устройств зданий и сооружений	257
10.4. Защита подземных сооружений от электрохимической коррозии	263
Библиографический список	268

ПРЕДИСЛОВИЕ

Необходимость издания настоящего учебного пособия обусловлена отсутствием учебников по электроснабжению предприятий нефтегазовой отрасли. Литература по электроснабжению нефтегазовых предприятий в основном написана и издана до 1990 года. Все, что появилось после 1990 года, носит фрагментарный характер.

Более или менее широко представлены учебные пособия в Интернете, изданные Уфимским университетом нефти и газа и Тюменским нефтегазовым университетом. Изданная в 2007 году книга «Новые технологии и современное оборудование в электроэнергетике нефтегазовой промышленности» [4] содержит сведения о новом оборудовании и в большей мере рассчитана на практику, а не на учебный процесс. Учебник Б.И. Кудрина «Электроснабжение промышленных предприятий» [13] мало касается специфики нефтегазовых предприятий.

В учебном пособии [5] Тюменского государственного нефтегазового университета на основе научных публикаций подробно рассмотрены методические вопросы расчетов электрических нагрузок и прогнозирования электропотребления электроэнергии при нефтедобыче. Однако полное представление системы отсутствует.

Отсутствие целевого учебника по электроснабжению предприятий нефтегазовой промышленности было мотивом к созданию данного учебного пособия. В пособии для студентов даны необходимые сведения по устройствам и режимам функционирования систем электроснабжения.

В библиографическом списке литературы приведены источники, которые были использованы при написании данного учебного пособия. Поскольку использовалось много источников, ссылок на них, как правило, в текстах не приводится.