

П.А. Долгин

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРО- УСТАНОВКАХ



«ЗНАК»



П.А. Долин

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРО- УСТАНОВКАХ

МОСКВА
«ЗНАК»
2000

УДК 658.382.3:621.31(075.8)
ББК 31.29
Д64

Долин П.А.

Д64 Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: «Знак», 2000. — 440 с., ил.

Рецензент: проф. Ю.Г. Сибаров

Рассматриваются: действие электрического тока на организм человека; способы оказания первой доврачебной медицинской помощи пострадавшему от тока; способы и устройства защиты от поражения током — защитное заземление, зануление, защитное отключение, электрозащитные средства и др.; условия производства работ под напряжением и пофазного ремонта линий электропередачи; защита от воздействия электромагнитного поля электроустановок сверх- и ультравысокого напряжения; организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Для студентов электроэнергетических и электротехнических специальностей вузов. Может быть полезна инженерно-техническим работникам различных промышленных предприятий и проектных организаций, а также аспирантам, работающим в области электробезопасности.

Оглавление

Предисловие	3
Глава первая. Действие электрического тока на организм человека	5
1.1. Виды поражений электрическим током	5
а) Особенности действия электрического тока на живую ткань	5
б) Местные электротравмы	7
в) Электрический удар	15
г) Механизм смерти от электрического тока	16
1.2. Электрическое сопротивление тела человека	20
а) Живая ткань как проводник электрического тока	20
б) Электрическое сопротивление тела человека	21
в) Зависимость сопротивления тела человека от состояния кожи	26
г) Зависимость сопротивления тела человека от параметров электрической цепи	27
д) Зависимость сопротивления тела человека от физиологических факторов и окружающей среды	32
1.3. Влияние значения тока на исход поражения	32
а) поражающий фактор	32
б) Характер воздействия на человека токов разного значения	33
1.4. Влияние продолжительности прохождения тока на исход поражения	38
1.5. Влияние пути тока на исход поражения	41
1.6. Влияние частоты и рода тока на исход поражения	45
1.7. Влияние индивидуальных свойств человека на исход поражения	47
1.8. Критерии безопасности электрического тока	48
Глава вторая. Первая помощь пострадавшим от электрического тока	54
2.1. Освобождение пострадавшего от действия тока	54
2.2. Меры первой доврачебной медицинской помощи	58
2.3. Искусственное дыхание	62

2.4. Массаж сердца	68
2.5. Электрическая дефибрилляция сердца	72
Глава третья. Явления при стекании тока в землю	75
3.1. Общие сведения	75
3.2. Стеkanie тока в землю через одиночный заземлитель. . .	76
а) Распределение потенциала на поверхности земли . . .	76
б) Сопротивление одиночного заземлителя растеканию тока	87
в) Определение сопротивления растеканию заземлителей методом электростатической аналогии	91
3.3. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель . . .	95
а) Распределение потенциала на поверхности земли . . .	96
б) Потенциал группового заземлителя	98
в) Сопротивление группового заземлителя растеканию тока	102
г) Коэффициент использования группового заземлителя	103
д) Сопротивление сложного заземлителя в однородной земле	107
3.4. Напряжение прикосновения	111
а) Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе	111
б) Напряжение прикосновения при групповом заземлителе	114
в) Напряжение прикосновения с учетом падения напряже- ния в сопротивлении основания, на котором стоит человек	118
3.5. Напряжение шага	121
а) Напряжение шага при одиночном заземлителе	122
б) Напряжение шага при групповом заземлителе	123
в) Напряжение шага с учетом падения напряжения в со- противлении основания, на котором стоит человек . . .	124
3.6. Заземлитель в многослойной земле	126
а) Общие сведения	126
б) Одиночный заземлитель в двухслойной земле	128
в) Групповой заземлитель в двухслойной земле	134
3.7. Электрическое сопротивление земли	139
а) Общие сведения	139
б) Зависимость ρ грунта от влажности.	140
в) Зависимость ρ грунта от температуры	142
г) Влияние рода грунта на его удельное сопротивление	144
д) Зависимость ρ грунта от его уплотненности	145
е) Зависимость ρ грунта от времени года	146
ж) Измерение удельного сопротивления грунта	149
Глава четвертая. Анализ опасности поражения током в раз- личных электрических сетях	155
4.1. Общие положения	155

4.2. Однофазные сети	159
а) Сеть, изолированная от земли	159
б) Сеть с заземленным проводом	162
4.3. Трехфазные сети	164
а) Трехфазная четырехпроводная сеть с нейтралью, зазем- ленной через активное и индуктивное сопротивления	164
б) Трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью	166
в) Трехфазная трехпроводная сеть с изолированной нейт- ралью	171
4.4. Выбор схемы сети и режима нейтрали	175
Глава пятая. Защитное заземление	179
5.1. Назначение, принцип действия и область применения. . .	179
5.2. Типы заземляющих устройств	180
5.3. Выполнение заземляющих устройств	184
а) Заземлители	184
б) Заземляющие проводники	188
в) Оборудование, подлежащее защитному заземлению. . .	191
г) Связь между заземляющими устройствами нескольких аналогичных электроустановок и установок разных на- пряжений и назначений	193
5.4. Расчет защитного заземления	196
а) Исходные данные для расчета	198
б) Определение расчетного тока замыкания на землю. . .	198
в) Определение требуемого сопротивления заземляющего устройства	201
г) Определение требуемого сопротивления искусственного заземлителя	202
д) Выбор типа заземлителя и составление предварительной схемы заземляющего устройства	203
е) Уточнение параметров заземлителя	206
ж) Примеры расчета заземлителей	209
5.5. Эксплуатация заземляющих устройств	213
а) Возможные повреждения заземляющих устройств	213
б) Виды и периодичность проверок состояния заземляющих устройств	214
в) Испытания заземляющих устройств	215
Глава шестая. Зануление	216
6.1. Назначение, принцип действия и область применения. . .	216
6.2. Назначение отдельных элементов схемы зануления	219
а) Назначение нулевого защитного проводника	219

б) Назначение заземления нейтрали обмоток источника тока	220
в) Назначение повторного заземления нулевого защитного проводника	222
6.3. Расчет зануления	226
а) Расчет на отключающую способность	227
б) Расчет сопротивления заземления нейтрали	234
в) Расчет сопротивления повторного заземления нулевого защитного проводника	236
6.4. Выполнение системы зануления	239
6.5. Контроль исправности зануления	246
а) Общие сведения	246
б) Измерение сопротивления петли фаза—ноль	247
Глава седьмая. Защитное отключение	249
7.1. Общие сведения	249
7.2. Устройства, реагирующие на потенциал корпуса	253
7.3. Устройства, реагирующие на ток замыкания на землю.	257
7.4. Устройства, реагирующие на напряжение нулевой последовательности	259
7.5. Устройства, реагирующие на ток нулевой последовательности	263
7.6. Устройства, реагирующие на оперативный ток	268
Глава восьмая. Средства защиты, применяемые в электроустановках	271
8.1. Общие сведения	271
8.2. Назначение, конструкция и правила применения электрозащитных средств	272
а) Изолирующие штанги	272
б) Изолирующие клещи	277
в) Электроизмерительные клещи	279
г) Указатели напряжения	281
д) Инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками	285
е) Диэлектрические перчатки, галоши, боты, сапоги и ковры	286
ж) Изолирующие подставки	288
з) Временные переносные защитные заземления	289
и) Временные переносные ограждения	291
8.3. Электрические испытания изолирующих электрозащитных средств	293
а) Условия, нормы и сроки испытаний	293
б) Производство испытаний	296

Глава девятая. Защита от воздействия электромагнитного поля промышленной частоты в электроустановках сверх- и ультравысокого напряжений	298
9.1. Биологическое действие электромагнитного поля промышленной частоты	298
9.2. Напряженность электрического поля	301
9.3. Ток, стекающий в землю с человека, находящегося в электрическом поле 50 Гц	309
9.4. Гигиенические нормативы	316
9.5. Экранирующий костюм	321
а) Защитный принцип	321
б) Конструкция костюма	322
в) Область и условия применения	323
9.6. Экранирующие устройства	325
а) Защитный принцип	325
б) Конструкция и размещение	326
в) Условия применения	329
9.7. Некоторые особенности производства работ в зоне влияния	329
 Глава десятая. Безопасность при пофазном ремонте воздушных линий электропередачи	 332
10.1. Особенности пофазного ремонта	332
10.2. Электростатическое влияние	333
а) Значение наведенного потенциала на отключенном проводе	333
б) Потенциальная характеристика незаземленного провода	338
в) Опасность прикосновения к проводу	338
10.3. Электромагнитное влияние	341
а) Значение наведенной ЭДС на отключенном проводе	341
б) Потенциальная характеристика незаземленного провода	344
в) Потенциальная характеристика заземленного провода	349
г) Опасность прикосновения к проводу	353
10.4. Меры безопасности при пофазном ремонте	359
а) Способы обеспечения безопасности прикосновения к проводу	359
б) Подготовка провода к ремонту и производство работ	361
 Глава одиннадцатая. Безопасность при работах под напряжением на воздушных линиях электропередачи	 365
11.1. Особенности и достоинства метода работ под напряжением	365
11.2. Принцип, положенный в основу метода работ под напряжением	366

а) Электрическая схема	366
б) Емкостный ток человек — земля и его ограничение	367
11.3. Средства для выполнения работ под напряжением и порядок выполнения работ	372
а) Изолирующие электротехнические средства для выполнения работ под напряжением	372
б) Механические средства для выполнения работ под напряжением	375
в) Описание отдельных видов работ	377
11.4. Анализ возможных опасностей при работе под напряжением	381
а) Причины поражения током и способы их устранения	381
б) Условия возникновения и значения внутренних перенапряжений на месте работы людей	382
в) Условия возникновения и значения атмосферных перенапряжений на месте работы людей	383
г) Уровень изоляции по условиям безопасности	386
11.5. Некоторые требования техники безопасности к производству работ под напряжением на ВЛ электропередачи.	389

Глава двенадцатая. Организация безопасной эксплуатации электроустановок 391

12.1. Общие положения	391
а) Персонал, обслуживающий электроустановки	392
б) Медицинское освидетельствование персонала	393
в) Обучение персонала	393
г) Проверка знаний персоналом правил и инструкций.	395
д) Квалификационные группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки	396
е) Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током	397
ж) Содержание (объем) эксплуатации электроустановок	402
12.2. Оперативное обслуживание действующих электроустановок	403
а) Дежурства в электроустановках	403
б) Осмотры электроустановок	405
в) Оперативные переключения	409
12.3. Производство работ в действующих электроустановках	416
а) Категории работ	416
б) Условия производства работ	418
в) Лица, ответственные за безопасность производства работ	419
г) Выдача нарядов и распоряжений на производство работ	420
д) Отключение токоведущих частей	420

е) Вывешивание переносных плакатов безопасности и ограждение места работ	422
ж) Проверка отсутствия напряжения на отключенных токоведущих частях	424
з) Наложение временных заземлений	426
и) Допуск бригады к работе	428
к) Надзор во время работы	428
л) Перерывы в работе и окончание работ	430
Список литературы	431
Оглавление	433

Учебное издание

Долин Петр Алексеевич
Основы техники безопасности
в электроустановках

Редакторы *Л.Л. Жданова, Н.В. Ольшанская*
Компьютерная верстка *И.И. Шильштейна*

Лицензия № 063079 от 26.10.98.

Сдано в набор 14.09.99. Подписано в печать 1.08.2000.
Печ. л. 27,5. Формат 60×88/16. Тираж 1000 экз. Заказ. *321*

Издательство «ЗНАК», Москва 103012, Б. Черкасский пер., 2/10
Типография МЭИ
Москва 111250, Красноказарменная ул., 13