

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ
РЕСПУБЛИКИ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт
менеджмента
Кафедра электромеханики и транспортных систем

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по дисциплине
«Электробезопасность»
для студентов направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям),
профиль: «Безопасность технологических процессов и производств»

Луганск 2023

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом
ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ»
(протокол № от 2023 г.)*

Конспект лекций по дисциплине «Электробезопасность» для студентов направления подготовки Профессиональное обучение (по отраслям), профиль «Безопасность технологических процессов и производств» / Сост.: А.Г. Петров–Стаханов: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В.Даля» 2023 – 76 с.

Цель пособия – сформировать необходимые теоретические знания по дисциплине, уметь оказывать первую помощь пострадавшим при поражении электрическим током.

В конспекте лекций по дисциплине «Электробезопасность» изложены: классификация производственных помещений по степени опасности поражения током; средства и методы обеспечения электробезопасности; особенности действия электрического тока на организм человека; виды электрических травм; факторы, определяющие действие электрического тока на организм человека; первая (доврачебная) помощь пострадавшим при поражении электрическим током.

Составители:

доц. Петров А.Г.

Ответственный за выпуск:

доц. Петров А.Г.

Рецензент:

доц. Черникова С.А.

© Петров А.Г.

© ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.	ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, КОМПЛЕКСНЫЙ ХАРАКТЕР ПОНЯТИЯ.....	5
1.1	Общие положения и основные понятия электробезопасности.....	5
1.2	Обязанности работодателя по обеспечению электробезопасности.....	9
1.3	Особенности поражения электрическим током.....	10
2.	ДЕЙСТВИЕ ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА.	11
2.1	Основные причины и условия поражения электрическим током	11
2.2	Меры первой доврачебной помощи.....	13
2.3	Освобождение пострадавшего от действия травмирующих факторов...	15
2.4	Способы оказания первой помощи.....	18
3.	АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ В РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	23
3.1	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	23
3.2	Факторы, определяющие действие электрического тока на организм человека.....	24
3.3	Электрическое сопротивление тела человека.....	29
3.4	Нормирование напряжений и токов через человека.....	30
4.	ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И ИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ.....	32
4.1	Системы заземления электрических сетей.....	32
4.2	Защитное заземление и зануление.....	36
5.	ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	45
5.1	Общие сведения по основам рационального выбора и использования электрооборудования.....	45
5.2	Выбор электрооборудования по техническим параметрам.....	45
5.3	Классификация электроустановок в соответствии с нормативной документацией.....	47
5.4	Выбор типа защиты электрооборудования.....	49
6.	ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ.....	51
6.1	Классификация УЗО.....	51
6.2	Назначение, принцип действия, область применения.....	54
7.	ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	58
7.1	Основные требования безопасности при обслуживании электроустановок.....	58
7.2	Требования к работникам.....	58
7.3	Оперативное обслуживание электроустановок.....	61
7.4	Выполнение работ в электроустановках.....	64
7.5	Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	68
	ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ	72

ВВЕДЕНИЕ

Роль и значение электрической энергии в развитии народного хозяйства общеизвестны. Электричество стало основой развития всех отраслей техники, базой для развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства и обеспечило возможность комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, развитие вычислительной техники, роботизацию и компьютеризацию производства, повышение продуктивности общественного производства.

Столь широкому распространению электрической энергии во всех отраслях техники способствовали удобность передачи ее на большие расстояния, а также возможность достаточно просто преобразовывать ее в другие виды энергии: механическую, световую, тепловую, химическую и другие.

В настоящее время едва ли найдется профессия, место на производстве или в быту, где бы мы не встречались с электричеством. И именно поэтому весьма важное значение имеет электробезопасность, т.е. защита человека, обслуживающего электрооборудование или пользующегося электроприборами, от поражения электрическим током. Особую актуальность приобретает данная проблема в силу того, что человек не имеет органов восприятия электричества на расстоянии и поэтому оно представляет собой существенно потенциальную опасность.

Электробезопасностью называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Она достигается: конструкцией электроустановок; техническими способами и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями. Требования (правила и нормы) электробезопасности конструкции и устройства электроустановок изложены в системе стандартов безопасности труда, а также в стандартах и технических условиях на электротехнические изделия.

Электроустановками называются также устройства, которые производят, преобразуют, распределяют и потребляют электрическую энергию. Наружными или открытыми электроустановками называют электроустановки, находящиеся на открытом воздухе, а внутренними или закрытыми - находящиеся в закрытом помещении. Электроустановки могут быть постоянные и временные. По условиям электробезопасности электроустановки разделяют на электроустановки напряжением до 1000 В включительно и выше 1000 В.

Технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность, устанавливаются с учетом (ГОСТ 12,1.019--79):

- номинального напряжения, рода и частоты тока электроустановки;
- способа электроснабжения (от стационарной сети, от автономного источника питания электроэнергией);
- режима нейтрали (средней точки) источника питания электроэнергией (изолированная, заземленная нейтраль);
- вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные);
- условий внешней среды (помещения: особо опасные, повышенной опасности, без повышенной опасности, на открытом воздухе).

1. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, КОМПЛЕКСНЫЙ ХАРАКТЕР ПОНЯТИЯ. ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА.

1.1. Общие положения и основные понятия электробезопасности

Требования электробезопасности изложены в ряде нормативных документов, основными из которых являются:

- Правила устройства электроустановок (издание седьмое), утвержденные приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 N 204;
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 N 6;
- Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 5.12.2020 N 903н;
- Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках, утвержденная приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 N 261 и др.

Названные нормативные документы распространяются на работников из числа электротехнического, электротехнологического и неэлектротехнического персонала, а также на работодателей (физических и юридических лиц независимо от форм собственности и организационно-правовых форм), занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения.

В организациях должен осуществляться контроль за соблюдением требований электробезопасности и инструкций по охране труда, контроль за проведением инструктажей по электробезопасности. Нарушение требований электробезопасности влечет за собой ответственность в соответствии с действующим законодательством.

Государственный надзор за соблюдением требований электробезопасности осуществляется органами федерального государственного энергетического надзора.

Основные понятия электробезопасности

- **Электробезопасность** – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

- **Электроустановка** – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

- **Персонал электротехнический** – административно-технический, оперативный, оперативно-ремонтный, ремонтный персонал, организующий и осуществляющий монтаж, наладку, техническое обслуживание, ремонт, управление режимом работы электроустановок.

• **Персонал электротехнологический** – персонал, у которого в управляемом им технологическом процессе основной составляющей является электрическая энергия (например, электросварка, электродуговые печи, электролиз и пр.), использующий в работе ручные электрические машины, переносной электроинструмент и светильники, и другие работники, для которых должностной (производственной) инструкцией или инструкцией по охране труда установлено знание правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (где требуется II или более высокая группа по электробезопасности).

Более подробно основные термины, применяемые в правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей, и их определения представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Термины, применяемые в правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей

Блокировка электротехнического изделия (устройства)	Часть электротехнического изделия (устройства), предназначенная для предотвращения или ограничения выполнения операций одними частями изделия при определенных состояниях или положениях других частей изделия в целях предупреждения возникновения в нем недопустимых состояний или исключения доступа к его частям, находящимся под напряжением
Взрывозащищенное электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование)	Электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование) специального назначения, которое выполнено таким образом, что устранена или затруднена возможность воспламенения окружающей его взрывоопасной среды вследствие эксплуатации этого изделия
Воздушная линия электропередачи (далее — ВЛ)	Устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т.п.). За начало и конец воздушной линии электропередачи принимаются линейные порталы или линейные вводы распределительного устройства (далее — РУ), а для ответвлений — ответвительная опора и линейный портал или линейный ввод РУ
Встроенная подстанция	Электрическая подстанция, занимающая часть здания
Вторичные цепи электропередачи	Совокупность рядов зажимов, электрических проводов и кабелей, соединяющих приборы и устройства управления электроавтоматики, блокировки, измерения, защиты и сигнализации
Инструктаж целевой	Указания по безопасному выполнению конкретной работы в электроустановке, охватывающие категорию работников, определенных нарядом или распоряжением, от выдавшего наряд, отдавшего распоряжение до члена бригады или исполнителя
Источник электрической энергии	Электротехническое изделие (устройство), преобразующее различные виды энергии в электрическую энергию
Кабельная линия электропередач (далее	Линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с

— КЛ)	соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслонаполненных кабельных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла
Комплексно распределительное устройство	Распределительное устройство, состоящее из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них коммутационными аппаратами, оборудованием, устройствами защиты и автоматики, поставляемое в собранном или полностью подготовленном для сборки виде. Комплексное распределительное устройство (далее — КРУ) предназначено для внутренней установки. Комплексное распределительное устройство (далее — КРУН) предназначено для наружной установки
Комплектная трансформаторная (преобразовательная) подстанция	Подстанция, состоящая из трансформаторов (преобразователей) и блоков (КРУ или КРУН и других элементов), поставляемых в собранном или полностью подготовленном для сборки виде. Комплектные трансформаторные (преобразовательные) подстанции (далее — КТП, КПП) или части их, устанавливаемые в закрытом помещении, относятся к внутренним установкам, устанавливаемые на открытом воздухе, — к наружным установкам
Линия электропередачи	Электрическая линия, выходящая за пределы электростанции или подстанции и предназначенная для передачи электрической энергии
Нейтраль	Общая точка соединенных в звезду обмоток (элементов) электрооборудования
Преобразовательная подстанция	Электрическая подстанция, предназначенная для преобразования рода тока или его частоты
Приемник электрической энергии (электроприемник)	Аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии
Передвижной электроприемник	Электроприемник, конструкция которого обеспечивает возможность его перемещения к месту применения по назначению с помощью транспортных средств или перекатывания вручную, а подключение к источнику питания осуществляется с помощью гибкого кабеля, шнура и временных разъемных или разборных контактных соединений
Принципиальная электрическая схема электростанции (подстанции)	Схема, отображающая состав оборудования и его связи, дающая представление о принципе работы электрической части электростанции (подстанции)
Сеть оперативного тока	Электрическая сеть переменного или постоянного тока, предназначенная для передачи и распределения электрической энергии, используемой в цепях управления, автоматики, защиты и сигнализации электростанции (подстанции)
Силовая электрическая цепь	Электрическая цепь, содержащая элементы, функциональное назначение которых состоит в производстве или передаче основной части электрической энергии, ее распределении, преобразовании в другой вид энергии или в электрическую энергию с другими значениями параметров
Система сборных шин	Комплект элементов, связывающих присоединения электрического распределительного устройства
Токопровод	Устройство, выполненное в виде шин или проводов с изоляторами и поддерживающими конструкциями, предназначенное для передачи и распределения электрической энергии в пределах электростанции,

	подстанции или цеха
Трансформаторная подстанция	Электрическая подстанция, предназначенная для преобразования электрической энергии одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения с помощью трансформаторов
Тяговая подстанция	Электрическая подстанция, предназначенная, в основном, для питания транспортных средств на электрической тяге через контактную сеть
Щит управления электростанции (подстанции)	Совокупность пультов и панелей с устройствами управления, контроля и защиты электростанции (подстанции), расположенных в одном помещении
Электрическая подстанция	Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии
Электрическая сеть	Совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории
Глухозаземленная нейтраль	Нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно
Изолированная нейтраль	Нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств
Электрический распределительный пункт	Электрическое распределительное устройство, не входящее в состав подстанции
Электрическое распределительное устройство	Электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы
Электрооборудование	Совокупность электрических устройств, объединенных общими признаками. Признаками объединения в зависимости от задач могут быть: назначения, например, технологическое; условия применения, например, в тропиках; принадлежность объекту, например, станку, цеху
Эксплуатация	Стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается или восстанавливается его качество
Электропроводка	Совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, установочными и защитными деталями, проложенных по поверхности или внутри конструктивных строительных элементов зданий и сооружений
Электростанция	Электроустановка, предназначенная для производства электрической или тепловой энергии, состоящая из строительной части, оборудования для преобразования различных видов энергии в электрическую или электрическую и тепловую, вспомогательного оборудования и электрических распределительных устройств
Электроустановка	Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии
Электроустановка	Электроустановка или ее часть, которая находится под напряжением.

действующая	либо на которую напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов
Испытательное напряжение промышленной частоты	Действующее значение напряжения переменного тока 50 Гц, которое должна выдерживать в течение заданного времени внутренняя и / или внешняя изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания
Испытательное выпрямленное напряжение	Амплитудное значение напряжения, прикладываемое к электрооборудованию в течение заданного времени при определенных условиях испытания
Электрооборудование с нормальной изоляцией	Электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, подверженных действию грозовых перенапряжений, при обычных мерах защиты от перенапряжений
Электрооборудование с облегченной изоляцией	Электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, не подверженных действию грозовых перенапряжений, или при специальных мерах защиты, ограничивающих амплитуду грозовых перенапряжений
Ненормированная измеряемая величина	Величина, абсолютное значение которой не регламентировано нормами. Оценка состояния электрооборудования в этом случае производится сопоставлением измеренного значения с данными предыдущих измерений или аналогичных измерений на однотипном электрооборудовании с заведомо хорошими характеристиками, с результатами остальных испытаний и т.д.

1.2. Обязанности работодателя по обеспечению электробезопасности

Работодатель обязан обеспечить:

- содержание электроустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;
- своевременное и качественное проведение технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, испытаний, модернизации и реконструкции электроустановок и электрооборудования;
- подбор электротехнического и электротехнологического персонала, периодические медицинские осмотры работников, проведение инструктажей по безопасности труда, пожарной безопасности;
- обучение и проверку знаний электротехнического и электротехнологического персонала;
- надежность работы и безопасность эксплуатации электроустановок;
- охрану труда электротехнического и электротехнологического персонала;
- охрану окружающей среды при эксплуатации электроустановок;
- учет, анализ и расследование нарушений в работе электроустановок, несчастных случаев, связанных с эксплуатацией электроустановок, и принятие мер по устранению причин их возникновения;
- представление сообщений в органы госэнергонадзора об авариях, смертельных, тяжелых и групповых несчастных случаях, связанных с эксплуатацией электроустановок;
- разработку должностных, производственных инструкций и инструкций по охране труда для электротехнического персонала;

- укомплектование электроустановок защитными средствами, средствами пожаротушения и инструментом;
- учет, рациональное расходование электрической энергии и проведение мероприятий по энергосбережению;
- проведение необходимых испытаний электрооборудования, эксплуатацию устройств молниезащиты, измерительных приборов и средств учета электрической энергии;
- выполнение предписаний органов государственного энергетического надзора.

1.3. Особенности поражения электрическим током

1. Отсутствие внешних признаков грозящей опасности поражения электрическим током (ток невозможно увидеть, услышать, обонять или как-то иначе, заблаговременно обнаружить возможность поражения).

2. Тяжесть исхода электротравм (потеря трудоспособности бывает, как правило, длительная, возможен смертельный исход).

3. Токи промышленной частоты. (50 Гц), величиной 10-25 мА могут вызвать интенсивные судороги мышц, человек как бы приковывается к токоведущим частям и не может самостоятельно освободиться от действия Электротока.

Внешний ток, взаимодействуя с биотоками организма, может нарушить нормальный характер, их воздействия на ткани и вызвать произвольные сокращения мышц.

4. После воздействия электротока не исключена возможность последующего механического травмирования. (Работа на высоте - поражение электротоком - потеря сознания - падение - травма).

Классификация воздействия электрического тока на организм

1. **Тепловое** - ожоги различных степеней, нагрев и повреждение сосудов, перегрев сердца, мозга и других органов, что вызывает функциональные расстройства,

2. **Химическое** (электрическое) - разложение крови.

3. **Биологическое** - нарушение процессов жизнедеятельности организма (судороги, потеря сознания, нарушение работы сердца, дыхания).

4. **Механическое** - разрыв тканей организма.

Контрольные вопросы:

1. Что такое электробезопасность?
2. Кем осуществляется надзор за соблюдением требований электробезопасности?
3. Классификация воздействия электрического тока на организм.
4. Кто входит в состав электротехнического персонала?
5. Особенности поражения электрическим током.

2. ДЕЙСТВИЕ ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА. НОРМИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ ЧЕРЕЗ ЧЕЛОВЕКА. МЕРЫ ПЕРВОЙ ДОВРАЧЕБНОЙ ПОМОЩИ.

2.1 Основные причины и условия поражения электрическим током

1. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением.
2. Прикосновение к нетоковедущим, но токопроводящим частям электрооборудования, оказавшиеся под напряжением из-за неисправности изоляции или защитных устройств.
3. Попадание под шаговое напряжение.
4. Нарушение правил технической эксплуатации электроустановок, потребителей и правил техники безопасности.

Шаговое напряжение - напряжение между двумя точками земли в зоне замыкания фазы на землю, отстоящим друг от друга на расстоянии одного шага (0,8 м).

Наибольшую величину шаговое напряжение имеет вблизи от места замыкания.

На расстоянии 8 метров и более от места замыкания оно, практически не представляет опасности.

Работники, обнаружившие обрыв КС или ВЛ, должны сообщить об этом на предприятие электросетей. Следует организовать охрану, чтобы предотвратить приближение к проводу людей и животных. Также следует оградить сигналами место препятствия и дожидаться прибытия ремонтной бригады.

Основные виды поражения электрическим током

1. Электрические травмы.
2. Электрические удары.
3. Электрический шок.

1. Электрическая травма – местное поражение тканей и органов электрическим током: ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, электрофтальмия (поражение глаз, воздействие на них электрической дуги.).

Электрический ожог - повреждение поверхности тела или внутренних органов под действием электродуги или больших токов, проходящих через тело человека.

Ожоги бывают двух видов: токовый (контактный) и дуговой.

Токовый ожог обусловлен прохождением тока непосредственно через тело человека в результате прикосновения к токоведущим частям. Это следствие преобразования электрической энергии в тепловую. Как правило, это ожог кожи, так как она обладает во много раз большим сопротивлением, чем другие ткани.

Тепловые ожоги возникают при работе с относительными небольшим напряжением 1-2 кВ и являются, в большинстве случаев, ожогами I и II степени, (иногда бывают тяжелые). При напряжениях более высоких, между токоведущей частью и человеком, или между токоведущими частями образуется электрическая дуга, которая вызывает возникновение дугового ожога.

Дуговой ожог – воздействие на тело электрической дуги, обладающей высокой температурой (свыше 3500° С) и большой энергией. Такой ожог возникает обычно в установках высокого напряжения и носит тяжелый характер.

Ожоги дугой постоянного тока переносятся тяжелее ожогов переменного тока.

Степени ожогов

1. Покраснение кожи.
2. Образование пузырей.
3. Обугливание кожи.
4. Обугливание подкожной клетчатки, мышц, сосудов, нервов, костей.

Состояние пострадавшего зависит не столько от степени ожога, сколько от площади поверхности тела, пораженной ожогом.

Электрический знак – четко очерченные пятна, диаметром 1-5 мм, серого или бледно-желтого цвета, появляющиеся на коже человека подвергнувшемуся действию электрического тока. Пораженный участок затвердевает подобно мозоли. В большинстве случаев электрические знаки безболезненны. С течением времени верхний слой кожи сходит и пораженное место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность.

Электрометаллизация кожи – проникновение в кожу частиц металла, в следствии его разбрызгивания и испарения под действием тока – при горении электрической дуги кожа становится жесткой, шероховатой. Цветом соединений металла проникшего в кожу. Электрометаллизация может произойти при коротких замыканиях, при отключении разъединителей и рубильников. Находящихся под нагрузкой. С течением времени больная кожа отходит, исчезают болезненные ощущения.

Электроофтальмия – воспаление наружной оболочки глаз. Это следствие воздействия на глаза электрической дуги, которая излучает весь спектр лучей – от ультрафиолетового до инфракрасного. Обнаруживается спустя 2-6 часов после облучения. Наблюдается покраснение и воспаление слизистых оболочек глаз. Слезотечение, гнойные выделения из глаз, спазмы век и частичное ослепление. Пострадавший испытывает сильную головную боль, резкую боль в глазах, которая усиливается на свету. В тяжелых случаях воспаляется роговая оболочка глаза, нарушается ее прозрачность, расширяются сосуды роговой и слизистой оболочек, сужается зрачок. Болезнь может продлиться несколько дней. Возможна потеря зрения. Предупреждение электроофтальмии – применение защитных очков со светофильтрами, которые защищают глаза от ультрафиолетовых лучей.

2. Электрический удар – возбуждение живых тканей организма проходящим через них электрическим током, сопровождающиеся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. Степень отрицательных воздействий этих влияний на организм может быть различна. Электрический удар может привести к нарушению или, даже полной гибели организма. Внешних местных повреждений (электрических травм) человек при этом может не иметь.

Четыре степени электрических ударов:

1. Судорожные сокращения мышц без потери сознания .
2. Судорожные сокращения мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца.
3. Потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания; либо и того и другого вместе.

4. Клиническая смерть – отсутствие дыхания и кровообращения. Клиническая смерть – это переходной период от жизни к смерти, наступающей в момент прекращения деятельности сердца и легких. Отсутствие всех признаков жизни: дыхания, сердцебиения, зрачки глаз расширены, не реагируют на свет, нет реакции на болевые раздражения. Длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга.

В большинстве случаев она составляет 4-5 минут, а при гибели здорового человека от случайной причины, в частности от электрического тока 7-8 минут.

Причины смерти от электрического тока - прекращение работы сердца, прекращение дыхания и электрический шок. Работа сердца может прекратиться в результате прямого воздействия тока на мышцы сердца или рефлекторного, когда сердце не лежит на пути тока. В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить его фибрилляция, т.е. беспорядочное сокращение и расслабление мышечных волокон сердца. Фибрилляция может наступить при воздействии тока 0,1 А с частотой 50 Гц. Фибрилляция продолжается недолго и сменяется полной остановкой сердца. Если сразу же не оказана первая помощь, то наступает клиническая смерть. Вывести сердце из состояния фибрилляции можно с помощью специального аппарата – электрического дефибриллятора. Электрическая дефибрилляция заключается в кратковременном (0,01 сек.) воздействии на сердце сильным током.

При подготовке к дефибриляции нельзя прерывать массаж сердца более чем на 3-5 секунд.

3. Электрический шок – своеобразная реакция нервной системы организма в ответ на сильное раздражения электрическим током; расстройство кровообращения, дыхания повышение кровяного давления.

Первая фаза – возбуждение.

Вторая фаза – торможение и истощение нервной системы.

Во второй фазе учащается пульс, ослабевает дыхание, возникает угнетенное состояние и полная безучастность к окружающему, при сохранившемся сознании. Шоковое состояние может длиться от нескольких минут до суток, после чего организм гибнет.

2.2. Меры первой доврачебной помощи.

Первая помощь лицам, пострадавшим от электрического тока

Первая помощь – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего. Ее должен оказывать тот, кто находится рядом с пострадавшим (взаимопомощь), или сам пострадавший (самопомощь) до прибытия медицинского работника.

От того, насколько умело и быстро оказана первая помощь, зависит жизнь пострадавшего и, как правило, успех последующего лечения. Поэтому каждый должен знать, как оказывать первую помощь и уметь ее оказать пострадавшему и себе.

Весь персонал должен периодически проходить теоретическое и практическое обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим и инструктаж о

способах ее оказания. Занятия должны проводить компетентные работники из числа медицинского персонала совместно с инженерно-техническими работниками предприятия.

Ответственность за организацию обучения на предприятии несут руководители предприятий.

Для того чтобы первая помощь была своевременной и эффективной, в местах постоянного дежурства персонала должны иметься:

- аптечки (или сумки первой помощи у бригаиров при работе вне территории предприятия) с набором необходимых медикаментов и медицинских средств для оказания первой помощи;

- плакаты, изображающие приемы оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях, проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца, вывешенные на видных местах;

- указатели и знаки для облегчения поиска аптек первой помощи и здравпунктов. При выполнении работ посторонними организациями, персонал этих организаций должен быть поставлен в известность о местонахождении аптек и здравпунктов.

1. Растворы питьевой соды и борной кислоты предусматриваются только для рабочих мест, где проводятся работы с кислотами и щелочами.

2. В цехах и лабораториях, где не исключена возможность отравления и поражения ядовитыми газами и вредными веществами, состав аптечки должен быть соответственно пополнен.

3. В набор средств или сумок первой помощи не входят, резиновый пузырь для льда, стакан, чайная ложка, борная кислота и питьевая сода. Остальные позиции для сумок первой помощи комплектуются в количестве 50% указанных в списке.

4. В летний период в местах работы, где возможна ужаление насекомыми, в аптечках (сумках первой помощи) должны быть димедрол одна упаковка, и кордиамин (один флакон).

5. На внутренней стороне дверцы аптечки следует четко указать, какие медикаменты при каких травмах применяется (например. при кровотечении из носа – 3%-ный раствор перекиси водорода и т.д.).

Для правильной организации первой помощи в каждом подразделении необходимо выполнять следующие мероприятия:

- должны быть выделены работники, в обязанности которых входит систематическое пополнение аптек и сумок первой помощи и поддержание в надлежащем состоянии хранящихся в них медицинских средств,

- должен быть организован систематический контроль за правильностью оказания первой помощи, своевременным и обязательным направлением пострадавшего в медицинский пункт, а также за состоянием и своевременным пополнением аптечки и сумок необходимыми медикаментами и медицинскими средствами для оказания первой помощи.

Оказывающий помощь должен знать основные признаки нарушения жизненно важных функций организма человека, а также уметь освободить пострадавшего от действия опасных и вредных факторов, оценить состояние пострадавшего, определить последовательность применяемых приемов помощи, при

необходимости использовать подручные средства при оказании помощи и транспортировке пострадавшего.

Последовательность действий при оказании первой помощи пострадавшему такова:

- устранение воздействия на организм пострадавшего опасных и вредных факторов (освобождение от действия электрического тока, вынос из зараженной атмосферы, гашение горячей одежды и т.д.).

- оценка состояния пострадавшего,

- определение характера травмы, создающей для жизни пострадавшего, и последовательности действий по его спасению, выполнение необходимых мероприятий по спасению пострадавшего в порядке срочности (восстановление проходимости дыхательных путей; проведение искусственного дыхания, наружного массажа сердца; остановка кровотечения; иммобилизация (создание покоя) места перелома; наложение повязки и т.д.),

- поддержание основных жизненных функций организма пострадавшего до прибытия медицинского персонала,

- вызов скорой медицинской помощи, врача или принятия мер для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

В случае невозможности вызова медицинского персонала на место происшествия необходимо обеспечить транспортировку пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. Перевозить пострадавшего можно только при устойчивом дыхании и пульсе.

В том случае, когда состояние пострадавшего не позволяет его транспортировать, необходимо поддерживать его основные жизненные функции до прибытия медицинского работника.

2.3. Освобождение пострадавшего от действия травмирующих факторов

1. Оказание помощи пострадавшему начинается с момента освобождения его от действия травмирующего фактора; отключения электроустановки; снятия напряжения с токоведущих частей или отделения от них пострадавшего; выноса его из зоны напряжения шага и др.; выноса из опасной зоны (загазованной, запыленной, повышенной или пониженной температуры воздуха и др.); остановки производственного оборудования, движущихся машин и механизмов, тушения горячей одежды и др. При этом оказывающий помощь должен защитить себя от воздействия того же травмирующего фактора, применяя соответствующие средства защиты. переносить пострадавшего в другое место следует только в тех случаях, когда ему или лицу, оказывающему помощь, продолжает угрожать опасность, или когда оказание помощи на месте невозможно.

2. Освобождение от действия электрического тока. При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия тока, так как от продолжительности его действия на организм зависит тяжесть электротравмы.

Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, вызывает в большинстве случаев непроизвольное судорожное сокращение мышц и общее возбуждение, которое может привести к нарушению и даже полному

прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения. Если пострадавший держит провод руками, его пальцы сжимаются так сильно, что высвободить провод из его рук становится невозможным. Поэтому первым действием оказывающего помощь должно быть быстрое отключение той части электроустановки, которой касается пострадавший.

Отключить электроустановку можно с помощью выключателя, рубильника или другого отключающего аппарата, а также путем снятия предохранителей, разъема штепсельного соединения, создания искусственного короткого замыкания на воздушной линии (набросом) и т.д.

Если пострадавший находится на высоте, то отключение установки и тем самым освобождение пострадавшего от действия тока может вызвать его падение с высоты. В этом случае необходимо принять меры для предотвращения дополнительных травм.

При отключении установки может одновременно погаснуть электрический свет, поэтому при отсутствии дневного освещения необходимо обеспечить освещение от другого источника (включить аварийное освещение, аккумуляторные фонари и т.п. с учетом взрыво- и пожароопасности помещения), не задерживая при этом отключения установки и оказания помощи пострадавшему.

Если отсутствует возможность быстрого отключения электроустановки, то необходимо принять меры к отделению пострадавшего от токоведущих частей, к которым он прикасается. При этом во всех случаях оказывающий помощь не должен прикасаться к пострадавшему без применения надлежащих мер предосторожности, так как это опасно для жизни. Он должен также следить за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или под напряжением шага, находясь в зоне растекания тока замыкания на землю.

При напряжении до 1000 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода следует воспользоваться канатом, палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей за одежду (если она сухая и отстает от тела) например, за полы пиджака или пальто, за воротник, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела пострадавшего, не прикрытым одеждой. Можно оттащить пострадавшего за ноги, при этом оказывающий помощь не должен касаться его обуви или одежды без хорошей изоляции своих рук. Так как обувь и одежда могут быть сырыми и являться проводниками электрического тока. Для изоляции рук оказывающий помощь, особенно если ему необходимо коснуться тела пострадавшего, не прикрытого одеждой должен надеть диэлектрические перчатки или обмотать руку шарфом, надеть на нее суконную фуражку, натянуть на руку рукав пиджака или пальто, накинуть на пострадавшего резиновый ковер, прорезиненную материю (плащ) или просто сухую материю. Можно так же изолировать себя, встав на резиновый ковер, сверток сухой одежды и т.п. При отделении пострадавшего от токоведущих частей следует действовать одной рукой.

Если электрический ток проходит в землю через пострадавшего и он судорожно сжимает в руке токоведущий элемент (например, провод), проще

прервать действие тока, отделив пострадавшего от земли (подсунув под него сухую доску или оттянув ноги от земли веревкой или одеждой), соблюдая при этом указанные выше меры предосторожности как по отношению к самому себе, так и по отношению к пострадавшему. Можно также перерубить провод топором о сухой деревянной рукояткой или сделать разрыв, применяя инструмент с изолирующими рукоятками (кусачки, пассатижи и т.п.). Можно воспользоваться инструментом без изолирующей рукоятки, обернув его рукоятку сухой материей. Перерубать провода необходимо пофазно, т.е. разрубать провод каждой фазы отдельно, при этом следует изолировать себя от земли (стоять на сухих досках, деревянной лестнице и т.п.).

При напряжении выше 1000 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать средства защиты: надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение. На воздушных линиях электропередачи 6-20 кВ, когда нельзя быстро отключить их со стороны питания, следует создать искусственное короткое замыкание для отключения ВЛ. Для этого на провода ВЛ надо набросить гибкий неизолированный проводник. Набрасываемый проводник должен иметь достаточное сечение во избежание перегорания при прохождении через него тока короткого замыкания. Перед тем как набросить проводник, один его конец надо заземлить (Присоединить к телу металлической опоры, заземляющему спуску или отдельному заземлителю и др.), а на другой конец для удобства наброса желательно прикрепить груз. Набрасывать проводник надо так, чтобы он не коснулся людей, в том числе оказывающего помощь и пострадавшего. При набросе проводника необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками и ботами.

Оказывающему помощь следует пошить об опасности напряжения шага, если токоведущая часть (провод и т.п.) лежит на земле. Перемещаться в этой зоне нужно с особой осторожностью, используя средства защиты для изоляции от земли диэлектрические галоши, боты, ковры, изолирующие подставки) или предметы, плохо проводящие электрический ток (сухие доски, бревна и т.п.). Без средств защиты перемещаться в зоне растекания тока замыкания на землю слезет, передвигая ступни ног по земле и не отрывая их одну от другой.

После отделения пострадавшего от токоведущих частей следует вынести его из опасной зоны на расстояние не менее 8 м и от токоведущей части (провода).

3. Тушение горячей одежды. Если на человеке загорелась одежда, то нужно как можно скорее погасить огонь, но при этом нельзя сбивать пламя незащищенными руками.

Человек в горячей одежде обычно начинает метаться, бегать. Необходимо принять самые решительные меры, чтобы остановить его, ведь движение способствует раздуванию пламени.

Воспламеняющуюся одежду нужно быстро сбросить, сорвать, либо погасить, заливая водой, а, зимой присыпая снегом. Можно сбить пламя, катаясь в горячей одежде по полу, земле. На человека в горячей одежде можно также накинуть плотную ткань, одеяло, брезент, которые после ликвидации пламени необходимо убрать, чтобы уменьшить термическое воздействие на кожу человека. Человека в

горящей одежде нельзя укутывать с головой, так как это может привести к поражению дыхательных путей и отравлению токсичными продуктами горения.

2.4. Способы оказания первой помощи

1. Способы оказания первой помощи зависят от состояния пострадавшего. Признаки, по которым можно быстро определить состояние здоровья пострадавшего, следующие:

- сознание: ясное, отсутствует, нарушено (пострадавший заторможен или возбужден),

- Цвет кожных покровов и видимых слизистых оболочек (губ, глаз): розовые, синюшные, бледные,

- дыхание нормальное, отсутствует, нарушено (неправильное, поверхностное, хрипящее),

- пульс на основных артериях: хорошо определяется (ритм правильный или неправильный), плохо определяется, отсутствует,

- зрачки: расширенные, суженные.

При определенных навыках, владея собой, оказывающий помощь за I мин. должен оценить состояние пострадавшего и решить, в каком объеме и порядке следует оказывать ему помощь.

- Отсутствие сознания у пострадавшего определяют визуально. Чтобы окончательно убедиться в этом, следует обратиться к пострадавшему с вопросом о самочувствии.

Цвет кожных покровов и наличие дыхания (по подъему и опусканию трудной клетки) - оценивают также визуально. Нельзя тратить время на прикладывание ко рту и носу зеркала и блестящих металлических предметов.

Для определения пульса на сонной артерии пальцы руки накладывают на адамово яблоко (трахею) пострадавшего и, продвигая их немного в сторону, ощупывают шею сбоку.

Ширину зрачков при закрытых глазах определяют следующим образом: подушечки указательных пальцев кладут на верхние веки обоих глаз и, слегка придавливая их к главному яблоку, поднимают вверх. При этом глазная щель открывается и на белом фоне видна округлая радужка, а в центре ее - округлой формы черные зрачки, состояние которых (суженные или расширенные) оценивают по площади радужки, которую они занимают.

Степень нарушения сознания, цвет кожных покровов и состояние дыхания можно оценивать одновременно с прощупыванием пульса, что отнимает не более I мин. Осмотр зрачков удается провести за несколько секунд.

При отсутствии видимых тяжелых повреждений на теле пострадавшего после прохождения через него электрического тока или воздействия других опасных факторов пострадавшему нельзя разрешать двигаться, а тем более продолжать работу, так как не исключена возможность внезапного последующего ухудшения состояния его здоровья. Только врач может окончательно решить вопрос о состоянии здоровья пострадавшего. При поражении молнией нельзя зарывать пострадавшего в землю, это принесет только вред и приведет к потерям дорогих для его спасения минут.

2. Если пострадавший в сознании (а до этого был в обмороке или находился в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом), его следует уложить на подстилку, например, из одежды, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, создать приток свежего воздуха, согреть тело, если холодно, обеспечить прохладу, если жарко создать полный покой непрерывно наблюдая за пульсом и дыханием, удалить лишних людей, дать выпить водный раствор настойки валерианы (20 капель).

3. Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, необходимо наблюдать за его дыханием и в случае нарушения дыхания из-за западания языка выдвинуть нижнюю челюсть вперед. Для этого четырьмя пальцами обеих рук захватывают нижнюю челюсть сзади за углы и, упираясь большими пальцами в ее край ниже углов рта, оттягивают и выдвигают вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних. Поддерживать ее в таком положении следует, пока не прекратится западание языка. Пострадавшему, находящемуся в бессознательном состоянии, нужно давать нюхать нашатырный спирт, опрыскивать лицо холодной водой.

При возникновении у пострадавшего рвоты необходимо повернуть его голову и плечи в сторону (лучше налево) для удаления рвотных масс,

4. Если пострадавший дышит очень редко и судорожно, но у него прощупывается пульс, необходимо сразу же начать делать искусственное дыхание. Не обязательно, чтобы при проведении искусственного дыхания пострадавший находился в горизонтальном положении.

Начинать проводить искусственное дыхание нужно сразу же после освобождения пострадавшего, от влияния опасных и вредных факторов, а также во время спуска с опоры, выноса из опасной зоны и т.п.

Если у пострадавшего отсутствует сознание, дыхание, пульс, кожный покров синюшный, а зрачки расширенные, следует немедленно приступить к восстановлению жизненных функций организма путем проведения искусственного дыхания и наружного массажа сердца.

Комплекс этих мероприятий называется реанимацией: (т.е. оживлением), а мероприятия - реанимационными.

Не следует раздевать пострадавшего, теряя на это время. Необходимо помнить, что попытки оживления эффективны лишь в тех случаях, когда с момента остановки сердца прошло не более 4мин, поэтому первую помощь следует оказывать немедленно и по возможности на месте происшествия.

Нельзя отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его умершим при отсутствии таких признаков жизни, как дыхание или пульс. Делать вывод о смерти пострадавшего имеет право только медицинский персонал.

5. Приступив к оживлению, следует позаботиться о вызове врача или скорой медицинской помощи. Это должен сделать не оказывающий помощь, который не может прервать ее оказание, а кто-то другой.

Требуется заметить время остановки дыхания и кровообращения у пострадавшего, время начала проведения искусственного дыхания и наружного массажа сердца, а также продолжительность реанимационных мероприятий и сообщить эти сведения прибывшему медицинскому работнику”.

Способы проведения искусственного дыхания и наружного массажа сердца

1. Искусственное дыхание. Оно проводится в тех случаях, когда пострадавший не дышит или дышит очень плохо (редко, судорожно, как бы со всхлипыванием), а также, если его дыхание постоянно ухудшается независимо от того, чем это вызвано: поражением электрическим током, отравлением, утоплением и др.

Наиболее эффективным способом искусственного дыхания является способ "изо рта в рот" или "изо рта в нос", так как при этом обеспечивается поступление достаточного объема воздуха в легкие пострадавшего. Способ "изо рта в рот" или "изо рта в нос" основан на применении выдыхаемого, оказывающим помощь, воздуха, который насильно подается в дыхательные пути пострадавшего и физиологически пригоден для дыхания пострадавшего. Воздух можно вдвухать через марлю, платок и др. Этот способ искусственного дыхания позволяет легко контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего по расширению грудной клетки после вдвухания и последующему спаданию ее в результате пассивного выдоха.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду и обеспечить проходимость верхних дыхательных путей, которые в положение на спине при бессознательном состоянии закрыты запавшим языком. Кроме того, в полости рта может находиться инородное содержимое (рвотные массы, соскользнувшие протезы, песок, ил, трава, если человек тонул и т.п.), которое не обходимо удалить указательным пальцем, обернутым платком (тканью) или бинтом, повернув голову пострадавшего набок". После этого оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает под его шею, а ладонью другой руки надавливает на лоб, максимально запрокидывая голову. При этом корень языка поднимается и освобождает вход в гортань, а рот пострадавшего открывается. Оказывающий помощь наклоняется к лицу пострадавшего, делает глубокий вдох открытым ртом, затем плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох, с некоторым усилием вдвухает воздух в него, одновременно он закрывает нос пострадавшего щекой или пальцами руки, находящейся на лбу. При этом обязательно следует наблюдать за грудной клеткой пострадавшего, которая должна подниматься. Как только грудная клетка поднялась, нагнетание воздуха приостанавливают, оказывающий помощь приподнимает свою голову, происходит пассивный выдох у пострадавшего.

Для того чтобы выдох был более глубоким, можно несильным нажатием руки на грудную клетку помочь воздуху выйти из легких пострадавшего.

Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и необходимо проводить только искусственное дыхание, то интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 сек, что соответствует частоте дыхания 12 раз в 1 мин. Кроме расширения грудной клетки хорошим показателем эффективности искусственного дыхания может служить порозовение кожных покровов и слизистых оболочек, а также выход пострадавшего из бессознательного состояния и появления у него самостоятельного дыхания.

При проведении искусственного дыхания оказывающий помощь должен следить за тем, чтобы вдуваемый воздух попадал в легкие а не в желудок пострадавшего. При попадании воздуха в желудок, о чем свидетельствует вздутие живота "под ложечкой", осторожно надавливают ладонью на живот между грудиной и пупком. При этом может возникнуть рвота, поэтому необходимо повернуть голову и плечи пострадавшего набок (лучше налево), чтобы очистить его рот и глотку.

Если после вдувания воздуха грудная клетка не поднимается необходимо выдвинуть нижнюю челюсть пострадавшего вперед.

Если челюсти пострадавшего плотно стиснуты и открыть рот не удастся, следует проводить искусственное дыхание по способу "изо рта в нос"

При отсутствии самостоятельного дыхания и наличия пульса искусственное дыхание можно проводить и в положении сидя или вертикальном, если несчастный случай произошел на рабочей площадке или других местах. При этом как можно больше запрокидывают голову пострадавшего назад или выдвигают вперед нижнюю челюсть. Остальные приемы те же.

При появлении первых слабых вдохов у пострадавшего следует приурочить проведение искусственного вдоха к моменту начала у него самостоятельного вдоха.

Прекращают искусственное дыхание после восстановления у пострадавшего достаточно глубокого и ритмичного самостоятельного дыхания.

2. Наружный массаж сердца. Если отсутствует не только дыхание, но и пульс на сонной артерии, одного искусственного дыхания при оказании помощи недостаточно, так как кислород из легких не может переноситься кровью к другим органам и тканям. В этом случае необходимо возобновить кровообращение искусственным путем, для чего следует проводить наружный массаж сердца.

Сердце человека расположено в грудной клетке между грудиной и позвоночником. Грудина - подвижная плоская кость. В положении человека на спине (на твердой поверхности) позвоночник является жестким неподвижным основанием. Если надавливать на грудину, то сердце будет сжиматься между грудиной и позвоночником и кровь из его полостей будет выжиматься в сосуды. Если надавливать на грудину толчкообразными движениями, то кровь будет выталкиваться из полостей сердца почти так же, как это происходит при его естественном сокращении. Это называется наружным (непрямым, закрытым) массажем сердца, при котором искусственно восстанавливается кровообращение. Таким образом, при сочетании искусственного дыхания с наружным массажем сердца имитируются функции дыхания и кровообращения.

Показанием к проведению реанимационных мероприятий является остановка сердечной деятельности, для которой характерно сочетанием следующих признаков: бледность или синюшность кожных покровов, потеря сознания, отсутствие пульса на сонных артериях, прекращение дыхания или судорожные, неправильные вдохи. При остановке сердца, не теряя ни секунда, пострадавшего надо уложить на ровное жесткое основание: скамью, пол, в крайнем случае, подложить под спину доску.

Если помощь оказывает один человек, он располагается с боку от пострадавшего и, наклонившись, делает два быстрых энергичных вдувания (по

способу "изо рта в рот" или "изо рта в нос"), затем разгибается, оставаясь на этой же стороне от пострадавшего, ладонь одной руки кладет на нижнюю половину грудины, отступив на два пальца выше от ее нижнего края, а пальцы приподнимает. Ладонь второй руки он кладет поверх первой поперек или вдоль и надавливает, помогая наклоном своего корпуса. Руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах.

Надавливать следует быстрыми толчками так, чтобы сместить грудину на 4-5 см, продолжительность надавливания не более 0,5 сек, интервал между отдельной надавливаниями не более 0,5 сек.

В паузах руки с грудины не снимают (если помощь оказывают два человека), пальцы остаются приподнятыми, руки полностью выпрямленными в локтевых суставах.

Если оживление проводит один человек, то на каждые два глубоких вдувания он производит 15 надавливаний на грудину, затем снова делает два вдувания и опять повторяет 15 надавливаний и т.д. За минуту необходимо сделать не менее 60 надавливаний и 12 вдуваний, т.е. выполнять 72 манипуляции, поэтому темп реанимационных мероприятий должен быть высоким. Опыт показывает, что больше всего времени затрачивается на искусственное дыхание. Нельзя затягивать вдувание, как только грудная клетка пострадавшего расширилась, его надо прекращать.

При участии в реанимации двух человек соотношение "дыхание - массаж", составляет 1:5, т.е. после одного глубокого вдувания проводится пять надавливаний на грудную клетку. Во время искусственного вдоха пострадавшему тот, кто делает массаж сердца, надавливание не выполняет, так как усилия, развиваемые при надавливании, значительно больше, чем при вдувании (надавливание при вдувании приводит к неэффективности искусственного дыхания, а, следовательно, и реанимационных мероприятий). При проведении реанимации вдвоем, оказывающим помощь, целесообразно меняться местами через 10 – 15 минут.

При правильном выполнении наружного массажа сердца, каждое надавливание на грудину вызывает появление пульса в артериях.

Оказывающие помощь должны периодически контролировать правильность и эффективность наружного массажа сердца по появлению пульса на сонных или бедренных артериях. При проведении реанимации одним человеком ему следует через каждые 2 мин прерывать массаж сердца на 2-3 сек для определения пульса на сонной артерии. Если в реанимации участвуют два человека, то пульс на сонной артерии контролирует тот, кто проводит искусственное дыхание, Появление пульса во время перерыва массажа свидетельствует о восстановлении деятельности сердца (наличии кровообращения). При этом следует немедленно прекратить массаж сердца, но продолжать проведение искусственного дыхания до появления устойчивого самостоятельного дыхания. При отсутствии пульса необходимо продолжать делать массаж сердца.

3. Искусственное дыхание и наружный массаж сердца необходимо проводить до восстановления устойчивости самостоятельного дыхания и деятельности сердца у пострадавшего или до его передачи медицинскому персоналу.

Если реанимационные мероприятия эффективны (определяется пульс на крупных артериях во время надавливания на грудину, сужаются зрачки уменьшается синюшность кожи и слизистых оболочек), сердечная деятельность и самостоятельное дыхание у пострадавшего восстанавливаются.

Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления организма (самостоятельное дыхание, сужение зрачков, попытки пострадавшего двигать руками и ногами и др.) служит признаком фибрилляции сердца. В этих случаях необходимо продолжать делать искусственное дыхание и массаж сердца пострадавшему до передачи его медицинскому персоналу.

Контрольные вопросы:

1. Как именно следует делать искусственное дыхание?
2. Каких видов бывают ожоги?
3. Перечислите факторы, определяющие исход поражения человека электрическим током.
4. Перечислите меры первой помощи пострадавшему от электрического тока.

3. АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ В РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

3.1. Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях

Большой процент травм, вызванных воздействием электрического тока, имеет место при прикосновении человека к металлическим частям или корпусам электроустановок, случайно оказавшимся под напряжением вследствие неисправности изоляции.

Тяжесть электротравмы зависит от тока, протекающего через тело человека, частоты тока, физиологического состояния организма, продолжительности воздействия тока, пути тока в организме и производственных условий.

При этом человек оказывается под напряжением прикосновения - напряжением между двумя точками цепи тока замыкания на землю (на корпус) при одновременном к ним прикосновении

$$U_{np.} = I_h R_h, B, \quad (3.1)$$

где I_h - ток, протекающий через тело человека, А;

R_h -сопротивление тела человека, Ом.

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека, предназначенные для проектирования способов и средств защиты людей, при взаимодействии их с электроустановками нормируются /2/ и при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000 В переменного 50 Гц тока при продолжительности воздействия свыше 1 с не должны превышать $U_{np.} = 20$ В и $I_h = 6$ мА.

Значения напряжений прикосновения и тока, протекающего через тело человека, зависят от ряда факторов: схемы включения человека в электрическую сеть, напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции

токоведущих частей от земли, а также емкости токоведущих частей относительно земли и т.п. Эту зависимость необходимо знать при оценке той или иной сети по условиям техники безопасности, выборе и расчете соответствующих мер защиты и т.п.

При этом принимаем, что сопротивление основания, на котором стоит человек (грунт, пол и пр.), а также сопротивление его обуви незначительны, и равны нулю.

Сопротивление тела человека изменяется в широких пределах (от 400 до 100000 Ом) в зависимости от состояния кожи (сухая, влажная, чистая, поврежденная и т.п.), плотности контакта, площади контакта, тока, протекающего через тело человека и напряжения прикосновения, а также от времени воздействия тока на человека.

При напряжении до 1000 В в нашей стране применяют, в основном, две схемы сетей трехфазного тока - четырехпроводную с заземленной нейтралью напряжением 220/127, 380/220 и 660/380 В и трехпроводную с изолированной нейтралью напряжением 36, 42, 127, 220, 380 и 660 В.

Проанализируем опасность поражения током при нормальном режиме работы сетей.

3.2. Факторы, определяющие действие электрического тока на организм человека

Опасное воздействие электрического тока на организм человека зависит главным образом от величины и длительности действия тока, протекающего через тело человека; пути протекания тока в теле человека; рода и частоты тока; состояния организма и физиологических особенностей человека; сопротивления тела человека; свойства электрической сети, т.е. режим работы ее нейтрали; факторов настороженности и повышенного внимания человека; факторов окружающей среды.

Величина тока. В зависимости от последствий воздействия тока на организм человека различают:

- **ощутимый ток** – наименьшее значение тока, который ощущается человеком (согласно опытам для разных людей этот ток колеблется в пределах: 0,5-2 мА – при переменном токе частотой 50 Гц и 5-7 мА – при постоянном токе);

- **отпускающий ток** - наибольшее значение тока, при котором человек сохраняет способность самостоятельно освободиться от контакта с частями, находящимися под напряжением (это ток до 6-10 мА частотой 50 Гц и 30-40 мА постоянного тока);

- **неотпускающий ток** – наименьшее значение тока, при котором человек теряет возможность самостоятельно освободиться от действия электрического тока, величина которого при частоте 50 Гц составляет от 11-15 мА и 50-80 мА постоянного тока, и который вызывает сокращение мышц руки, удерживающей проводник с током;

- **фибрилляционный ток** – ток, при котором наступает фибрилляция сердца и остановка дыхания.

Фибрилляция сердца – это хаотичное самопроизвольное (аритмичное) сокращение волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце теряет

возможность нагнать кровь в артерии и сосуды. Фибрилляция наступает при токах более 50 мА частотой 50 Гц и длительности действия 2-3 минуты.

При фибрилляции сердца дыхание может продолжаться еще 2-3 минуты, а т.к. вместе с кровообращением прекращается и снабжение организма кислородом, то у человека наступает быстрое резкое ухудшение общего состояния и дыхание прекращается. Фибрилляция продолжается короткое время и завершается полной остановкой сердца. Наступает клиническая смерть.

При токах 20-25 мА частотой 50 Гц человек начинает ощущать затруднение дыхания вследствие судорожного сокращения мышц грудной клетки, попавших в поле действия протекающего тока. В случае длительного протекания тока у человека наступает **асфикция** – состояние, вызываемое недостатком кислорода и накоплением в организме углекислоты, что влечет потерю сознания, чувствительности, прекращение дыхания, остановку сердца или его фибрилляцию, т.е. наступает клиническая смерть.

Верхним пределом фибрилляционного тока считается сила тока, равная 5 А. При таких и более высоких значениях тока имеет место резкое сокращение сердечной мышцы и остановка сердца, минуя стадию фибрилляции.

Продолжительность действия электрического тока на организм человека имеет существенное значение, т.к. под действием тока резко снижается сопротивление тела человека.

Зависимость величины кратковременного безопасного переменного тока $I_{к.б.}$ от продолжительности его воздействия может быть определена в первом приближении выражением, полученным Дальзиелем (6.1) на основании проведенных им многочисленных опытов:

$$I_{к.б.} = \frac{0,165}{\sqrt{t}}, \text{ А}, \quad (3.1)$$

где t – длительность действия тока, с.

По данным Дальзиеля, эта формула действительна для токов свыше 40-50 мА и длительности воздействия в пределах от 0,03 до 3 с.

Необходимо отметить, что опыты Дальзиеля относятся к значениям тока, безопасным в отношении фибрилляции, т.е. прямого действия тока на сердечную мышцу. Однако смертельный исход в результате прекращения дыхания или рефлекторного шока может наступить и при меньших значениях тока.

Специальная Комиссия, созданная Центральным правлением инженерно-технического общества энергетиков, на основании обобщения отечественных и зарубежных исследований предложила установить наибольшие допустимые для человека токи при различных длительностях их воздействия, которые приведены в табл. 3.1 и вошли в ГОСТ 12.1.038-82 (с изменениями от 1.07.88).

В таблице приведены соответствующие этим токам значения расчетного сопротивления тела человека и напряжения прикосновения.

Путь протекания тока. Экспериментальные и опытные исследования показывают, что если на пути протекания тока через тело человека оказываются жизненно важные органы, такие как: сердце, легкие, головной мозг, то тяжесть поражения электрическим током существенно возрастает. Если же ток проходит

другими путями, то его влияние на жизненно важные органы может быть только рефлекторным, а не непосредственным.

Возможных путей протекания тока через тело человека множество. Статистика показывает, что чаще всего случаи с тяжелыми и смертельными последствиями возникают при протекании тока по путям: «рука-рука» (40% случаев), «правая рука-нога» (20% случаев), «левая рука-нога» (17% случаев), «нога-нога» (6% случаев).

Таблица 3.1

Наибольшие допустимые для человека токи

Время протекания тока, с	Допустимая сила тока, А	Сопротивление тела человека, Ом	Напряжение прикосновения, В
0,2	250	700	175
0,5	100	1000	100
0,7	75	1065	80
1,0	65	1150	75
30	6	3000	18
свыше 30	1	6000	6

Род тока. Действующие в настоящее время электротехнические нормы и правила не разграничивают в отношении опасности постоянный и переменный токи, хотя приведенные выше значения неотпускающего тока явно показывают меньшую опасность постоянного тока по сравнению с переменным. Ряд исследователей объясняют это в первую очередь тем, что из-за наличия в сопротивлении тела человека емкостной составляющей повышение частоты сопровождается снижением полного сопротивления (импеданса) и в силу этого – ростом тока.

Частота тока. На основании опытных данных установлено, что электрический ток промышленной частоты 50 Гц является наиболее опасным для человека. Увеличение частоты тока до 2000-2500 Гц мало влияет на снижение опасного воздействия на организм человека. Дальнейший рост частоты тока сопровождается снижением опасности поражения человека (т.к. не влечет прекращения работы сердца и других жизненно важных органов). Однако эти токи сохраняют опасность ожогов при прохождении их непосредственно через тело человека. Значение фибрилляционного тока при частотах 50-100 Гц практически одинаковы; при увеличении частоты до 200 Гц он возрастает почти в 2 раза, при частотах 400-500 Гц – более чем в 3 раза. А применяемые в медицине для глубокого прогрева токи частотой в сотни тысяч герц (диатермия) являются безопасными несмотря на то, что величина тока достигает 1 А и более.

Состояние организма и физиологические особенности человека. Действия электрического тока на человеческий организм в известной мере зависит от химического состава крови, количества проводящих щёлочей и кислот, от психического состояния человека и ряда других факторов. В состоянии

бодрствования или при напряженном внимании человека вредное действие тока ослабляется. В состоянии опьянения человека или при неожиданном его поражении действие тока становится более опасным. Особо восприимчивы к действию электрического тока люди, которые имеют заболевания кожи, сердечнососудистой системы, органов дыхания и внутренней секреции.

Квалификация и опыт, повышенное внимание и ответственность за свои действия позволяют снизить опасность поражения электрическим током.

Сопrotивление тела человека зависит от множества факторов: места контакта, размеров поверхности соприкосновения, состояния кожи (толщина рогового слоя), ее влажности, загрязненности, величины приложенного напряжения и протекающего тока, под действием которого сопротивление тела человека, обладающего нелинейностью, сильно меняется.

При напряжении до 20-30 В сопротивление тела человека остается почти неизменным. С увеличением приложенного напряжения в пределах от 30 до 250 В сопротивление тела резко уменьшается. Объясняется это тем, что помимо нагрева и электролитических изменений при напряжении около 250 В наступает резко выраженный электрический пробой кожи, в связи с чем создается контакт с хорошо проводящими тканями тела человека; при этом сопротивление может снизиться от нескольких десятков и сотен тысяч до 1000 Ом и ниже. При напряжении порядка 250 В и выше величина сопротивления тела человека уже мало зависит от состояния кожи и степени ее влажности. В практических расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

Режим нейтрали электрической сети – одно из ее свойств, в значительной степени определяющее воздействие электрического тока на организм человека. Но независимо от режима нейтрали наиболее опасным в отношении поражения электрическим током является случай одновременного прикосновения человека к токоведущим частям двух фаз сети (рис. 3.1).

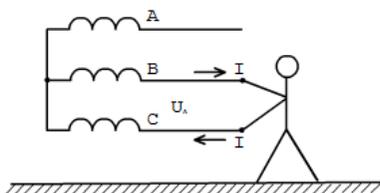


Рисунок 3.1 Цепь тока в случае прикосновения человека к двум фазам электрической сети.

Величина тока, протекающего через тело человека, в этом случае будет иметь максимальное значение:

$$I_{\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{R_{\varphi}}, \quad (3.1)$$

где U_{φ} - линейное напряжение сети;
 R_{φ} - сопротивление тела человека.

Более частым случаем является прикосновение человека, стоящего на почве, к одной из фаз сети. Величина тока, протекающего в этом случае через человека, а следовательно, и опасность поражения током будет зависеть при прочих равных условиях от того, заземлена или изолирована нейтраль электрической сети.

Изолированной нейтралью называется нейтраль (нулевая точка) трансформатора или генератора, изолированная от земли или присоединенная к заземляющему устройству через аппаратуру компенсации емкостных токов сети, имеющей большое активное сопротивление. Прикосновение к одной из фаз такой сети не вызывает протекания тока через тело человека и поэтому сети с изолированной нейтралью являются менее опасными в отношении поражения человека электрическим током при условии, что данная сеть имеет весьма малую емкость на землю (рис.3.2)

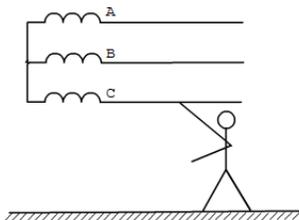


Рисунок 3. 2. Цепь тока в случае прикосновения к сети с изолированной нейтралью (при $c = 0$).

Чаще сети с изолированной нейтралью, а особенно кабельные сети при большой протяженности, имеют достаточно существенную емкость фазных проводов относительно земли и это значительно повышает опасность поражения электрическим током человека в таких сетях (рис.3.3) .

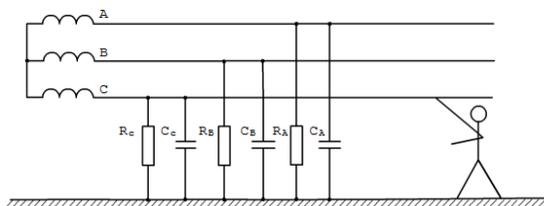


Рисунок 3.3. Схема электрической сети с изолированной нейтралью при наличии ёмкости.

В первом приближении и для упрощения анализа примем активные сопротивления изоляции фаз бесконечно большими, и исключим их из анализа.

Емкостное сопротивление фазного провода при $C_A = C_B = C_C = 1 \text{ мкФ}$:

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{314 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 3184,7 \text{ Ом}, \quad (3.2)$$

где $\omega = 2\pi f$ угловая частота сети.

Тогда величина тока проходящего через тело человека в сети с напряжением фазы 220В при сопротивлении тела человека 1КОм равна:

$$I = \frac{3U_{\phi}}{\sqrt{(3R_{\phi})^2 + X_c^2}} = \frac{3 \cdot 220}{\sqrt{(3 \cdot 10^3)^2 + 3184,7^2}} = 0,15 \text{ А}, \quad (3.3)$$

что является весьма опасным.

В сетях с глухозаземленной нейтралью, в которых нулевая точка трансформатора или генератора присоединена к заземляющему устройству непосредственно, любое прикосновение человека к фазным проводам сети ведет к тому, что человек попадает под фазное напряжение, при этом ток через тело человека:

$$I = \frac{U_{\phi}}{R_{\phi}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А}, \quad (3.4)$$

что явно превышает допустимые безопасные значения.

Наглухо заземляются нейтральные провода трехфазных четырехпроводных сетей переменного тока напряжения 220/127 и 380/220, а также один из полюсов постоянного тока напряжением до 440 В. Нейтрали установок напряжением 3, 6, 10, 20, 35 кВ не заземляется или заземляется через компенсирующие устройство.

3.3. Электрическое сопротивление тела человека

В основном электрическое сопротивление тела человека определяется сопротивлением кожи человека. Мышечная и жировая ткани, спинной и головной мозг, а также кровь имеют по сравнению с кожей весьма малое сопротивление.

Повреждение рогового слоя кожи (порезы, царапины, садины и др. микротравмы), а также увлажнение, потовыделение, загрязнение кожи различными веществами, в особенности хорошо проводящими электрический ток (металлическая или угольная пыль, окалина) значительно снижает сопротивление тела человека, что увеличивает опасность его поражения электротоком.

Электрическое сопротивление кожи не одинаково у разных людей и даже на различных частях поверхности тела одного и того же человека. Это объясняется различной толщиной рогового слоя кожи и неравномерным распределением потовых желез.

Сопротивление тела человека может достигать нескольких сотен кОм.

В качестве минимального значения признается величина в 1 кОм для частоты тока 50 Гц, если площадь сопротивления тела человека с электродом находится в пределах 15 – 20 см².

Сопротивление тела падает при:

1. Повышении температуры воздуха.
2. Уменьшении содержания кислорода или увеличения содержания углекислого газа в воздухе.
3. Повышении влажности вдыхаемого воздуха.
4. Понижении атмосферного давления (условия высокогорья).

С увеличением частоты тока до определенной величины, сопротивление тела падает. Влияние частоты проявляется при малых напряжениях и малых площадях контакта с токоведущими частями.

С увеличением силы тока и времени его прохождения, сопротивление падает, так как при этом усиливается местный нагрев кожи, что приводит к расширению сосудов и следовательно к усилению насыщения этого участка кровью и к увеличению потовыделения.

С ростом напряжения сопротивление кожи уменьшается в десятки раз, а, следовательно, уменьшается и сопротивление тела в целом. Оно приближается к своему наименьшему значению – сопротивлению внутренних тканей тела (300 – 500 Ом) Это можно объяснить электрическим пробоем слоя кожи, что происходит при напряжениях от 50 до 200 В.

Сопротивление тела человека резко нелинейно уменьшается при увеличении приложенного к телу напряжения, увеличения длительности прохождения тока через тело.

На исход поражения электрическим током оказывает влияние следующие факторы:

1. Род тока (постоянный, переменный).
2. Величина тока.
3. Частота переменного тока.
4. Величина приложенного напряжения.
5. Путь протекания тока.
6. Длительность воздействия.
7. Окружающая среда.
8. Сопротивление тела человека.
9. Схема включения человека в цепь (двухфазное, однофазное).
10. Площадь прикосновения тела с электродом.

3.4. Нормирование напряжений и токов через человека.

А. При невысоких напряжениях опасность переменного тока в три раза выше опасности постоянного тока. При напряжении 500 В. их опасность сравнивается, а при напряжениях выше 500 В. опасность постоянного тока становится преобладающей.

Б. *Пороговые токи: 0,6 – 1,5 мА – переменного тока, и 5 – 7 мА – постоянного.*

Не отпускающие токи: 20 – 25 мА – переменного, и 50 – 80 мА – постоянного.

Фибрилляционные токи: 80 – 100 мА – переменного, и 100 – 300 мА – постоянного.

При токе 0,1 А наступает паралич дыхания, паралич сердца и смерть.

В. Наиболее опасной считается частота переменного тока 50 Гц, с увеличением частоты более указанной опасность поражения уменьшается. При частоте 500 Гц и более опасность поражения переменным током сравнивается с опасностью поражения такого же потенциала постоянного тока.

Опыты показали, что опасность возникновения фибрилляции сердца у животных больше при 50 Гц, а опасность остановки дыхания – при 200 Гц. В частотном диапазоне по обе стороны от этих значений, опасность тока снижается.

Наличие частотных составляющих в выпрямленном токе утяжеляет исход электротравмы.

Г. Величина напряжения опасная для жизни: 42 вольта и выше переменного тока; 110 В и выше постоянного тока. Напряжение ниже 42 В. принято считать безопасным, но это только в нормальных условиях, при нарушении которых может наступить смерть при напряжении ниже 42 В. и даже при напряжении 12 В.

Судебно-медицинской экспертизой зарегистрированы несколько случаев гибели людей от напряжения 12 В. и ниже.

Д. Наиболее опасен путь протекания тока, когда на его пути находятся жизненно важные органы (мозг, сердце). В тоже время немаловажным является то, каким участком тела касается человек токоведущих частей, какова плотность нервных окончаний на нем, (27% смертных случаев – при соприкосновении с токоведущими частями в двух местах на одной руке или одной ноге).

Е. Одним из основных факторов, влияющих на исход поражения электрическим током, является длительность его воздействия. Чем меньше продолжительность протекания тока, тем меньше опасность поражения.

Ж. На степень поражения электротоком оказывают влияние условия внешней среды: категория помещения в отношении электробезопасности, уровень шума и освещенности, концентрация вредных веществ в воздухе, содержание кислорода и углекислого газа, атмосферное давление.

З. В зависимости от схемы включения человека в цепь, через его тело проходит фазное или линейное напряжение $U_{\text{лин}} = U_{\text{фаз}} \times 3$

И. Степень поражения электротоком находится в прямой зависимости от площади электрода, которого касается человек и силы давления электрода на кожу.

К. На исход поражения электрическим током влияют также индивидуальные свойства организма человека.

Установлено, что вполне здоровые и физически крепкие люди переносят электрические удары легче, чем больные и слабые. Повышенной чувствительностью к электротоку обладают люди, страдающие болезнями кожи, сердечно – сосудистой системы, органов внутренней секреции, легких, нервов и др.

Поэтому, правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок предусматривается отбор по состоянию здоровья персонала для обслуживания электроустановок.

Большое значение имеет и фактор внимания. Статистика отмечает, что перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня, когда снижается внимание, увеличивается не только вероятность поражения электротоком, но и может усугубиться его тяжесть. Напряженное внимание, твердая воля в состоянии не только ослабить действие электротока, но иногда совершенно его уничтожить.

Повозрастное распределение лиц, на установках напряжением 65 В. и менее:

- до 21 года-22%,
- 21 – 30 лет-65,5%
- старше 30 лет-12,5%

Фактор внимания – особое состояние настороженности у человека, осознающего опасность выполняемой им работы. Внимание человека создает оборонительную реакцию.

Контрольные вопросы:

1. Пути потекания тока через тело человека
2. Действие электрического тока на человеческий организм
3. Сопротивление тела человека, от чего оно зависит?

4. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И ИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ. НАПРЯЖЕНИЕ ПРИКОСНОВЕНИЯ И ШАГА

4.1. Системы заземления электрических сетей

Согласно п. 1.7.3 ПУЭ электроустановки в отношении мер электробезопасности подразделяют на:

- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью);
- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

Для электроустановок напряжением до 1 кВ в соответствии с гл. 1.7 ПУЭ приняты следующие системы и их обозначения.

Система TN – система, в которой нейтраль источника питания (трансформатора, генератора) глухо заземлена (соединена с землей через заземляющее устройство), а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников. В России эта система имеет преимущественное распространение. В зависимости от того, как выполнены нулевые рабочие проводники (служат для питания однофазных электроприемников) и нулевые защитные проводники (служат для защиты человека, животных от поражения электрическим током) она подразделяется на системы: **TN-C**, **TN-S**, **TN-C-S**.

Система TN-C – система **TN**, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике **PEN** на всем протяжении сети (рис. 4.1). Этот проводник одновременно выполняет функции и нулевого, и защитного проводников.

Система TN-S – это система **TN**, в которой нулевой защитный (**PE**) и нулевой рабочий (**N**) проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 4.2).

Нулевой защитный проводник служит для защиты людей в случае пробоя изоляции на корпус электроустановки. В этом случае на корпусе электроустановки значительно уменьшается потенциал, что защищает человека. И более того, электроустановка вообще отключается от сети ввиду короткого замыкания,

возникающего в результате попадания напряжения на зануленный корпус и срабатывания отключающих устройств (перегорают плавкие предохранители, срабатывают автоматические выключатели и др.).

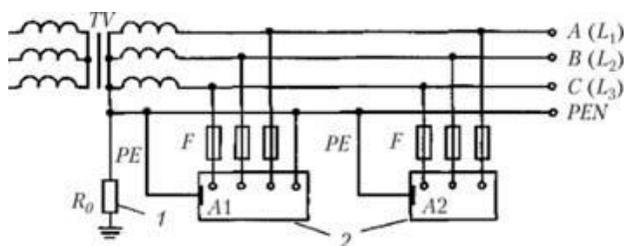


Рисунок 4.1. Электрическая сеть с системой заземления *TN-C* (нулевой защитный и нулевой рабочий проводники объединены по всей длине сети в единый проводник *PEN*): *1* – заземлитель нейтрали источника переменного тока; *2* – токопроводящие корпуса электроустановок (электроприемников); *A1* – электроприемник, получающий питание от трех фазных проводов и одного нулевого рабочего; *A2* – электроприемник, получающий питание только от трех фазных проводов; *F* – предохранители; *A(L1)*, *B(L2)*, *C(L3)* – фазные провода для питания электроустановок

Нулевой рабочий проводник служит для питания электроустановок. На рис. 4.2 это не отражено, но кроме подсоединения токопроводящих корпусов электроустановок к проводникам *PE* или *PEN*, их рекомендуется в сетях системы *TN* подсоединять и к заземляющему устройству, что повышает надежность защиты.

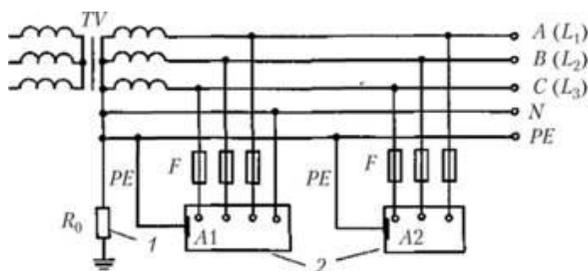


Рисунок 4.2. Электрическая сеть с системой заземления *TN-S* (нулевой защитный проводник *PE* и нулевой рабочий проводник *N* разделены на всем протяжении сети): *1* – заземлитель нейтрали источника переменного тока; *2* – открытые проводящие части (корпуса электроустановок): *A1* – электроприемник, получающий питание от трех фазных проводов и одного нулевого рабочего; *A2* – электроприемник, получающий питание только от трех фазных проводов; *F* – предохранители

Система TN-C-S – система *TN*, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рис. 4.3). Точка разделения проводников может быть выполнена на вводе в здание (во вводном устройстве, щитке), а по самому зданию эти проводники уже прокладываются отдельно, после чего объединять их запрещается. Не допускается производить разделение проводников в одном контактом зажиме, потому что в аварийном режиме в случае разрушения (выгорания контакта) может произойти разрыв цепи защиты электроустановки (разрыв цепи проводника *PE*). Иными словами, следует отдельным зажимом к проводнику *PEN* подсоединить проводник *PE*, и так же в другом месте к проводнику *PEN* снова отдельным зажимом подсоединить проводник *N* (на цепи *PEN* будет два разделенных зажима).

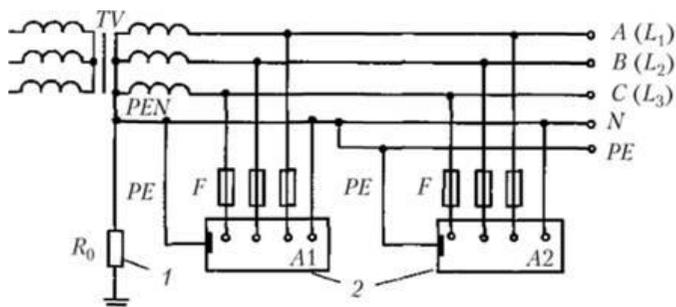


Рисунок 4.3. Электрическая сеть с системой заземления *TN-C-S*, в которой в начале сети нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены в единый проводник *PEN*, а затем разделены на нулевой рабочий проводник *N* и нулевой защитный проводник *PE*:

1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока; *2* – корпуса электроустановок *A1* и *A2* (их открытые проводящие части); *F* – предохранители

Кроме приведенных, применяют системы *IT* и *TT*, характеризующиеся тем, что у них корпуса электроустановок заземлены (соединены металлическим проводником с заземляющим устройством), а нейтраль источника питания или изолирована от земли, или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, или глухо заземлена.

Система IT – система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены (рис. 4.4).

Система TT – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (рис. 4.5).

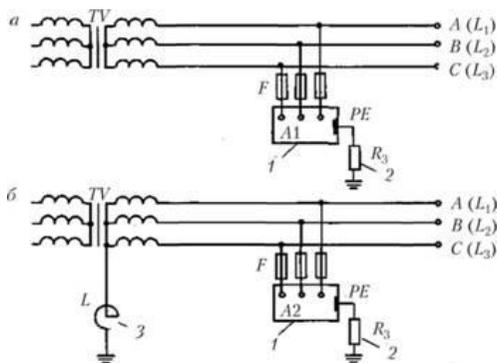


Рисунок 4.4. Электрическая сеть с системой заземления IT.

а – нейтраль источника питания изолирована от земли; **б** – нейтраль источника питания заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление (через заземляющий реактор L); **1** – корпус электроустановки; **2** – заземление корпуса электроустановки (защитное заземление); **3** – заземляющий реактор L , изолирующий токоведущие проводники сети от земли

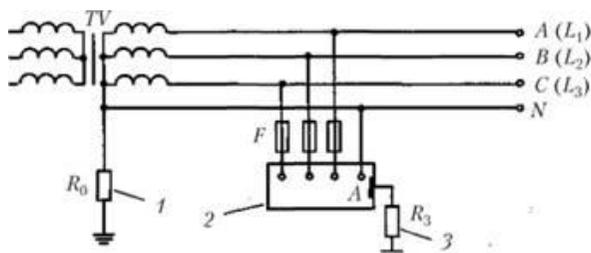


Рисунок 4.5. Электрическая сеть с системой заземления TT:

1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока; **2** – корпус электроустановки; **3** – заземление корпуса электроустановки (защитное заземление)

Во всех этих системах приняты определенные обозначения.

Первая буква обозначает состояние нейтрали источника питания относительно земли:

- **T** (*terra* – земля) – заземленная нейтраль;
- **I** (*isolate* – изолированный) – изолированная нейтраль.

Вторая буква обозначает состояние открытых проводящих частей относительно земли:

- **T** – открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;
- **N** (*neutral* – нейтральный) – открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после **N**) **буквы** обозначают совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

- S (*selective* – разделенный) – нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;
- C (*complete* – общий) – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN проводник);
- N – нулевой рабочий (нейтральный) проводник;
- PE – защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);
- PEN – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

В прошлом в Европе в основном использовались системы IT , но затем они были практически полностью заменены на системы с заземленной нейтралью.

В мире использование системы IT ограничивается их применением в тех производствах, где перерыв в работе системы электроснабжения может быть опасен (например, взрывоопасные производства).

Питание *передвижных электроприемников* от стационарной электрической сети должно, как правило, выполняться от источника с глухозаземленной нейтралью с применением систем $TN-S$ или $TN-C-S$. Объединение функций нулевого защитного проводника PE и нулевого рабочего проводника N в одном общем проводнике PEN внутри передвижной электроустановки не допускается. Разделение PEN -проводника питающей линии на PE - и N -проводники должно быть выполнено в точке подключения установки к источнику питания.

При питании *передвижных электроприемников* от *автономного передвижного источника* его нейтраль, как правило, должна быть изолирована.

При питании стационарных электроприемников от автономных передвижных источников питания режим нейтрали источника питания и меры защиты должны соответствовать режиму нейтрали и мерам защиты, принятым для стационарных электроприемников. Нейтраль генератора необходимо заземлять на заземляющее устройство сооружения. Если же сооружение не имеет заземляющего устройства, нейтраль передвижного источника питания заземляют, используя для этой цели штатные заземлители последнего.

В случае питания передвижной электроустановки от стационарного источника питания для защиты при косвенном прикосновении должно быть выполнено автоматическое отключение питания.

4.2. Защитное заземление и зануление

Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Оно состоит (рис. 4.6) из заземлителя 3 (металлических проводников, находящихся в земле с хорошим контактом с ней) и заземляющего проводника 2, соединяющего металлический корпус электроустановки 1 с заземлителем.

Совокупность заземлителя и заземляющих проводов называют заземляющим устройством. Защитное заземление применяют в трехфазных трехпроводных и однофазных двухпроводных сетях переменного тока напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью (так называемая *система IT*), а также в сетях

напряжением выше 1000 В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтрали.

Защитное действие заземляющего устройства основано на снижении до безопасной величины тока, проходящего через человека в момент касания им поврежденной электроустановки. При попадании напряжения на корпус электроустановки человек, коснувшись ее и имея хороший контакт с землей, замыкает собой электрическую цепь: фаза C — корпус электроустановки I — человек — земля — емкостные X_A, X_B и активные R_A, R_B сопротивления связи проводов с землей, фазы A и B . По человеку пойдет ток. Несмотря на то, что электрические провода сети установлены на изолированных опорах, между ними и землей существует электрическая связь. Она возникает за счет несовершенства изоляции проводов, опор и т.п. и наличия емкости между проводами и землей. При большом протяжении проводов эта связь становится значительной, а ее активное R и емкостное X сопротивления снижаются и становятся соизмеримыми с сопротивлением тела человека. Вот почему, несмотря на отсутствие видимой связи, человек, находящийся под напряжением и имеющий контакт с землей, замыкает собой электрическую цепь между различными фазами сети.

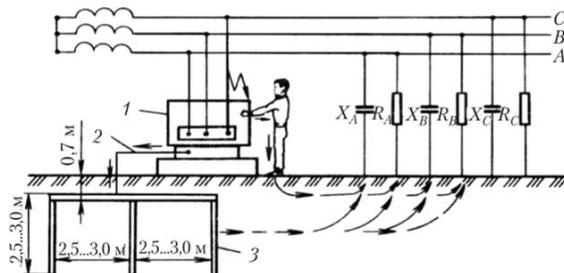


Рисунок 4.6. Схема защитного заземления (система IT).

1 — электроустановка; 2 — заземляющий проводник; 3 — заземлитель

При наличии заземляющего устройства образуется дополнительная цепь: фаза C — корпус электроустановки — заземляющее устройство — земля — сопротивления X_B, R_A, X_B, R_B — фазы A и B . В результате ток замыкания распределяется между заземляющим устройством и человеком. Так как сопротивление заземлителя (оно не должно превышать 10 Ом) во много раз меньше сопротивления человека (1000 Ом), то через тело человека будет проходить малый ток, не вызывающий его поражения. Основная часть тока пойдет по цепи через заземлитель.

Заземлители могут быть естественными и искусственными. В качестве естественных заземлителей используют металлические конструкции и арматуру зданий и сооружений, имеющие хорошее соединение с землей, проложенные в земле водопроводные, канализационные и другие трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих и взрывоопасных газов и трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии).

В качестве искусственных заземлителей применяют одиночные или соединенные в группы металлические электроды длиной 2,5—3,0 м, забитые вертикально в землю с расстоянием друг от друга 2,5—3,0 м или уложенные горизонтально в землю. Электроды изготавливают из отрезков металлических труб, угловой стали, швеллеров с толщиной стенок не менее 4 мм. Более тонкие профили вследствие коррозии быстро выходят из строя.

Вертикальные электроды в групповом заземлителе соединяют между собой с помощью сварки перемычкой, выполненной из аналогичных материалов и тех же сечений, что и сами электроды. Заземляющее устройство должно иметь вывод наружу (на поверхность земли), выполненное на сварке из таких же материалов. Оно служит для подсоединения заземляющего проводника.

Для осуществления заземляющих функций сопротивление заземляющего устройства в электроустановках напряжением до 1000 В в сети с изолированной нейтралью должно быть не более 4 Ом. При мощности генераторов и трансформаторов, питающих сеть, 100 кВ • А и менее допускается сопротивление заземлителей не более 10 Ом. Необходимое сопротивление достигают установкой соответствующего количества электродов в заземлителе, определяемого расчетом. Для глинистых, влажных почв обычно бывает достаточно двух-трех электродов, на сухих песчаных или каменных участках этого может не хватить.

Сопротивление заземляющего устройства — это отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

Различают выносное и контурное заземляющие устройства. Выносное устройство располагают за пределами площадки с заземляемым оборудованием. Его достоинство состоит в возможности выбора грунта с наименьшим удельным сопротивлением. Контурное заземление выполняют забивкой электродов по контуру заземляемого оборудования и между ним. Такая установка электродов создает дополнительный защитный эффект за счет повышения и выравнивания (более равномерного распределения) потенциалов земли в зоне нахождения человека.

Зануление — это преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением, с глухозаземленной нейтралью источника тока (генератора или трансформатора).

В четырехпроводных или пятипроводных сетях с нулевым проводом и глухозаземленной нейтралью источника тока напряжением до 1000 В (как называемая система *TN*) зануление — основное средство защиты. Заземление в таких сетях неэффективно.

Подсоединение корпусов электроустановок к нейтрали источника тока осуществляют с помощью нулевого защитного проводника (*PE*-проводника). Его нельзя путать с нулевым рабочим проводом (*iV*-проводником), который также соединен с нейтралью источника, но служит для питания однофазных электроустановок. Нулевой защитный проводник *PE* прокладывают по трассе фазных проводов, в непосредственной близости от них. Систему, где отсутствуют нулевой рабочий провод *N* и нулевой защитный проводник *PE*, и они разделены на

всем протяжении трассы, называют *системой TN-S*. Буква *S* означает разделение указанных проводников на всем их протяжении.

В качестве нулевого защитного проводника в сетях до 1000 В в первую очередь рекомендуется использовать нулевой рабочий проводник (кроме специально оговоренных случаев), к которым подсоединяют корпуса электроустановок. В этом случае его называют совмещенным нулевым защитным и нулевым рабочим проводником (*PEN-11* проводником), а саму систему — *системой TN-C*. Это система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 4.7).

Если же функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике только в какой-то ее части, начиная от источника питания, а далее они идут раздельно (первый из них служит для защиты электроустановок, а второй — для питания однофазных электроустановок), то такую систему называют *системой TN-C-S*.

Согласно требованиям ПУЭ снова объединять эти разделенные проводники уже нельзя.

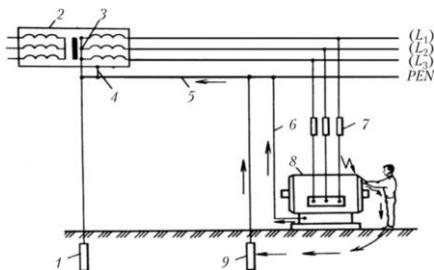


Рисунок 4.7. Схема зануления (система *TN-C*):

1 — заземлитель нейтрали трансформатора; 2 — источник тока (трансформатор); 3 — нейтрали источника тока; 4 — зануление корпуса трансформатора; 5 — нулевой рабочий (он же и нулевой защитный) провод сети; 6 — нулевой защитный провод электроустановки; 7 — предохранитель; 8 — электроустановка; 9 — повторное заземление нулевого защитного провода сети; L_1, L_2, L_3 — фазные провода; *PEN* — нулевой рабочий проводник и нулевой защитный проводник, совмещенные в одном

Согласно ПУЭ не допускается использовать в качестве *PE* проводников:

- металлические оболочки изоляционных трубок и трубчатых проводов, несущие тросы при тросовой электропроводке, металлорукава, а так же свинцовые оболочки проводов и кабелей;
- трубопроводы газоснабжения и другие трубопроводы горючих и взрывоопасных веществ и смесей, грубы канализации и центрального отопления;
- водопроводные трубы при наличии в них изолирующих вставок.

Защитное действие зануления основано на снижении до безопасной величины тока, проходящего через человека в момент касания им поврежденной электроустановки, и последующем отключении этой установки от сети. Работает

зануление следующим образом. При попадании напряжения на корпус зануленной электроустановки 8 (рис. 3.7) большая часть тока с него пойдет в сеть через нулевой защитный провод 6. Через тело человека по цепи: корпус электроустановки 8 — человек — земля — заземляющее устройство 9 — нулевой рабочий провод 5 пойдет незначительный ток, не вызывающий его поражения (ввиду более высокого сопротивления этой цепи по сравнению с сопротивлением цепи через нулевой защитный провод 6). Одновременно с этим замыкание на корпус фазного провода при такой схеме защиты автоматически превращается в однофазное короткое замыкание между фазным и нулевым рабочим проводом 5 сети, в результате чего через 0,2—7 с срабатывает токовая защита (перегорает предохранитель 7, выключается автоматический выключатель и т.п.) и электроустановка, а вместе с ней и человек, полностью обесточиваются. Таким образом, в первоначальный момент зануление работает аналогично защитному заземлению, а в последующем оно полностью прекращает действие тока на человека. Только при этом ток, проходящий через тело человека до срабатывания защиты, будет в несколько раз меньше, так как сопротивление зануляющего проводника обычно не превышает 0,3 Ом, а допустимое сопротивление заземлителя — 4 Ом.

В зануленных электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью с целью надежного обеспечения автоматического отключения аварийного участка проводимость фазных и нулевых защитных проводников и их соединений должна обеспечить ток короткого замыкания, не менее чем в три раза превышающий номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя или автоматического выключателя, имеющего расцепитель с обратозависимой от тока характеристикой (тепловой расцепитель), в 1,4 раза — для автоматических выключателей с электромагнитными расцепителями с силой номинального тока до 100 А и в 1,25 раза — с величиной тока более 100 А.

Нулевой защитный провод 5 сети должен обеспечивать надежное соединение корпусов электроустановок с нейтралью источника. Поэтому все соединения выполняют сварными. В нем запрещается установка предохранителей и выключателей (за исключением случая одновременного отключения и фазных проводов).

Нулевой защитный провод 5 сети заземляют: у источника тока с помощью заземлителя 1 на концах воздушных линий (или ответвлений от них) длиной более 200 м; на вводах воздушной линии к электроустановкам. Повторные заземления 9 необходимы для уменьшения опасности поражения электрическим током при обрыве нулевого провода и замыкании фазы на корпус электроустановки за местом обрыва, а также для снижения напряжения на корпусе в момент срабатывания токовой защиты. Согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль источника тока, с учетом естественных и повторных заземлителей нулевого провода должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях источника трехфазного тока 660, 380 и 220 В. Сопротивление каждого повторного заземлителя в отдельности должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же напряжениях.

В сети, где применяют зануление, нельзя заземлять корпуса электроустановок без их зануления, так как в случае замыкания фазы на корпус

заземленной, но не зануленной электроустановки под напряжением окажутся все корпуса других зануленных электроустановок. В то же время дополнительное заземление зануленных электроустановок весьма полезно. Оно повышает надежность заземления нулевого провода.

Если в помещении находится несколько электроустановок, то каждую из них заземляют или зануляют, подсоединяя к магистрали заземления (зануления), представляющей собой металлический проводник сечением не менее 100 мм^2 (например, стальная полоса $40 \times 4 \text{ мм}$), укрепленный по периметру помещения. Магистраль соединяют с заземлителем, или с нулевым защитным проводником (в зависимости от принятой системы защиты), или с тем и другим одновременно.

Последовательное заземление или зануление электроустановок (одна от другой) не разрешается (рис. 4.8).

Заземлители с магистралью зануления заземления соединяют не менее чем двумя проводниками, подсоединяя их к заземлителю в разных местах.

Присоединение заземляющих проводников к заземлителю и заземляющим конструкциям выполняют сваркой, а к главному заземляющему зажиму, корпусам аппаратов, машин и опорам ЛЭП — болтовым соединением (для обеспечения возможности производства измерений) с принятием мер против ослабления контакта и его коррозии.

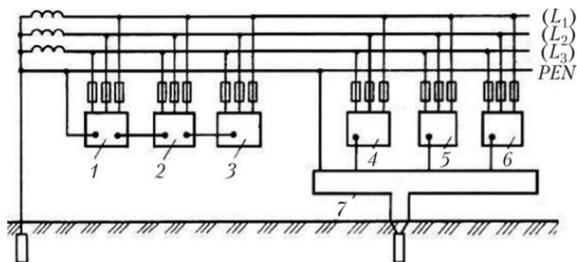


Рисунок 4.8. Схема группового зануления электроустановок:

1, 4, 5 и 6 — правильное зануление электроустановки; 2 и 3 — неправильное зануление электроустановки; 7 — магистраль заземления (зануления)

Для обеспечения надежной защиты сечения всех защитных проводников (РЕ-проводников) должны быть не менее приведенных в табл. 4.1, при условии выполнения их из тех же материалов, что и фазные проводники.

Таблица 4.1

Наименьшие площади поперечного сечения защитных проводников PE

Сечение фазных проводников, мм^2	Наименьшее сечение защитных проводников (РЕ-проводников), мм^2
$S < 16$	S
$16 < S < 35$	16
$S > 35$	$S / 2$

Сечение РЕiV-проводника должно быть не менее 10 мм² по меди или 16 мм² — по алюминию.

Размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле, приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Наименьшие размеры заземлителей и заземляющих проводников проложенных в земле.

Материал	Профиль сечения	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Толщина стенки, мм
Сталь черная	Круглый: для вертикальных заземлителей	16	—	—
	для горизонтальных заземлителей	10	—	—
	Прямоугольный	—	100	4
	Угловой	—	100	4
	Трубный	32		3,5
Сталь оцинкованная	Круглый: для вертикальных заземлителей	12		
	для горизонтальных заземлителей	10	—	—
	Прямоугольный	—	75	3
	Трубный	25		2
Медь	Круглый	12	—	—
	Прямоугольный	—	50	2
	Трубный	20	—	2
	Канат многопроволочный	1,8 (диаметр каждой проволоки)	35	—

Заземление или зануление электроустановок следует выполнять при номинальном напряжении:

- выше 50 В переменного тока или выше 120 В постоянного тока — во всех электроустановках независимо от того, где они эксплуатируются;
- выше 25 В переменного тока или выше 60 В постоянного тока — в помещениях с повышенной опасностью;
- выше 12 В переменного тока или выше 30 В постоянного тока — в особо опасных помещениях и в наружных установках;
- при любом напряжении переменного и постоянного тока — во взрывоопасных помещениях любого класса.

К частям, подлежащим занулению или заземлению, относятся: корпуса электрических машин (в том числе технологическое оборудование с электропитанием), корпуса трансформаторов, светильников, каркасы распределительных щитов, рубильников, щитов управления, металлические оболочки и броня электрических кабелей; металлические трубы, в которых проложена электропроводка; металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников и др. (в соответствии с требованиями ПУЭ).

Зануление (заземление) металлических корпусов переносных электроустановок осуществляют дополнительной жилой кабеля (проводником *PEN* в системе *TN-C* в системе, где нулевой рабочий и нулевой защитный проводники совмещены в одном PEW-проводнике): третьей жилой для однофазных и четвертой — для трехфазных электроприемников.

Если применяется система с разделенными нулевым рабочим (*N*) и нулевым защитным (*PE*) проводниками (система *TN-S*), то в питающем кабеле должно быть уже две дополнительные жилы: (*N*) и (*PE*). То же самое должно быть и в соединительной вилке, и в розетке. Жилы этих проводов должны быть гибкими, медными, их сечение должно быть равно сечению фазных проводников и быть не менее $1,5 \text{ мм}^2$.

Втычные соединители (вилки и розетки) должны быть выполнены так, чтобы соединение защитных проводников происходило до соединения фазных проводников, а рассоединение — в обратной последовательности. Обычно это достигается применением у вилки более длинного штыря для защитного проводника (*PE* или *PEN*), чем для фазных проводов (рис. 4.9 и 4.10).

Если корпуса розетки или вилки выполнены из металла, то к ним также подсоединяют защитные проводники (*PEN* или *PE*, в зависимости от того, какая система защиты применяется). Во всех случаях вилку подсоединяют к электроприемнику, розетку — к сети.

Для определения технического состояния заземляющего устройства проводят визуальные осмотры его видимой части (не реже одного раза в 6 месяцев ответственным за электрохозяйство), осмотры с выборочным вскрытием грунта, измерение параметров заземляющего устройства в соответствии с нормами испытания электрооборудования.

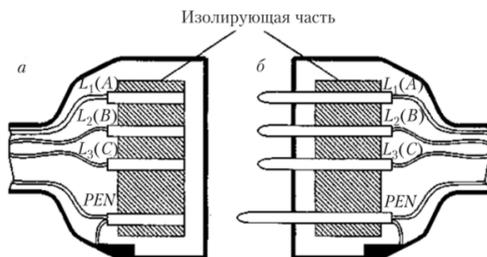


Рисунок 4.9. Втычной соединитель (разъем) для подключения переносной электроустановки к электрической сети системы заземления *TN-C*:

a — розетка; *б* — вилка

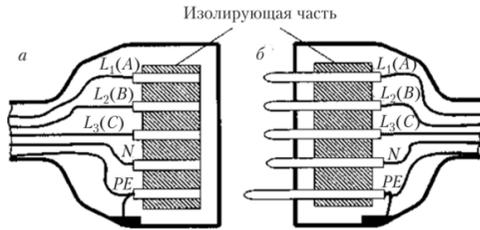


Рисунок 4.10. Втычной соединитель (разъем) для подключения переносной электроустановки к электрической сети системы заземления *TN-S*:

a — розетка; *б* — вилка

Осмотры с выборочным вскрытием грунта проводят в местах, наиболее подверженных коррозии, а также вблизи мест заземления нейтралей силовых трансформаторов, присоединений разрядников и ограничителей перенапряжений не реже одного раза в 12 лет. При осмотре оценивают состояние контактных соединений, наличие антикоррозионного покрытия, отсутствие обрывов. Результаты осмотров заносят в паспорт заземляющего устройства установленной формы.

При вскрытии грунта производят инструментальную оценку состояния заземлителей и степени коррозии контактных соединений. Элемент заземлителя заменяют, если разрушено более 50% его сечения. Результаты осмотров оформляют актами.

При определении технического состояния заземляющего устройства производят:

- • измерение сопротивления заземляющего устройства;
- • измерение напряжения прикосновения (в электроустановках, заземляющее устройство которых выполнено по нормам на напряжение прикосновения);
- • проверку наличия цепи между заземляющим устройством и заземляемыми элементами, а также соединений естественных заземлителей с заземляющим устройством;
- • измерение токов короткого замыкания электроустановки;
- • проверку состояния пробивных предохранителей;
- измерение удельного сопротивления грунта в районе заземляющего устройства

Контрольные вопросы:

1. Что не допускается использовать в качестве проводников?
2. Что такое защитное заземление и зануление?
3. Как подразделяют электроустановки в отношении мер электробезопасности согласно ПУЭ?
4. Как следует выполнять заземление электроустановок

5. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

5.1. Общие сведения по основам рационального выбора и использования электрооборудования

Правильный выбор электрооборудования – необходимое условие его успешной эксплуатации. При проектировании комплексной электрификации хозяйства электрооборудование выбирают исходя из требований его качественного функционирования и наименьших затрат на электрифицированный объект. Однако по некоторым причинам это не всегда обеспечивает высокую эффективность эксплуатации выбранного электрооборудования.

Методика выбора оборудования в общем случае заключается в определении фактических данных о качестве электроснабжения, режиме работы и других условиях эксплуатации и сопоставления этих данных с параметрами электрооборудования. Решение о выборе принимают **по принципу** ограничения или оптимизации.

Принцип ограничения состоит в том, что электрооборудование считают пригодным, если номинальные значения его параметров больше или равны (для некоторых параметров – меньше или равны) фактическим значениям соответствующих величин при эксплуатации. Например, асинхронный электродвигатель выбирают по мощности на основании условия $P_n > P_{\phi}$, где P_n , P_{ϕ} – номинальное и фактическое значения мощности выбранного электродвигателя.

Принцип оптимизации основан на изучении вариантов возможных решений и выборе такого электрооборудования, которое обеспечивает наилучший результат электрификации объекта или процесса. При этом критерием оптимальности могут быть технические параметры и экономические критерии.

5.2. Выбор электрооборудования по техническим параметрам

Основные технические характеристики, учитываемые при выборе электрооборудования: климатическое исполнение и категория размещения; степень защищенности от попадания посторонних предметов и влаги; номинальные параметры (напряжение, ток, мощность, частота вращения и т.д.); дополнительные параметры (пусковые свойства, перегрузочная способность, защитные характеристики и т.д.).

Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Электротехнические изделия, выпускаемые промышленностью, предназначены для использования в определенном климатическом районе и в определенном месте размещения, в зависимости от их исполнения.

Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках и озерах, имеют следующие *климатические исполнения* для макро-климатических районов: У – с умеренным климатом; ХЛ – с холодным климатом; ТВ – с влажным тропическим климатом; ТС – с сухим тропическим климатом; Т – с влажным и с сухим тропическим климатом; О – общеклиматическое исполнение.

Для обеспечения надежной работы в особых производственных условиях выпускают электрооборудование сельскохозяйственного (С) и химостойкого (Х)

исполнения.

Категории размещения электрооборудования обозначают следующими цифрами: **1** – для работы на открытом воздухе; **2** – для работы в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе, например в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в кожухе комплектного устройства категории 1 или под навесом (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков на изделие); **3** – для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха, воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе; **4** – для работы в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями; **5** – для работы в помещениях с повышенной влажностью.

Выбор по степени защиты. Степень защиты от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса электротехнических изделий, от попадания посторонних предметов и проникновения в корпус влаги в соответствии с ГОСТ 14254-96 условно характеризуют буквами IP и двумя цифрами (например, IP23, IP54 и т.п.). Эти обозначения проставляют на корпусах изделий или на табличках с паспортными данными.

Первая цифра после IP обозначает степень защиты от соприкосновения персонала с движущимися частями оборудования и от попадания внутрь его твердых посторонних тел. **Вторая цифра** обозначает степень защиты оборудования от проникновения внутрь корпуса воды.

Электротехнические изделия сельскохозяйственного назначения согласно ГОСТ 19348-82 должны иметь степень защиты IP23, IP30, IP31, IP41, IP44, IP51, IP54 и IP55. Кожухи вентиляторов охлаждения электродвигателей должны иметь степень защиты не ниже IP20. Рекомендации для выбора электрооборудования по условиям окружающей среды регламентированы в руководящих технических материалах РТМ 105/23/46/70/16-0-153-81.

Выбор по напряжению. В сельском хозяйстве в основном применяют трехфазный переменный ток напряжением 380/220 В. Все электроприемники выбирают из условия равенства напряжения (номинального и сети). В отдельных случаях для облегчения пуска двигателя схему обмоток переключают со звезды на треугольник и для этих целей выбирают двигатель с номинальным напряжением 660/380 В.

Выбор по мощности или току. Электродвигатели выбирают из условия равенства его номинальной мощности $P_{н.дв}$ и мощности, потребляемой рабочей машиной или рабочим органом машины, $P_{м}$. Решающее значение при этом имеет характер нагрузочной диаграммы электропривода.

При длительной неизменной нагрузке двигатель выбирают по фактической потребляемой мощности; при мало изменяющейся во времени нагрузке, имеющей коэффициент вариации менее 20 %, двигатель выбирают по средней мощности; при переменной нагрузке – по расчетной эквивалентной мощности, т.е. такой постоянной мощности, которая эквивалентна фактической переменной по нагреву

двигателя (этому условию удовлетворяет среднеквадратичная мощность).

Зная расчетную мощность машины ($P_{рм}$) (фактическую, среднюю или среднеквадратичную), по каталогу выбирают электродвигатель стандартной мощности ($P_{нлв}$), имеющий мощность, ближайшую большую по сравнению с расчетной. В общем случае условие выбора имеет вид $P_{н дв} > P_{р м}$. Выбранный двигатель проверяют на перегрузочную способность, на возможность пуска, по частоте пусковых операций.

Электрические аппараты (рубильники, автоматические выключатели и магнитные пускатели) выбирают по току главных контактов из условия

$$I_{Hi} \geq I_{раб}$$

где I_{Hi} – номинальный ток i -го аппарата; $I_{раб}$ – рабочий ток коммутируемой цепи.

Кроме этого, аппараты выбирают по току устройств защиты из условия $I_{н.зи} \geq k_i I_{раб}$, где k_i – отношение номинального тока плавкой вставки или уставки защиты к рабочему току защищаемой цепи.

Электронагревательные установки (ЭНУ) выбирают по мощности из условия $P_{н.эну} \geq P_{р.эну}$, где $P_{н.эну}$ – номинальная мощность ЭНУ; $P_{р.эну}$ – расчетная мощность ЭНУ. Расчетную мощность определяют из уравнения теплового баланса помещения или технологического процесса.

5.3. Классификация электроустановок в соответствии с нормативной документацией.

Классификация электроустановок и электрооборудования.

Условия применения электрооборудования отличаются большим разнообразием:

1. климатических факторов (влажность, осадки, солнечное излучение, наличие пыли);
2. агрессивных химических и органических сред;
3. степеней защит от взрывов и пожаров;
4. степеней защит персонала.

Эти условия оказывают существенное влияние на безопасность, безотказность и эффективность работы различного оборудования.

Для обеспечения высокого уровня безопасности и надёжности электрооборудование, применяемое в электроустановках, по конструктивному исполнению должно соответствовать определённым условиям его работы.

Эти обстоятельства должны учитываться при:

1. проектировании электроустановок;
2. выполнении организационных и технических мер;
3. производстве монтажных работ;
4. ремонте и эксплуатации электрооборудования.

Для выполнения единых требований по устройству электроустановок и электропомещений, установки области применения электрооборудования с определёнными конструктивными особенностями, обеспечению надёжной его работы в соответствующих условиях и режимах работы, а также для выполнения

требований безопасного производства работ нормативными документами – введена определённая классификация.

Электроустановки (ЭУ) – совокупность машин, аппаратов, линий электропередач и вспомогательного оборудования (вместе с помещениями), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения и преобразования электрической энергии в другие виды энергии.

1. По условиям защиты от атмосферных воздействий:

- открытые (наружные) – не имеющие защиты;
- закрытые (внутренние) – размещённые внутри помещений.

2. По условиям электробезопасности – с^U:

• до 1000 В;

• свыше 1000 В – более высокие требования по устройству, конструктивному исполнению, квалификации персонала, выполнению организационных и технических мероприятий.

Электропомещения – помещения или часть их (отгороженная), в которых расположено электрооборудование (ЭУ), доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала (специальная подготовка, ТБ, экзамены, квалификация).

Классифицируются ЭП (по ПУЭ):

1. По характеру окружающей среды (относительная влажность):

- сухие – влажность до 60 %;
- влажные – влажность от 60 до 75 %;
- сырые – влажность более 75 %;
- особо сырые – влажность до 100%, пол, стены, потолок, предметы покрыта влагой;

- жаркие – температура постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35⁰С;

- пыльные – по условиям производства выделяется технологическая пыль в количествах достаточных для оседания на оборудовании и проникания внутрь (токопроводящая и нетокопроводящая) последняя способствует увлажнению;

- с химически активной или органической средой (агрессивные газы, плесень, отложения, насекомые), которая может разрушать изоляцию и токоведущие части.

2. По опасности поражения людей электрическим током различают помещения:

- с повышенной опасностью (сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к корпусам электрооборудования и к заземлённым конструкциям, аппаратам, механизмам).

Хотя бы наличие одного из этих факторов.

- особо опасные (особая сырость, химически активные или органические среды, одновременное наличие двух и более факторов повышенной опасности);

- без повышенной опасности – отсутствие факторов повышенной или особой опасности.

3. По степени возможности образования взрывоопасных смесей взрывоопасные зоны ЭУ распределяются на классы.

Вместо помещений – зоны, которые могут занимать всё помещение или его часть. Эти зоны определяются технологами с электриками при проектировании или эксплуатации. ПУЭ установлены следующие классы взрывоопасных зон:

В-I – зоны, выделяются где газы или пары ЛВЖ, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных условия работы;

В-Ia – тоже самое, но при авариях или неисправностях;

В-Iб – отличие от В-Ia – наличие горючих газов с резким запахом, газообразного водорода, лаборатории с небольшим количеством газов или ЛВЖ;

В-Iг – просторство у наружных установок и технологических установок с горючими газами и ЛВЖ.

Размеры взрывоопасных зон – 0,5 - 20 м по вертикали и горизонтали от места образования взрывоопасных смесей.

В-II – зоны в помещениях, где возможно образование взрывоопасных смесей воздуха с горючей пылью или волокном в нормальных условиях;

В-IIa – тоже самое, но при авариях и неисправностях.

К взрывоопасным относятся также помещения не имеющие взрывоопасных технологий и материалов, но отделённые от взрывоопасных стенами.

4. По степени образования горючих веществ:

Пожароопасные помещения или наружные установки – в которых периодически или постоянно обращаются, применяются, хранятся или образуются при нормальных технологических процессах горючие вещества.

5. По степени опасности также помещения подразделяются на пожароопасные зоны следующих классов:

П-I – зоны в которых обращаются горючие жидкости с $t^{\circ}\text{C}$ вспышки выше 61°C ;

П-II – зоны в помещениях которых выделяются горючие пыли или волокна с пределом воспламенения более 65 г/м^3 к объёму воздуха;

П-IIa – зоны в помещениях, содержащих твёрдые горючие вещества;

П-III – зоны вне помещений, содержащие горючие жидкости с $t^{\circ}\text{C}$ вспышки выше 61°C или твёрдые горючие вещества.

5.4. Выбор типа защиты электрооборудования

При эксплуатации электроприводов возникают различные аварийные ситуации, основные из которых – технологические перегрузки, неполнофазное (несимметричное) питание, затормаживание (заклинивание) ротора, увлажнение изоляции и нарушение условий охлаждения. Чтобы в этих случаях не допустить выхода из строя двигателя, его своевременно отключают от сети при помощи устройства защиты двигателя.

Технологические перегрузки – перегрузки, возникающие в процессе работы электродвигателя, приводят к увеличению температуры изоляции обмоток выше предельно допустимого значения (для соответствующего класса изоляции), не вызывают моментального пробоя изоляции обмотки электродвигателя, но влекут за

собой ускоренное старение, постепенное разрушение и преждевременный выход из строя изоляции обмотки.

Неполнофазное питание (потеря фазы) возникает в случае перегорания одного из предохранителей, обрыва провода питающей; сети, нарушения контактных соединений. При этом происходит* перераспределение токов и напряжений электродвигателя, которое и приводит к его отказу. В зависимости от схемы обмоток, степени загрузки и места обрыва фазы может наступить или остановка ротора электродвигателя, или же он будет продолжать работать, но по его обмотке будут протекать повышенные токи.

Особенно чувствительны к неполнофазному питанию электродвигатели малой и средней мощности. Если для двигателей мощностью более 20 кВт опасность разрушения обмотки статора возникает при нагрузке более 50 % номинальной, то для двигателей меньшей мощности – начиная с нагрузки 25 %.

Затормаживание ротора вызывает самый тяжелый аварийный режим двигателей, возникает из-за разрушения подшипников, заклинивания рабочей машины, примерзания рабочих органов машины и т.д. Затормаживание ротора может происходить как во время пуска, так и во время работы двигателя. При затормаживании ротора по обмоткам двигателя протекают повышенные (пусковые) токи, при которых скорость нагрева обмотки достигает 7...10 °C/с, и поэтому через 10...15 с температура обмотки достигает предельно допустимых значений. Чем меньше постоянная времени нагрева электродвигателя, тем выше температура обмотки при одинаковой продолжительности этого режима и кратности пускового тока. Поэтому режим с заторможенным ротором представляет наибольшую опасность для электродвигателей малой и средней мощности, так как у них постоянная времени нагрева меньше постоянной времени нагрева крупных электродвигателей.

Защитные устройства. Основное требование, предъявляемое к защитным устройствам, – не допускать перегрева статорной обмотки сверх допустимого значения при перегрузках двигателя и тем самым предохранять изоляцию обмотки от ускоренного износа. При этом отключение электродвигателя при перегрузках должно происходить при температуре обмотки, близкой к допустимой, чтобы по возможности более полно использовать перегрузочную способность электродвигателя.

В связи с переводом сельскохозяйственного производства на промышленную основу защитные устройства должны обеспечивать непрерывность производства, т. е. исключать ложные отключения при появлении кратковременных перегрузок, не представляющих опасности для электродвигателей. Кроме того, защитные устройства должны иметь достаточное быстродействие и минимальное время возврата после срабатывания, надежно работать в реальных условиях сельскохозяйственного производства, быть универсальными и удобными в эксплуатации.

Известно много типов (вариантов) защиты.

По назначению их можно разделить на три группы.

Первая группа – специальные устройства, которые реагируют на отдельный, специально контролируемый (основной) аварийный режим. Это устройство,

отключающие двигатель при неполнофазном и несимметричном напряжении сети; при затормаживании ротора; при недопустимом снижении сопротивления изоляции.

Вторая группа – универсальные устройства, которые реагируют на несколько аварийных режимов, контролируя один параметр двигателя.

Третья группа – комплексные устройства, которые реагируют на все аварийные режимы, контролируя несколько параметров двигателя.

По параметру, контролируемому чувствительным (измерительным) органом устройства, все защиты можно разделить на токовые, тепловые, температурные, фазовые, защиты по напряжению и комплексные.

Выбор типа защиты по техническим характеристикам. Для защиты необходимо выявить структуру аварийных режимов, ожидаемых у конкретного электропривода, и подобрать такое устройство, которое наиболее полно реагирует на вероятные аварийные ситуации. Каждый тип защиты имеет следующие рациональные области применения. Для защиты двигателей, используемых с постоянной или мало изменяющейся нагрузкой, следует применять тепловые реле. Для двигателей с длительной постоянной нагрузкой (вентиляторы, насосы и т.п.) – фазочувствительные устройства защиты. Двигатели, используемые в пыльных помещениях или имеющие резкопеременную нагрузку (дробилки, измельчители, лесопилки) либо частые пуски (дозаторы), должны снабжаться устройствами встроенной температурной защиты.

Контрольные вопросы:

1. Дайте понятие что такое электроустановка, электропомещение?
2. Условия применения электрооборудования.
3. Классификация электропомещений по ПУЭ.

6. ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ НА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМ ТОКЕ (УЗО). ЗАНУЛЕНИЕ.

6.1. Классификация УЗО

Классификация УЗО, устройств защитного отключения управляемые дифференциальным током, производится по способу монтажа, по задержке времени срабатывания, по типу исполнения, по чувствительности, по номиналу тока, по времени срабатывания.

Промышленная классификация УЗО производится по следующим характеристикам:

- По способу монтажа;
 - По зависимости от напряжения питания;
 - По конструкции механизма отключения;
 - По задержке времени отключения;
 - По типу исполнения;
 - По параметрам;
 - По току применения.
- Разберем каждый тип классификации по отдельности.

Классификация узо по способу монтажа

По способу монтажа УЗО бывают:

- стационарного исполнения,
- для установки в распределительные щиты и
- переносные УЗО,
- адаптеры для установки в розетки.

Классификация по зависимости от напряжения питания

По взаимодействию с источниками питания УЗО делятся:

- Функционально независимые от питания – F1;
- Функционально зависимые от питания – D1;
- Функционально условно зависимые – HF1.

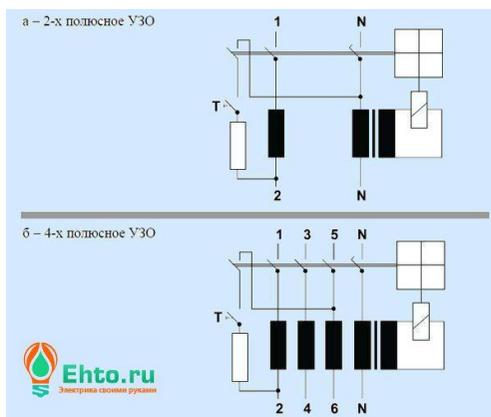
Классификация по конструкции механизма отключения

По этой характеристике УЗО бывают:

• С механизмом прямого отключения. Этот механизм отключения – составная часть устройства.

• С механизмом непрямого отключения. Устройство слежения за дифференциальным током, собирается из суммирующего трансформатора тока, отключающего реле, отключающего устройства в виде контактора или автоматического выключателя.

• УЗО с механизмом прямого отключения используется в частных домах и квартирах. Все устройства УЗО находятся в едином корпусе и не смотря на свою компактность, полностью выполняя уметь оказывать первую помощь пострадавшим при поражении электрическим током. т назначение УЗО.



Классификация по полюсам

По числу полюсов для подключения УЗО делятся:

- на двухполюсные (L,N)
- и четырехполюсные (L1,L2,L3.N).

Классификация по выдержке времени срабатывания

По задержке срабатывания УЗО классифицируются:

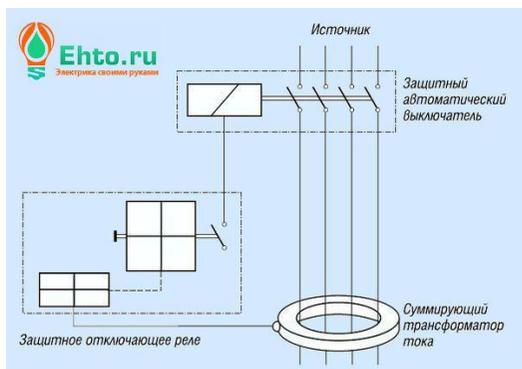
- УЗО без задержки срабатывания;
- УЗО типа «G», с задержкой срабатывания;
- УЗО типа «S», селективные УЗО с большим временем задержки.

Принципиально работают УЗО со всеми типами задержки срабатывания одинаково. Задержка срабатывания УЗО позволяет выстраивать многоуровневые схемы защиты, с последовательным срабатыванием УЗО разных уровней.

УЗО типа S, используются, например, на вводе электропитания в дом, в качестве УЗО для противопожарной защиты.

Классификация по защите от сверхтоков

УЗО может включать, а может не включать устройство защиты от сверхтоков.



Классификация по основным параметрам

Основными характеристиками УЗО являются:

- Номинальный ток нагрузки – 16А, 20А, 25А, 32А, 40А, 63А, 80А, 100 Ампер;
- Номинальный отключающий дифференциальный ток – 10мА, 30мА, 100мА, 300 мА, 500 мА (миллиампер).

Классификация по типу дифференциального тока в сети

Обозначение	Тип	Свойства УЗО
	АС	Чувствительно к переменному дифференциальному току
	А	Чувствительно к переменному и пульсирующему постоянному ¹⁾ дифференциальным токам
	В	Чувствительно к переменному, пульсирующему постоянному и сглаженному постоянному ²⁾ дифференциальным токам

По типу дифференциального тока в сети, УЗО классифицируются следующим образом:

- Тип АС – переменный синусоидальный ток, внезапно возникший или медленно нарастающий. Самый распространенный, обычный вариант.

- Тип А, почти тоже, что и тип АС, но вдобавок выпрямленный пульсирующий ток. У этого типа устройства более сложная конструкция по сравнению с типом АС. Они обеспечивают качественную защиту и дороже типа АС. Тип УЗО-А рекомендован для квартир и коттеджей.

- Тип В – дифференциальный ток постоянный и переменный. Этот тип применяется в пром. установках со смешанным питанием;

- Тип S и G – маркировка УЗО с задержкой времени срабатывания. Задержка срабатывания УЗО – S составляет 200 мс – 300 мс. Для УЗО типа G задержка определена в 60-80 мс.

Это вся классификация УЗО.

6.2. Назначение, принцип действия, область применения.

Защитным отключением называется автоматическое отключение электроустановок при однофазном (однополюсном) прикосновении к частям, находящимся под напряжением, недопустимым для человека, и (или) при возникновении в электроустановке тока утечки (замыкания), превышающего заданные значения.

Назначение защитного отключения - обеспечение электробезопасности, что достигается за счет ограничения времени воздействия опасного тока на человека. Защита осуществляется специальным устройством защитного отключения (УЗО), которое, работая в дежурном режиме, постоянно контролирует условия поражения человека электрическим током.

Область применения: электроустановки в сетях с любым напряжением и любым режимом нейтрали.

Наибольшее распространение защитное отключение получило в электроустановках, используемых в сетях напряжением до 1 кВ с заземленной или изолированной нейтралью.

Принцип работы УЗО состоит в том, что оно постоянно контролирует входной сигнал и сравнивает его с наперед заданной величиной (установкой). Если входной сигнал превышает установку, то устройство срабатывает и отключает защищенную электроустановку от сети. В качестве входных сигналов устройств защитного отключения используют различные параметры электрических сетей, которые несут в себе информацию об условиях поражения человека электрическим током.

Все УЗО по виду входного сигнала классифицируют на несколько типов (рис. 6.1).

Кроме того УЗО могут классифицироваться по другим критериям, например, по конструктивному исполнению.

Основными элементами любого устройства защитного отключения являются датчик, преобразователь и исполнительный орган.

Основными параметрами, по которым подбирается то или иное УЗО являются: номинальный ток нагрузки т.е. рабочий ток электроустановки, который протекает

через нормально замкнутые контакты УЗО в дежурном режиме; номинальное напряжение; установка; время срабатывания устройства.



Рисунок 6.1. Классификация УЗО по виду входного сигнала

Рассмотрим более подробно УЗО, реагирующее на потенциал корпуса относительно земли, предназначенное для обеспечения безопасности при возникновении на заземленном (или зануленном) корпусе электроустановки повышенного потенциала. Датчиком в этом устройстве (рис.6.2) служит реле Р, обмотка которого включена между корпусом электроустановки и вспомогательным заземлителем R_B . Электроды вспомогательного заземлителя R_B располагаются вне зоны растекания токов заземлителя R_3 .

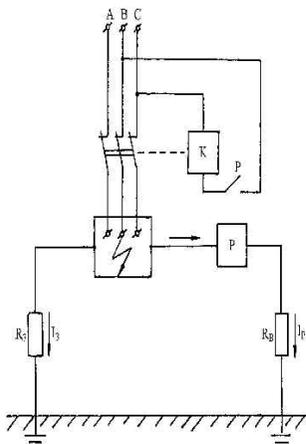


Рисунок 6.2. Схема УЗО, реагирующего на потенциал корпуса

При замыкании на корпус защитное заземление R_3 снизит потенциал корпуса относительно земли до величины $j_3 = I_3 R_3$. Если по каким-либо причинам окажется, что $j_3 > j_{здоп}$, где $j_{здоп}$ - потенциал корпуса, при котором напряжение прикосновения не превышает допустимого, то срабатывает реле Р, которое своими контактами замкнет цепь питания катушки коммутационного аппарата и произойдет отключение поврежденной электроустановки от сети.

Фактически данный тип УЗО дублирует защитные свойства заземления или зануления и применяется в качестве дополнительной защиты, повышая надежность заземления или зануления.

Данный тип УЗО может применяться в сетях с любым режимом нейтрали, когда заземление или зануление неэффективно.

УЗО, реагирующее на дифференциальный (остаточный) ток, находят широкое применение во всех отраслях промышленности. Характерной их особенностью является многофункциональность. Такие УЗО могут осуществлять защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении, при косвенном прикосновении, при несимметричном снижении изоляции проводов относительно земли в зоне защиты устройства, при замыканиях на землю и в других ситуациях.

Принцип действия УЗО дифференциального типа заключается в том, что оно постоянно контролирует дифференциальный ток и сравнивает его с установкой. При превышении значения дифференциального тока уставки УЗО срабатывает и отключает аварийный потребитель электроэнергии от сети. Входным сигналом для трехфазных УЗО является ток нулевой последовательности. Входной сигнал УЗО функционально связан с током, протекающим через тело человека I_h .

Область применения УЗО дифференциального типа – сети с заземленной нейтралью напряжением до 1 кВ (система TN - S).

Схема включения УЗО, реагирующего на дифференциальный ток в сети с заземленной нейтралью типа TN - S представлена на рис 6.3.

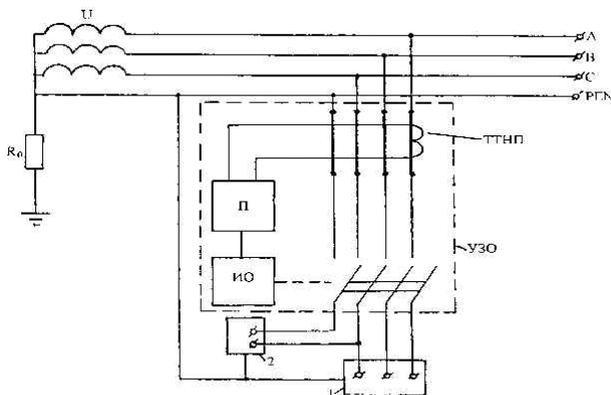


Рисунок 6.3. Схема подключения к сети УЗО (система TN – S), реагирующего на дифференциальный ток

Датчиком такого устройства является трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП), на выходных обмотках которого формируется сигнал, пропорциональный току через тело человека I_h . Преобразователь УЗО (П) сравнивает значение входного сигнала с уставкой, значение которой определяется допустимым током через человека, усиливает входной сигнал до уровня, необходимого для управления исполнительным органом (ИО). Исполнительный орган, например, контактор, отключает электроустановку от сети в случае возникновения опасности поражения электрическим током в зоне защиты УЗО.

По условиям функционирования дифференциальные УЗО подразделяются на следующие типы: АС, А, В, S, G.

УЗО типа АС – устройство защитного отключения, реагирующее на переменный синусоидальный дифференциальный ток, возникающий внезапно, либо медленно возрастающий.

УЗО типа А – устройство защитного отключения, реагирующее на переменный синусоидальный дифференциальный ток и пульсирующий постоянный дифференциальный ток, возникающие внезапно, либо медленно возрастающие.

УЗО типа В – устройство защитного отключения, реагирующее на переменный, постоянный и выпрямленный дифференциальные токи.

УЗО типа S – устройство защитного отключения, селективное (с выдержкой времени отключения).

УЗО типа G – то же, что и типа S, но с меньшей выдержкой времени

Конструктивно дифференциальные УЗО разделяются на два типа:

- **Электромеханические УЗО, функционально не зависящие от напряжения питания.** Источником энергии, необходимой для функционирования таких УЗО – выполнения защитных функций, включая операцию отключения, является сам входной сигнал – дифференциальный ток, на который оно реагирует.

- **Электронные УЗО, функционально зависящие от напряжения питания.** Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника.

Основными параметрами УЗО дифференциального типа являются:

- Уставка (дифференциальный отключающий ток);
- Время срабатывания;
- Ток нагрузки;
- Напряжение питания.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускается целый ряд УЗО различного назначения. Кроме того, широко используются УЗО известных зарубежных фирм, таких как Siemens, ABB, GE Power, ABL Sursum, Hager, AEG, Vaco, Legrand, Merlin-Gerin, Circutor и др.

Применение УЗО должно осуществляться в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

Контрольные вопросы:

1. С какой целью применяют УЗО? В каких частях электроустановок применение УЗО обязательно?
2. Что такое защитное отключение?

3. Промышленная классификация УЗО.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

7.1. Основные требования безопасности при обслуживании электроустановок

Руководитель предприятия обязан обеспечить содержание, эксплуатацию и обслуживание электроустановок в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Для этого он обязан:

- назначить ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию электрохозяйства из числа инженерно-технических работников, имеющих электротехническую подготовку и прошедших проверку знаний в установленном порядке, в дальнейшем - лицо, ответственное за электрохозяйство;

- обеспечить необходимое количество электротехнических работников;

- утвердить Положение об энергетической службе предприятия, а также должностные инструкции и инструкции по охране труда;

- установить такой порядок, чтобы работники, на которых возложены обязанности по обслуживанию электроустановок, вели тщательные наблюдения за порученным им оборудованием и сетями путем осмотра, проверки действия, испытаний и измерений;

- обеспечить проверку знаний работников в установленные сроки в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей/ Москва, Энергоатомиздат, 1989", утвержденных Минэнерго СССР 21.12.84 (далее ПТЭ);

- обеспечить проведение противоаварийных, приемосдаточных и профилактических испытаний и измерений электроустановок согласно правилам и нормам (ПТЭ);

- обеспечить проведение технического освидетельствования электроустановок.

Специалисты служб охраны труда обязаны контролировать безопасную эксплуатацию электроустановок и должны иметь IV группу по электробезопасности.

Запрещается возлагать на энергослужбу обязанности, не входящие в ее профессиональную компетенцию.

7.2. Требования к работникам

1. Порядок обучения и проверки знаний работников должен соответствовать отраслевому положению об обучении, инструктаже и проверке знаний по вопросам охраны труда, согласованному с Госнадзором охран-труда, а также требованиям к электротехническому персоналу, приведенные в ПТЭ.

2. Предварительный (при приеме на работу) и периодический (на протяжении трудовой деятельности) медицинский осмотр работающих лиц проводится согласно Положению о медицинском осмотре работников определенных категорий

утвержденному приказом Министерства охраны здоровья Украины от 31.03.94 г. № 45, зарегистрированному в Министерстве юстиции Украины за № 136/345.

3. Работники, обслуживающие электроустановки, обязаны знать настоящие Правила в объеме требований, определяемых профессией и занимаемой должностью, и иметь соответствующую выполняемым работам квалификационную группу по электробезопасности, в соответствии с такими требованиями:

1) для получения группы I, независимо от должности и профессии, необходимо пройти инструктаж по электробезопасности во время работы в данной электроустановке с оформлением в журнале регистрации инструктажей по вопросам охраны труда.

Инструктаж по электробезопасности на I группу должно производить лицо, ответственное за электрохозяйство, или, по его письменному распоряжению, лицо из числа электротехнических работников с группой III.

Минимальный стаж работы в электроустановках и выдача удостоверения работникам с группой I не требуются;

2) лицам моложе 18 лет не разрешается присваивать группу выше II;

3) для присвоения очередной группы по электробезопасности необходимо иметь минимальный стаж работы в электроустановках с предыдущей группой, указанной в приложении I настоящих Правил;

4) для получения групп II- III работники должны:

а) иметь отчетливое представление об опасности, связанной с работой в электроустановках;

б) знать и уметь применять на практике настоящие и другие правила безопасности в объеме, относящемся к выполняемой работе;

в) знать устройство и оборудование электроустановок;

г) уметь практически оказывать первую помощь пострадавшим при несчастных случаях, в том числе применять способы искусственного дыхания и наружного массажа сердца;

5) для получения групп ГУ-У необходимо знать компоновку электроустановок и уметь организовать безопасное проведение работ, уметь обучить работников других групп Правилам безопасности и оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока;

6) для получения группы V необходимо также понимать, чем вызваны требования пунктов Правил безопасной эксплуатации электроустановок.

Работнику, прошедшему проверку знаний Правил, выдается удостоверение установленной приложением 2 к настоящим Правилам формы, которое он обязан иметь при себе, находясь на работе.

Удостоверение о проверке знаний работника является документом, свидетельствующим о праве на самостоятельную работу в электроустановках на указанной должности по специальности.

Удостоверение о проверке знаний выдается работнику комиссией по проверке знаний предприятия, организации после проверки знаний и является действительным только после соответствующих записей.

Во время выполнения служебных обязанностей работник должен иметь при себе удостоверение о проверке знаний. При отсутствии удостоверения или при

наличии удостоверения с просроченным сроком проверки знаний работник к работе не допускается.

Удостоверение о проверке знаний подлежит замене в случае смены должности или при отсутствии места для записей.

Удостоверение о проверке знаний изымается у работника комиссией о проверке знаний при неудовлетворительных знаниях, руководителем структурного подразделения - при окончании срока действия медицинского осмотра.

Удостоверение о проверке знаний состоит с твердой обложки и блока страниц.

4. Запрещается допуск к работе в электроустановках лиц, не прошедших обучение и проверку знаний настоящих Правил.

Работники, занятые выполнением специальных видов работ, к которым предъявляются дополнительные требования по безопасности, должны быть обучены безопасному выполнению таких работ и иметь соответствующую запись об этом в удостоверении о проверке знаний по вопросам охраны труда.

Перечень работ с повышенной опасностью утверждается руководством предприятия.

Результаты проверки знаний фиксируются в журнале, порядок ведения и форма которого приведены в приложении 3.

Страницы журнала должны быть пронумерованные, прошнурованные и скреплены печатью предприятия на листах формата А4.

При проверке знаний группы работников в один день и при неизменном составе комиссии допускается подписывать протокол один раз после проверки группы экзаменованных в этот день, у которых произведена проверка знаний.

В графе 4 указывается: допускается работник к работе в электроустановках до 1000 В, или до и выше 1000 В.

Для инспектирующих работников и специалистов по охране труда указывается: "допускается в качестве инспектирующего лица".

Ответственность за оформление, состояние и целостность журнала проверки знаний возлагается на лицо, ответственное за электрохозяйство.

Срок хранения журнала- 3 года после последней записи.

Проверку знаний по технологии работ (правила эксплуатации, производственные инструкции) может производить Госэиергопотребнадзор отдельно от проверки знаний по безопасной эксплуатации электроустановок, при этом в журнале делается отдельная запись.

5. Запрещается допуск к работе лиц с признаками алкогольного или наркотического опьянения, а также с явными признаками заболевания.

6. Запрещается выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям настоящих Правил.

7. Каждый работающий лично отвечает за свои действия в части соблюдения требований настоящих Правил.

(В случае, если работник самостоятельно не в состоянии принять действенные меры по устранению замеченных им нарушений Правил, он обязан немедленно сообщить об этом непосредственному, а в случае его отсутствия - вышестоящему руководителю.

8. При несчастных случаях с людьми снятие I напряжения для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока должно быть произведено немедленно, без предварительного разрешения. I

9. Работники, нарушившие требования настоящих Правил, отстраняются от работы и несут ответственность (дисциплинарную, административную, уголовную) согласно действующему законодательству.

10. Работники, допустившие нарушения требований настоящих Правил, без внеочередной проверки знаний к работам в электроустановках не допускаются.

7.3. Оперативное обслуживание электроустановок

1. Оперативное обслуживание электроустановок может осуществляться как местными оперативными или оперативно-ремонтными работниками, за которыми закреплена данная электроустановка, так и выездными, за которыми закреплена группа электроустановок.

Вид оперативного обслуживания, число оперативных работников в смену или на электроустановке определяются лицом, ответственным за электрохозяйство, по согласованию с руководством предприятия (организации) и указывается в местных инструкциях.

2. К оперативному обслуживанию электроустановок допускаются работники, знающие оперативные схемы, должностные и эксплуатационные инструкции, инструкции по охране труда, особенности оборудования и прошедшие обучение, дублирование и проверку знаний настоящих Правил и ПТЭ.

3. Оперативные работники, обслуживающие электроустановки единолично, и старшие в смене или бригаде, за которыми закреплена электроустановка, должны иметь группу по электробезопасности IV в электроустановках напряжением выше 1000 В и III - в электроустановках напряжением до 1000 В.

4. Оперативные работники должны работать по графику, утвержденному лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия или структурного подразделения.

5. Оперативные работники, придя на дежурство, должны принять смену от предыдущего дежурного, сдать смену следующему дежурному в соответствии с графиком,

Уход с дежурства без сдачи смены запрещается. В исключительных случаях оставление рабочего места допускается с разрешения вышестоящего лица из числа оперативных работников.

6. При приемке смены оперативный работник обязан:

- ознакомиться по схеме с состоянием и режимом работы оборудования на своем участке путем личного осмотра в объеме, установленном инструкцией; ;

- получить сведения от дежурного, сдающего смену, о состоянии оборудования, за которым необходимо вести тщательное наблюдение для предотвращения аварии и неполадок, и об оборудовании, находящемся в ремонте или резерве;

- проверить и принять инструмент, материалы, ключи от помещений, средства защиты, оперативную документацию и инструкции;

- ознакомиться со всеми записями и распоряжениями за время, прошедшее с его последнего дежурства;

- оформить приемку смены записью в журнале, ведомости, а также в оперативной схеме подписями работника, принимающего смену и работника, сдающего ее;

- доложить старшему по смене о вступлении на дежурство и о неполадках, выявленных при приемке смены.

7. Приемка и сдача смены непосредственно во время ликвидации аварии, производства переключений или операций по включению и отключению оборудования запрещается.

При длительном времени ликвидации аварии сдача смены осуществляется с разрешения лица, ответственного за электрохозяйство предприятия.

8. Запрещается приемка и сдача смены в случаях, когда на обслуживаемом участке рабочие места неубранные, оборудование загрязнено.

Приемка смены при неисправном оборудовании или ненормальном режиме его работы допускается только с разрешения лица, ответственного за электрохозяйство предприятия, или вышестоящего оперативного работника, о чем делается отметка в оперативном журнале.

9. Оперативные работники во время своего дежурства являются ответственными за правильное обслуживание и безаварийную работу всего оборудования на закрепленном за ними участке.

10. Старший по смене оперативный работник единолично или совместно с администрацией предприятия,

цеха, участка обязан выполнять обоснованные требования работников энергоснабжающей организации.

11. Старший по смене оперативный работник I обязан немедленно поставить в известность диспетчера

энергоснабжающей организации об авариях, вызвавших отключение одной или нескольких линий электропередачи, питающих предприятие.

Список работников, имеющих право проведения оперативных переговоров с энергоснабжающей организацией, определяется лицом, ответственным за электрохозяйство, утверждается руководителем, согласовывается с Госнадзорхрантруда и передается в соответствующую оперативную службу энергоснабжающей организации.

12. При нарушении режима работы, повреждении или аварии с электрооборудованием оперативный работник обязан немедленно принять меры по восстановлению нормального режима работы и сообщить о произошедшем непосредственно старшему по смене работнику или лицу, ответственному за электрохозяйство.

В случае неправильных действий оперативных работников при ликвидации аварии, вышестоящий оперативный работник обязан принять на себя руководство и ответственность за дальнейший ход ликвидации аварии.

13. Оперативные работники обязаны проводить обходы и осмотры оборудования и производственных помещений на закрепленном за ними участке.

Осмотр электроустановок может выполняться единолично:

- административно-техническим работником с группой V в электроустановках выше 1000 В и с группой IV - в электроустановках до 1000 В;

- оперативным работником, обслуживающим данную электроустановку.

Осмотр электроустановок неэлектротехническими работниками и экскурсии при наличии разрешения руководства предприятия могут проводиться под надзором работника с группой IV, имеющего право единоличного осмотра.

Осмотр должен выполняться в соответствии с требованиями настоящих Правил.

Список административно-технических работников, которым разрешается единоличный осмотр, устанавливается лицом, ответственным за электрохозяйство, и утверждается руководителем предприятия.

14. Во время осмотра в электроустановках выше 1000 В запрещается открывать двери помещений, ячеек, не оборудованных сетчатыми ограждениями или барьерами, если расстояние между дверьми и токоведущими частями менее указанного в таблице 7.1. Перечень таких помещений и ячеек утверждается лицом, ответственным за электрохозяйство.

В электроустановках выше 1000 В, в которых вход в помещения, ячейки оборудован сетчатыми ограждениями или барьерами, во время осмотра запрещается открывать двери сетчатых ограждений и проникать за ограждения или барьеры.

15. Запрещается во время осмотра электроустановок выполнять какую-либо работу.

16. Осмотры, выявление и ликвидация неисправностей в электроустановках без местных дежурных работников производятся централизованно выездными работниками, осуществляющими надзор и работы по объекту (или группе объектов). Периодичность этих работ устанавливается лицом, ответственным за электрохозяйство, в зависимости от местных условий. Результаты осмотров фиксируются в оперативном журнале.

17. Работники, не обслуживающие данную электроустановку, допускаются к осмотру с разрешения лица, ответственного за электрохозяйство предприятия, цеха, участка.

18. Двери помещений электроустановок (щитов, сборок и т.п.) должны быть постоянно заперты.

Для каждого помещения должно быть не менее двух комплектов ключей, один из которых является запасным. Ключи от помещений РУ не должны подходить к дверям ячеек и камер.

19. Ключи должны быть пронумерованы и находиться на хранении у оперативных или административно-технических работников. В электроустановках без местных оперативных работников ключи должны находиться на пункте управления у старшего по смене оперативного работника. Ключи должны выдаваться под расписку:

- на время осмотра работникам, которым разрешен единоличный осмотр, и оперативно-ремонтным работникам, в том числе не находящимся на смене, при выполнении ими работ в электроустановках по наряду или распоряжению;

- на время производства работ по наряду или по распоряжению - руководителю работ, допускающему или наблюдающему.

Ключи подлежат возврату ежедневно по окончании работы.

При производстве работ в электроустановках без местных оперативных работников ключи подлежат возвращению не позднее следующего дня после полного окончания работ.

20. Персональные ключи для входа в помещения разрешается иметь только оперативным работникам, принимающим и сдающим смену по телефону.

В помещениях электроустановок запрещается хранение материалов и инструмента, не имеющего отношения к данной электроустановке.

7.4 Выполнение работ в электроустановках

1. Работы в электроустановках в отношении мер безопасности подразделяются на три категории:

- со снятием напряжения;

- 'без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;

- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

При одновременной работе в электроустановках напряжением до и выше 1000 В категории работ определяются применительно к электроустановкам выше 1000 В.

2. К работам, выполняемым со снятием напряжения, относятся работы, которые производятся в электроустановке (или части ее), в которой с токоведущих частей снято напряжение и доступ в электроустановки (или части ее), находящиеся под напряжением, невозможен.

3. К работам, выполняемым без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них, относятся работы, проводимые непосредственно на этих частях.

В электроустановках напряжением выше 1000 В, а также на ВЛ напряжением до 1000 В к этим же работам относятся работы, выполняемые на расстояниях от токоведущих частей меньше указанных в таблице 7.1.

При определении допустимых расстояний в электроустановках других напряжений, фактические напряжения следует относить к следующим большим значениям напряжений, указанных в приведенной таблице.

Работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны выполнять не менее двух работников, из которых руководитель работ должен иметь группу IV, остальные - группу III.

4. Работой без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, считается работа, при которой исключено случайное приближение работающих людей и используемых ими ремонтной оснастки и инструмента к токоведущим частям на расстояние меньше указанного в таблице 2.3 и не требуется принятия технических или организационных мер для предотвращения такого приближения.

5. В электроустановках напряжением выше 1000 В работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны производиться с применением средств защиты для изоляции работника от токоведущих частей либо от земли. При изоляции работника от земли работы должны осуществляться в

соответствии со специальными инструкциями или технологическими картами, в которых предусмотрены необходимые меры безопасности.

Таблица 7.1

Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением, м

Напряжение, кВ	Расстояние от человека в каком-либо возможном его положении и инструментов и приспособлений, используемых им, от временных ограждений, м, не менее	Расстояния от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положениях от строп, грузозахватных устройств и грузов, м, не менее
До 1:		
на ВЛ,	0,6	1,0
на остальных электроустановках	не нормируется (без прикосновения)	1,0
6-35	0,6	1,0
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5

6. При работе в электроустановках напряжением выше 1000 В работы без снятия напряжения на токоведущих частях или вблизи них необходимо:

- оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение;
- работать в диэлектрической обуви или стоя на изолирующей подставке либо на диэлектрическом ковре;
- применять инструмент с изолирующими рукоятками (у отверток, кроме того, должен быть изолирован стержень); при отсутствии такого инструмента следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

7. При производстве работ без снятия напряжения на токоведущих частях с помощью изолирующих средств защиты необходимо:

- держать изолирующие части средств защиты за рукоятки до ограничительного кольца;
- располагать изолирующие части средств защиты так, чтобы не возникла опасность перекрытия по поверхности изоляции между токоведущими частями двух фаз или замыкания на землю;
- пользоваться только сухими и чистыми изолирующими частями средств защиты с неповрежденным лаковым покрытием.

При обнаружении нарушения лакового покрытия или других неисправностей изолирующих частей средств защиты, пользование ими должно быть немедленно прекращено.

8. При работе с применением электрозащитных средств (изолирующие штанги и клещи, электроизмерительные клещи, указатели напряжения) допускается приближение работника к токоведущим частям на расстояние, определяемое длиной изолирующей части этих средств.

9. Без применения электрозащитных средств запрещается прикасаться к изоляторам электроустановки, находящейся под напряжением.

10. В электроустановках запрещается работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет меньше указанного в графе 2 таблицы 9.1. При производстве работ вблизи не огражденных токоведущих частей запрещается располагаться так, чтобы эти части находились сзади или с обеих сторон.

11. Вносить длинные предметы (трубы, лестницы и т.п.) и работать с ними в РУ, в которых не исключена возможность случайного прикосновения к частям, находящимся под напряжением, необходимо вдвоем под постоянным наблюдением руководителя работ.

Применяемые для ремонтных работ подмости и лестницы должны быть изготовлены по ГОСТ (ДСТУ) или ТУ на них. Основания лестниц, устанавливаемых на гладких поверхностях, должны быть оббиты резиной, а на основаниях лестниц, устанавливаемых на земле, должны быть острые металлические наконечники. Лестницы должны верхним концом надежно опираться на прочную опору. При необходимости опереть лестницу на провод она должна быть снабжена крючками в верхней части. Связанные лестницы применять запрещается.

При установке приставных лестниц на подкрановых балках, элементах металлических конструкций и т.п. необходимо надежно прикрепить верх и низ лестницы к конструкциям.

При обслуживании, а также ремонтах электроустановок применение металлических лестниц запрещается.

Работу с использованием лестниц выполняют два работника, один из которых находится внизу.

Стоя на ящиках и других посторонних предметах, выполнять работы запрещается.

12. Работа на концевых опорах ВЛ, находящихся на территории ОРУ, должна производиться в соответствии с требованиями раздела.

Ремонтные работники линий, перед тем как войти в ОРУ, должны быть проинструктированы и заходить к месту работ в сопровождении оперативного работника с группой III; выходить из ОРУ после окончания работы или во время перерыва работникам разрешается под надзором руководителя работ.

13. В пролете пересечения в ОРУ и на ВЛ при замене проводов (тросов) и относящихся к ним изоляторов и арматуры, расположенных ниже проводов, находящихся под напряжением, через заменяемые провода (тросы) должны быть перекинуты канаты из растительных или синтетических волокон. Канаты следует перекидывать в двух местах пересечения, закрепляя их концы за якоря, конструкции и т.п. Подъем провода (троса) должен осуществляться плавно, без рывков.

Работы на проводах (тросах) и относящихся к ним изоляторах, арматуре, расположенных выше проводов (тросов), находящихся под напряжением, могут быть разрешены при условии составления плана производства работ, утверждаемого руководством предприятия, в котором должны быть предусмотрены меры, препятствующие опусканию проводов (тросов), и меры по защите от наведенного напряжения. Запрещается замена проводов и тросов при этих работах без снятия напряжения с пересекающихся проводов.

14. Работы на ВЛ в зоне наведенного напряжения, связанные с прикосновением к проводу (тросу), опущенному с опоры вплоть до земли, должны производиться с применением электрозщитных средств (перчатки, штанги) или с металлической площадки, соединенной для выравнивания потенциала проводником с этим проводом (тросом). Допускается производство работ с земли без применения электрозщитных средств и металлической площадки при условии наложения заземления на провод (трос) в непосредственной близости к месту прикосновения, но не далее 3 м от места работы.

15. При приближении грозы должны быть прекращены все работы на ВЛ, ВЛС и в ОРУ, а в ЗРУ - работы на вводах и коммутационной аппаратуре, непосредственно подсоединенной к воздушным линиям.

Во время снегопада, дождя, тумана запрещаются работы, требующие применения защитных изолирующих средств.

16. При обнаружении замыкания на землю в электроустановках 6 - 35 кВ запрещается приближаться на расстояние менее 4 м в закрытых и менее 8 м в открытых РУ и на ВЛ.

Приближение к этому месту на более близкое расстояние допускается только для производства операций с коммутационной аппаратурой для ликвидации замыкания на землю, а также при необходимости освобождения людей, попавших под напряжение, и оказания им первой помощи.

В этих случаях обязательно следует пользоваться как основными, так и дополнительными электрозщитными средствами.

17. Работникам следует помнить, что после исчезновения напряжения с электроустановки оно может быть подано вновь без предупреждения.

18. Установка и снятие предохранителей, как правило, производятся при снятом напряжении.

Под напряжением, но без нагрузки допускается снимать и устанавливать предохранители на присоединениях, в схеме которых отсутствуют коммутационные аппараты, позволяющие снять напряжение. Под напряжением и под нагрузкой допускается снимать и устанавливать предохранители трансформаторов напряжения, предохранители пробочного типа в сетях освещения и во вторичных цепях.

19. При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться:

- в электроустановках напряжением выше 1000 В - изолирующими клещами (штангой), диэлектрическими перчатками и защитными очками (маской);

- в электроустановках до 1000 В - изолирующими клещами или диэлектрическими перчатками, а при наличии открытых плавких вставок - и защитными очками (маской).

20. Отключать и включать разъединители и выключатели напряжением выше 1000 В с ручным приводом следует в диэлектрических перчатках.

21. В темное время суток участки работ, рабочие места и подходы к ним должны быть освещены. Освещенность должна быть равномерной, без ослепляющего действия осветительных устройств на работающих. Запрещается выполнение работ в неосвещенных местах.

22. Все работники, находящиеся в помещениях с действующим электрооборудованием электростанций и подстанций (за исключением щитов управления релейных и им подобных помещений), в ЗРУ, ОРУ, в колодцах, тоннелях и траншеях, а также при работах на ВЛ обязаны пользоваться защитными касками.

23. При производстве земляных, сварочных, взрывных работ, работ с применением специальных подъемников, грузоподъемных, землеройных машин и других механизмов в охранной зоне действующих ВЛ и КЛ следует руководствоваться соответствующими Правилами и нормами безопасного выполнения этих видов работ (Правила охраны электрических сетей, утвержденные постановлением Кабинета Министров Украины 04.03.97 № 209, СНиП П1-4-80*; Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденные приказом Госнадзорохрантруда Украины 16.12.93 № 127).

24. Производство работ в электроустановках с применением специальных приспособлений, машин и механизмов должно выполняться по технологическим картам и ППР.

Технологические карты и ППР согласовываются с должностными лицами, непосредственно отвечающими за безопасную эксплуатацию этих приспособлений, машин, механизмов, и службой охраны труда предприятия. Согласованные технологические карты и ППР*¹ утверждаются руководством предприятия.

25. Выполнение в электроустановках любых работ в зоне действия другого наряда или распоряжения должно согласовываться с лицом, выдавшим этот наряд или распоряжение.

7.5. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ **Перечень основных мероприятий**

1. Работы в электроустановках в отношении их организации разделяются на: выполняемые по наряду-допуску (далее наряду), выполняемые по распоряжению и в порядке текущей эксплуатации.

2. Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

- утверждение перечней работ, выполняемых по нарядам, распоряжениям и в порядке текущей эксплуатации;

- назначение лиц, ответственных за безопасное ведение работ;

- оформление работ нарядом, распоряжением или утверждением перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

- подготовка рабочих мест;
- допуск к работам;
- надзор во время ведения работ;
- перевод на другое рабочее место;
- оформление перерывов в работе и ее окончание.

Работники, ответственные за безопасность работ:

1. Ответственными за безопасность работ, выполняемых в электроустановках, являются:

- работник, выдающий наряд, распоряжение;
- работник, дающий разрешение на подготовку рабочего места;
- работник, подготавливающий рабочее место, допуск;
- работник, допускающий к работе (далее допускающий);
- руководитель работ;
- работник, наблюдающий за безопасным выполнением работ (далее наблюдающий);
- члены бригады.

2. Работник выдающий наряд, распоряжение, устанавливает возможность безопасного выполнения работы. Он отвечает за достаточность и правильность указанных в наряде мер безопасности, за качественный и количественный состав бригады и назначение лиц, ответственных за безопасное ведение работ, а также за соответствие выполняемой работе групп по электробезопасности указанных в наряде работников.

Работник, выдающий наряд, обязан в случаях, предусмотренных настоящими Правилами, определить содержание строки наряда "Отдельные указания". Форма наряд-допуска и указания о его заполнении приводятся в приложении 4.

Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется административно-техническим работникам предприятия, имеющим группу V в электроустановках свыше 1000 В и группу IV в электроустановках до 1000 В.

3. Работники, составляющие и утверждающие перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, устанавливают необходимость, возможность и периодичность безопасного выполнения работ применительно к местным условиям, а также количественный и качественный состав исполнителей на каждый вид работы.

4. Работник, выдающий разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск, несет ответственность за достаточность предусмотренных для безопасного выполнения работы мер по отключению и заземлению оборудования и возможность их осуществления, а также за координацию времени и места работы допускаемых бригад.

Давать разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск имеют право оперативные работники с группой V в электроустановках свыше 1000 В и группой IV в электроустановках до 1000 В.

5. Работник, подготавливающий рабочее место, отвечает за правильное выполнение мер по подготовке рабочих мест, указанных в наряде, а также требуемых по условиям работы (установку замков, плакатов, ограждений).

Подготавливать рабочие места имеют право дежурные или оперативно-ремонтные работники, допущенные к оперативным переключениям в данной электроустановке.

6. Допускающий отвечает за правильность и достаточность принятых мер безопасности и соответствие их характеру и месту работы, указанных в наряде, за правильный допуск к работе, а также за полноту и качество проводимого им инструктажа. Допускающими назначаются оперативные или оперативно-ремонтные работники. В электроустановках выше 1000 В допускающие должны иметь группу IV, а в электроустановках до 1000 В - группу III.

7. Руководитель работ отвечает за:

- выполнение мер по безопасности, предусмотренных нарядом или распоряжением, и их достаточность;

- четкость и полноту инструктажа членов бригады;

- наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;

- сохранность и постоянное присутствие на рабочем месте заземлений, ограждений, знаков и плакатов безопасности, запирающих устройств в течение рабочей смены;

- организацию и безопасное проведение работ с соблюдением настоящих Правил.

Руководитель работ должен осуществлять постоянный надзор за членами бригады и отстранять от работы членов бригады, которые нарушают эти Правила или находящиеся в состоянии болезни, алкогольного или наркотического опьянения.

Руководитель работ должен иметь группу по электробезопасности IV при выполнении работ в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу III - в электроустановках до 1000 В.

8. Наблюдающий назначается для надзора за бригадами строительных рабочих, разнорабочих, такелажников и других не электротехнических работников при выполнении ими работы в электроустановках по нарядам или распоряжениям.

Наблюдающий за электротехническими работниками, в том числе командированными, назначается в случае проведения работ в электроустановках в особо опасных условиях, определяемых лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия.

Наблюдающий контролирует наличие установленных на месте работы заземлений, ограждений, плакатов, запирающих устройств и отвечает за безопасность членов бригады от поражения электрическим током.

Наблюдающим запрещается совмещать надзор с выполнением какой-либо работы и оставлять бригаду без надзора во время работы.

Наблюдающими назначаются электротехнические работники с группой III.

9. Списки работников, имеющих право выдачи нарядов, распоряжений, руководителей работ, допускающих.

Правил, перечень работ, выполняемых по нарядам, распоряжениям и в порядке текущей эксплуатации, определяются лицом, ответственным за электрохозяйство, и утверждаются руководством предприятия.

Указанные списки и перечни подлежат ежегодному пересмотру и переутверждению.

10. Допускается совмещение обязанностей ответственных лиц в соответствии с таблицей 7.2. При совмещении обязанностей соответствующее лицо должно иметь группу по электробезопасности не ниже той, которая требуется для лиц, обязанности которых оно совмещает.

Таблица 7.2

Совмещение обязанностей ответственных лиц

Ответственное лицо	Совмещаемые обязанности
Лицо, выдающее наряд	Руководитель работ
Допускающий	Допускающий в электроустановках без местных дежурных работников
Руководитель работ	Лицо, подготавливающее рабочее место
	Руководитель работ
	Член бригады
	Лицо, подготавливающее рабочее место
	Допускающий в электроустановках без местных дежурных работников

Контрольные вопросы:

1. Кем осуществляется оперативное обслуживание электроинструментов?
2. Требования к работникам, обслуживающим электроустановки.
3. За что отвечает руководитель работ?

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы эксплуатации горных машин и оборудования [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Гилёв, В.Т. Чесноков, Н.Б. Лаврова и др.; под общ. ред. А.В. Гилёва - Красноярск : СФУ, 2011.
2. Займов В.И., Эксплуатация горных машин и оборудования: Учебник для вузов / Зайков В.И., Берлявский Г.П. - 3-е изд., стер. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2001.
3. Целебровский Ю.В., Первокурсникам об электричестве: учеб. пособие / Целебровский Ю.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. - 48 с.
4. Боровский Ю.В., Энергетическая безопасность как понятие и проблема: учеб. пособие / Боровский Ю.В. - М.: МГИМО, 2016. - 126 с.
5. Кривоногов Н.А., Общая электротехника: учебное пособие / Н.А. Кривоногов и др.; под ред. Л.А. Потапова. - Ростов н/Д: Феникс, 2016. - 222 с. (Высшее образование)
6. Кузнецов Н.Л., Надежность электрических машин : учеб. пособие для вузов / Кузнецов Н.Л. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017
7. Васильев И.Е., Надежность электроснабжения: учебное пособие для вузов / Васильев И.Е. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019.
8. Васильева Т.Н., Надежность электрооборудования и систем электроснабжения / Васильева Т.Н. - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 152 с.

Учебное издание

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по дисциплине
«Электробезопасность»
для студентов направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям),
профиль: «Безопасность технологических процессов и производств»

С о с т а в и т е л и:
Александр Петров

Печатается в авторской редакции.
Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать _____
Формат 60x84¹/₁₆. Бумага типограф. Гарнитура Times
Печать офсетная. Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____
Тираж 100 экз. Изд. № _____. Заказ № _____. Цена договорная.

Издательство Луганского государственного
университета имени Владимира Даля

*Свидетельство о государственной регистрации издательства
МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.*

Адрес издательства: 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а
Телефон: 8 (0642) 41-34-12, **факс:** 8 (0642) 41-31-60
E-mail: izdat.lguv.dal@gmail.com **http:** //izdat.dahluniver.ru