



АУЭС

Образован в 1975

**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра
электрообеспечения
и возобновляемых
источников энергии

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Конспект лекций
для студентов специальности
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Алматы 2019

СОСТАВИТЕЛИ: М.Ж.Жантурин. Техника безопасности в энергетических установках. Конспект лекций для студентов специальности 5В081200 - Энергообеспечение сельского хозяйства. - Алматы: АУЭС, 2019. – 59 с.

Приведены основные данные по организации безопасной эксплуатации электроустановок, рассматривается действие электрического тока на организм человека, первая помощь пострадавшим от электрического тока. Также рассматриваются элементы защитного оборудования, защитное заземление электроустановок, защитное зануление, средства защиты персонала. Приведены меры безопасности при выполнении электромонтажных и пусконаладочных работах, эксплуатации и ремонте электрооборудования и электрических сетей.

Ил. 10, табл. 1, библиогр. – 9 назв.

Рецензент: доцент Курпенов Б.К.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2019 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2019 г.

Содержание

Лекция 1. Основные понятия и определения. Нормативно-правовые основы охраны труда и электробезопасности.....	4
Лекция 2. Электротравматизм.....	7
Лекция 3. Действие электрического тока на организм человека.....	10
Лекция 4. Оказание первой помощи при поражении электрическим током.....	12
Лекция 5. Классификация помещений и окружающей среды по степени опасности поражения электрическим током.....	16
Лекция 6. Явления при стекании тока в землю.....	20
Лекция 7. Защитные меры в электроустановках.....	25
Лекция 8. Защитное заземление.....	28
Лекция 9. Защитное зануление.....	33
Лекция 10. Защитное отключение.....	36
Лекция 11. Требования, предъявляемые к электротехническому персоналу персоналу.....	40
Лекция 12. Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.....	43
Лекция 13. Безопасные методы проведения электромонтажных и пуско-наладочных работ.....	48
Лекция 14. Обеспечение безопасности при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электрических сетей.....	51
Лекция 15. Обеспечение технической безопасности при эксплуатации электроустановок во взрывоопасных и пожароопасных зонах.....	55
Список литературы.....	59

Лекция 1. Основные понятия и определения. Нормативно-правовые основы охраны труда и электробезопасности

Цель лекции: ознакомление студентов с понятиями «Охрана труда», «Техника безопасности» и вопросами электробезопасности при эксплуатации электроустановок.

Охрана труда (ОТ) - это система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда.

Техника безопасности (ТБ) – это система организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Все правовые вопросы охраны труда решаются на основе конституции Республики Казахстан (РК), кодексов законов о труде (КЗОТ), постановлений правительства, министерств и ведомств [2].

Согласно конституции, продолжительность рабочей недели не может превышать 41 ч., для вредных производств – 36 ч. Согласно КЗОТу, на администрацию предприятия возложена обязанность обеспечения здоровых и безопасных условий труда. Она обязана внедрять современные средства ТБ и обеспечить необходимые санитарно-гигиенические условия в целях предупреждения производственного травматизма и профзаболеваний.

Исходя из общих требований об охране труда, содержащихся в КЗОТе, министерства и ведомства разрабатывают конкретные мероприятия по созданию здоровых и безопасных условий труда, профилактике производственного травматизма и профзаболеваний. Эти мероприятия определяются специальными правилами по ТБ, санитарными нормами, производственными инструкциями и другими документами. Такие правила могут быть как едиными для всех отраслей народного хозяйства, так и специальными для данной отрасли промышленности, транспорта или сельского хозяйства.

Межотраслевые правила по ТБ распространяются на определенный вид работы или производства и обязательны для любой отрасли народного хозяйства, имеющей такие производства. Межотраслевыми являются:

- 1) Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.
- 2) Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
- 3) ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей.
- 4) Строительные нормы и правила (СНИП).
- 5) Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и т.д.

Для электротехнического персонала, эксплуатирующего электроустановки, основными правилами являются ПТЭ и ПТБ при

эксплуатации электроустановок потребителей. Они являются обязательными для предприятий и организаций всех министерств и ведомств промышленности, транспорта, строительства, коммунально-бытовых, сельскохозяйственных и других потребителей электроэнергии. Эти правила распространяются на действующие электроустановки потребителей. ПТЭ распространяется на персонал, обслуживающий действующие электроустановки, производящий в них оперативные переключения, выполняющий и организующий ремонтные, монтажные или наладочные работы.

Специальные требования, предъявляемые к электротехническому персоналу: электротехнический персонал, обслуживающий электроустановки должен ясно представлять технологические особенности своего предприятия и его значение для народного хозяйства, соблюдать и укреплять трудовую и технологическую дисциплину, знать и выполнять ПТЭ и ПТБ. Согласно этим правилам лицо, ответственное за электрохозяйство (главный энергетик, главный механик), обязано обеспечить надежную, экономичную и бесперебойную эксплуатацию электроустановок, организацию обучения, инструктирование и периодическую проверку знаний персонала.

КЗОТ устанавливает определенную ответственность администрации предприятия за выполнение требований правил и норм по охране труда. Надзор и контроль осуществляют государственные органы и инспекции, а также министерства и ведомства.

Государственный надзор за безопасным ведением работ в промышленности осуществляется МЧС и его местными органами.

Государственный санитарный надзор за соблюдением гигиенических норм, санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических правил осуществляют органы санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения. Основной задачей их является осуществление контроля за проведением мероприятий, направленных на ликвидацию и предупреждение загрязнения внешней среды (водоемов, почвы, воздуха), на оздоровление условий труда, быта и отдыха населения, а также контроля за организацией и проведением мероприятий на предупреждение и снижение заболеваемости.

Государственный пожарный надзор осуществляет надзор за соблюдением противопожарного режима.

Государственный контроль за проведением мероприятий, обеспечивающих безопасность в электроэнергетике, осуществляет Государственный орган по государственному энергетическому контролю. Основными задачами его являются контроль за состоянием электроустановок, обеспечение безопасного, надежного и стабильного функционирования электроэнергетического комплекса Республики Казахстан.

Организация работ по охране труда на предприятиях.

Общее руководство по охране труда возлагается на директора и главного инженера. Непосредственное руководство и организацию работ по ТБ и промышленной санитарии (ПС) осуществляет главный инженер, а на

крупных предприятиях его заместитель по ТБ. На предприятиях создается специальная служба ТБ в составе отдела по ТБ или бюро по ТБ. Численность работников зависит от структуры предприятия, сложности производства и числа работающих. На службу ТБ возлагается оперативное руководство работой по ТБ и производственной санитарии с учетом особенности данного предприятия.

Ответственность за состояние ТБ и ПС в цехах, отделах, участках возлагается на их руководителей (начальников цеха, отдела, участка).

На старших мастеров, мастеров участков, цеховых механиков и энергетиков возложено непосредственное руководство правильной организацией и производством работ в условиях, исключая несчастные случаи и профессиональные заболевания.

Инженер по ТБ является также организатором обучения работающих правилам ТБ и ПС, проведения лекций, бесед, устройства специальных кабинетов, приобретения и распространения плакатов, предупредительных надписей и знаков по ТБ. Совместно с отделом кадров он организует периодические медицинские осмотры. Как специалист по охране труда, инженер по ТБ проводит вводный инструктаж по ТБ вновь поступающих, участвует в расследовании несчастных случаев и профзаболеваний, разъясняет правила и нормы охраны труда.

Инженер по ТБ имеет право запретить работу на оборудовании, машинах, если их эксплуатация явно опасна для жизни и здоровья работающих, требовать от руководителей цехов и отделов устранения лиц, грубо нарушающих требования ТБ. Он имеет право давать предложения, направленные на улучшение работы по охране труда.

Он обязан контролировать:

- соблюдение законодательных актов по охране труда, решений вышестоящих организаций, правил и норм по ТБ и ПС, приказов директора по этим вопросам и предписаний органов государственного надзора;
- состояние воздушной среды в производственных помещениях и правильную эксплуатацию вентиляционных установок;
- разработку и внедрение в производство более современных технических средств безопасности;
- своевременную разработку цехами инструкций по ТБ и ПС;
- обеспечение работников положенной по нормам спецодеждой, спецобувью и индивидуальными защитными приспособлениями, а также лечебно-профилактическим питанием, мылом;
- своевременное и качественное проведение инструктажа по ТБ во всех структурных подразделениях.

Инженер по ТБ ведет учет несчастных случаев, выясняет их причины, составляет отчеты по этим случаям; анализирует состояние охраны труда и представляет руководству предложения; организует проверки соответствия оборудования, инструмента, технологии новым требованиям ТБ и по их результатам координирует составление предложений по доведению этих

объектов до требований норм; осуществляет сбор предложений по улучшению условий труда и представляет их руководству предприятия; оказывает помощь подразделениям в разработке мероприятий по улучшению условий труда и ТБ.

Ответственность за несчастный случай несут лица обслуживающего и административно-технического персонала как непосредственно нарушившие правила, так и те, которые не обеспечили выполнение организационных и технических мероприятий.

До назначения на самостоятельную работу или при переводе на другую работу, связанную с обслуживанием электроустановок, а также при перерыве в работе свыше 6 месяцев персонал обязан пройти обучение на рабочем месте. По окончании обучения он проходит в специальной комиссии проверку знаний ПТЭ и ПТБ и должностных инструкций, которая присваивает ему квалификационную группу в соответствии с выполняемой работой.

Периодическая проверка знаний персонала ПТЭ и ПТБ и производственных инструкций должна проверяться:

а) один раз в год для персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки или проводящие в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, оформляющего распоряжения и организующего эти работы;

б) один раз в три года для ИТР, не относящихся к персоналу предыдущей группы.

Лекция 2. Электротравматизм

Цель лекции: дать студентам сведения о травмах и электротравмах, причинах, видах и степенях действий электротравм и их расследовании.

В медицине травма формулируется как нарушение анатомических соотношений и функций ткани или органа, вызванный чрезмерным действием факторов внешней среды на человека. Травмы разделяются на производственные и бытовые [2, 4].

Термин травматизм определен так: «Травматизм – совокупность травм у определенных групп населения за определенный период времени». Это - важный показатель влияния социальных условий жизни на состояние здоровья населения. Можно сказать, что травматизм – совокупность травм, повторяющихся в аналогичной трудовой, транспортной, бытовой или другой обстановке. Выражается он числом произошедших за определенное время (например за год) на принятое число (например 10000) жителей или на 1000 работающих данной отрасли или данной специальности.

Под электротравмой следует понимать травму, вызванную воздействием электрического тока или электрической дуги, и под электротравматизмом – явление, характеризующееся совокупностью электротравм.

По причинно-следственным признакам различают следующие электротравмы:

- связанные с нарушениями нормальной работы электрооборудования, при которых через тело человека образуется электрическая цепь или же в результате которых человек оказывается в электромагнитном поле большой напряженности;

- связанные с нарушением нормальной работы электрооборудования, при которых не возникает электрической цепи через тело человека, а поражение человека вызывается ожогами, механическими травмами, ослеплением дугой и т.д.;

- смешанные, при которых на пострадавшего совместно воздействуют факторы, указанные в обоих предыдущих пунктах.

По степени действия различают три вида электротравм:

- местные – появляются местные ожоги, повреждения;

- общие – поражаются жизненно важные органы человека;

- смешанные.

Местные электротравмы характеризуются такими поражениями, как металлизация кожи, появление электрических знаков, механические повреждения и электроофтальмия (воспаление наружных оболочек глаза от воздействия ультрафиолетовых лучей от электрической дуги, обычно при сварке).

Металлизация кожи происходит в результате проникновения в кожу мелких частей металла, расплавленного под действием электрической дуги (обычно при коротком замыкании). Пораженный участок кожи приобретает темный оттенок и металлический блеск; кожа имеет шероховатую жесткую поверхность. С течением времени кожа обычно отслаивается, пораженный участок приобретает нормальный вид, и исчезают болезненные ощущения.

Электрический знак - специфическое поражение кожи, вызванное, главным образом, механическим и химическим воздействием тока. В отличие от ожогов электрические знаки обычно возникают при хорошем контакте кожи с электродом. Электрические знаки – это четко очерченные пятна (круглые или эллиптические) серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи, подвергшейся действию тока. В некоторых случаях форма электрического знака представляет собой отпечаток электрода. Они твердые, но не болезненны и через некоторое время «сходят» бесследно вместе с верхним слоем кожи.

Механическое повреждение – следствие резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервов, а также вывихи суставов и даже переломы костей.

Расследование электротравм.

Каждый несчастный случай, вызвавший необходимость перевода работника в соответствие с медицинским заключением на другую работу на один рабочий день и более, потерю им трудоспособности не менее чем на 1

рабочий день или его смерть, оформляется актом о несчастном случае на производстве.

В программу расследования электротравм входят следующие задачи:

- выяснение обстоятельств электротравм;
- выявление нарушенных требований нормативно-правовых актов (НПА);
- установление причин электротравмы;
- определение лиц, допустивших нарушение НПА;
- разработка мероприятий по предупреждению повторных электротравм.

Для выяснения обстоятельств электротравмы нужно проделать следующее:

- осмотреть место, где произошла электротравма;
- опросить пострадавшего, очевидцев и других лиц;
- ознакомиться с документами, имеющими отношение к травме;
- при необходимости провести техническую экспертизу.

При осмотре места происшествия определяют вид электроустановки, на которой произошла электротравма, характеристику электроустановки и ее внешнее состояние, характеристику помещения и ее классификацию в отношении электробезопасности.

Опрашивать пострадавшего целесообразно в процессе осмотра места происшествия (если он не госпитализирован). При опросе выяснить: какую именно он работу выполнял, от кого получил задание и в какой форме, пользовался ли средствами индивидуальной защиты. При опросе очевидцев выяснить, что они видели или слышали, как вел себя пострадавший до, в момент и после происшествия.

При ознакомлении с документами, имеющими отношение к происшествию, уточняется характеристика пострадавшего, соответствие выполняемой работы его специальности и заданию. Проверяются распоряжение или наряд на работу, журналы испытаний защитного заземления и зануления, приказы, определяющие ответственность должностных лиц за соблюдение мероприятий безопасности.

Техническая экспертиза проводится, когда требуется определить характер неисправности электроустановки, проверить средства защиты, провести расчеты или измерения.

Под причинами электротравмы следует понимать нарушения НПА во взаимодействии с объективными и субъективными предпосылками этих нарушений. К объективным предпосылкам относятся, например, неправильная организация труда, недостатки материально-технического обеспечения, ненастная погода, а к субъективным – безответственное отношение работников к порученному делу, их невнимательность.

Руководствуясь действующими НПА и классификатором электротравм, следует установить, какие защитные меры не были выполнены и что препятствовало их выполнению. Выделяют следующие группы причин:

технические, организационно-технические, организационные и организационно-социальные.

К техническим причинам относят несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения, возникшее на стадии конструирования, изготовления, ремонта и эксплуатации. К организационным причинам относят невыполнение или неправильное выполнение организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность работ. К организационно-техническим причинам относят несоблюдение персоналом технических мероприятий безопасности на стадии эксплуатации электроустановок. К организационно-социальным причинам относятся работа в сверхурочное время, несоответствие работы специальности, допуск к работе лиц моложе 18 лет.

Лекция 3. Действие электрического тока на организм человека

Цель лекции: изучение влияния тока на организм человека и факторов, влияющих на степень поражения электрическим током.

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний характер. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое, механическое, биологическое и световое Воздействие [2, 4, 6].

При термическом действии происходит перегрев и функциональное расстройство органов на пути прохождения тока.

Электролитическое действие тока выражается в электролизе жидкости в тканях организма, в том числе крови и плазмы и нарушении ее физико-химического состава.

Механическое действие приводит к разрыву тканей, расслоению, ударному действию испарения жидкости из тканей организма. Оно связано с сильным сокращением мышц вплоть до их разрыва.

Биологическое действие тока выражается в раздражении и перевозбуждении нервной системы.

Световое действие приводит к поражению глаз.

Факторами, влияющими на степень поражения электрическим током, являются: величина, род и частота тока, величина напряжения, время действия, путь прохождения, индивидуальная особенность человека, окружающая среда, фактор внимания.

Раздражающее действие переменного тока промышленной частоты человек начинает ощущать при токе 0,6 – 1,5 мА переменного и 5,0 – 7,0 мА постоянного тока, которые называются пороговыми ощутимыми. Серьезной опасности они не представляют: человек сам может отделиться от сети. При переменных токах 10 – 15 мА и постоянных токах 50 – 80 мА человек не в состоянии управлять своей мышечной системой, и он не может самостоятельно оторваться от источника тока. Такой ток называется

пороговым, не отпускающим. При переменном токе промышленной частоты величиной 25 мА и выше происходит судорожное сокращение мышц не только рук и ног, но и грудной клетки. Дальнейшее повышение тока ведет к параличу дыхательных мышц и остановке дыхания. При переменном токе величиной 100 мА с частотой 50 Гц и при постоянном токе величиной 300 мА может наступить фибрилляция сердца. Эти токи называются фибрилляционными.

Влияние переменного и постоянного тока не однозначно. Наиболее опасен переменный ток частотой 40 – 60 Гц. С увеличением частоты повреждающее действие понижается. Переменный ток напряжением до 500 В более опасен, чем постоянный ток того же напряжения. При напряжении в 500 В повреждающее действие переменного и постоянного тока примерно одинаково; при величине напряжения выше 500 В постоянный ток становится более опасным, чем переменный.

В зависимости от напряжения электротравмы делят на низковольтные – не более 1000 В и высоковольтные – выше 1000 В, сверхвысоковольтные – десятки и сотни киловольт, а также поражение молнией. С увеличением величины напряжения и силы тока его вредное воздействие повышается.

Повреждающее действие тока в значительной степени определяется временем его действия, с увеличением времени оно усиливается. Защиту от поражения электрическим током рассчитывают с учетом следующих данных:

ток, мА	2	6	50	75	100	200
длит. возд., с	более 10	не более 10	1,0	0,7	0,5	0,2

С увеличением длительности действия тока резко падает сопротивление кожи человека, более вероятным становится поражение сердца и другие отрицательные последствия.

Важное значение для исхода поражения электрическим током является путь прохождения тока. Наиболее вероятные пути: нижняя петля (нога-нога) – наименее опасная; верхняя петля (рука-нога) – более опасная; самая опасная – полная петля (обе руки - обе ноги) – ток проходит через сердце. К наиболее опасным также относятся «голова-руки», «голова-ноги».

Индивидуальная особенность человека также влияет на исход поражения электрическим током. Физически здоровые люди легче переносят электрические удары, чем больные и слабые. Повышенной восприимчивостью отличаются лица, страдающие болезнями сердечно-сосудистой системы, легких, нервной системы, кожи и др.

На исход поражения электрическим током сильно влияет сопротивление тела человека. Сопротивление тела человека неодинаково. Наибольшим сопротивлением обладает верхний слой кожи (0,2 мм), состоящий из ороговевших клеток, тогда как сопротивление спинномозговой жидкости составляет 0,5 – 0,6 Ом. При расчетах учитывают, что сопротивление зависит от пола и возраста людей:

- у женщин оно меньше, чем у мужчин;
- у детей – меньше, чем у взрослых;

- у молодых людей меньше, чем у пожилых.

Объясняется это толщиной и степенью огрубления верхнего слоя кожи. Кратковременно (на несколько минут) снижение сопротивления вызывают внешние, неожиданно возникающие, физические раздражения: болевые (удары, уколы), световые и звуковые. Так как сопротивление человека электрическому току нестабильно и нелинейно и вести расчеты с такими сопротивлениями сложно, принято условно считать сопротивление тела человека стабильно, линейно и активно и составляет 1000 Ом.

Условия электробезопасности зависят и от параметров окружающей среды (влажность, температура, наличие токопроводящей пыли, материал пола и др).

Лекция 4. Оказание первой помощи при поражении электрическим током

Цель лекции: ознакомление со способами освобождения и оказания помощи пострадавшему от действия электрического тока [10].

Освобождение от действия электрического тока.

При поражении электрическим током необходимо как можно скорее освободить пострадавшего от действия тока, так как от продолжительности этого действия зависит тяжесть электротравмы. Поэтому первым действием оказывающего помощь должно быть немедленное отключение той части электроустановки, которой касается пострадавший. Отключение производится с помощью выключателей, рубильника, предохранителя или другого отключающего аппарата. Если пострадавший находится на высоте, то отключение установки и тем самым освобождение от тока может вызвать его падение. В этом случае необходимо принять меры, предупреждающие падение пострадавшего или обеспечивающие его безопасность. Если отключить установку достаточно быстро нельзя, необходимо принять иные меры к освобождению пострадавшего от действия тока. Во всех случаях оказывающий помощь не должен прикасаться к пострадавшему без надлежащих мер предосторожности, так как это опасно для жизни. Он должен следить и за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью и под напряжением шага.

Напряжение до 1000 В. Для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода напряжением до 1000 В следует воспользоваться палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Можно также оттянуть его 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 также изолировать себя, встав на резиновый коврик, сухую доску или какую-либо не проводящую электрический ток подстилку, сверток одежды и т. п. Если электрический ток

проходит в землю через пострадавшего и он судорожно сжимает в руке один токоведущий элемент (например, провод), проще прервать ток, отделив пострадавшего от земли (подсунуть под него сухую доску либо оттянуть ноги от земли веревкой либо оттащить за одежду), соблюдая при этом указанные выше меры предосторожности как по отношению к самому себе, так и по отношению к пострадавшему. Можно также перерубить провода топором с сухой деревянной рукояткой или перекусить их инструментом с изолированными рукоятками.

Напряжение выше 1000 В. Для отделения пострадавшего от токоведущих частей, находящихся под напряжением выше 1000 В, следует надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение. При этом надо помнить об опасности напряжения шага, если токоведущая часть (провод и т. п.) лежит на земле, и после освобождения пострадавшего от действия тока необходимо вынести его из опасной зоны. На линиях электропередачи, когда нельзя быстро отключить их из пунктов питания, для освобождения пострадавшего, если он касается проводов, следует произвести замыкание проводов накоротко, набросив на них неизолированный провод. Провод должен иметь достаточное сечение, чтобы он не перегорел при прохождении через него тока короткого замыкания. Перед тем, как произвести наброс, один конец провода надо заземлить (присоединить его к телу металлической опоры, заземляющему спуску и др.).

Первая помощь пострадавшему от электрического тока. После освобождения пострадавшего от действия электрического тока необходимо оценить его состояние. Признаки, по которым можно быстро определить состояние пострадавшего, следующие:

а) сознание: ясное, отсутствует, нарушено (пострадавший заторможен), возбужден;

б) цвет кожных покровов и видимых слизистых (губ, глаз): розовые, синюшные, бледные;

в) дыхание: нормальное, отсутствует, нарушено (неправильное, поверхностное, хрипящее);

г) пульс на сонных артериях: хорошо определяется (ритм правильный или неправильный), плохо определяется, отсутствует;

д) зрачки: узкие, широкие.

Если у пострадавшего отсутствуют сознание, дыхание, пульс, кожный покров синюшный, а зрачки широкие (0,5 см в диаметре), можно считать, что он находится в состоянии клинической смерти, и немедленно приступить к оживлению организма с помощью искусственного дыхания по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос» и наружного массажа сердца.

Если пострадавший в сознании, но 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. 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.

Способы оживления организма при клинической смерти. Искусственное дыхание. Искусственное дыхание 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 т. д. 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» относится к способам искусственного дыхания по методу вдувания, при котором выдыхаемый оказывающим помощь воздух насильно подается в дыхательные пути пострадавшего. Установлено, что выдыхаемый человеком воздух физиологически пригоден для дыхания пострадавшего в течение длительного времени. Вдувание воздуха можно производить через марлю, платок, специальное приспособление — «воздуховод». Этот способ искусственного дыхания позволяет легко контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего по расширению грудной клетки после вдувания и последующему спадению ее в результате пассивного выдоха. Для проведения искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, растегнуть стесняющую дыхание одежду. Прежде чем начать искусственное дыхание, необходимо в первую очередь обеспечить проходимость верхних дыхательных путей, которые в положении на спине при бессознательном состоянии всегда закрыты запавшим языком. Кроме того, в полости рта может находиться инородное содержимое (рвотные массы, соскользнувшие протезы, песок, ил, трава, если человек тонул, т. д.), которое необходимо удалить пальцем, обернутым платком (тканью) или бинтом. После этого оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает под шею пострадавшего, а ладонью другой руки надавливает на его 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, полностью плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох, с некоторым усилием вдувая воздух в его рот; одновременно он закрывает нос пострадавшего щекой или пальцами руки, находящейся на лбу. При этом обязательно надо наблюдать за грудной клеткой пострадавшего, которая поднимается. Как только грудная клетка поднялась, нагнетание воздуха приостанавливают, оказывающий помощь поворачивает лицо в сторону. Происходит пассивный выдох у пострадавшего. Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и

необходимо только искусственное дыхание, то интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 с (12 дыхательных циклов в минуту). Кроме расширения грудной клетки, хорошим показателем эффективности искусственного дыхания может служить порозовение кожных покровов и слизистых, а также выход больного из бессознательного состояния и появление у него самостоятельного дыхания. При проведении искусственного дыхания оказывающий помощь должен следить за тем, чтобы воздух не попадал в желудок пострадавшего. При попадании воздуха в желудок, о чем свидетельствует вздутие живота «под ложечкой», осторожно надавливает ладонью на живот между грудиной и пупком. При этом может возникнуть рвота. Тогда необходимо повернуть голову и плечи пострадавшего набок, чтобы очистить его рот и глотку. При отсутствии самостоятельного дыхания и наличии пульса искусственное дыхание можно выполнять и в положении сидя или вертикальном, если несчастный случай произошел в люльке, на опоре или на мачте. При этом как можно больше запрокидывают голову пострадавшего назад или выдвигают вперед нижнюю челюсть. Остальные приемы те же.

Наружный массаж сердца.

При поражении электрическим током может наступить не только остановка дыхания, но и прекратиться кровообращение, когда сердце не обеспечивает циркуляции крови по сосудам. В этом случае одного искусственного дыхания при оказании помощи недостаточно; так как кислород из легких не может переноситься кровью к другим органам и тканям, необходимо возобновить кровообращение искусственным путем.

При остановке сердца, не теряя ни секунды, пострадавшего надо уложить на ровное жесткое основание: скамью, пол, в крайнем случае, подложить под спину доску (никаких валиков под плечи и шею подкладывать нельзя).

Если помощь оказывает один человек, он располагается сбоку от пострадавшего и, наклонившись, делает два быстрых энергичных вдувания (по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос»), затем поднимается, 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.

Надавливание следует производить быстрыми толчками так, чтобы смещать грудину на 4 - 5 см. Продолжительность надавливания не более 0,5 с, интервал между отдельными надавливаниями 0,5 с. В паузах рук с грудины не снимают; пальцы остаются прямыми, руки полностью выпрямлены в локтевых суставах.

Если оживление проводит один человек, то на каждые два вдувания он производит 15 надавливаний на грудину. За 1 мин необходимо сделать не менее 60 надавливаний и 12 вдуваний, т. е. выполнить 72 манипуляции,

поэтому темп реанимационных мероприятий должен быть высоким. Опыт показывает, что наибольшее количество времени теряется при выполнении искусственного дыхания. Нельзя затягивать вдувание: как только грудная клетка пострадавшего расширилась, вдувание прекращают. При участии в реанимации двух человек соотношение «дыхание — массаж» составляет 1 : 5.

Во время искусственного вдоха пострадавшего тот, кто делает массаж сердца, надавливание не производит, так как усилия, развиваемые при надавливании, значительно больше, чем при вдувании (надавливании при вдувании приводит к безрезультатности искусственного дыхания, а следовательно, и реанимационных мероприятий). Если реанимационные мероприятия проводятся правильно, кожные покровы розовеют, зрачки сужаются, самостоятельное дыхание восстанавливается. Пульс на сонных артериях во время массажа должен хорошо прощупываться, если его определяет другой человек.

После того как восстановится сердечная деятельность и будет хорошо определяться пульс, массаж сердца немедленно прекращают, продолжая искусственное дыхание при слабом дыхании пострадавшего и стараясь, чтобы естественный и искусственный вдохи совпали. При восстановлении полноценного самостоятельного дыхания искусственное дыхание также прекращают. Если сердечная деятельность или самостоятельное дыхание еще не восстановились, но реанимационные мероприятия эффективны, то их можно прекратить только при передаче пострадавшего в руки медицинского работника.

Реанимационные мероприятия у детей до 12 лет имеют особенности. Детям от года до 12 лет массаж сердца производят одной рукой и в минуту делают от 70 до 100 надавливаний в зависимости от возраста, детям от года — от 100 до 120 надавливаний в минуту двумя пальцами (вторым и третьим) на середину грудины. При проведении искусственного дыхания детям одновременно охватывают рот и нос. Объем вдоха необходимо соразмерять с возрастом ребенка. Новорожденному достаточно объема воздуха, находящегося в полости рта у взрослого.

Лекция 5. Классификация помещений и окружающей среды по степени опасности поражения электрическим током

Цель лекции: дать сведения классификации помещений, электроприемников и электрических сетей и систем заземления.

Нормальная работа электроустановок зависит от различных факторов окружающей среды. На электрические сети и электрооборудование влияют температура окружающей среды и резкие ее изменения, влажность, пыль, пары, газ, солнечная радиация. Эти факторы могут изменять срок службы электрооборудования и кабелей, ухудшать условия их работы, вызывать аварийность, повреждения и даже разрушение всей установки.

Особенно зависят от условий окружающей среды электрические свойства изоляционных материалов, без которых не обходится ни одно электрическое устройство. Эти материалы под влиянием климата и даже изменения погоды могут быстро и существенно менять, а при критических обстоятельствах терять свои электроизоляционные свойства.

Влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на электрооборудование необходимо учитывать при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок. Требования по защите электрооборудования и кабельных изделий от воздействия неблагоприятных факторов в процессе хранения, монтажа и эксплуатации изложены в ПУЭ и СаНиП [1].

В зависимости от характера окружающей среды и требований по защите электроустановок от ее воздействия в ПУЭ различают внутренние помещения и наружные установки. В свою очередь, внутренние помещения делятся на сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, с химически активной средой, пожароопасные и взрывоопасные, а наружные (или открытые) установки - на нормальные, пожароопасные и взрывоопасные. Электроустановки, защищенные только навесами, относят к наружным.

Классификация помещений по условиям поражения электрическим током.

Применение тех или иных мер защиты определяется характеристикой помещения, где расположены электроустановки. По степени опасности поражения током помещения подразделяются на три категории:

1) С повышенной опасностью - для помещений характерно наличие одного из следующих условий: сырость, т.е. относительная влажность воздуха длительно превышает 75%; токопроводящая пыль; токопроводящие полы: металлические, земляные, железобетонные, кирпичные; высокая температура (выше 35°C); возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, имеющим соединение с землей, с одной стороны, и металлическим деталям, корпусам электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции, с другой.

2) Особо опасные - характеризуются наличием одного из следующих условий: особая сырость, т.е. относительная влажность воздуха близка к 100%; химически активная среда или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части; одновременно два или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок (на открытом воздухе, под навесом, за сетчатыми ограждениями) приравниваются к особо опасным помещениям.

3) Без повышенной опасности - в помещении отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

К токопроводящим полам относятся сырые и грязные деревянные и торцовые полы; металлические плиты; бетонные и железобетонные сырые полы.

В отдельную группу выделяют работы при наличии особо неблагоприятных условий, когда опасность поражения электрическим током

усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, ограниченной возможностью перемещения. соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями (например, работа в металлических емкостях, колодцах, тоннелях, котлах и т.п.).

В помещениях с повышенной опасностью, прежде всего, снижается сопротивление цепи человека. При высокой температуре, вследствие увеличения потоотделения, при увеличении влажности снижается сопротивление тела человека и его обуви. Уменьшается и практически становится равным нулю сопротивление основания, на котором находится человек (токопроводящие полы). Появляется возможность протекания тока через человека в случае прикосновения к нетоковедущим частям при аварийном режиме электроустановки и др.

В особо опасных помещениях при относительной влажности, равной 100%, и повреждении рабочей изоляции велика вероятность возникновения коротких замыканий, появления фазного напряжения на нетоковедущих частях электроустановки.

При особо неблагоприятных условиях цепь тока может возникнуть, например, при работе в металлической ёмкости, не только через руки, но и другие части тела (голову, плечо, туловище). При этом одновременно могут действовать и другие из перечисленных выше факторов.

Поэтому при разработке мер безопасности на этапе проектирования или при организации работ в электроустановках обязательно учитываются характеристики помещений.




Классификация электроприемников по способу защиты от поражения электрическим током [2,4].

Меры защиты от поражения электрическим током закладываются либо непосредственно в конструкцию электроприемников (рабочая и дополнительная изоляция токоведущих частей, заливка полостей изоляционным материалом, корпуса из диэлектрической и ударостойкой пластмассы и т.д.), либо создаются предпосылки для использования таких средств защиты, как зануление, защитное заземление, УЗО, связанных с системой заземления электроустановки и наличием защитного проводника.

По способу защиты от поражения электрическим током переносные электроприемники подразделяются на четыре класса (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током

Класс оборудования	Способ защиты	Конструктивное исполнение	Условное обозначение
--------------------	---------------	---------------------------	----------------------

0	1. Защитное электрическое разделение цепей (питание от разделительного трансформатора) 2. Изолирующие помещения, зоны и площадки	Кроме рабочей изоляции, дополнительные меры защиты в конструкции не предусмотрены	Отсутствует
I	1. Автоматическое отключение питания (зануление, УЗО) 2. Защитное заземление (система IT)	Провод электропитания имеет заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом для присоединения к защитному проводнику	
II	Увеличение сопротивления изоляции	Кроме рабочей, используется дополнительная изоляция – двойная усиленная (корпус выполняется из изолирующего материала)	
III	Снижение напряжения прикосновения до длительно допустимых значений	Малое напряжение внутренних цепей и сети электропитания (не выше 50 В переменного и 120 В постоянного тока)	

Как видно из таблицы 5.1, электроприемники класса 0 не имеют конструктивных особенностей, кроме основной изоляции, позволяющих обеспечить дополнительную защиту. Поэтому при работе с электроприемниками класса 0 следует использовать внешние факторы (изолирующую среду) или применять внешние электротехнические устройства, например, разделительные трансформаторы

Электроприемники класса I подсоединяются к стационарной сети заземления. Это позволяет вызвать срабатывание автоматической защиты и ограничить время прохождения тока через человека. Кроме того, при подсоединении к защитному проводнику достигается снижение напряжения прикосновения. Наличие дополнительной изоляции у электроприемников класса II позволяет увеличить сопротивление цепи, по которой протекает ток через человека. Применение малых (сверхнизких напряжений) для электроприемников класса III уменьшает значение тока, проходящего через тело человека до неопасного уровня.

Классификация электрических сетей и систем заземления электроустановок с напряжением до 1000 В и их применение.

При напряжении до 1000 В в настоящее время применяют трехпроводную сеть с изолированной нейтралью напряжением 36, 42, 127, 220, 380 и 660 В и четырехпроводную или пятипроводную сеть с глухозаземленной нейтралью напряжением 220/127, 380/220 и 660/380 В (первая цифра обозначает линейное напряжение, вторая – фазное). При этом в четырех- и пятипроводных сетях заземление нейтрали источника тока (генератора, трансформатора) осуществляют соединением ее с заземляющим устройством непосредственно. Поэтому такую сеть принято называть сетью с глухозаземленной нейтралью.

В настоящее время, согласно стандартам Международной электротехнической комиссии, вводится буквенное обозначение электрических сетей и систем заземления.

Первая буква характеризует режим нейтрали, вторая - заземление открытых проводящих частей (ОПЧ) или корпуса электроустановки. Под ОПЧ понимаются нормально не находящиеся под напряжением проводящие части электроустановки, доступные прикосновению, которые могут оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции токоведущих частей.

Схемы электрических сетей с глухозаземленной и изолированной нейтралью и их буквенные обозначения приведены на рисунке 5.1.

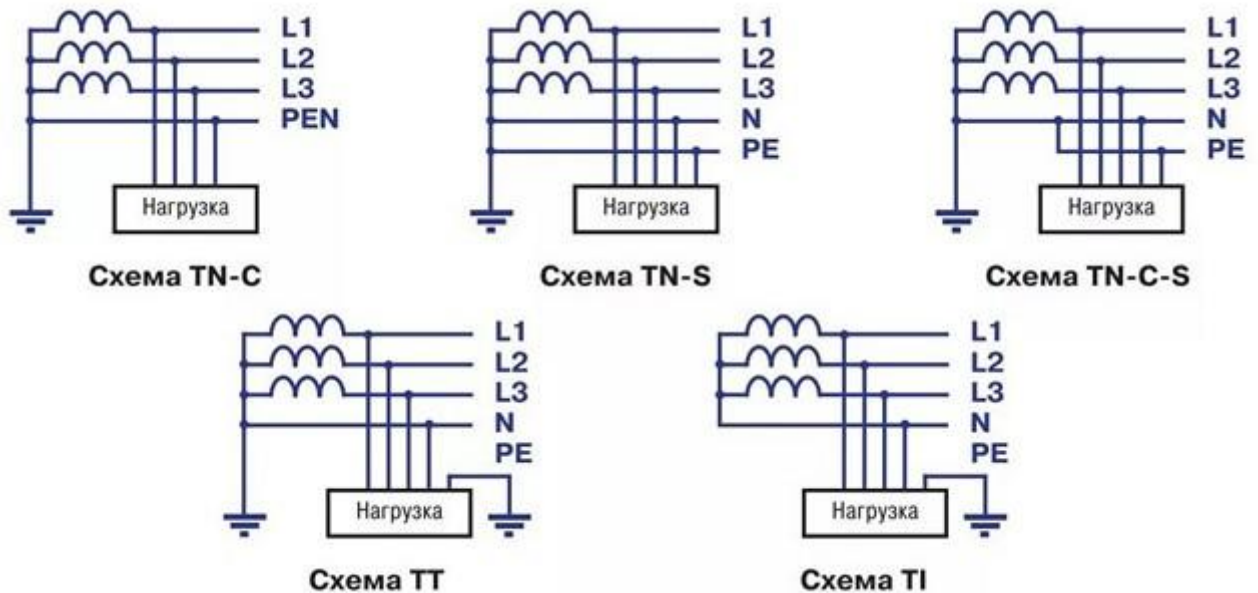


Рисунок 5.1 - Схемы электрических сетей с трехфазными и однофазными потребителями и различными системами заземления

Система TN-C — сеть с глухозаземленной нейтралью и нулевым проводником (PEN), выполняющим функции рабочего и защитного проводников.

Система TN-S — сеть с глухозаземленной нейтралью и нулевым рабочим (N) и защитным (PE) проводниками.

Система TN-CS — сеть с глухозаземленной нейтралью и нулевым проводником (PEN), разветвляющимся на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники.

Система TT — сеть с глухозаземленной нейтралью и нулевым рабочим проводником (N) и отдельной магистралью заземления (PE).

Система IT — сеть с изолированной нейтралью и магистралью заземления (PE).

Лекция 6. Явления при стекании тока в землю

Цель лекции: изучение стекания тока в землю через заземлители и возникновения напряжения прикосновения и шага.

Опасность поражения человека электрическим током во многом определяется явлениями, возникающими при стекании электрического тока в землю [2,4].

Стекание тока в землю происходит только через проводник, находящийся с нею в непосредственном контакте. Такой контакт может быть случайным или преднамеренным. В последнем случае проводник или группа соединенных между собой проводников, находящихся в контакте с землей, называется заземлителем. Причинами стекания тока в землю является: замыкание токоведущей части на заземленный корпус электрооборудования; падения провода на землю; использование земли в качестве провода и т.д. Во всех этих случаях происходит резкое снижение потенциала заземлившейся части электрооборудования I_3 , В до значения, равного произведению тока, стекающего в землю, I_3 , А, на сопротивление, которое этот ток встречает на своем пути, т.е. сопротивление заземлителя растеканию тока R_3 , Ом:

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3.$$

Стекание тока в землю сопровождается возникновением не только на заземлителе, но и в земле вокруг заземлителя, а следовательно, и на поверхности земли некоторых потенциалов.

Нам необходимо знать, от чего зависят значения этих потенциалов, как изменяются они при изменениях расстояния до заземлителя, т. е. знать уравнение потенциальной кривой. Для упрощения анализа будем считать, что земля во всем своем объеме однородна, т.е. в любой точке обладает одинаковым удельным объемным сопротивлением.

Стекание тока в землю через одиночные заземлители.

Одиночный проводник, находящийся в контакте с землей, называется одиночным заземлителем. Одиночные заземлители различаются формой, размерами и способами осуществления контакта с землей. Распределение потенциалов на поверхности земли (потенциальная кривая) имеет свои особенности для:

- шарового заземлителя, находящегося в земле на большой глубине;
- шарового заземлителя вблизи поверхности земли;
- полушарового заземлителя; стержневого заземлителя; дискового заземлителя.

Потенциальная кривая заземлителя любой формы на относительно большом от него расстоянии (по сравнению с размерами заземлителя) приближается к потенциальной кривой полушарового заземлителя. Следует отметить также и то, что потенциал земли на расстоянии свыше 20 м от заземлителя любой формы, как и в случае полушарового заземлителя, при небольших токах, стекающих с заземлителя, можно считать практически равным нулю.

Рассмотрим случай стекания тока в землю через заземлитель, который может быть при замыкании на заземленный корпус или касания фазного

провода земли. Предположим, что заземлитель имеет форму полусферы, площадь которой $S = 2\pi x^2$.

Электрический ток, стекая через заземлитель в землю, образует электрическое поле, характеризующееся электрической напряженностью:

$$E = j\rho,$$

где j — плотность тока в земле;

ρ — удельное сопротивление земли.

Удельное сопротивление материала заземлителя не учитывается, поскольку оно на несколько порядков меньше сопротивления земли.

Плотность тока зависит от конфигурации заземлителя, т.е. от площади соприкосновения с землей и от расстояния до заземлителя (x). В простейшем случае, для полусферического заземлителя на расстоянии x , плотность тока:

$$J = \frac{I_3}{S} = \frac{I_3}{2\pi x^2},$$

где I_3 — ток замыкания на землю;

x — радиус полусферического слоя, через который протекает ток I_3 .

При стекании тока через заземлитель поверхность земли окажется под электрическим потенциалом, возрастающим по направлению к заземлителю (рисунок 6.1).

Для полусферического заземлителя распределение потенциала описывается функцией:

$$\varphi_{(x)} = \int_x^{\infty} E dx = \int_x^{\infty} \frac{I_3 \rho}{2\pi x^2} dx = \frac{I_3 \rho}{2\pi x}.$$

Наибольший потенциал будет иметь заземлитель:

$$\Phi_3 = \int E dx = \int_{x_3} \rho / 2\pi x_3,$$

где x_3 — радиус заземлителя.

Сопротивление заземлителя определяется по формуле:

$$r_3 = \Phi_3 / I_3 = \rho / 2\pi x_3.$$

Исходя из полученных простых выражений, следует, что потенциал заземлителя и сопротивление заземлителя будут тем меньше, чем меньше сопротивление земли (грунта) и чем больше радиус заземлителя. Распространяя последний вывод на заземлители другой конфигурации, можно сказать, что чем больше площадь соприкосновения заземлителя с грунтом (землей) или чем

«объемней» конструкция многоэлементного заземлителя, тем меньше сопротивления заземлителя.

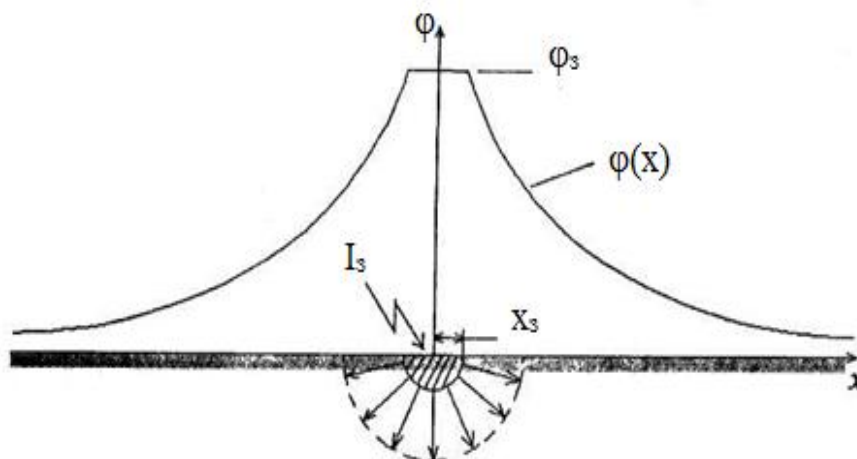


Рисунок 6.1 - Распределение потенциала на поверхности земли вблизи полусферического заземлителя

По условиям безопасности персонала заземление должно обладать сравнительно малым сопротивлением, обеспечить которое можно путем увеличения геометрических размеров одиночного заземлителя (электрода) или применения нескольких параллельно соединенных электродов, именуемых групповым заземлителем.

Используя групповой заземлитель, можно выровнять потенциал на территории, где размещаются заземляющие электроды, что в ряде случаев играет решающую роль в обеспечении безопасности обслуживающего персонала. Распределение потенциала на поверхности земли при использовании группового заземлителя и значение потенциала самого группового (электродов) зависит от количества используемых электродов, их формы и размеров, а также расстояния между электродами.

Напряжение прикосновения и шага.

Под напряжением прикосновения понимается напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека.

Если рассматривать прикосновение человека, стоящего на земле, к заземленному оборудованию (рисунок 6.2, а), то необходимо учитывать распределение потенциала на поверхности земли.

Напряжение прикосновения будет равно разности потенциалов рук и ног человека. Потенциал рук (φ_p), касающихся заземленного корпуса, будет равен потенциалу заземлителя (φ_3), а потенциал ног (φ_n), потенциалу земли в т. А (φ_a).

Тогда:

$$U_{\text{пр}} = \varphi_p - \varphi_n = \varphi_3 - \varphi_a.$$

Вблизи заземлителя разность потенциалов рук и ног человека будет практически равна нулю.

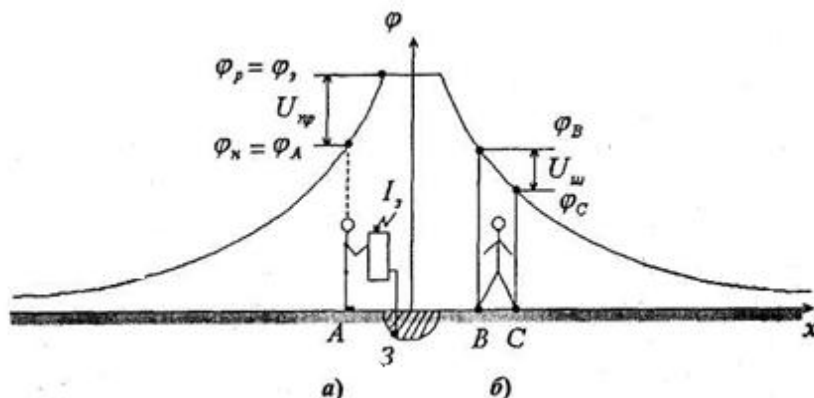


Рисунок 6.2 - Напряжение прикосновения ($U_{пр}$) при прикосновении человека к заземленному корпусу (а) и напряжение шага ($U_{ш}$) при нахождении человека вблизи заземлителя (б), через который стекает ток

При расположении электроприемников на расстоянии от заземлителя 15-20 м напряжение прикосновения будет наибольшим и равным потенциалу заземлителя:

$$U_{пр} = \varphi_3 = I_z r_3.$$

Напряжение шага это разность потенциалов между двумя точками (например, т. В и т. С на рисунке 6.2, б) на поверхности земли, на расстоянии шага одна от другой, находящихся в поле растекания тока с заземлителя. Чем ближе к заземлителю, тем больше напряжение шага. Аналогичная ситуация может иметь место и при падении провода воздушной линии на землю.

Выравнивание потенциалов.

Для выравнивания потенциалов, т.е. снижения разности потенциалов (шагового напряжения), на поверхности земли или проводящего пола применяют защитные проводники, проложенные в земле, в полу или на их поверхности и присоединенные к заземляющему устройству, или используют специальные покрытия земли.

Выравнивание потенциалов корпусов электрооборудования, связанных с ними металлических конструкций и основания, осуществляется устройством контурного заземления, электроды которого располагаются вокруг здания или сооружения с заземленным или зануленным оборудованием. Внутри контурного заземления под полом помещения или площадки прокладываются горизонтальные продольные и поперечные электроды, соединенные сваркой с электродами контура. Если заложить в землю металлические полосы и соединить их с другими заземлителями, то они приобретут общий потенциал. Поэтому в пределах расположения заземлителей разность потенциалов, напряжение прикосновения и напряжение шага будут малы (рисунок 6.3).

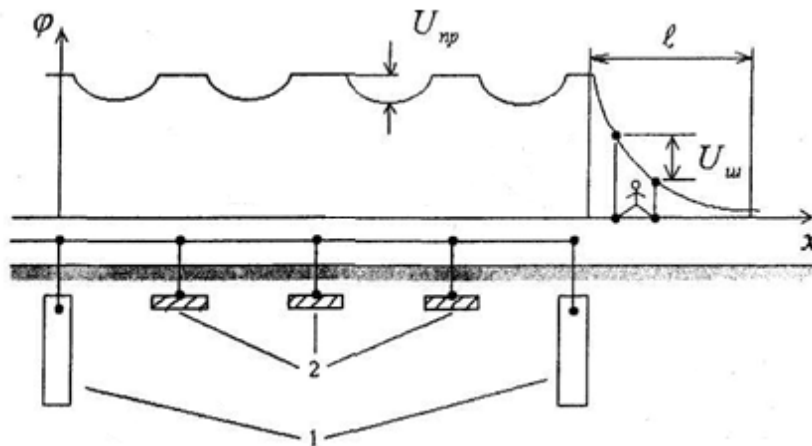


Рисунок 6.3 - Распределение потенциала на поверхности земли вблизи фрагмента контурного заземлителя

Лекция 7. Защитные меры в электроустановках

Цель лекции: ознакомление обучающихся с мерами, обеспечивающими безопасность при эксплуатации электроустановок.

Работа в действующих электроустановках так же, как и пользование электрическими приборами, совершенно безопасна, если все работающие точно соблюдают правила технической эксплуатации и техники безопасности. Эта же работа может оказаться смертельно опасной и повлечь несчастные случаи при несоблюдении правил. Безопасность электрических установок достигается применением следующих способов защиты [2,4]:

1) Заземление, т. е. преднамеренное в целях электробезопасности электрическое соединение с заземляющим устройством металлических частей, нормально не находящихся под напряжением, применяется в сетях с изолированной нейтралью. Чем меньше сопротивление защитного заземления, тем меньше напряжение на этих частях при пробое изоляции.

2) Зануление, т. е. преднамеренное в целях отключения напряжения при нарушении изоляции электрическое соединение металлических частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с заземленной нейтралью, применяется в сетях 380/220 и 220/127 В с глухозаземленной нейтралью. Исправное зануление обеспечивает защиту во многих, но не во всех ситуациях. Ведь нельзя исключить возможность обрыва нулевого провода и нарушения цепи зануления. Но даже и при неповрежденном занулении опасность может возникнуть, например, при падении на землю фазного провода воздушной линии либо при переходе (пробое) напряжения со стороны 6–10 кВ на сторону 0,38/0,22 кВ и в других случаях.

3) Выравнивание потенциалов, выполняемое в случаях, когда

электробезопасность от напряжений прикосновений и шага не может быть достигнута заземлением и занулением.

4) Защитное отключение, обеспечивающее автоматическое отключение всех фаз аварийного участка сети до 1 кВ не позже 0,2 с с момента возникновения однофазного замыкания или ухудшения изоляции, например, с момента прикосновения руки человека к токоведущей части электроустановки. Защитное отключение рекомендуется для случаев, когда электробезопасность не обеспечивается заземлением, занулением и выравниванием потенциалов. Устройства защитного отключения с временем срабатывания не более 0,05 с для сетей с заземленной нейтралью выпускаются промышленностью и оправдывают себя как при работе с ручным электроинструментом, так и при применении в производственных помещениях.

5) Изоляция частей, находящихся под напряжением в местах, где их может коснуться человек или животное, является наиболее распространенной мерой электробезопасности, однако за изоляцией нужно постоянно следить и поддерживать ее в исправном состоянии. Изоляционные материалы (пластмасса, резина, фарфор, бумага и др.) могут терять свои свойства при старении или нагревании, либо повреждаться механическими воздействиями, против которых изоляторы малоустойчивы. Если изоляцией служит воздушный промежуток, то он может уменьшиться при ослаблении креплений или при деформации защитных кожухов и других деталей электроаппаратуры. Самая простая изоляция – окраска – во многих случаях предотвращает электротравматизм, поэтому трубопроводы и металлические конструкции, которые практически невозможно изолировать от «земли», а также и те, которые заземлены (например, водопроводные и газовые трубы, отопительные радиаторы и др.), должны быть всегда хорошо окрашены масляной или эмалевой электроизолирующей краской. Изоляцию электроаппаратуры проверяют измерением активного сопротивления, однако нет гарантии, что повреждение изоляции не появится в промежутке между измерениями. Поэтому желателен непрерывный контроль изоляции. Этому требованию отвечает устройство защитного отключения, реагирующее на снижение сопротивления изоляции.

6) Двойная изоляция, представляющая собой совокупность рабочей и дополнительной изоляции, применяется главным образом в переносных электроинструментах.

7) Защитное электрическое разделение цепей, которое позволяет гальванически отделить одну цепь от другой. При этом должна быть обеспечена передача энергии от одной цепи к другой. Такая бесконтактная передача энергии может быть обеспечена с помощью трансформатора через электромагнитное поле, электромеханических систем (например, электродвигателя и генератора), вращающихся преобразователей частоты и др.

В электроустановках наибольшее применение нашёл первый способ, с применением разделительных трансформаторов с коэффициентом

трансформации равным единице. Для исключения пробоя между первичной и вторичной обмотками разделительного трансформатора предъявляют повышенные требования к их изоляции, её выполняют двойной или усиленной. Допускается использовать основную изоляцию, но совместно с защитным экраном между обмотками, обеспечивающим срабатывание автоматической защиты при повреждении изоляции. Разделяющие трансформаторы, изолирующие электроприемники, подключаемые к вторичной сети, от возможных аварийных состояний первичной сети: повреждений изоляции, замыканий на землю, утечек и других причин, вызывающих повышенную опасность. Эти трансформаторы могут быть чисто разделяющие (например, 220/220 В) или одновременно понижающие напряжение (380/220 В). Для исключения повреждений изоляции внутри трансформаторов их изготавливают особо тщательно, применяют повышенные испытательные напряжения, обмотки первичного и вторичного напряжения располагают на разных уровнях. Каждый токоприемник комплектуют своим трансформатором. В условиях применения тяжелых электроинструментов, вибраторов и других механизмов, которые при частоте 50 Гц не всегда могут быть выполнены на пониженное напряжение, применение разделяющих трансформаторов в современных условиях наилучшим образом обеспечивает безопасность, но и здесь нужен контроль изоляции.

8) Защита от перехода высшего напряжения в сеть низшего. В электрических сетях, питаемых от трансформаторов, должны быть приняты меры предотвращения перехода высшего напряжения в сеть низшего напряжения, который возможен при пробое изоляции обмотки высокого напряжения и замыкании на общий металлический кожух или на железо сердечника.

9) Размещение на недоступной высоте неизолированных частей, находящихся под напряжением, или защита их запираемыми кожухами и ограждениями с тем, чтобы сделать невозможным случайное соприкосновение с частями электроустановки, находящимися под напряжением.

10) Применение малых напряжений (до 12 – 36 В). При таких напряжениях пользуются переносными лампами, переносным электроинструментом. В особо опасных помещениях местное освещение также может иметь пониженное напряжение, получаемое от аккумуляторов или понижающих трансформаторов.

11) Применение средств индивидуальной защиты — диэлектрических перчаток, бот и галош; ковров и дорожек; экранов от электрического поля и экранирующей спецодежды; изолирующих подставок; инструментов с изолирующими рукоятками, а также предупреждающих плакатов и надписей.

12) Оснащение механизмов приборами безопасности, сигнализирующими об опасности и предотвращающими опасные сближения с проводами, находящимися под напряжением. Например, в одном из приборов при приближении стрелы крана к проводам загорается красная лампа,

срабатывает звуковая сигнализация и затем автоматически останавливается машина за счет перекрытия каналов питания дизельного двигателя или разрыва цепи зажигания в двигателе внутреннего сгорания.

13) Применение блокировок, т. е. специальных устройств, предотвращающих ошибочные действия. Например, на дверях ячеек подстанций, на дверцах шкафов с электроаппаратурой, на крышках ящиков с рубильниками и в другой аппаратуре используется блокировка, которая не позволяет открыть дверь или снять крышку до снятия напряжения.

Условия работы и типы электроустановок разнообразны, поэтому в каждом конкретном случае нужно действовать по тщательно продуманной схеме организации монтажных, ремонтных или эксплуатационных работ и применять только те средства или их сочетания, которые могут гарантировать электробезопасность. Кроме перечисленных способов защиты, есть и другие, направленные на общее улучшение работы электроустановок и одновременно улучшающие условия электробезопасности. Например, компенсация емкостной составляющей тока утечки на землю может существенно снизить ток замыкания на землю, а следовательно, и опасность поражения током. Равномерная нагрузка фаз трехфазной сети предотвращает несимметрию напряжений, возникающую при неравномерной нагрузке и вызывающую ряд нежелательных явлений. Важной мерой является профилактика электротравматизма среди производственного персонала и населения, обучение и повышение квалификации персонала.

Лекция 8. Защитное заземление

Цель лекции: изучение принципа действия, области применения и выполнения защитного заземления; расчет защитного заземления.

Общие сведения [1].

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановки (рисунок 8.1), которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т. п.).

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования за счет подъема потенциала основания, на

котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала заземленного оборудования.

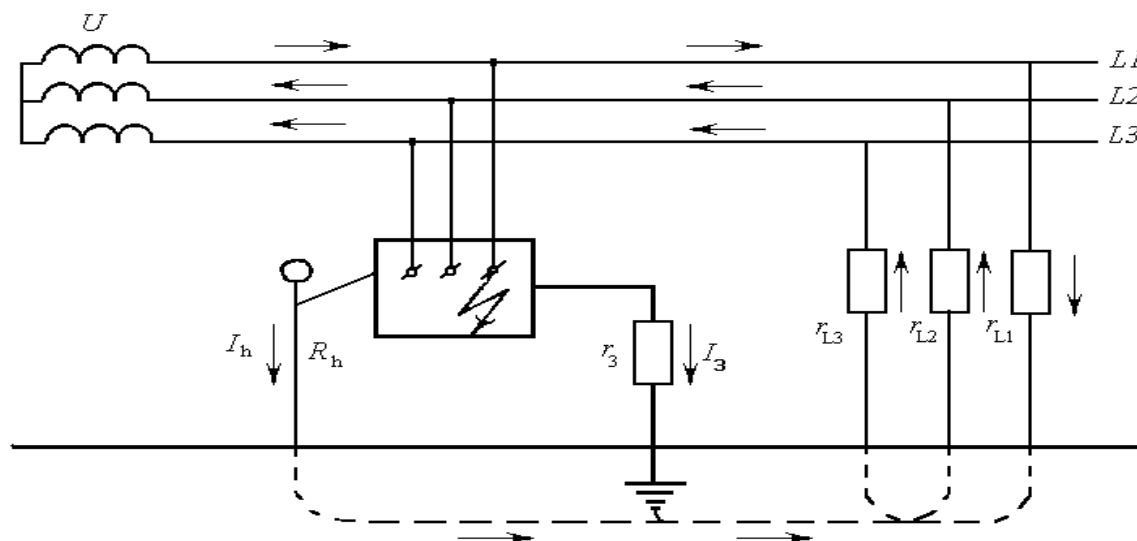


Рисунок 8.1 - Схема сети с изолированной нейтралью (типа IT) и защитным заземлением электроустановки

Согласно ПУЭ заземление или зануление электроустановок следует выполнять:

- при напряжении 380 В и выше – во всех электроустановках;
- при номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 360 В – только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

К частям, подлежащим заземлению или занулению, относятся:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
- приводы электрических аппаратов;
- каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов;
- металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов, лотки, короба, струны, тросы и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода, а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;
- металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;
- электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов;

- строительные и производственные конструкции, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования, подкрановые и железнодорожные рельсовые пути и т.п.

Выполнение заземляющих устройств.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя, заземляющей магистрали и заземляющих проводников.

Заземлителем называется проводник (электрод) или совокупность металлических соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей.

В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: выносное и контурное.

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что его заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование.

Выносное заземляющее устройство применяется в том случае, если нет высоковольтных потребителей, а низковольтные потребители имеют малую мощность. Обычно его применяют при высоком сопротивлении земли на защищаемой территории (например, песчаный или скалистый грунт) и наличии вне этой территории мест со значительно лучшей проводимостью земли.

Чаще применяется контурное заземление, при этом заземляющий контур размещается по внешнему периметру распределительных устройств (РУ) 0,4 или 6 кВ, 10 кВ. Если отсутствует РУ–6 кВ или РУ–10 кВ, то заземляющий контур охватывает РУ–0,4 кВ, питающего низковольтные потребители. От выполненного заземляющего контура идет заземляющая магистраль, которая прокладывается по внутренним стенам помещения, где расположены потребители. Все подлежащие заземлению металлические части этих потребителей и устройств их управления посредством заземляющих проводников присоединяются к заземляющей магистрали.

Различают заземлители искусственные – предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные – находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Правила рекомендуют для заземления электроустановок в первую очередь использовать естественные заземлители: проложенные в земле металлические трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывчатых газов и смесей); обсадные трубы скважин; металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей; металлические части гидротехнических сооружений; свинцовые оболочки проложенных в земле кабелей и другие подобные элементы.

Для искусственных заземлителей применяются вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов используются стальные трубы с толщиной стенки не менее 3,5 мм и

уголковая сталь с толщиной полок не менее 4 мм, длиной 2,0...3 м. Широко применяется также прутковая сталь диаметром не менее 10 мм длиной до 10 м.

Для установки вертикальных заземлителей на расстоянии 2...3 м от стены здания роют траншею глубиной 0,7...0,9 м и в дно траншеи забивают либо вворачивают электроды. Верхние концы их соединяют стальной полосой сечением не менее 48 мм² с помощью сварки. Засыпка траншеи производится землей, очищенной от щебня и строительного мусора, с последующей трамбовкой.

Горизонтальные электроды выполняются из стальных полос сечением не менее 48 мм², соединяющих вертикальные электроды по периметру, а также используемых в качестве горизонтальных уравнивающих потенциалы заземлителей. Последние необходимы в системах высокого напряжения. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляемых частей с заземлителями, применяется полосовая сталь либо сталь круглого сечения (сечение не менее 24 мм²).

Соединения заземляющих проводников между собой, а также с заземлителями и заземляющими конструкциями выполняются сваркой, а с корпусами аппаратов, машин и другого оборудования – сваркой или с помощью болтов. Присоединение заземляющей магистрали к заземлителю выполняется в двух местах. Прокладка заземляющих магистралей и проводников производится открыто по конструкциям зданий, в том числе и по стенам.

Расчет заземляющего устройства.

Цель расчета – определение основных параметров заземляющего устройства: числа, размеров и размещения электродов при которых соблюдается условие:

$$R \leq R_3,$$

где R – расчетное сопротивление заземляющего устройства, Ом;

R_3 – наибольшее допустимое сопротивление заземляющего устройства, Ом.

Значение R_3 устанавливается в зависимости от величины напряжения, вида системы электроснабжения и мощности питающего трансформатора:

- в электроустановках выше 1 кВ (6, 10 кВ) сети с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом;

- в электроустановках до 1 кВ с изолированной либо глухозаземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

При мощности генераторов и трансформаторов 100 кВ·А и менее заземляющие устройства должны иметь сопротивление не более 10 Ом [6].

При совместной эксплуатации электроустановок разных напряжений 0,4 и 6 (10) кВ рекомендуется выполнять общее заземляющее устройство.

Сопротивление такого заземляющего контура должно быть не более 4 Ом. Если мощность трансформаторов (генераторов) $S_n \leq 100$ кВ·А, то сопротивление общего заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом.

Для выполнения расчета необходимы:

- характеристика электрической системы (вид системы, напряжение), мощность питающего трансформатора;
- план защищаемого объекта с указанием основных размеров и размещения электрооборудования;
- характеристики грунта и климатической зоны объекта;
- сведения о наличии естественных заземлителей и возможности их использования.

Порядок расчета.

1. Определение требуемого сопротивления искусственного заземлителя.

В большинстве случаев сопротивление заземляющего устройства определяется, в основном, сопротивлением растеканию тока заземлителя. Поэтому в практических расчетах сопротивление магистральных и заземляющих проводников, как правило, не учитывается (исключение составляют выносные заземления, удаленные от защищаемого объекта на значительные расстояния).

2. Выбор типа и предварительной схемы искусственного заземлителя.

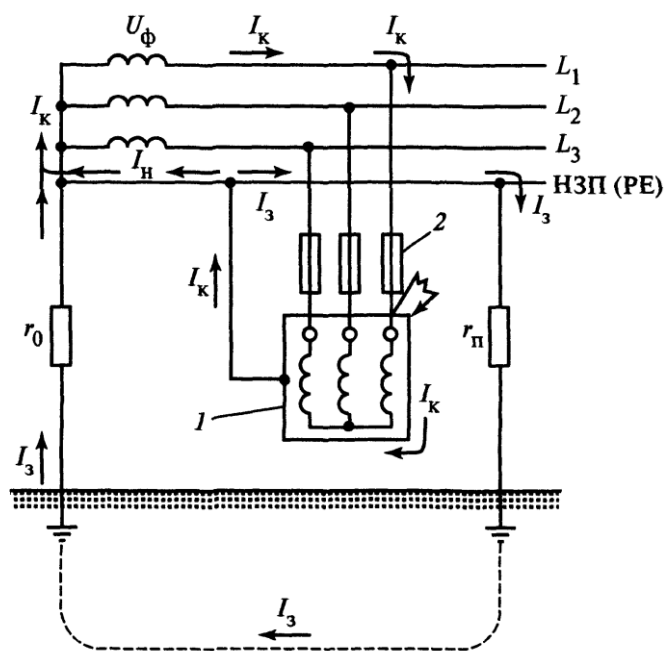
Тип заземлителя (выносное или контурное) выбирается на основании анализа исходных данных с учетом требований, изложенных выше в подразделе 10.2. Далее приступают к выбору размера, формы электродов и их ориентировочному размещению на плане участка. Определив число одиночных стержневых заземлителей и вычислив сопротивление одиночного электрода, электроды размещают на площадке соответствующим образом (в ряд, по контуру и т.д.).

3. Уточнение параметров заземлителя.

Лекция 9. Защитное зануление

Цель лекции: изучение принципа действия, области применения и выполнения защитного зануления; расчет зануления.

Защитное зануление (далее зануление) – преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей (открытых проводящих частей) электроустановки, могущих оказаться под напряжением, с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока в трехфазных сетях, с глухозаземленным выводом обмотки источника тока в однофазных сетях и с глухозаземленной средней точкой обмотки источника энергии в сетях постоянного тока [1, 4, 7]. Принципиальная схема зануления в сети трехфазного тока показана на рисунке 9.1.



1 - корпус электроустановки; 2 - аппараты защиты от токов КЗ

Рисунок 9.1 - Принципиальная схема зануления в трехфазной сети напряжением до 1000 В

Проводник, обеспечивающий указанные соединения зануляемых частей с глухозаземленной нейтральной точкой, а также с выводом и со средней точкой обмоток источников тока, называется нулевым защитным проводником. На схемах защитные проводники обозначаются буквами РЕ.

Назначение зануления — устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением относительно земли вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия зануления - превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (т.е. замыкание между фазным и нулевым защитным проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную электроустановку от питающей сети. В качестве такой защиты выступают плавкие предохранители или автоматические выключатели максимального тока, устанавливаемые для защиты от токов КЗ; магнитные пускатели со встроенной тепловой защитой; контакторы в сочетании с тепловыми реле, осуществляющие защиту от перегрузки; автоматические выключатели с комбинированными расцепителями, осуществляющие защиту одновременно от токов КЗ и перегрузки.

Кроме того, поскольку зануленные корпуса (или другие нетоковедущие металлические части) заземлены через нулевой защитный проводник, то в аварийный период, т.е. с момента возникновения замыкания на корпус и до автоматического отключения поврежденной электроустановки от сети,

проявляется защитное свойство этого заземления. Иначе говоря, заземление корпусов через нулевой защитный проводник снижает в аварийный период их напряжение относительно земли.

Таким образом, зануление осуществляет два защитных действия - быстрое автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети и снижение напряжения зануленных металлических нетоковедущих частей (открытых проводящих частей), оказавшихся под напряжением, относительно земли.

Область применения - трехфазные четырехпроводные сети с системой заземления TN-C и пятипроводные сети с системами заземления TN-S и TN-C-S до 1000 В. Это сети с глухозаземленной нейтралью, в том числе наиболее распространенные сети напряжением 380/220, а также сети 220/127 и 660/380 В. Зануление применяется также в трехпроводных сетях постоянного тока с глухозаземленной средней точкой обмотки источника энергии, а также в однофазных двухпроводных сетях переменного тока с глухозаземленным выводом обмотки источника тока.

Расчет зануления.

Расчет зануления имеет целью определить условия, при которых оно надежно выполняет возложенные на него задачи - быстро отключает поврежденную установку от сети и в то же время обеспечивает безопасность прикосновения человека к зануленному корпусу в аварийный период. В соответствии с этим зануление рассчитывают на отключающую способность, а также на безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазы на землю (расчет заземления нейтрали) и на корпус (расчет повторного заземления нулевого защитного проводника).

Расчет на отключающую способность. При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически отключится, если значение тока однофазного КЗ (т.е. между фазным и нулевым защитным проводниками) I_k удовлетворяет условию:

$$I_k \geq kI_{\text{НОМ}},$$

где k — коэффициент кратности номинального тока $I_{\text{НОМ}}$, А, плавкой вставки предохранителя или уставки тока срабатывания автоматического выключателя.

Значение коэффициента k принимается в зависимости от типа защиты электроустановки. Если защита осуществляется автоматическим выключателем, имеющим только электромагнитный расцепитель (отсечку), т. е. срабатывающим без выдержки времени, то k принимается в пределах 1,25 – 1,4. Если установка защищается плавкими предохранителями, время перегорания которых зависит, как известно, от тока (уменьшается с ростом тока), или защищается автоматическим выключателем с обратной зависимой от тока характеристикой, подобной характеристике предохранителей, то:

$$k \geq 3.$$

Значение I_k зависит от фазного напряжения сети U_ϕ и сопротивлений цепи, в том числе от полных сопротивлений трансформатора Z_T , фазного проводника Z_ϕ , нулевого защитного проводника $Z_{НЗ}$, внешнего индуктивного сопротивления петли (контура) фазный проводник — нулевой защитный проводник (петли фаза — нуль) X_π , а также от активных сопротивлений заземлений нейтрали обмоток источника тока (трансформатора) R_0 и повторного заземления нулевого защитного проводника R_π .

Поскольку R_0 и R_π , как правило, велики по сравнению с другими сопротивлениями цепи, можно не принимать во внимание параллельную ветвь, образованную ими. Тогда расчетная схема упростится, а выражение для тока КЗ I_k , в комплексной форме будет:

$$I_k = \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + \underline{z}_\phi + \underline{z}_{НЗ} + jX_\pi}$$

или

$$I_k = \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + \underline{z}_\pi}.$$

Полное сопротивление «петли фаза-нуль» в действительной форме (модуль) равно:

$$z_\pi = \sqrt{(R_\phi + R_{НЗ})^2 + (X_\phi + X_{НЗ} + X_\pi)^2}.$$

Расчетная формула имеет следующий вид:

$$k \cdot I_{ном} \leq \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + \sqrt{(R_\phi + R_{НЗ})^2 + (X_\phi + X_{НЗ} + X_\pi)^2}}.$$

Значение Z_T , Ом, зависит от мощности трансформатора, напряжения и схемы соединения его обмоток, а также от конструктивного исполнения трансформатора. При расчетах зануления значение Z_T берется из справочных таблиц. Значения R_ϕ и $R_{НЗ}$, Ом, для проводников из цветных металлов (медь,

алюминий) определяют по известным данным: сечению S мм², длине l м, и материалу проводников ρ . При этом искомое сопротивление:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S},$$

где ρ — удельное сопротивление проводника, равное для меди 0,018, а для алюминия 0,028 Ом, мм²/м.

Лекция 10. Защитное отключение

Цель лекции: изучение принципа действия, области применения и выполнения защитного отключения; ознакомление со схемами УЗО.

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 [1].

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 (уставкой). Если входной сигнал превышает уставку, 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.

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; уставка; время срабатывания устройства.

Рассмотрим несколько схем УЗО.

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 (рисунок 10.1) 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 .

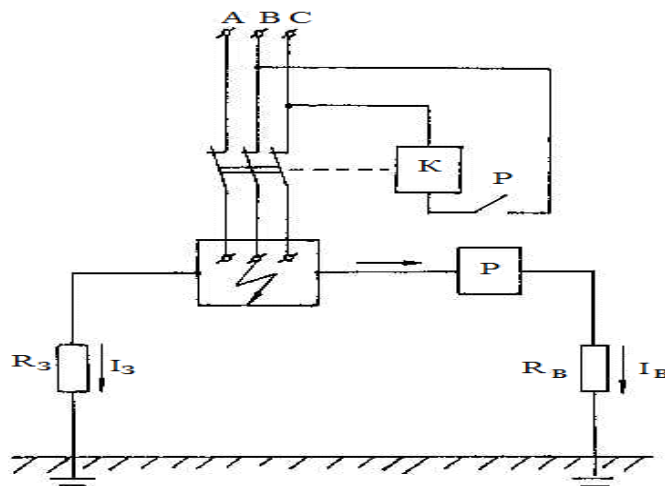


Рисунок 10.1 - Схема УЗО, реагирующего на потенциал корпуса

При замыкании на корпус защитное заземление R_3 снизит потенциал корпуса относительно земли до величины $\varphi_3 = I_3 R_3$. Если по каким-либо причинам окажется, что $\varphi_3 > \varphi_{\text{доп}}$, где $\varphi_{\text{доп}}$ - 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 уставкой. 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 рисунке 10.2.

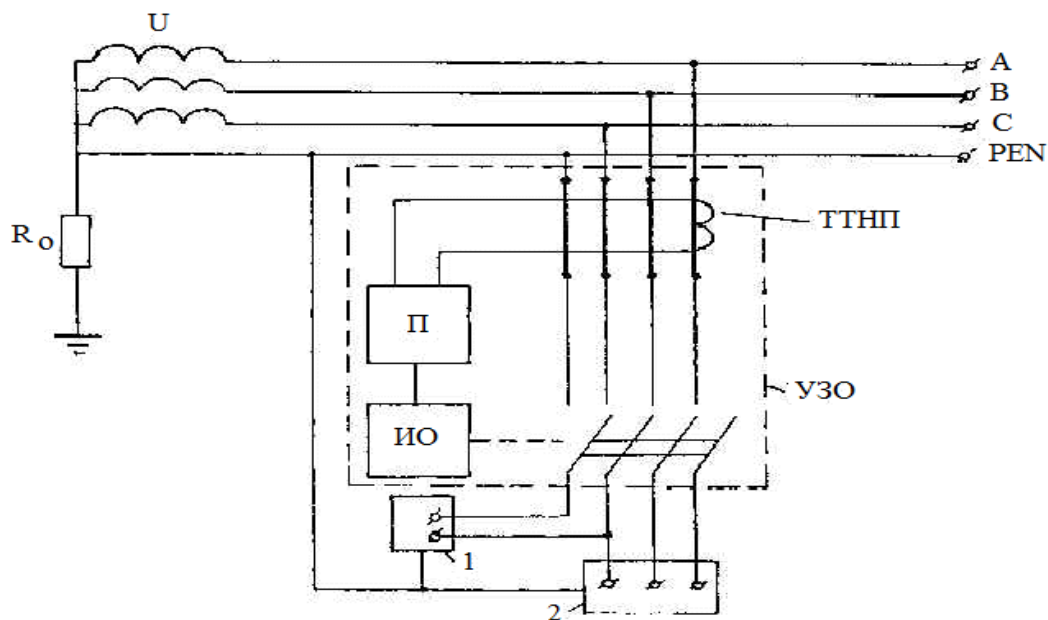
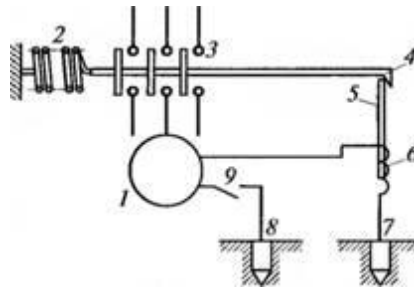


Рисунок 10.2 - Схема подключения к сети УЗО (система TN – S), реагирующего на дифференциальный ток

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.

Рассмотрим действие защитного отключения при возникновении напряжения на корпусе одиночного электроприемника в результате повреждения его изоляции. Здесь возможны два случая: электроприемник не заземлен и электроприемник имеет заземление.



1 - корпус электроприемника; 2 - отключающая пружина; 3 - контакты сетевого контактора; 4 - защелка; 5 - сердечник катушки; 6 - отключающая катушка; 7,8 - заземлители; 9 - контакт.

Рисунок 10.3 - Принципиальная схема защитного отключения

Первому случаю соответствует разомкнутое положение контакта 9 (рисунок 10.3). На некотором расстоянии от защищаемого электроприемника забивают в землю заземлитель 7 (в том случае, если нет естественных заземлителей, которые не должны иметь электрической связи с корпусом электроприемника). Защитный отключатель позволяет произвести разрыв цепи электроснабжения контактами сетевого контактора при подаче напряжения на катушку 6. При обесточенном состоянии катушки 6 ее сердечник 5 удерживает защелку 4, не позволяя пружине 2 разомкнуть контакты 3 (на схеме контакты показаны разомкнутыми, хотя сердечник удерживает защелку). Один конец обмотки катушки присоединен к корпусу 1 электроприемника, второй — к выносному заземлителю 7. В случае повреждения изоляции между корпусом электроприемника и выносным заземлителем 7 появится фазное напряжение. Отключающая катушка 6 окажется под напряжением, и по ее обмотке потечет ток. Сердечник 5 втянется и освободит удерживающую защелку 4. Пружина 2 разомкнет контакты 3 сетевого контактора, и цепь питания электроустановки разорвется. Напряжение прикосновения на корпусе электроприемника исчезнет, соприкосновение с ним станет безопасным.

Второму случаю, когда корпус электроприемника заземлен, соответствует замкнутое положение контакта 9. При возникновении повреждения изоляции в корпусе электроприемника появится напряжение, значение которого будет определять падение напряжения в заземлителе, равное току замыкания на землю, умноженному на сопротивление заземления заземлителя. Принципиальной разницы в действии защиты в первом и втором случаях нет.

Согласно ПУЭ, защитное отключение рекомендуется применять в следующих установках: электроустановки с изолированной нейтралью, к которым предъявляются повышенные требования в отношении безопасности (в дополнение к устройству заземлений). Схема такого защитного отключения показана на рисунке 10.4.

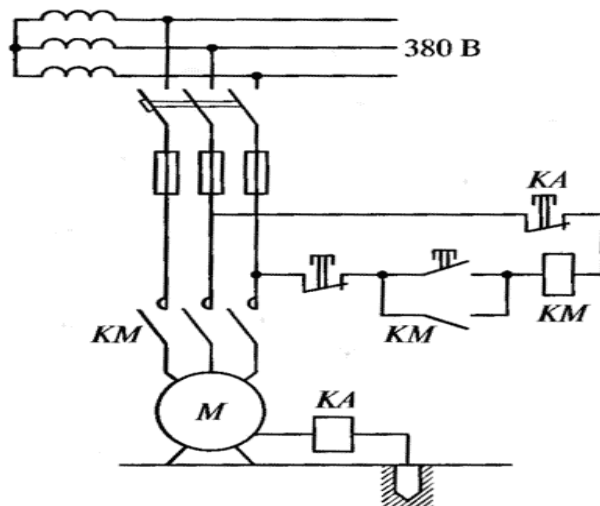


Рисунок 10.4 - Схема защитного отключения при изолированной нейтрали

При появлении в катушке реле КА тока замыкания на землю его размыкающий контакт в цепи катушки контактора КМ размыкается, и контактор своими главными контактами отключает электродвигатель М от сети.

Лекция 11. Требования, предъявляемые к электротехническому персоналу

Цель лекции: дать сведения о персонале, обслуживающий электроустановки, об организации подготовки и требованиях к ним при эксплуатации оборудования.

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал [5, 7, 9]. Персонал, обслуживающий электроустановки, должен быть специально подготовлен, здоров, иметь соответствующие профессиональные навыки.

Электротехнический персонал предприятия подразделяется на:

- административно-технический, организующий и принимающий непосредственное участие в оперативных переключениях, ремонтных, монтажных и наладочных работах в электроустановках; этот персонал имеет права оперативного, ремонтного или оперативно-ремонтного;
- оперативный, осуществляющий оперативное управление электрохозяйством предприятия, цеха, а также оперативное обслуживание электроустановок (осмотр, проведение работ в порядке текущей эксплуатации, проведение оперативных переключений, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими);
- ремонтный, выполняющий все виды работ по ремонту, реконструкции и монтажу электрооборудования. К этой категории относится также персонал

специализированных служб (испытательных лабораторий, служб автоматики и контрольно-измерительных приборов и т. д.), в обязанности которого входит проведение испытаний, измерений, наладки и регулировки электроаппаратуры и т. п.;

- оперативно-ремонтный - ремонтный персонал небольших предприятий (или цехов), специально обученный и подготовленный для выполнения оперативных работ на закрепленных за ним электроустановках.

Работники, которые выполняют работы в электроустановках, должны иметь соответствующую характеру работы профессиональную подготовку. При отсутствии такой подготовки данные работники должны до допуска к самостоятельной работе пройти обучение в специализированных центрах подготовки персонала (учебно-тренировочные центры, учебные комбинаты и т.п.). Для обучения работнику должен быть предоставлен срок, достаточный для ознакомления с оборудованием, аппаратурой, оперативными схемами и одновременного изучения в необходимом для данной должности (профессии) объеме:

- правил устройства электроустановок, правил безопасности, правил и приемов оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве, правил применения и испытания средств защиты, настоящих Правил;

- должностных и производственных инструкций;

- инструкций по охране труда;

- других правил, нормативных и эксплуатационных документов, действующих у данного потребителя

Программа обучения включает в себя минимум теоретических знаний, а также изучение схем электроснабжения, вопросов монтажа и ремонта электрооборудования, действующих нормативных документов, новинок техники, электробезопасности. По окончании производственного обучения электротехнический персонал должен пройти проверку знаний в квалификационной комиссии с присвоением группы по электробезопасности. Всего предусмотрено 5 групп. Электротехническому персоналу присваиваются II-V квалификационные группы.

Электротехнический персонал до назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерыве в работе в качестве электротехнического персонала свыше 1 года обязан пройти стажировку (производственное обучение) на рабочем месте.

В процессе стажировки работник должен:

- усвоить требования правил эксплуатации, охраны труда, пожарной безопасности и их практическое применение на рабочем месте;

- изучить схемы, производственные инструкции и инструкции по охране труда, знание которых обязательно для работы в данной должности (профессии);

- отработать четкое ориентирование на своем рабочем месте;

- приобрести необходимые практические навыки в выполнении производственных операций;
- изучить приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной эксплуатации обслуживаемого оборудования.

Профессиональная подготовка работников, повышение их квалификации, проверка знаний и инструктажи должны проводиться в соответствии с требованиями отраслевых и государственных нормативных актов по безопасной работе и охране труда.

Проверка состояния здоровья работников проводится до их приема на работу, а также периодически во время работы в порядке и сроках, предусмотренных отраслевыми министерствами и ведомствами.

Персонал, занимающийся обслуживанием электроустановок, обязательно проходит проверку знаний Правил техники безопасности, а также других нормативно-технических документов (инструкций по пожарной безопасности, использованию защитных средств, правил электроустановок и т.п.) в пределах требований, которые предъявляются к каждой определенной профессии и должности. Кроме этого, такой персонал должен иметь группу по электробезопасности.

Работники должны соблюдать все требования правил и инструкций по охране труда, а также указания, полученные при инструктаже. Прошедшим проверку знаний по охране труда при эксплуатации электроустановок выдают установленной формы удостоверение, в которое заносятся результаты проверки.

Персонал, имеющий право на проведение специальных работ, должны иметь об этом запись в удостоверении. К таким работам относят: испытания оборудования повышенным напряжением (кроме работ с использованием мегомметра), верхолазные работы, работы под напряжением на токоведущих частях (ремонт проводов, обмыв, чистка и замена изоляторов, смазка тросов, контроль измерительной штангой соединительных зажимов и изоляторов). С учетом местных условий перечень специальных работ может быть расширен.

Работник на стажировке или дублировании закрепляется за опытным работником посредством соответствующего распоряжения. К самостоятельной работе он допускается также распоряжением руководителя предприятия.

Любой работник в случае невозможности принятия мер по устранению нарушений правил техники безопасности обязан незамедлительно сообщить обо всех замеченных нарушениях и представляющих опасность неисправностях электроустановок, инструмента и т.д. вышестоящему руководителю.

Электротехнический персонал должен ясно представлять себе технологические особенности предприятия, строго соблюдать трудовую дисциплину, знать и выполнять правила техники безопасности и правила технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ и ПТБ), инструкции и

требования других нормативных документов. Лица, нарушающие ПТЭ и ПТБ, наказываются в дисциплинарном и административном порядке.

В последующем электротехнический персонал, непосредственно обслуживающий действующие электроустановки, должен проходить проверку ежегодно.

Лиц, допустивших нарушения ПТЭ и ПТБ, подвергают внеочередной проверке. При неудовлетворительной оценке назначают повторную сдачу. Персонал, показывающий неудовлетворительные знания в третий раз, к обслуживанию электроустановок не допускается и должен быть переведен на другую работу.

Ответственность за выполнение электротехническим персоналом ПТЭ и ПТБ на каждом предприятии определяется должностными инструкциями и положениями, утвержденными в установленном порядке руководителем предприятия или вышестоящей организации. Приказом (распоряжением) администрации предприятия из числа работников электротехнической службы назначается ответственный за электрохозяйство.

Лекция 12. Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Цель лекции: ознакомить студентов с мероприятиями, обеспечивающими надежную, безопасную и рациональную эксплуатацию электроустановок и содержание их в исправном состоянии.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются [1]:

- а) оформление работы нарядом-допуском (далее нарядом), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- б) допуск к работе;
- в) надзор во время работы;
- г) оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончания работы.

Наряд, распоряжение, текущая эксплуатация.

Работа в электроустановках производится по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

Наряд - это задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы, и пр.

По наряду могут производиться работы в электроустановках, выполняемые:

- а) со снятием напряжения;

б) без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них.

Распоряжение - это задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и лиц, которым поручено ее выполнение. Распоряжение может быть передано непосредственно или с помощью средств связи с последующей записью в оперативном журнале.

Текущая эксплуатация - это проведение оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом самостоятельно на закрепленном за ним участке в течение одной смены работ по перечню, составленный лицом, ответственным за электрохозяйство и утвержденному главным инженером предприятия.

Лица, ответственные за безопасность работ, их права и обязанности.

Ответственными за безопасность работ являются:

- а) лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение;
- б) допускающий - ответственное лицо из оперативного персонала;
- в) ответственный руководитель работ;
- г) производитель работ;
- д) наблюдающий;
- е) члены бригады.

Лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение, устанавливает необходимость и объем работы, отвечает за возможность безопасного ее выполнения, достаточность квалификации ответственного руководителя, производителя работ или наблюдающего, а также членов бригады.

Ответственный руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мероприятий по подготовке рабочего места и их достаточность, за принимаемые им дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ, за полноту и качество целевого инструктажа бригады, в том числе проводимого допускающим и производителем работ, а также за организацию безопасного ведения работ.

Допускающий - ответственное лицо из оперативного персонала - несет ответственность:

а) за правильность выполнения необходимых для допуска и производства работ мер безопасности, их достаточность и соответствие характеру и месту работы;

б) за правильность допуска к работе, приемку рабочего места по окончании работы с оформлением в нарядах или журналах.

Производитель работ, принимая рабочее место от допускающего, отвечает за правильность его подготовки и за выполнение необходимых для производства работы мер безопасности.

Наблюдающий – назначается для надзора за бригадами строительных рабочих, разнорабочих, такелажников и других лиц из не электротехнического персонала при выполнении ими работ в электроустановках по нарядам и по распоряжениям; за электротехническим персоналом, в том числе командированным, назначается в случае проведения

работ в электроустановках при особо опасных условиях, определяемых лицом, ответственным за электрохозяйство.

Члены бригады обязаны соблюдать правила безопасности и инструктивные указания, полученные при допуске к работам и во время работы.

Допуск к работе.

Перед допуском к работе ответственный руководитель и производитель работ совместно с допускающим проверяют выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.

После проверки выполнения технических мероприятий производится допуск бригады, который заключается в том, что допускающий:

а) проверяет соответствие состава бригады и квалификации включенных в нее лиц записи в наряде;

б) прочитывает содержание порученной работы; объясняет бригаде, откуда снято напряжение, где наложены заземления, какие части ремонтируемого и соседних присоединений остались под напряжением и какие особые условия производства работ должны соблюдаться; указывает бригаде границы рабочего места; убеждается, что все изложенное им бригадой понято;

г) сдает рабочее место производителю работ.

Допуск к работам по нарядам должен производиться непосредственно на рабочем месте.

Допускающий, ответственный руководитель и производитель работ (наблюдающий) перед допуском к работе должны убедиться в выполнении технических мероприятий по подготовке рабочего места путем личного осмотра, по записям в оперативном журнале, по оперативной схеме и по сообщениям оперативного, оперативно-ремонтного персонала задействованных организаций. Началу работ по наряду или распоряжению должен предшествовать целевой инструктаж, предусматривающий указания по безопасному выполнению конкретной работы в последовательной цепи от выдавшего наряд, отдавшего распоряжение до члена бригады (исполнителя), т. е. в порядке подчиненности. Без проведения целевого инструктажа допуск к работе не разрешается.

Надзор во время работы.

После допуска к работе надзор за соблюдением бригадой требований безопасности возлагается на производителя работ (ответственного руководителя, наблюдающего), который должен так организовать свою работу, чтобы вести контроль за всеми членами бригады, находясь, по возможности, на том участке рабочего места, где выполняется наиболее опасная работа. Запрещается наблюдающему совмещать надзор с выполнением какой-либо работы.

Работы под напряжением на участках переменного тока с изолирующих вышек дрезин, автотрис и вагонов могут выполняться только под надзором руководителя работ.

Оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

При перерыве в работе на протяжении рабочего дня (на обед, по условиям работы) бригада должна быть удалена с рабочего места. Наряд остается у производителя работ (наблюдающего). Члены бригады не имеют права возвращаться после перерыва на рабочее место без производителя работ (наблюдающего). Допуск после такого перерыва выполняет производитель работ (наблюдающий) без оформления в наряде. При перерыве в работе в связи с окончанием рабочего дня производитель работ (наблюдающий) должен сдать наряд допускающему, при работе в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, разрешается оставлять наряд у себя. Повторный допуск в последующие дни на подготовленное рабочее место осуществляет допускающий или с его разрешения ответственный руководитель работ.

После полного окончания работы производитель работ (наблюдающий) должен удалить бригаду с рабочего места, снять установленные бригадой временные ограждения, переносные плакаты безопасности, флажки и заземления, закрыть двери электроустановки на замок и оформить в наряде полное окончание работ своей подписью. Ответственный руководитель работ после проверки выполнения работ должен оформить в наряде полное их окончание. Производитель работ (наблюдающий) сообщает дежурному оперативному персоналу или работнику, выдавшему наряд, о полном окончании работ и сдает наряд допускающему, который, в свою очередь, осматривает выполненные работы, и сообщить работнику из числа вышестоящего оперативного персонала о полном окончании работ и о возможности включения электроустановки.

Техническими мероприятиями, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках, являются [1]:

- производство необходимых отключений и принятие мер, препятствующих подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;
- вывешивание запрещающих плакатов на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов;
- проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;
- установка заземления (включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления);
- вывешивание указательных плакатов «Заземлено», ограждение при необходимости рабочих мест и оставшихся под напряжением токоведущих частей, вывешивание предупреждающих и предписывающих плакатов.

Отключения.

При подготовке рабочего места должны быть отключены: токоведущие части, на которых будут производиться работы; не огражденные токоведущие

части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин на расстояние менее регламентированного; цепи управления и питания приводов, закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов у приводов выключателей и разъединителей. Отключение производят таким образом, чтобы электрооборудование или часть электроустановки со всех сторон были отделены от токоведущих частей, на которые может быть подано напряжение.

Причем в электроустановках напряжением $U \geq 1000$ В с каждой стороны устанавливается видимый разрыв. Видимый разрыв может быть создан отключением разъединителей, снятием предохранителей, отключением отделителей и выключателей нагрузки, отсоединением или снятием шин и проводов приводы разъединителей, выключателей и других коммутирующих устройств, которыми может быть подано напряжение к месту работы, для предотвращения их ошибочного или самопроизвольного включения запирают в отключенном положении. Силовые трансформаторы и трансформаторы напряжения, связанные с выделенным для работ участком электроустановки, должны быть отключены и схемы их разобраны также со стороны других своих обмоток для исключения возможности обратной трансформации.

Вывешивание запрещающих плакатов.

Плакаты вывешиваются с целью предупреждения ошибочных действий персонала и случайной подачи напряжения на работающих. Плакаты вывешиваются на приводах (рукоятках приводов) коммутационных аппаратов (выключателях, отделителях, разъединителях, рубильниках, автоматах, у места снятых предохранителей), на задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические разъединители, на ключах и кнопках дистанционного и местного управления. Плакат «Не включать! Работа на линии» вывешивается и снимается по указанию оперативного персонала, ведущего учет числа работающих на линии бригад.

Проверка отсутствия напряжения.

Такая проверка осуществляется перед началом работ со снятием напряжения. Отсутствие напряжения между всеми фазами и каждой фазы по отношению к земле и нулевому проводу на отключенной электроустановке определяет работник из числа оперативного персонала. В установках $U \geq 110$ В отсутствие напряжения проверяют при помощи указателя напряжения. Перед использованием указателя проверяют его исправность. Для этого указатель подносят к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением. В электроустановках напряжением $U \geq 35$ кВ для проверки отсутствия напряжения можно пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям. Признаком отсутствия напряжения является отсутствие искрения и потрескивания. Все действия необходимо производить в диэлектрических резиновых перчатках.

Установка заземления.

Заземления применяют для защиты работающих от поражения электрическим током в случае ошибочной подачи напряжения. Устанавливать

заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Его накладывают на токоведущие части всех фаз отключенной для производства работ части электроустановки со всех сторон, откуда может быть подано напряжение. Как правило, с каждой стороны накладывается по одному заземлителю.

Лекция 13. Безопасные методы проведения электромонтажных и пусконаладочных работ

Цель лекции: дать сведения обучающимся о правилах техники безопасности, о подготовке рабочего места и мерах защиты при проведении электромонтажных и пусконаладочных работ.

Меры безопасности и производственной санитарии на строительномонтажной площадке [8,9].

Все лица, выполняющие ЭМР и ПНР, должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с характером и условиями работы на основании типовых отраслевых норм.

Все лица, находящиеся на строительномонтажной площадке, обязаны носить защитные каски и без них, а также других средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются.

Средства защиты с просроченным сроком годности использовать запрещается.

Все работы со стальными тросами должны выполняться в рукавицах.

На каждом объекте монтажа и наладки должны быть аптечка с медикаментами и другие средства для оказания доврачебной помощи пострадавшим от поражения электрическим током и при других несчастных случаях.

Все работающие на монтажной площадке должны быть обеспечены питьевой водой в соответствии с санитарными требованиями.

На строительномонтажной площадке должны быть оборудованы туалеты в соответствии с санитарными нормами.

Участки, где выполняются ЭМР и ПНР, опасные для окружающих, должны быть ограждены, обозначены знаками безопасности; при необходимости должны быть выставлены дежурные.

Проходы, проезды, проемы.

Проезды и проходы на территории строительства и к рабочим местам должны быть освобождены от строительных материалов, оборудования, тары и других предметов, препятствующих свободному перемещению людей и механизмов, и очищены от мусора. В зимнее время проходы и проезды вне зданий должны быть посыпаны песком или шлаком. Проходы с уклоном более 20° должны быть оборудованы трапами или лестницами с ограждениями.

Места перехода людей через траншеи, транспортеры и т.п. должны быть оборудованы мостиками (трапами) с защитными ограждениями.

Проемы в перекрытиях, к которым возможен доступ людей, должны быть закрыты сплошными настилами или вокруг них должны быть установлены защитные ограждения. Эти ограждения разрешается снимать только на время такелажа оборудования с последующей установкой на место после окончания такелажных работ и в перерывах между ними. Около открытых проемов должны находиться дежурные.

Колодцы, люки, шурфы и другие выемки в грунте в местах возможного доступа людей и механизмов должны быть закрыты крышками, щитами или ограждены. В темное время суток ограждения должны быть обозначены электрическими сигнальными лампами напряжением не выше 42 В.

Освещение рабочих мест и требования к светильникам.

Монтажная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и проходы к ним должны быть освещены в любое время суток. Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия источника света на работающих. Производство работ и проход в неосвещенных местах запрещаются.

Светильники общего освещения напряжением 127 и 220 В должны устанавливаться на высоте не менее 2,5 м от уровня земли, пола, настила. При высоте подвеса менее 2,5 м должны применяться светильники специальной конструкции или напряжением не выше 42 В.

Питание светильников напряжением до 42 В должно осуществляться от понижающих трансформаторов, машинных преобразователей, генераторов, аккумуляторных батарей. Применять для указанных целей автотрансформаторы, дроссели и реостаты запрещается. Корпуса понижающих трансформаторов и их вторичные обмотки должны быть заземлены.

Применять стационарные светильники в качестве ручных запрещается. Следует пользоваться ручными светильниками только промышленного изготовления.

Электробезопасность.

Электромонтажному и наладочному персоналу независимо от тарифного разряда, квалификации и группы по электробезопасности запрещается производить какие-либо работы, относящиеся к эксплуатации электроустановок на строительной площадке. Подключение (и отключение) кабелей и проводов к этим электроустановкам разрешается только после специального допуска со стороны персонала, эксплуатирующего эти установки.

Электропроводки временного электроснабжения должны быть выполнены изолированными проводами или кабелями на опорах или конструкциях на высоте над уровнем земли, пола, настила не менее: над рабочими местами - 2,5, над проходами - 3,5, над проездами - 6 м.

Провода и кабели, проложенные на высоте менее 2,5 м, должны быть защищены от механических повреждений.

Штепсельные розетки и вилки, применяемые в сетях напряжением до 42 В, должны иметь конструкцию, отличную от конструкции розеток и вилок напряжением 250 В.

Металлические строительные леса, полки и лотки для прокладки кабелей и проводов, рельсовые пути электрических грузоподъемных кранов и транспортных средств, корпуса оборудования, машин и механизмов с электроприводом или электрическими аппаратами должны быть заземлены (занулены) сразу после установки их на место, до начала каких-либо других работ.

При монтаже электрических сетей и аппаратов должны быть приняты меры, исключающие случайную подачу в них напряжения, в том числе путем обратной трансформации напряжения.

При необходимости подачи напряжения для опробования или испытания электрических цепей и аппаратов, в том числе для опробования сетей освещения на световой эффект, другие работы на данной электросети должны быть прекращены, а персонал, не занятый на этих работах, выведен из опасной зоны. Все переключения и замену оборудования при опробовании и испытаниях необходимо производить после снятия напряжения и принятия мер, исключающих его случайную подачу.

В электромонтажной и пусконаладочной организациях должно быть назначено лицо, ответственное за электрохозяйство, обязанное обеспечить его безопасную эксплуатацию в соответствии с ПТЭ и ПТБ. Этот специалист должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV в электроустановках напряжением выше 1000 В.

Пожарная безопасность.

Пожарную безопасность на участках работ и рабочих местах обеспечивают в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных работ» и «Правил пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ».

При выполнении монтажных и наладочных работ вблизи маслonaполненных аппаратов разведение открытого огня, использование огневых приборов, производство сварки, курение запрещены.

Слив масла, заполнение емкостей и промывка оборудования маслом могут производиться, если в радиусе менее 10 м не используются открытый огонь, огневые приборы, не выполняются сварочные работы.

Производить работы с применением открытого огня и огневых приборов, сварочные работы, пайку и др. вблизи мест расконсервации оборудования с использованием бензина, керосина, ацетона, растворителей и других горючих материалов запрещается. Использование этилированного бензина запрещается. В местах выполнения этих работ должна быть обеспечена соответствующая вентиляция, а рабочие должны быть снабжены респираторами.

Обтирочный материал после употребления необходимо убирать в металлический ящик с крышкой.

В местах выполнения работ, связанных с применением большого объема масла, например, при заливке масла в маслonaполненные трансформаторы, должен быть оборудован специальный пожарный пост, имеющий телефонную связь с пожарной службой, которую необходимо предупредить о начале работ.

Лекция 14. Обеспечение безопасности при эксплуатации и ремонте электрооборудование и электрических сетей

Цель лекции: изучение методов и защитных средств, обеспечивающих безопасность при оперативном обслуживании и производстве работ при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электрических сетей.

Оперативное обслуживание [5, 9].

Лица из оперативного персонала, обслуживающие электроустановки единолично, и старшие в смене или бригаде, за которыми закреплена данная электроустановка, должны иметь группу по электробезопасности не ниже IV в установках напряжением выше 1000 В и III в установках напряжением до 1000 В.

При приемке смены оперативный персонал обязан:

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

б) получить сведения от дежурного, сдающего смену, об оборудовании, за которым необходимо вести тщательное наблюдение для предупреждения аварии или неполадок, и об оборудовании, находящемся в ремонте или резерве;

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

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

д) оформить приемку смены записью в журнале, ведомости, а также на оперативной схеме подписями лица, принимающего смену, и лица, сдающего ее;

е) доложить старшему по смене о вступлении на дежурство и о неполадках, замеченных при приемке смены.

Лицо из оперативного персонала во время своего дежурства является ответственным за правильное обслуживание и безаварийную работу всего оборудования на порученном ему участке.

Старший по смене из оперативного персонала единолично или совместно с администрацией предприятия, цеха, участка обязан выполнять требования диспетчера энергосистемы, инспектора и дежурного предприятия «Энергонадзор» по снижению электрической нагрузки и сокращению расхода электропотребления, требования диспетчера энергосистемы о переключении

отдельных линий при аварийном положении в энергоснабжающей организации.

Лицам из оперативного персонала, обслуживающего производственное электрооборудование (электродвигатели, электропечи и т.п.) и электротехническую часть различного технологического оборудования до 1000 В, разрешается единолично открывать для осмотра дверцы щитов, пусковых устройств, пультов управления и др.

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

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

Ключи должны находиться на учете у оперативного персонала. В электроустановках без постоянного оперативного персонала ключи должны находиться на пункте управления у старшего по смене лица из оперативного персонала.

Производство работ.

Работы в электроустановках в отношении мер безопасности подразделяются на выполняемые:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;
- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

К работам, выполняемым со снятием напряжения, относятся работы, которые производятся в электроустановке (или части ее), в которой с токоведущих частей снято напряжение.

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

Работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны выполнять не менее чем два лица, из которых производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, остальные - не ниже III.

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, и не требуется принятия технических или организационных мер (например, непрерывного надзора) для предотвращения такого приближения. Эти работы производятся с применением средств защиты для изоляции работника от токоведущих частей либо от земли.

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

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

При работе в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них необходимо:

- оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение;
- работать в диэлектрических галошах 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 пользоваться диэлектрическими перчатками.

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;
- 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.

При производстве работ около не огражденных токоведущих частей запрещается располагаться так, чтобы эти части находились сзади или с обеих боковых сторон.

Запрещается вносить длинные предметы (трубы, лестницы и т.п.) и работать с ними в РУ, в которых не все части, находящиеся под напряжением, закрыты ограждениями, исключая возможность случайного прикосновения. Нужно работать с особой осторожностью вдвоем под постоянным наблюдением производителя работ.

Ремонтный персонал линий, перед тем как войти в ОРУ, должен быть проинструктирован и препровожден к месту работ лицом из оперативного персонала с группой по электробезопасности не ниже III; выходить из ОРУ после окончания работы или во время перерыва персоналу разрешается под надзором производителя работ.

Работы на проводах, тросах и относящихся к ним изоляторах, арматуре, расположенных выше проводов, тросов, находящихся под напряжением, могут быть допущены при условии составления плана производства работ, утверждаемого главным инженером предприятия, в котором должны быть предусмотрены меры, препятствующие опусканию проводов, и меры по защите от наведенного напряжения. Замена проводов и тросов при этих работах без снятия напряжения с пересекаемых проводов запрещается.

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

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

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

При обнаружении замыкания на землю запрещается приближаться к месту замыкания на расстояние менее 4 м в закрытых и менее 8 м в открытых РУ.

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 оказания первой помощи пострадавшим.

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

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

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.

Лекция 15. Обеспечение технической безопасности при эксплуатации электроустановок во взрывоопасных и пожароопасных зонах

Цель лекции: дать сведения о пожароопасных и взрывоопасных зонах и технике безопасности при эксплуатации электроустановок.

Пожароопасная зона — пространство в помещении или вне его, в котором находятся горючие вещества как при нормальном осуществлении технологического процесса, так и в результате его нарушения.

Взрывоопасная зона – это пространство, где имеются или могут появиться взрывоопасные смеси, и в пределах которой на использование электрооборудования накладываются ограничения с целью уменьшения вероятности возникновения взрыва, вызванного электрооборудованием.

Пожароопасные зоны.

Зоны класса П-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C.

Зоны класса П-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объёму воздуха.

Зоны класса П-IIIа – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

Зоны класса П-IIIб – расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твёрдые горючие вещества.

Взрывоопасные зоны.

Зоны класса В-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

Зоны класса В-Iа – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса В-Iб – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей, при этом взрывоопасные смеси отличаются высоким концентрационным пределом воспламенения и резким запахом.

Зоны класса В-Iг – пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной плёнкой и т.п.

Зоны класса В-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

Зоны класса В-IIа – зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Эксплуатация электроустановок во взрывоопасных и пожароопасных зонах должна производиться в соответствии с требованиями безопасности главы ЭЗ.2 «Электроустановки во взрывоопасных зонах» Правил

эксплуатации электроустановок потребителей и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей.

При питании трансформаторов, аккумуляторов и других источников, не имеющих средств взрывозащиты, их следует располагать за пределами взрывоопасной зоны.

Запрещается во взрывоопасных зонах устанавливать электрооборудование, не имеющее маркировки по взрывозащите.

Во взрывоопасных помещениях и наружных объектах необходимо заземлять электроустановки при всех напряжениях тока, а также электрооборудование, закрепленное на металлических конструкциях, независимо от заземления последних.

Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению или занулению, должна быть присоединена к сети заземления или зануления при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в заземляющий или защитный проводник заземляемых или зануляемых частей электроустановки не допускается.

При использовании в качестве заземляющих устройств металлических и железобетонных конструкций все металлические элементы этих конструкций должны быть соединены между собой, образуя непрерывную электрическую цепь, железобетонные элементы, кроме того, должны иметь металлические выпуски (закладные изделия) для присоединения к ним сваркой заземляющих или нулевых защитных проводников.

При использовании технологических конструкций в качестве заземляющих и нулевых защитных проводников на перемычках между ними, а также в местах присоединений и ответвлений проводников должно быть нанесено не менее двух полос желтого цвета по зеленому фону.

При необходимости изделия должны быть оборудованы сигнализацией, надписями и табличками.

Значение сопротивления между заземляющим болтом (винтом, шпилькой) и каждой, доступной прикосновению, металлической частью изделия, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом.

Не допускается использовать в качестве заземлителей и заземляющей проводки технологические трубопроводы, содержащие горючие жидкости, а также трубопроводы, покрытые изоляцией для защиты от коррозии.

На предприятии следует предусматривать внутреннее и наружное (в том числе охранное) освещение.

Охранное освещение должно предусматриваться отдельно от сети наружного освещения.

На нефтебазах I и II категорий в помещениях продуктовых насосных площадью более 250 м², а также в помещениях для операторов и диспетчеров следует предусматривать аварийное освещение.

Для местного освещения при ремонтах и осмотрах во взрывоопасных помещениях и наружных установках необходимо применять светильники

напряжением не более 12 В с уровнем взрывозащиты, соответствующем классу взрывоопасной зоны, и видом взрывозащиты, отвечающим категории и группе взрывоопасной смеси.

Взрывозащищенные светильники, не имеющие знаков взрывозащиты, пломб или отдельных деталей, предусмотренных конструкцией, к эксплуатации во взрывоопасных помещениях не допускаются.

Ручные взрывозащищенные светильники должны храниться у ответственных лиц; их следует выдавать в исправном состоянии и только на время выполнения работ.

По окончании работ светильник должен быть очищен и возвращен ответственному лицу с соответствующим оформлением.

Профилактическое обслуживание взрывозащищенных светильников (замену ламп, зарядку или замену аккумуляторов) должен выполнять персонал, имеющий соответствующую квалификацию, допуск к работам и назначенный распоряжением по предприятию.

Ремонт взрывозащищенного оборудования во взрывоопасных зонах должен осуществляться в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации.

Рудничное электрооборудование, предназначенное для шахт и рудников, классифицируется по уровням и видам взрывозащиты. Уровень взрывозащиты определяет степень взрывозащиты и область применения электрооборудования. Вид взрывозащиты характеризует совокупность схемных и конструктивных мер по исключению или затруднению возможности воспламенения окружающей взрывоопасной среды и обеспечению требуемого уровня взрывозащиты.

Рудничное электрооборудование по уровню взрывозащиты имеет четыре исполнения: рудничное нормальное (РН), рудничное повышенной надежности против взрыва (РНП), рудничное взрывобезопасное (РНБ), рудничное особовзрывобезопасное (РНББ).

Список литературы

- 1 Правила устройства и безопасной эксплуатации электроустановок Республики Казахстан. – Новосибирск: СУИ, 2006. - 576 с.
- 2 М.Ж.Жантурин. Электробезопасность. Конспект лекций для студентов специальностей 5В071800 - Электроэнергетика и 5В081200 - Энергообеспечение сельского хозяйства. - Алматы: АУЭС, 2018. – 56 с.
- 3 Куценко Г.Ф. Электробезопасность. – М.: Дизайн ПРО, 2006. - 240 с.
- 4 Монахов А.Ф. Защитные меры электробезопасности в электроустановках. – М.: Энергосервис, 2006. - 151 с.
- 5 Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. -3-е изд., перераб. и доп. -М.: «Знак», 2000. – 440 с.
- 6 П.А.Долин, В.Т.Медведев, В.В.Корочкин, А.Ф.Монахов. Электробезопасность. Теория и практика. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 280 с.
- 7 Ю.Д.Сибикин, М.Ю.Сибикин. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. – 2 –е изд. испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
- 8 Манойлов В.Е. Основы электробезопасности. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. - 480 с.
- 9 Охрана труда в электроустановках. Под ред. Б.А.Князевского.- М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.
- 10 Маньков В.Д. Опасность поражения человека электрическим током и порядок оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве: Практическое руководство. – 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: НОУ ДПО «УМИТЦ» ЭлектроСервис», 2006. – 80 с.

Жантурин Малик Жайлаубаевич

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Конспект лекций
для студентов специальности
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Редактор Л.Т.Сластихина
Специалист по стандартизации Г.И.Мухаметсариева

Подписано в печать _____
Тираж 50 экз.
Объем 3,7 уч.- изд.л.

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ ____ Цена 1850 тг

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126/1

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Кафедра электроснабжения и возобновляемых источников энергии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической
работе
_____ С. В. Коньшин
«__» _____ 2019 г.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Конспект лекций
для студентов специальности
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Согласовано
Директор ДАВ
_____ Р.Р.Мухамеджанова

«__» _____ 2019 г.
Председатель ОУМК по МОиЭ
_____ Б.К. Курпенов

«__» _____ 2019 г.
Редактор

«__» _____ 2019 г.
Специалист по стандартизации

«__» _____ 2019 г.

Рассмотрено и одобрено на
заседании кафедры ЭВИЭ
протокол №
от «__» _____ 2019 г.

Зав. кафедрой ЭиВИЭ,
доцент

_____ К.Т.Тергемес

Составитель:
доцент кафедры ЭиВИЭ
_____ М.Ж.Жантурин

Алматы 2019