

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Охрана труда»

Л.П. Филянович, А.А. Снарский

ПОСОБИЕ

по охране труда для студентов энергетического факультета

Электронное издание

Минск
БНТУ
2020

УДК 331.45(075.8)
ББК 65.247я73
В37

Авторы:
Филянович Л.П., Снарский А.А.

Рецензент:
Т.В. Молош, к.т.н., доцент кафедры «Управление охраной
труда» УО «Белорусский государственный аграрный техниче-
ский университет»

В ходе изучения технических дисциплин, дипломного про-
ектирования, а также впоследствии по роду своей основной
деятельности выпускники будут иметь дело с производством,
в соответствии с этим предусматривается глубокое изучение
вопросов мер защиты, техники безопасности, пожарной без-
опасности.

*Все права защищены. Никакая часть данного электронного
пособия не может быть воспроизведена в какой-либо форме
без письменного разрешения авторов.*

Белорусский национальный технический университет
Пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел./факс (017) 292-75-61
E-mail: snalexby@gmail.com
<http://www.bntu.by/ru/struktura/facult/psf/chairs/im>
Регистрационный № БНТУ/МТФ 35-42.2020

© БНТУ, 2020
© Филянович Л.П., Снарский А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

<u>Электробезопасность.....</u>	4
<u>Классификация и применение средств защиты.....</u>	8
<u>Меры защиты от поражения электрическим током.....</u>	14
<u>Расчёт защитного заземления и зануления.....</u>	22
<u>Пожарная безопасность.....</u>	29
<u>Силовые трансформаторы, масляные выключатели, реакторы электростанций и подстанций.....</u>	32
<u>Установки для приготовления и сжигания твёрдого топлива.....</u>	33
<u>Мини-теплоэлектроцентрали, дизельные и га- зопоршневые электростанции.....</u>	34
<u>Распределительные устройства электростанций и подстанций.....</u>	35
<u>Кабельные сооружения.....</u>	36
<u>Склады твёрдого топлива.....</u>	37
<u>Литература.....</u>	40

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

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

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие: случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением; появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования в результате повреждения изоляции и других причин; появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения оборудования электроустановки; возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания на землю.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей. Электролитическое действие проявляется в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает изменения их физикохимических свойств. Биологическое действие вызывает раздражение и возбуждение живых тканей организма (сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц), а также нарушение внутренних биоэлектрических процессов (прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения). Раздражающее действие тока на ткани организма может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и рефлекторным, т. е. через

центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Многообразие действий электрического тока нередко приводит к различным электротравмам, которые условно можно свести к двум видам: местным и общим (электрический удар). Местные электротравмы – четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. К ним относятся:

1) электрические ожоги могут быть вызваны протеканием тока через тело человека (токовый или контактный ожог), а также воздействием электрической дуги на тело (дуговой ожог);

2) электрические знаки – четко очерченные пятна серого или бледножелтого цвета диаметром 1-5 мм на поверхности кожи человека, подвергшегося действию тока;

3) металлизация кожи – проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги;

4) электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Механические повреждения являются следствием резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, вывихи суставов и даже переломы костей.

К электротравмам общего характера относятся:

1) электрический удар – возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц.

Различают четыре степени ударов:

I степень – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II степень – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

III степень – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

IV степень – клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения;

2) клиническая («мнимая») смерть – переходный процесс от жизни к смерти, наступающий с момента прекращения деятельности сердца и легких. У человека отсутствуют все признаки жизни: он не дышит, сердце не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако почти во всех тканях продолжают обменные процессы на очень низком уровне, но достаточном для поддержания жизнедеятельности. Первыми начинают погибать очень чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга, с деятельностью которых связаны сознание и мышление, поэтому длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга и составляет от 4-5 до 7-8 мин. После этого происходит множественный распад клеток коры головного мозга и других органов;

3) биологическая (истинная) смерть – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур; она наступает по истечении периода клинической смерти.

На исход воздействия электрического тока влияют следующие факторы: величины тока, длительности протекания электрического тока через тело человека, электрического сопротивления тела человека, рода и частоты тока, пути тока в организме и индивидуальных особенностей человека.

Электрическое сопротивление тела человека определяется сопротивлением кожи и внутренних тканей. Поверхностный слой кожи, называемый эпидермисом, состоящий в основном

из мертвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением, которое и определяет общее сопротивление тела человека. Сопротивление нижних слоев кожи и внутренних тканей человека незначительно. При сухой, чистой и неповрежденной коже сопротивление тела человека колеблется в пределах 2 тыс. - 2 млн Ом. При увлажнении, загрязнении и при повреждении кожи сопротивление тела оказывается равным около 500 Ом (сопротивление внутренних тканей тела). В расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

Величина тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения. Ощутимый ток – человек начинает ощущать протекающий через него ток промышленной частоты 50 Гц относительно малого значения: 0,5-1,5 мА. Неотпускающий ток – ток 10-15 мА вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц рук, которые человек самостоятельно преодолеть не в состоянии и оказывается, как бы прикованным к токоведущей части. При 25-50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. При длительном воздействии этого тока – в течение нескольких минут – может наступить смерть вследствие прекращения работы легких. Фибрилляционный ток – при 100 мА ток оказывает непосредственное влияние и на мышцу сердца; при длительности протекания более 0,5 с такой ток может вызвать остановку или фибрилляцию сердца, т. е. быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает работать как насос. В результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть.

Длительность протекания тока через тело человека влияет на исход поражения вследствие того, что со временем резко повышается ток за счет уменьшения сопротивления тела. Кроме того, длительное прохождение переменного тока

нарушает ритм сердечной деятельности, вызывая трепетание желудочков сердца в связи с поражением нервов сердечной мышцы.

Род и частота тока в значительной степени определяют исход поражения. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20-100 Гц. При частоте меньше 20 или больше 100 Гц опасность поражения током заметно снижается. Токи частотой свыше 0,5 МГц не оказывают раздражающего действия на ткани и поэтому не вызывают электрического удара. Однако они могут вызвать термические ожоги. При постоянном токе пороговый ощутимый ток повышается до 6-7 мА, пороговый неотпускающий ток – до 50-70 мА, а фибрилляционный при длительности воздействия более 0,5 с – до 300 мА.

Путь прохождения тока через тело человека. Наибольшую опасность представляет прохождение тока через жизненно важные органы (сердце, спинной мозг, органы дыхания и т.д.) по пути «рука – рука» и «рука – ноги», при этом ток проходит по кровеносным и лимфатическим сосудам, оболочкам нервных стволов и т.д. Менее опасен путь тока «нога – нога».

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

Основные электрозащитные средства – средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и которые позволяют работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

Дополнительные электрозащитные средства – средства защиты, дополняющие основные средства, а также служащие для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, а применяются совместно с основными электроизолирующими средствами.

Работа под напряжением – работа, выполняемая с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под напряжением (рабочим или наведенным), или на расстояниях до этих токоведущих частей, менее допустимых.

Существует ряд знаков и предупреждающих плакатов.

Знаки и плакаты предупреждающие



1. ОСТОРОЖНО!
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ



3. ОСТОРОЖНО!
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ



4. СТОЙ! НАПРЯЖЕНИЕ



5. ИСПЫТАНИЕ ОПАСНО
ДЛЯ ЖИЗНИ



6. НЕ ВЛЕЗАЙ – УБЬЕТ!

Плакаты запрещающие



7. НЕ ВКЛЮЧАТЬ!
РАБОТАЮТ ЛЮДИ



8. НЕ ВКЛЮЧАТЬ!
РАБОТА НА ЛИНИИ



9. НЕ ОТКРЫВАТЬ!
РАБОТАЮТ ЛЮДИ

Плакаты предписывающие



10. РАБОТАТЬ



11. ВЛЕЗАТЬ

Плакат указательный



12. ЗАЗЕМЛЕНО

Электрозащитные средства – переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих в электроустановках, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

Электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

К основным электрозащитным средствам для электроустановок напряжением выше 1000 В относятся:

- электроизолирующие штанги всех видов;
- электроизолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, устройства для прокола и резки кабеля, указатели повреждения кабелей);

- прочие средства защиты, электроизолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением в электроустановках: полимерные изоляторы, изолирующие лестницы, накладки.

К основным электрозащитным средствам для электроустановок напряжением до 1000 В относятся:

- электроизолирующие штанги всех видов;
- электроизолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- электроизолирующие перчатки;
- ручной электроизолирующий инструмент;
- электроизолирующие средства и приспособления для проведения работ под напряжением на ВЛ 0,4 кВ.

К дополнительным электрозащитным средствам для электроустановок напряжением выше 1000 В относятся:

- электроизолирующие перчатки и боты;
- электроизолирующие ковры и подставки;
- электроизолирующие колпаки и накладки;

- штанги для переноса и выравнивания потенциала;
- сигнализаторы наличия напряжения индивидуальные;
- лестницы приставные, стремянки электроизолирующие стеклопластиковые;
- заземления переносные;
- заземления переносные набрасываемые;
- плакаты и знаки безопасности;
- оградительные устройства.

К дополнительным электротехническим средствам для работы в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

- электроизолирующие галоши;
- электроизолирующие ковры и подставки;
- электроизолирующие колпаки и накладки;
- заземления переносные;
- плакаты и знаки безопасности;
- оградительные устройства.
- лестницы приставные, стремянки электроизолирующие стеклопластиковые.

Ответственность за своевременное обеспечение работающих и комплектование электроустановок испытанными средствами защиты в соответствии с нормами комплектования, организацию надлежащего хранения и создание необходимого запаса, своевременное проведение периодических осмотров и испытаний, изъятие непригодных средств и организацию их учета несет начальник цеха, службы, подстанции, участка сети, мастер участка, в ведении которого находятся электроустановки или рабочие места, а в целом по организации - руководитель (главный инженер) или лицо, ответственное за электрохозяйство.

Ответственный за учет, обеспечение, организацию своевременного осмотра, испытания и хранение средств защиты в данном подразделении должен сделать запись в журнале учета и содержания средств защиты.

Лица, получившие средства защиты в индивидуальное пользование, отвечают за их правильную эксплуатацию и своевременное информирование ответственного лица или непосредственного руководителя о их непригодности.

Перед каждым применением средства защиты работающий обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений, загрязнений, проверить по штампу срок годности, прохождение испытаний. Непригодные средства защиты должны быть изъяты из эксплуатации.

Средства защиты необходимо хранить и перевозить в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к применению, поэтому они должны быть защищены от увлажнения, загрязнения и механических повреждений.

Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях. При этом должны соблюдаться требования технических условий организации-изготовителя, паспорта на изделия, эксплуатационной документации (инструкции по эксплуатации). Находящиеся в эксплуатации средства защиты из резины следует хранить в специальных шкафах, на стеллажах, полках, в ящиках отдельно от инструмента. Они должны быть защищены от воздействия масел, бензина, кислот, щелочей и других разрушающих резину веществ, а также от прямого воздействия солнечных лучей и теплоизлучения нагревательных приборов (не ближе 1 м от них). Средства защиты из резины, находящиеся в складском запасе, необходимо хранить в сухом помещении при температуре от 0 до плюс 30 °С.

Средства защиты, находящиеся в пользовании оперативно-выездных бригад и бригад эксплуатационного обслуживания, передвижных лабораторий или в индивидуальном пользовании работающего, необходимо хранить в ящиках, сумках или чехлах отдельно от прочего инструмента.

Все находящиеся в эксплуатации электрозащитные средства и предохранительные пояса должны быть пронумерованы, за исключением касок защитных, электроизолирующих

ковров, электроизолирующих подставок, плакатов и знаков безопасности, оградительных устройств, средств индивидуальной защиты. Допускается использование заводских номеров.

Порядок нумерации устанавливается в организации в зависимости от условий эксплуатации средств защиты.

Инвентарный (учетный) номер наносят непосредственно на средство защиты краской или выбивают на металле (например, на металлических деталях пояса, ручного электроизолирующего инструмента, штанги) либо на прикрепленной к средству защиты специальной бирке (изолирующий канат).

Если средство защиты состоит из нескольких частей, обшей для него номер необходимо ставить на каждой части.

В подразделениях организаций необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты. Наличие и состояние средств защиты должны проверяться осмотром периодически, но не реже одного раза в месяц, за исключением случаев, предусмотренных ТКП 290-2010, а для переносных заземлений, комплектов экранирующих индивидуальных и противогазов - не реже одного раза в три месяца лицом, ответственным за их состояние, с записью результатов осмотра в журнал. Средства защиты, выданные в индивидуальное пользование, также должны быть зарегистрированы в журнале.

Средства защиты, кроме электроизолирующих подставок, ковров, переносных заземлений, оградительных устройств, плакатов и знаков безопасности, полученные для эксплуатации от заводов-изготовителей или со складов, должны быть проверены по нормам эксплуатационных испытаний.

На выдержавшие испытания средства защиты необходимо ставить штамп

Штамп должен быть отчетливо виден. Он должен наноситься несмываемой краской или наклеиваться на изолирующей части около ограничительного кольца изолирующих электрозачитных средств и изолирующих устройств для ра-

бот под напряжением или у края резиновых изделий и предохранительных приспособлений. Если средство защиты состоит из нескольких частей, штамп ставят на каждой части.

На средствах защиты, не выдержавших испытания, штамп должен быть перечеркнут красной краской.

МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ следует применять устройства защитного автоматического отключения питания (например, устройство защитного отключения с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА).

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;

- защитное зануление;
- защитное автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части либо применены к отдельным электроприемникам и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях.

Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях (например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока) при наличии требований соответствующих разделов настоящего ТКП.

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока – во всех остальных случаях (напряжение переменного тока означает среднеквадратичное значение

напряжения переменного тока; напряжение постоянного тока – напряжение постоянного или выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10 % от среднеквадратичного значения).

Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно. Использование естественных заземлителей в качестве элементов заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

Для заземления в электроустановках разных назначений и напряжений, территориально сближенных, как правило, применяется одно общее заземляющее устройство. Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или разных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т. д. в течение всего периода эксплуатации. В первую очередь должны быть соблюдены требования, предъявляемые к защитному заземлению.

Заземляющие устройства молниезащиты выполняются в соответствии с СТБ П ИЕС 62305-3 и СТБ П ИЕС 62305-4 и, как правило, должны быть общими с заземляющими устройствами защитного заземления электроустановок зданий и сооружений.

При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего заземления по условиям работы информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

Для объединения заземляющих устройств разных электроустановок в одно общее заземляющее устройство могут быть использованы естественные и искусственные заземляющие проводники. Их число должно быть не менее двух, сечение – не менее большего из сечений заземляющих проводников объединяемых заземляющих устройств. При объединении заземляющих устройств ОРУ различного класса напряжений, находящихся на территории подстанций 35–750 кВ, между ними необходимо прокладывать не менее четырех заземляющих проводников.

Требуемые значения напряжений прикосновения и сопротивления заземляющих устройств при стекании с них токов замыкания на землю и токов утечки должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях в любое время года.

При определении сопротивления заземляющих устройств должны быть учтены искусственные и естественные заземлители.

При определении удельного сопротивления земли в качестве расчетного следует принимать его сезонное значение, соответствующее наиболее неблагоприятным условиям.

Заземляющие устройства должны быть механически прочными, термически и динамически стойкими к токам замыкания на землю. Контроль заземляющих устройств необходимо выполнять в соответствии с ТКП 181-2009.

Электроустановки напряжением до 1 кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок

должны, как правило, получать питание от источника с глухозаземленной нейтралью с применением системы TN.

При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система TN, и заземлены, если применены системы IT или TT. При этом характеристики защитных аппаратов и параметры защитных проводников должны быть согласованы, чтобы обеспечивалось нормированное время отключения поврежденной цепи защитно-коммутационным аппаратом в соответствии с номинальным фазным напряжением питающей сети. В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов. Для автоматического отключения питания могут быть применены защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток.

В цепях, питающих распределительные, групповые, этажные и другие щиты и щитки, время отключения не должно превышать 5 с.

В цепях, питающих только стационарные электроприемники от распределительных щитов или щитков должны выполняться одни из следующих условий:

1) полное сопротивление защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком не превышает значения, Ом:

$$50Z_{\text{ц}}/U_0,$$

где $Z_{\text{ц}}$ – полное сопротивление цепи фаза-нуль, Ом;

U_0 – номинальное фазное напряжение цепи, В;

50 – падение напряжения на участке защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком, В;

2) к шине РЕ распределительного щита или щитка присоединена дополнительная система уравнивания потенциалов, охватывающая те же сторонние проводящие части, что и основная система уравнивания потенциалов.

Допускается применение УЗО, реагирующих на дифференциальный ток.

Требования к выбору систем TN-C, TN-S, TN-C-S для конкретных электроустановок приведены в соответствующих разделах ТКП 339-2011.

Питание электроустановок напряжением до 1 кВ переменного тока от источника с изолированной нейтралью с применением системы IT следует выполнять, как правило, при недопустимости перерыва питания при первом замыкании на землю или на открытые проводящие части, связанные с системой уравнивания потенциалов. В таких электроустановках для защиты при косвенном прикосновении при первом замыкании на землю должно быть выполнено защитное заземление в сочетании с контролем изоляции сети или применены УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА. При двойном замыкании на землю должно быть выполнено автоматическое отключение питания.

Питание электроустановок напряжением до 1 кВ от источника с глухозаземленной нейтралью и с заземлением открытых проводящих частей при помощи заземлителя, не присоединенного к нейтрали (система TT), допускается только в тех случаях, когда условия электробезопасности в системе TN не могут быть обеспечены. Для защиты при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания с обязательным применением УЗО. При этом должно быть соблюдено условие:

$$R_a I_a \leq 50 \text{ В},$$

где I_a – ток срабатывания защитного устройства;

R_a – суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника, при применении УЗО для защиты нескольких электроприемников – заземляющего проводника наиболее удаленного электроприемника.

При применении защитного автоматического отключения питания должна быть выполнена основная система уравнивания потенциалов, а при необходимости также дополнительная система уравнивания. При применении систем TN рекомендуется выполнять повторное заземление РЕ- и PEN-проводников питающих линий на вводе их в электроустановки зданий. Для повторного заземления в первую очередь следует использовать естественные заземлители. Заземлитель повторного заземления следует использовать также и в качестве заземлителя для молниезащиты, снятия статического электричества с металлических кровель, защиты от заноса потенциалов по вводимым в здание подземным металлическим трубопроводам, повторного заземления медицинской аппаратуры в ЛПУ. Сопротивление заземлителя повторного заземления при кабельных питающих линиях не нормируется, за исключением случаев использования его для повторного заземления медицинской аппаратуры, при этом его сопротивление растеканию должно быть не более 10 Ом. Сопротивление заземлителя повторного заземления при воздушных питающих линиях напряжением до 1 кВ в любое время года должно составлять: полное – не более 5, 10 и 20 Ом соответственно при линейных напряжениях 690, 400, 230 В источника трехфазного тока или 400, 230, 133 В источника однофазного тока; с отсоединенными РЕ- и PEN-проводниками питающих линий – не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же напряжениях.

Внутри больших (высотных) и многоэтажных зданий в качестве повторного заземления используется система уравнивания потенциалов с присоединением нулевого защитного проводника к главной заземляющей шине. Рекомендуется

также выполнять заземление защитных проводников на вводе их в здания и помещения.

Система IT напряжением до 1 кВ, связанная через трансформатор с сетью напряжением выше 1 кВ, должна быть защищена пробивным предохранителем от опасности, возникающей при повреждении изоляции между обмотками высшего и низшего напряжений трансформатора. Пробивной предохранитель должен быть установлен в нейтрали или фазе на стороне низкого напряжения каждого трансформатора.

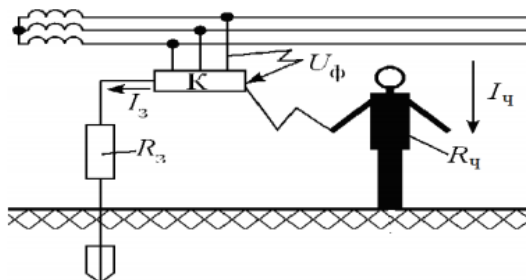
В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью для защиты от поражения электрическим током должно быть выполнено защитное заземление открытых проводящих частей. В таких электроустановках должна быть предусмотрена возможность быстрого обнаружения замыканий на землю. Защита от замыканий на землю должна устанавливаться с действием на отключение по всей электрически связанной сети в тех случаях, в которых это необходимо по условиям безопасности (для линий, питающих передвижные подстанции и механизмы, торфяные разработки и т.п.).

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью для защиты от поражения электрическим током должно быть выполнено защитное заземление открытых проводящих частей.

Защитное зануление в системе TN и защитное заземление в системе IT электрооборудования, установленного на опорах ВЛ (силовые и измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители, конденсаторы и другие аппараты), должно быть выполнено с соблюдением требований, приведенных в ТКП 339-2011, также сопротивление заземляющего устройства опоры ВЛ, на которой установлено электрооборудование, должно соответствовать требованиям.

РАСЧЁТ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ЗАНУЛЕНИЯ

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Принцип действия защитного заземления заключается в снижении до безопасных значений напряжения прикосновения $U_{пр}$ и тока $I_{ч}$, протекающего через человека. Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения электрическим током в случае прикосновения человека к корпусу электрооборудования или к другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением. Оно служит для превращения замыкания на корпус К в замыкание на землю за счет создания цепи с малым сопротивлением R_3 . При этом необходимо иметь в виду, что сопротивление тела человека $R_{ч}$ может достигать значений порядка $10^4 - 10^6$ Ом. Однако в расчетах применяется значение сопротивления тела человека $R_{ч} = 1000$ Ом. Таким образом, при возникновении аварийной ситуации (например, замыкание фазы на корпус), прикосновение человека к корпусу равносильно прикосновению к фазе. При этом через тело человека может пройти ток опасной величины. Опасность поражения при наличии надежного заземления снижается, так как для тока I_3 создается цепь имеющая малое сопротивление заземления R_3 (4 Ом или 10 Ом), и вследствие чего происходит стекание тока по пути наименьшего сопротивления. На рисунке ниже показана принципиальная электрическая схема защитного заземления.



Принципиальная схема защитного заземления:
 К – корпус электроустановки; $R_з$ – сопротивление заземления;
 $R_ч$ – электрическое сопротивление тела человека

Расчет защитного заземления заключается в определении типа вертикальных стержневых заземлителей, количества, размеров и способа их размещения при условии соответствия расчетного значения сопротивления заземляющего устройства нормам. Для электроустановочного напряжения до 1 кВ расчет выполняется методом коэффициентов использования.

1. Определить допустимое сопротивление заземляющих устройств.

Допустимая величина сопротивления проектируемого заземляющего устройства $R_{доп}$ принимается по заданному напряжению и суммарной мощности электроустановок в соответствии с нормами.

ТКП 339-2011 устанавливает значение наибольшего допустимого сопротивления защитного заземляющего устройства в электроустановках напряжением до 1 кВ: сети с изолированной нейтралью при мощности трансформатора или генератора до 100 кВА – 10 Ом, а при мощности более 100 кВА – 4 Ом.

2. Определить сопротивление растеканию одиночного вертикального заземлителя по формуле:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right) = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \lg \frac{4H+l}{4H-l} \right), \text{ Ом},$$

где ρ – расчетное удельное сопротивление грунта для вертикальных заземлителей, Ом·м;

l – длина вертикального заземлителя, м;

d – диаметр стержня вертикального заземлителя – трубы или круга (если в качестве одиночного заземлителя принят электрод с профилем в виде уголка, то $d = 0,95 b$, где b – ширина полки уголка), м;

H – расстояние от середины заземлителя до поверхности грунта, м

$$H = h_0 + l/2;$$

h_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя, м. Расчет можно вести по приближенной формуле (погрешность 5-10%)

$$R_{\text{в}} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{d}.$$

3. Определить ориентировочное количество вертикальных заземлителей по формуле:

$$n_{\text{в.о}} = R_{\text{в}} / R_{\text{доп}}.$$

4. Определить коэффициент использования вертикальных заземлителей $\eta_{\text{в}}$ по таблице, приведённой далее, в которой также учитывается способ заложения заземлителей.

Число стержней	Способ заложения заземлителей					
	в ряд			по контуру		
	Отношение расстояний между заземлителями к их длине $a //$					
	1	2	3	1	2	3
2	0,85	0,91	0,94	–	–	–
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,80
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,55	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	–	–	–	0,41	0,58	0,66
60	–	–	–	0,39	0,55	0,64
100	–	–	–	0,36	0,52	0,62

5. Определить число вертикальных заземлителей с учетом коэффициента использования по формуле:

$$n_v = \frac{R_v}{\eta_v \cdot R_{\text{доп}}}$$

Полученное значение n_v следует округлить и принять несколько меньшим, так как горизонтальная металлическая полоса одновременно работает как заземлитель.

6. Определить длину горизонтального полосового заземлителя: при расположении стержней:

в ряд – $l_{\text{пол}} = 1,05a \cdot (n_v - 1)$, м;

по контуру – $l_{\text{пол}} = 1,05a \cdot n_v$, м;

где a – расстояние между вертикальными заземлителями, м;
 n – количество стержней – заземлителей.

7. Определить сопротивление растеканию горизонтального заземлителя по формуле:

$$R_{\tau} = \frac{\rho}{2\pi l_{\text{пол}}} \ln \frac{2l_{\text{пол}}^2}{b \cdot h_0} = 0,366 \frac{\rho}{l_{\text{пол}}} \lg \frac{2l_{\text{пол}}^2}{b \cdot h_0}, \quad \text{Ом,}$$

где b – ширина полосы, м.

Расчет можно вести по приближенной формуле (погрешность 25%)

$$R_r = 0,734 \frac{\rho}{l_{\text{пол}}} \lg \frac{4l_{\text{пол}}}{b}$$

8. Определить коэффициент использования горизонтального полосового заземлителя η_r по следующей таблице.

Коэффициент использования η_r горизонтального полосового заземлителя, соединяющего вертикальные стержни

Отношение расстояния между стержневыми заземлителями к их длине, a/l	Число стержневых заземлителей							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальные стержневые заземлители расположены в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
2	0,94	0,89	0,84	0,75	0,56	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	–	–	–
Вертикальные стержневые заземлители расположены по контуру								
1	–	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	–	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	–	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

9. Определить общее расчетное сопротивление заземляющего устройства по формуле:

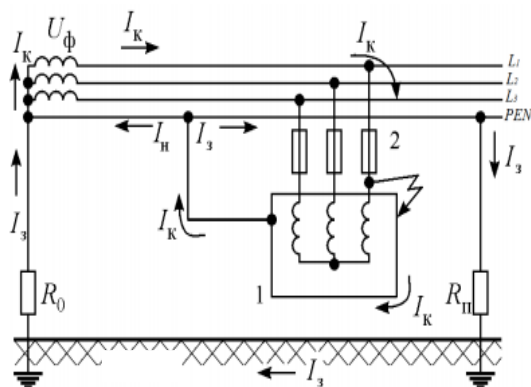
$$R = \frac{R_b \cdot R_r}{R_r \cdot \eta_b \cdot n_b + R_b \cdot \eta_r}, \text{ Ом.}$$

10. Правильное рассчитанное заземляющее устройство должно отвечать условию $R \leq R_{\text{доп}}$.

Если $R > R_{\text{доп}}$, то необходимо увеличить число вертикальных заземлителей и выполнить перерасчет заземляющего устройства.

Защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напря-

жением. Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (между фазным и нулевым проводником) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и автоматически отключить поврежденное электрооборудование от питающей сети. При этом необходимо учесть, что с момента возникновения аварии (замыкания на корпус) до момента автоматического отключения поврежденного оборудования от сети имеется небольшой промежуток времени, в течение которого прикосновение к корпусу опасно, так как он находится под напряжением U_{ϕ} . В этот период сказывается защитная функция заземления корпуса оборудования через повторное заземление нулевого защитного проводника R_{Π} . На рисунке ниже представлена принципиальная схема зануления.



Принципиальная схема зануления:

1 – корпус; 2 – аппараты защиты от токов короткого замыкания (плавкие предохранители, автоматы и т. п.); R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока; R_{Π} – сопротивление повторного заземления нулевого защитного проводника; I_k – ток короткого замыкания; $I_k = I_n + I_3$, I_n – часть тока короткого замыкания, проходящая по нулевому проводу; I_3 – часть тока короткого замыкания, проходящая через землю

Видно, что схема зануления требует наличия в сети следующих элементов: нулевого защитного проводника; заземления нейтрали источника тока; повторного заземления нулевого

го защитного проводника. Область применения зануления – трехфазные четырехпроводные сети напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью. Обычно это сети напряжением 400 (380)/230 (220) В (применяющиеся в машиностроительной и других отраслях), а также сети 230(220)/133(127) В и 690(660)/400(380) В.

Расчёт зануления сводится к проверке соблюдения следующего условия:

$$I_{к.з.} \geq I_{сраб.защ.}$$

1. Определить величину тока срабатывания защиты по формуле:

$$I_{сраб.защ} = K \cdot I_{ном},$$

где $I_{ном}$ – номинальный ток плавкой вставки предохранителя, автоматического выключателя электродвигателя;

K – коэффициент кратности тока.

2. Определить полное сопротивление петли «фаза-нуль» по формуле:

$$Z_n = \sqrt{(R_\phi + R_{н.з})^2 + (X_\phi + X_{н.з} + X_n)^2}, \text{ Ом,}$$

где R_ϕ , $R_{н.з}$ – активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;

X_ϕ , $X_{н.з}$ – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом;

X_n – внешнее индуктивное сопротивление петли «фаза-нуль» (0,02 Ом).

3. Определить действительное значение тока однофазного короткого замыкания, проходящего в схеме в аварийном режиме, по формуле:

$$I_{к.з.} = \frac{U_\phi}{\frac{Z_\tau}{3} + Z_n},$$

где U_ϕ – фазное напряжение, В;

Z_n – полное сопротивление петли «фаза-нуль», Ом;

Z_T – полное сопротивление трансформатора, Ом.

4. Сравнить вычисленное значение тока однофазного короткого замыкания $I_{к.з}$ с наименьшим допустимым значением по условиям срабатывания защиты, т.е. током $I_{сраб.заш.}$

Если $I_{к.з} \geq I_{сраб.заш.}$, то отключающая способность зануления обеспечена.

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пожарная безопасность – это состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, а также обеспечивается защита людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов. Опасными факторами пожара являются факторы, воздействие которых приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному или экологическому ущербу.

Горением называется сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождающийся выделением тепла и лучистой энергии.

Развитие народного хозяйства с концентрацией производства, созданием больших и сложных сооружений, сосредоточением в зданиях значительного количества пожаро- и взрывоопасного сырья и готовой продукции, внедрением новых производств со взрыво- и пожароопасными технологическими процессами и применением конструкций из полимерных материалов требует бережного отношения к материальным ценностям и надежной защиты их от пожаров.

Пожары могут возникать по различным причинам. В одних случаях их возникновение связано с допущенными нарушениями мер пожарной безопасности при проектировании и строительстве зданий и сооружений, в других случаях пожары являются результатом нарушений противопожарного режима.

При пожарах может наблюдаться как открытое пламенное горение, так и тление. Температура пламени в наиболее горячей его части может достигать 1200-1400 °С. При пожаре в здании нередко появлению открытого пламени предшествует появление дыма, что указывает на возникновение скрытых очагов горения и тления.

Открытое излучение пламени может вызвать ожоги и болевые ощущения. Так, болевые ощущения возникают при интенсивности излучений 150 ккал/м²·мин через 3 с, а при 60 ккал/м²·мин - через 14 с. Минимальное расстояние (в метрах), на котором человек еще может находиться от пламени, ориентировочно составляет $L=1,6 H$, где H - усредненная высота факела пламени (измеряется в метрах).

Однако наибольшую угрозу для жизни людей представляет задымление зданий, что вызывается:

- резким снижением видимости в задымленном помещении;
- наличием в дыме токсичных соединений и веществ: оксида углерода (смертельная концентрация через 5-10 мин - 6 мг/л, опасная концентрация -через 30 мин -2,4 мг/л); углекислого газа (при 144-180 мг/л наступает быстрая потеря сознания и смерть, при 360 мг/л происходит паралич жизненных центров); цианистых соединений, соединений хлора, сероводорода, сернистого газа, фосгена.

Вдыхание дыма, нагретого до 60 °С, может привести к гибели человека даже в случае отсутствия в дыме опасных концентраций токсичных веществ.

Все помещения подразделяются по взрывопожарной и пожарной опасности. Это разделение помогает обобщить характеристики веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении. Данная таблица с указанием буквенно-цифрового обозначения приведена ниже.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожароопасная)	Горючие газы (далее – ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (далее –ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 ⁰ С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожароопасная)	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 ⁰ С, горючие жидкости (далее – ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 – В4 (пожароопасные)	ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом взрываться и гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г1	ГГ и ЛВЖ, ГЖ, твердые горючие вещества и материалы, используемые в качестве топлива
Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Исходя из сказанного, видно, что проблема, связанная с обеспечением пожарной безопасности, как отдельных технологических процессов и аппаратов, так и производств, препаратов, представляет собой одну из важнейших народнохозяйственных задач.

Силовые трансформаторы, масляные выключатели, реакторы электростанций и подстанций

Мазуто-, газопроводы и их арматуру необходимо проверять на исправность не менее одного раза в месяц.

Попадание масла и мазута на теплоизоляцию горячих трубопроводов и горячие поверхности не допускается. При попадании мазута или масла на изоляцию горячих трубопроводов должны быть приняты меры к удалению ГЖ, а при глубокой пропитке изоляции последняя должна быть заменена.

По периметру гравийной засыпки маслоприемных устройств должны устраиваться бортовые ограждения из негорючих материалов, рассчитанные на удержание полного объема масла. В бортовых ограждениях маслоприемных устройств не должно быть разрывов. Стенки кабельных каналов в качестве бортового ограждения маслоприемников трансформаторов и масляных реакторов использовать (приспособливать) запрещается.

Гравий в пределах бортовых ограждений маслоприемника должен быть чистым, без растительности и не реже одного раза в год промываться. При образовании на гравийной засыпке твердых отложений от нефтепродуктов толщиной 3 мм и более в случае невозможности ее промывки, появления растительности должна осуществляться полная или частичная замена гравия с фракцией от 30 до 70 мм.

Аварийные емкости для приема масла от трансформаторов, масляных реакторов и выключателей должны проверяться после обильных дождей, таяния снега или тушения пожара, но

не реже двух раз в год, и при необходимости освобождаться от имеющейся воды.

Вводы кабельных линий в шкафы управления, защиты и автоматики, а также в разветвительные (соединительные) коробки на трансформаторах должны быть уплотнены водостойким негорючим материалом.

Проверка работы стационарной установки пожаротушения должна проводиться при возможных технологических отключениях (на 8 ч и более) трансформаторов, масляных реакторов, а также после проведения ремонтов на этом оборудовании. Результаты опробования должны отражаться в оперативном журнале, а недостатки - в журнале учета неисправностей.

На предприятиях и подстанциях включение трансформаторов и масляных реакторов с неисправными стационарными установками пожаротушения запрещается.

Установки для приготовления и сжигания твердого топлива

Запрещается открывать люки и лазы на работающей пылеприготовительной установке.

Не допускается эксплуатация пылеприготовительных установок с очагами пыления.

Предохранительные устройства пылеприготовительных установок должны обследоваться не реже одного раза в квартал, а также после происшедших взрывов (хлопков) в системе пылеприготовительной установки.

Перед остановкой котла на длительный срок пыль из бункеров должна убираться. Бункеры необходимо кратковременно заполнить (для консервации) инертным газом. Заполнение должно производиться и при простое системы пылеприготовления котла более суток.

Для исключения условий перевода пыли во взвешенное состояние должен регулярно проводиться ремонт остекления окон и дверей в помещениях топливоподачи.

Запрещается подача топлива на конвейеры и сброс его в бункеры с признаками горения, кроме аварийных случаев, остановки конвейеров, нагруженных топливом.

При загрузке конвейерных лент не должно быть просыпей топлива при их движении. Просыпи топлива под нижней ниткой конвейерных лент должны регулярно убираться в течение рабочей смены.

В случае аварийного останова конвейерные ленты должны быть разгружены в кратчайшие сроки.

Бункеры "сырого" топлива должны по графику периодически опорожняться до минимального допустимого уровня.

При переходе предприятия на длительное сжигание газа или мазута и перед остановкой на капитальный ремонт систем топливоподачи должно производиться полное опорожнение бункеров "сырого" топлива.

Дренчерные водяные завесы тракта топливоподачи должны проверяться с пуском воды не реже одного раза в квартал. Результаты осмотра и пуска дренчерных завес должны отражаться в оперативном журнале.

Мини-теплоэлектроцентрали, дизельные и газопоршневые электростанции

Территория вокруг электростанции в радиусе 25 м должна быть очищена от отходов и ограничена со стороны леса минерализованной полосой шириной не менее 1,4 м.

Горючие конструкции зданий (сооружений), расположенные на расстоянии менее 1 м от выхлопной трубы, должны быть защищены теплоизоляционными материалами или обработаны огнезащитными составами.

Выхлопные трубопроводы от коллектора до глушителя не должны иметь повреждений, вызванных прогаром или коррозией.

Прокладывать масло- и топливопроводы в одном канале с выхлопной трубой запрещается.

В помещении для электростанции допускается хранение текущего запаса ГСМ. Хранение должно осуществляться в специальной металлической таре с плотно закрывающейся крышкой.

Подача топлива из резервуаров или бочек в расходные баки должна осуществляться с помощью ручных насосов или насосов с электроприводом.

Расходные топливные баки дизеля должны быть оборудованы подземной аварийной емкостью для слива топлива, расположенной вне помещения электростанции или площадки на расстоянии не менее 5 м, и переливными трубами диаметром больше, чем диаметр наполнительной трубы.

Устанавливать запорные задвижки (вентили) на переливной трубе не допускается.

При эксплуатации агрегатов запрещается:

- вливать в цилиндры и клапаны топливо для облегчения пуска двигателя;
- заправлять топливный бак во время работы агрегата и при неостывшем двигателе и выхлопной трубе;
- эксплуатировать в пределах машинного зала дизельные и газопоршневые электростанции выхлопных систем агрегатов с поврежденной тепловой изоляцией;
- использовать в качестве топливо- и маслопроводов, а также для их соединений резиновые и синтетические шланги и трубки;
- размещать баки для топлива и масел, их трубопроводы и арматуру на расстоянии менее 0,5 м от выхлопной трубы установки.

Распределительные устройства электростанций и подстанций

Для перекрытия кабельных каналов закрытых распределительных устройств и наземных кабельных лотков открытых

распределительных устройств не должны применяться конструкции из горючих материалов.

Места подвода кабелей к ячейкам закрытых распределительных устройств и другим сооружениям, места прохода кабелей из кабельных сооружений в лотки открытых распределительных устройств должны уплотняться негорючими материалами, не снижающими требуемый предел огнестойкости конструкций сооружений.

В кабельных лотках и каналах допускается применять пояса из просеянного песка или другого негорючего материала длиной не менее 30 см. При прохождении каналов под маслонаполненным оборудованием всю зону прохождения в канале необходимо засыпать просеянным песком.

Места уплотнения кабельных линий, проложенных в металлических коробах и лотках всех типов, должны быть обозначены красными полосами на наружных стенках коробов и плит перекрытия лотков (при необходимости могут делаться поясняющие надписи).

В местах установки на открытых распределительных устройствах пожарной аварийно-спасательной техники (в соответствии с оперативным планом тушения пожара) должны быть обозначены и оборудованы места заземления.

В зимнее время кабельные лотки, колодцы и резервуары аварийного слива масла из маслонаполненного оборудования должны регулярно очищаться от снега.

Кабельные сооружения

При обнаружении попадания в кабельные сооружения воды и пара, пыли твердого топлива, ЛВЖ или ГЖ (их водных эмульсий) должны немедленно приниматься меры по предотвращению их поступления и их удалению.

У люков кабельных сооружений, используемых в качестве эвакуационных выходов, должны быть установлены верти-

кальные лестницы. Лестницы должны содержаться в исправном состоянии.

Поврежденные участки огнезащитных покрытий кабелей должны своевременно восстанавливаться.

Съемные конструкции пола (плиты, щиты) должны иметь приспособления для быстрого их подъема вручную.

У входа в кабельные помещения должны быть места для заземления пожарных стволов передвижной пожарной авариинно-спасательной техники.

Склады твердого топлива

Площадка для хранения угля, сланца, торфа, дров или отходов деревообрабатывающей промышленности и других видов местного твердого топлива (далее - твердое топливо) должна быть очищена от растительного слоя, строительного мусора и других материалов, выровнена и плотно утрамбована. Запрещается укладка твердого топлива на грунте, содержащем органические вещества.

Горючие примеси (очесы, пни, сучья и др.) должны регулярно вывозиться с территории объекта.

На складе должна быть предусмотрена специальная площадка для гашения самовозгоревшегося топлива и его охлаждения после удаления из штабеля.

Запрещается осуществлять разгрузку, хранить на складах твердого топлива и сжигать топливо с неизвестными или неизученными характеристиками взрывопожароопасности.

Топливо, поступающее на склад для длительного хранения, должно укладываться по мере выгрузки его из вагонов.

Для каждого вида топлива должны предусматриваться отдельные площадки.

Уголь различных марок должен укладываться в отдельные штабели.

Запрещается хранить все виды твердого топлива в зданиях, не предназначенных для этих целей.

Для обеспечения проезда пожарной аварийно-спасательной техники на территории склада должны предусматриваться проезды шириной не менее:

3 м - от подошвы штабелей (куч) до ограждающего забора и фундамента подкрановых путей;

2 м - от наружной грани головки рельса или бровки автодороги.

Запрещается засыпать проезды твердым топливом и загромождать их оборудованием.

За твердым топливом с признаками самонагревания должно быть установлено систематическое наблюдение. Визуальный осмотр штабелей с признаками самовозгорания должен проводиться по установленному графику.

Контроль температуры топлива с помощью приборов внутри штабеля проводится:

- для углей - только в тех случаях, когда на определенных участках штабеля самонагревание не прекратилось и необходимо уточнить размеры очагов самонагревания;

- для фрезерного торфа - не позднее чем через 10 дней после окончания закладки штабеля и в течение всего периода хранения через каждые 15 дней; в случае повышения температуры торфа до 50 °С и выше измерение производится через каждые 5 дней.

Штабели угля должны быть уплотнены, и за их температурой необходимо вести наблюдение путем установки в откосах штабелей контрольных железных труб и термометров, также необходимо следить за тем, чтобы в штабели не попадали отходы древесины, бумаги, сено, торф. Данные всех осмотров состояния штабелей на складах топлива, измерения температуры и другие заносятся в журнал осмотра хранящегося топлива на складах топлива с записью о принятых мерах в случае обнаружения очагов самонагревания, размывов и др.

С площадок открытого хранения угля должен быть обеспечен сток воды за пределы территории склада.

Тушение или охлаждение угля водой в штабелях не допускается. Загоревшийся уголь можно тушить водой только после выемки из штабеля и разбрасывания его на запасной площадке. Самовозгоревшийся уголь вновь укладывать в штабели не разрешается. Углубление, оставшееся в штабеле, должно быть засыпано увлажненным топливом и обязательно уплотнено в уровень с поверхностью штабеля.

За ликвидированными очагами горения каждую смену должен вестись контроль.

Контроль должен проводиться за штабелями с углем и сланцем в течение недели, а за штабелями торфа - в течение двух недель. При отсутствии новых очагов самовозгорания в этих штабелях хранение и расход топлива должны осуществляться в обычном порядке.

Подавать топливо с очагами горения при выгрузке из вагонов непосредственно в штабель с топливом или сооружения (тракт) топливоподачи, из штабеля в тракт топливоподачи запрещается.

Топливо с очагами горения в вагонах должно разгружаться на специальные площадки для тушения. Охлажденное топливо вместе со свежим разрешается подавать на сжигание.

Оползни, вымоины и другие дефекты, возникающие в штабеле самовозгорающегося топлива с течением времени, а также из-за продолжительных дождей, должны устраняться в кратчайший срок и дополнительно уплотняться.

После окончания погрузочно-разгрузочных работ вся площадь, на которой проводились эти работы, должна очищаться от остатков твердого топлива.

При вывозе со склада твердого топлива с признаками самовозгорания в месте разгрузки и погрузки должны находиться подготовленные к применению средства пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник: 2-е изд., доп. и перераб. /А.М. Лазаренков, Л.П. Филянович, В.П. Бубнов — Минск: ИВЦ Минфина, 2011. — 672 с
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - ТКП 181-2009 (02230)
3. Правила устройства и защитные меры электробезопасности - ТКП 339-2011
4. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках - ТКП 290-2010
5. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. - ТКП 474-2013
6. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации – ТКП 295-2011
7. Пожарная безопасность [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Охрана труда» /А.М. Лазаренков, Ю.Н. Фасевич - Минск: БНТУ, 2019. – 125 с
8. Учебно-практическое пособие по расчетам в охране труда [Электронный ресурс] /А.М. Лазаренков, Л.П. Филянович, Т.П. Кот, Е.В. Мордик. – Минск: БНТУ, 2018