



Кафедра электроснабжения ЮЗГУ



Программа повышения квалификации

## . Охрана труда в электрических сетях



Курск

Информирование работников по вопросам охраны труда – это одна из основных задач. Службы по охране труда обеспечивают распространение нормативных документов по всем структурным подразделениям предприятия, контролируют ознакомление всех работников, обслуживающих электроустановки с данными документами.

Персонал, который обслуживает электроустановки, периодически проходит проверку знаний нормативных документов по охране труда. Кроме того, каждый из работников проходит специальные тренировки, целью которых является приобретение навыков (проверка навыков) применения знаний нормативных документов по охране труда на практике. Основным нормативным документом по охране труда персонала, который обслуживает электроустановки – правила безопасной эксплуатации электроустановок. Все нормативные документы, инструкции, директивы составляются в строгом соответствии с данными правилами. Основная мера, направленная на повышение уровня безопасности труда – это постоянное совершенствование рабочих мест, технологических процессов и системы управления охраной труда предприятия.

В электроустановках данная мера реализуется следующим образом:

- замена старого оборудования;
- использования высококачественного современного оборудования;
- своевременное обнаружение и предотвращение неисправностей оборудования;
- использование технологий, которые обеспечивают дополнительную безопасность работников во время проведения работ в электроустановках;
- обеспечение дополнительного контроля над соблюдением требований охраны труда.

Одна из основных задач в электроустановках – это мотивация работников в области охраны труда. В данном случае могут применяться разные механизмы: премирование, депремирование, поощрение, взыскание и др. Цель – воспитание у работников, обслуживающих электроустановки, ответственности и заинтересованности в соблюдении нормативных документов по охране труда. Например, работник получает надбавку к заработной плате (премирование) за соблюдение всех требований нормативных документов по охране труда. И, наоборот, за нарушение данных правил работника лишают премии (депремирование).

Согласно классификации, электропомещения должны отвечать определенным условиям электробезопасности и надежность обслуживания электроустановок.

### **Классификация помещений по электробезопасности:**

- сырость или токопроводящая пыль;
- высокая температура;
- токопроводящие полы: железобетонные, земляные, кирпичные, металлические и т.п.;
- металлоконструкции зданий, технологические аппараты, механизмы, имеющие соединение с землей с одной стороны, с другой – металлические корпуса электрооборудования (представляет опасность возможного одновременного прикосновения работника к двум сторонам);
- помещения с наличием таких условий, как особая сырость, органическая или химически активная среда представляют собой особую опасность. Наличие двух и более перечисленных условий представляют повышенную опасность для персонала.

Наличие в одного из вышеперечисленных условий характеризует помещение, как опасное для жизни людей с большим риском поражения их электрическим током.

Таким образом, классификация электропомещений по условиям электробезопасности подразделяется на помещения: с повышенной опасностью и, соответственно, без повышенной опасности. К последним относятся электропомещения, в которых отсутствуют исключительно все условия повышенной и особой опасности.

Выбор, исполнение и установка машин, приборов, аппаратов, прокладка электропроводов и электрических кабелей напрямую зависит от характеристики помещений и расположенных в них электроустановок.

Согласно классификации, электропомещения должны отвечать определенным требованиям, выполнение которых обеспечит условия электробезопасности и надежность обслуживания электроустановок.

## Классификация электроустановок

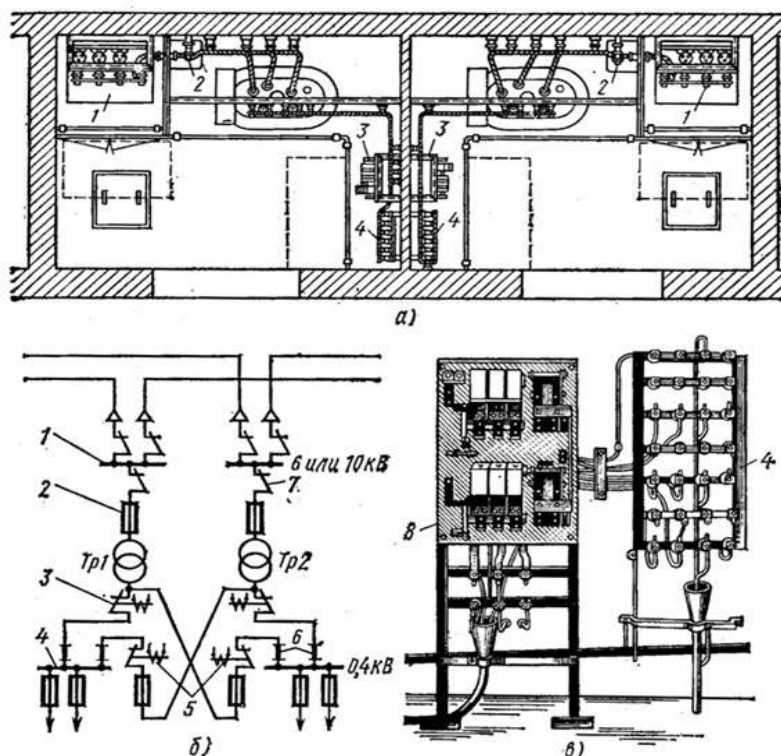
Электроустановки – это совокупность машин, линий, аппаратов, вспомогательного оборудования, в том числе сооружений и помещений, в которых они установлены. Назначение электроустановок: производство, преобразование энергии в другой вид, передача, трансформация, распределение электрической энергии.

Классификация электроустановок по условиям электробезопасности разделяется на электроустановки: ниже 1кВ и выше 1кВ.

По своему назначению электроустановки подразделяют на промышленные, городские и сельские.

По месту расположения электроустановки (распределительные устройства, подстанции, распределительные пункты и др.) бывают отдельно стоящие, пристроенные и встроенные в здания или сооружения.

По конструктивному исполнению электроустановки бывают комплектными или индивидуального исполнения. Исполнения подстанций, распределительного пункта и камер комплектных распределительных устройств показаны на рисунке 1.



**Рис. 1. Трансформаторная подстанция с двумя трансформаторами  $Tr1$  и  $Tr2$  мощностью  $630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  каждый и совместным размещением оборудования высокого и низкого напряжения (двухлучевая схема):**

***a*** - план подстанции,

***б*** - двухлучевая схема питания,

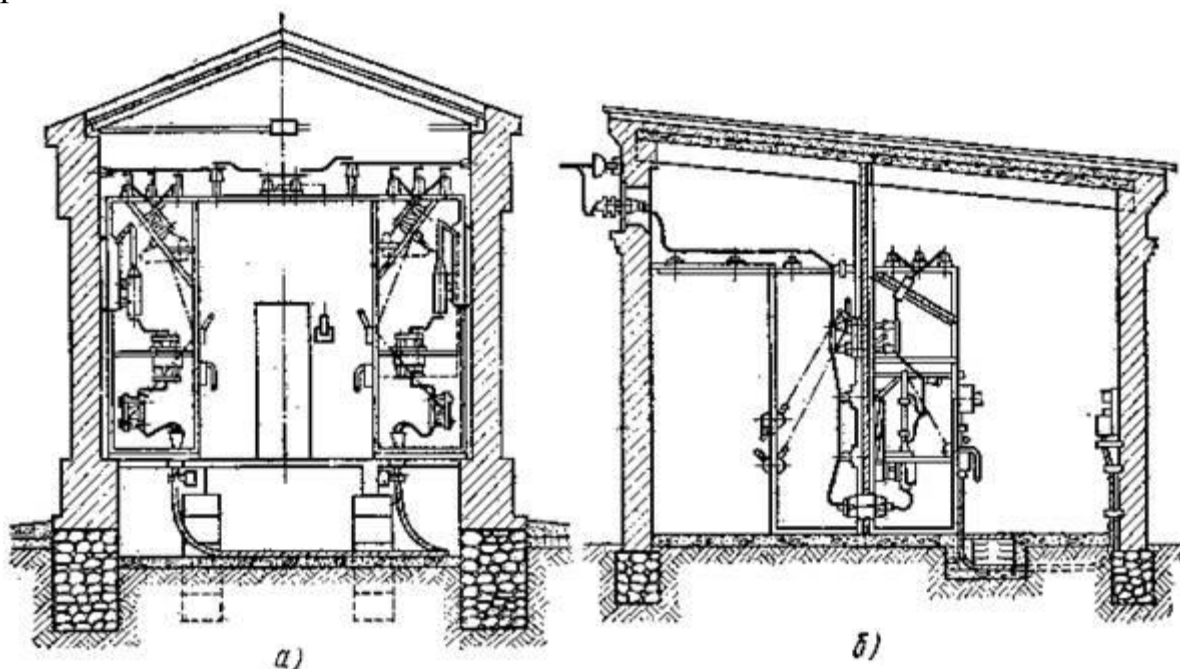
***в*** - общий вид станции управления и сборки  $0,4/0,23 \text{ кВ}$ ;

- 1 - сборка 6-10 кВ,
- 2 - предохранители на 6-10 кВ,
- 3 - контакторы основного питания,
- 4 - сборка 0,4/0,23 кВ,
- 5 - контакторы резервного питания,
- 6 - накладки,
- 7 - однополюсный разъединитель РВО,
- 8 - станция управления.

Электропомещения классифицируются по степени взрывоопасности и пожароопасности, а также по степени опасности поражения людей электрическим током.

Установки называются взрывоопасными, если в них по условиям технологического процесса могут образовываться взрывоопасные смеси горючих газов, паров с воздухом, кислородом или с другими окислителями - газами, а также горючая пыль или волокна во взвешенном состоянии. Все помещения и установки по взрывоопасности подразделяются на шесть классов.

К классу В-I относятся такие помещения, в которых выделяются горючие газы или пары в таком количестве и обладающие такими свойствами, что вместе с воздухом или другими окислителями могут образовывать взрывоопасные смеси при нормальных недлительных режимах работы.



**Рис. 2. Распределительный пункт на 6 и 10 кВ:**

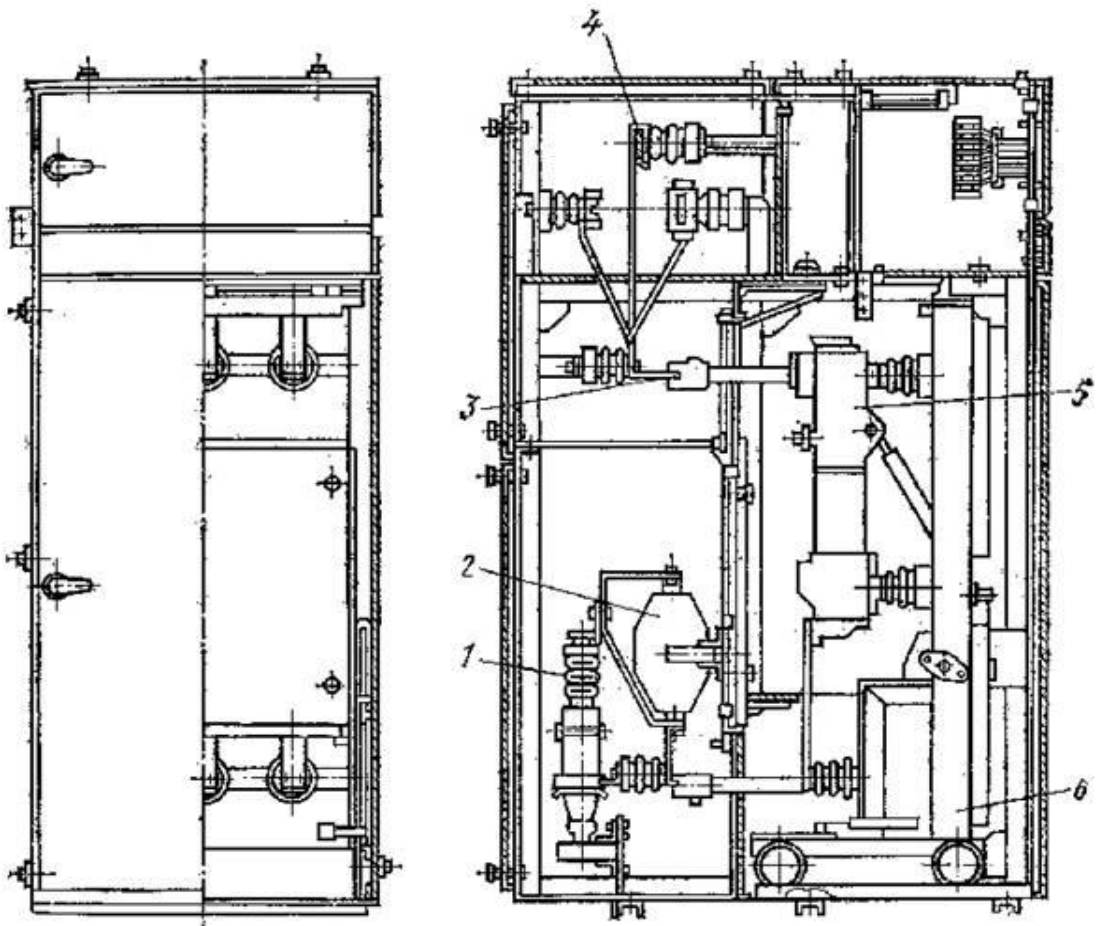
- а* - с кабельным вводом и двухрядным расположением камер,
- б* - с воздушным вводом и однорядным расположением камер.

К классу В-Iа относятся такие помещения, в которых взрывоопасные смеси появляются только в аварийных случаях.

Если же горючие газы обладают высоким нижним пределом взрываемости и резким запахом при предельно допустимых по нормам

концентрациях или образуют лишь местную взрывоопасную концентрацию, а также, если количество горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей в помещении невелико и не составляет общей взрывоопасной концентрации, такие помещения относят к классу В-Іб. При условии, что работа в помещениях класса В-Іб производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами, эти помещения относят к невзрывоопасным. Наружные установки, в которых наличие взрывоопасных газов, паров, горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, создающих взрывоопасные смеси, возможно только в результате аварий или неисправностей, относятся к классу В-Іг.

К классу В-ІІ относятся помещения, в которых выделяются горючие пыль и волокна, переходящие во взвешенное состояние и обладающие свойствами образовывать взрывоопасные смеси с воздухом или другими окислителями при нормальных недлительных режимах работы. Если эти состояния возможны только в результате аварии или неисправности, такие помещения относят к классу В-ІІа. Помещения с установками, в которых применяют или хранят горючие вещества, называются пожароопасными.



**Рис. 3. Комплексное распределительное устройство на 10 кВ:**

- 1* - кабельная муфта,
- 2* - трансформатор тока,
- 3* - неподвижный контакт штепсельного разъединителя (верхний),
- 4* - сборные шины,

5 - масляный выключатель,

6 - выкатная тележка.

В зависимости от степени пожароопасности помещения подразделяются на четыре класса.

К классу П-I относятся такие помещения, в которых по технологическому процессу применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45°C, например установки по регенерации минеральных (трансформаторных) масел, склады этих масел.

К классу П-II относятся те помещения, в которых во время процесса работы выделяется горючая пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние (деревообделочные цехи, малозапыленные помещения мельниц, элеваторов и т. д.).

К классу П- II а относятся помещения, в которых содержатся твердые или волокнистые горючие вещества.

К классу П-III относятся наружные установки по применению или хранению горючих жидкостей с температурой вспышки паров выше 45 °С и твердых горючих веществ, например открытые или под навесом склады с минеральными маслами, углем, торфом, деревом и т. д.

Класс взрывоопасности и пожароопасности помещений и наружных установок определяет проектная организация с участием электротехнического, эксплуатационного персонала, так как от степени пожароопасности помещения зависит выбор марки проводов, кабелей, двигателей, арматуры и способы прокладки и монтажа проводок и электрооборудования.

Все виды строительных материалов по степени их возгораемости подразделяются на три группы - негоряемые, трудногоряемые и сгораемые.

Негоряемые материалы под воздействием высокой температуры или огня не воспламеняются, не обугливаются и не тлеют. К ним относятся неорганические материалы и металлы.

Трудногоряемые материалы под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются с трудом, тлеют или обугливаются; продолжают гореть они только при наличии источника огня. После его удаления горение и тление прекращаются. К этим материалам относятся, в частности, гипсовые и бетонные детали с органическим наполнителем, асфальтобетон, цементный фибролит, пропитанная антипиренами древесина, вымоченный в глиняном растворе войлок и т. д.

Сгораемые материалы под воздействием огня или высокой температуры тлеют или воспламеняются и продолжают тлеть или гореть даже после удаления источника огня. К сгораемым материалам относятся органические материалы без глубокой пропитки антипиренами.

Чтобы защитить конструкции из сгораемых материалов от огня, их облицовывают штукатуркой или другими негоряемыми материалами, после чего они становятся трудногоряемыми.

При защите сгораемых конструкций плитами из негоряемых

материалов швы между плитами заполняют строительным цементным раствором.

### **Классификация электроустановок по степени защиты и надежности электроснабжения.**

Электрические машины и аппараты Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) классифицируются по степени защиты их при эксплуатации от действия неблагоприятных факторов.

Машины и аппараты называются открытыми, если они не имеют специальных приспособлений для предохранения от случайного прикосновения к вращающимся и токоведущим частям, а также исключают возможность попадания внутрь установок посторонних тел.

Защищенными называются такие машины или аппараты, которые снабжены приспособлениями, устраняющими случайные прикосновения к вращающимся и токоведущим частям, а также предотвращающими попадание в них посторонних предметов.

Если машина или аппарат имеет приспособление для предохранения ее внутренних частей (обмоток, изоляции и т. д.) от попадания капель влаги, падающих отвесно, такие машины и аппараты называют каплезащищенными, а если приспособления защищают от попадания водяных брызг, падающих под углом до  $45^\circ$  к вертикали с любой стороны, то машины и аппараты называют брызгозащищенными.

Брызгозащищенные машины и аппараты, внутренние части которых охлаждаются воздухом, называются продуваемыми. В случае наличия устройства для отвода охлаждающего воздуха из помещения продуваемые машины и аппараты считаются закрытыми для данного помещения.

К пыленепроницаемым машинам и аппаратам относятся те из них, у которых внутренняя полость отделена от внешней среды оболочкой, защищающей их внутренние части от проникновения пыли; если эти машины и аппараты снабжены вентиляционным устройством для обдувания их наружной части, то их называют обдуваемыми.

Те аппараты, у которых все нормально искрящиеся части погружены в масло, а неискрящиеся заключены в закрытую или пыленепроницаемую оболочку, называются маслонаполненными.

По степени требуемой надежности электроснабжения по ПУЭ все потребители электроэнергии разделяются на три категории.

I категория - электроприемники, нарушение электроснабжения которых грозит опасностью для жизни людей, приносит значительный ущерб народному хозяйству, вызывает повреждение оборудования, массовый брак продукции, нарушает технологический процесс или работу особо важных элементов народного хозяйства.

Потребители этой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания; перерыв в их электроснабжении допускается только на время автоматического ввода резервного питания.

II категория - электроприемники, перерыв в электроснабжении которых



связан с массовым недоотпуском продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушением нормальной деятельности значительного количества населения.

Для потребителей этой категории допускается перерыв в электроснабжении на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом, в том числе выездными бригадами.

III категория - все остальные электроприемники, которые не подлежат под определения I и II категорий, перерыв в электроснабжении которых не наносит существенного ущерба потребителям в течение времени, необходимого для ремонта или замены вышедшего из строя электрооборудования, но не более одних суток.

Применяемые в электроустановках электрооборудование, аппараты, измерительные приборы, кабели, масло для оборудования, материалы и прочее должны соответствовать требованиям ГОСТ или технических условий (ТУ), а конструкцию, вид исполнения, способ установки и класс изоляции применяемого электрооборудования и материалов выбирают согласно номинальному напряжению сети или электроустановки, учитывая условия окружающей среды и требования ПУЭ.

Исходя из этого, электрооборудование и материалы можно использовать только на строго определенном номинальном напряжении и применять их на другое, особенно на более высокое напряжение недопустимо, так как в этом случае произойдет авария или выйдет из строя участок электроустановки. Технические данные, предусмотренные ГОСТами или ТУ, имеются на табличках, прикрепленных к электрооборудованию.

Воздействие окружающей среды на электрооборудование и связанные с ним конструкции, а также шинопроводы устраняется защитными покрытиями, стойкими к коррозии.

Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током. Все помещения или отгороженные части помещений, в которых установлено находящееся в эксплуатации электрооборудование, предназначенное для производства, преобразования или распределения электроэнергии, подразделяются по степени влажности, запыленности и наличию химически активных веществ.

Так, сухими называются помещения, в которых относительная влажность не превышает 60%. Если в таких помещениях нет пыли, которая может оседать на оборудовании, аппаратах, проводах, проникать внутрь машин, нет химических паров и отложений, разрушающе действующих на изоляцию и токоведущие части, и температура не превышает 30°C, их называют нормальными.

Помещения, в которых пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно в небольших количествах, а относительная влажность держится в пределах 60-75%, называются влажными, при влажности выше 75% - сырими, а около 100% - особо сырими помещениями.

Если температура в отдельных помещениях длительное время

держится на уровне выше 30 °С, их считают жаркими.

Когда по условиям производства в помещениях выделяется много технологической пыли, которая оседает на проводах, проникает в машины и аппараты и т. д., такие помещения называют пыльными. Технологическая пыль может быть электропроводящей или не проводить электрический ток. При наличии электропроводящей пыли необходимо принимать соответствующие меры безопасности или устраивать специальную вентиляцию.

В помещениях с химически активной средой по условиям производства постоянно или длительно содержатся пары или образуются отложения, разрушающе действующие на изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Правилами устройств электроустановок (ПУЭ) предусматривается классификация помещений по степени поражения людей электрическим током: особо опасные, с повышенной опасностью, без повышенной опасности.

К особо опасным помещениям относятся такие, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (очень сырые - потолок, стены, пол, оборудование в помещении покрыты влагой), а также помещения с едкими парами и газами, разрушающими изоляцию электропроводок и электрооборудования. В таких помещениях разрешается применение электроинструмента на напряжение не выше 42 В с заземленным корпусом, лампочек переносного освещения напряжением 12 В.

К помещениям с повышенной опасностью относятся помещения сырые с относительной влажностью до 75%; имеющие токопроводящие полы (металлические, железобетонные, земляные); с температурой воздуха выше 30 С, когда обслуживающий персонал может одновременно задеть металлические заземленные части с одной стороны, и коснуться металлического корпуса действующего электрооборудования - с другой. При работах в этих помещениях допускается применение переносного заземленного электроинструмента на напряжение не выше 42 В.

Если в помещении имеются два и более признака, характеризующие помещения с повышенной опасностью, такие помещения относятся к особо опасным.

Без повышенной опасности считаются сухие, отопливаемые помещения с температурой воздуха не выше 30 °С, не пыльные и с токонепроводящими полами. Кроме того, в таких помещениях должна быть исключена возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, машин и механизмов соединенным с землей с одной стороны, и к металлическому корпусу действующих электроустановок – с другой. При работах в помещениях без повышенной опасности допускается использовать переносной электроинструмент на напряжение не выше 220 В.

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Электрический ток и напряжение. Сопротивление электрической цепи. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца, электромагнитной индукции.
2. Терминология в электроэнергетике.
3. Классификация электроустановок и электропомещений по ПУЭ. Понятие об основных электроустановках городских сетей, их назначение и устройство.
4. Электрическое и магнитное поле проводников с током. Постоянный и переменный ток. Амплитудное и действующее значение переменного тока.
5. Активное, реактивное и полное сопротивление, мощность постоянного и переменного тока, коэффициент мощности.
6. Линейные и фазные напряжения и токи, мощность трехфазной цепи.

## **ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ И ОСНОВНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ**

### ***Силовые трансформаторы, автотрансформаторы и преобразовательные агрегаты***

#### ***Общие сведения о силовых трансформаторах***

Силовые трансформаторы являются основным электрическим оборудованием электроэнергетических систем, обеспечивающим передачу и распределение электроэнергии на переменном трехфазном токе от электрических станций к потребителям. С помощью трансформаторов напряжение повышается от генераторного до значений, необходимых для электропередач системы (35... 750 кВ), а также многократное ступенчатое понижение напряжения до значений, применяемых непосредственно в приемниках электроэнергии (0,22...0,66 кВ).

В справочных данных на трансформаторы приводятся: тип, номинальная мощность, номинальные напряжения обмоток, потери мощности холостого хода и короткого замыкания, напряжение короткого замыкания, ток холостого хода.

На повысительных и понизительных подстанциях применяют трехфазные или группы однофазных трансформаторов с двумя или тремя отдельными обмотками. В зависимости от числа обмоток трансформаторы разделяются на двухобмоточные и трехобмоточные. Двухобмоточные трансформаторы номинальной мощностью больше 25 МВ•А выполняются с расщепленной обмоткой вторичного напряжения 6... 10 кВ. Обмотки высшего, среднего и низшего напряжений принято сокращенно обозначать соответственно ВН, СН, НН.

В настоящее время применяются трансформаторы следующих стандартных номинальных мощностей: 25,40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300, 10000, 16000, 25000, 32000, 40000, 63000,80000, 160000кВ•А.

Условные обозначения типов трансформаторов состоят из букв, которые обозначают:

первые буквы: О - однофазный, Т - трехфазный;

последняя буква: Н - выполнение одной обмотки с устройством регулирования напряжения под нагрузкой (РПН);

Р - трансформатор с расщепленной обмоткой низшего напряжения;

Т - трехобмоточный трансформатор;

М, Д, ДЦ, С, З - система охлаждения трансформаторов.

В настоящее время трансформаторы выполняются с переключением ответвлений обмотки без возбуждения (ПБВ) и с переключением ответвлений обмотки под нагрузкой - РПН (табл. 1).

Переключение без возбуждения осуществляется после отключения всех обмоток от сети при помощи ответвлений обмотки ВН или СН.

Таблица 1

**Ответвления обмоток трансформаторов с РПН на обмотке ВН**

Вид трансформатора	Напряжение, кВ	Мощность, МВ•А	Число ответвлений
Двухобмоточный	35	1...6,3	$\pm 6 \times 1,5 \%$
	110	6,3 и более	$\pm 9 \times 1,78 \%$
	220	32...160	$\pm 8 \times 1,5 \%$
Трехобмоточный	35	6,3	$\pm 6 \times 1,5 \%$
	110	6,3...80	$\pm 9 \times 1,78 \%$
	220	25...63	$\pm 8 \times 1,5 \%$

Трехфазные понижающие трансформаторы мощностью 2 5... 80 000 кВ•А напряжением до 35 кВ включительно имеют четыре ответвления ( $\pm 2 \times 2,5 \%$ ) номинального напряжения. Понижающие трансформаторы напряжением 110 и 220 кВ имеют ответвления для ПБВ только в трехобмоточном исполнении на обмотках СН при напряжении 38,5 кВ.

Трансформаторы с воздушным охлаждением называются сухими (С). Изготавливаются мощностью до 1600 кВ•А включительно для установки в закрытых помещениях. Преимущество сухих трансформаторов заключается в их пожаробезопасности и сравнительной простоте конструкции.

Естественное масляное охлаждение (М) применяется для трансформаторов мощностью до 6300 кВ•А.

При мощности трансформаторов 10000 кВ•А и более применяется масляное охлаждение с воздушным дутьем (Д). Обдувание поверхности радиаторов позволяет увеличить теплоотдачу на 50% и более. В настоящее время трансформаторы снабжаются системой дутьевого охлаждения при помощи вентиляторов.

Масляное охлаждение с принудительной циркуляцией (Ц) позволяет значительно увеличить отвод тепла. К баку масляного трансформатора подключают центробежный насос, который прогоняет горячее масло через

воздушный или водяной охладитель.

На трансформаторах мощностью 63 МВ•А и более используют две системы охлаждения ДЦ.

Трансформаторы с охлаждением негорючим жидким диэлектриком совтолом (Н) изготавливаются мощностью до 2500 кВ•А включительно.

Буква 3 обозначает, что трансформатор без расширителя и защита осуществляется с помощью азотной подушки.

Пример условного обозначения трансформатора ТРДН-40000/110: трехфазный трансформатор с расщепленной обмоткой НН, масляным охлаждением, дутьем и естественной циркуляцией масла, РПН, номинальной мощностью 40 000 кВ•А, напряжением 110 кВ.

Важным параметром подключения трансформатора к сети является группа и схема соединений его обмоток. *Группой соединений* называют угловое (кратное  $30^\circ$ ) смещение векторов между одноименными вторичными и первичными линейными напряжениями холостого хода трансформатора.

Возможны четыре схемы соединения силовых трансформаторов: звезда Y, звезда с выведенной нейтралью  $Y_N$ , треугольник A, зигзаг Z. Группа соединений указывается числами от 0 до 12. Например, 11 соответствует углу  $330^\circ$ .

На электрических станциях и подстанциях наибольшее распространение получили следующие схемы и группы соединений двухобмоточных трансформаторов:

звезда - звезда с выведенной нейтралью  $Y/Y_N$  - 12;

звезда - треугольник  $Y/\Delta$  - 11;

звезда с выведенной нейтралью - треугольник  $Y_N/A$  - 11.

В трехобмоточных трансформаторах наиболее часто применяются соединения: звезда - звезда с выведенными нейтральями - треугольник  $Y/Y_N/A$  - 11, 12.

### ***Общие сведения об автотрансформаторах***

Автотрансформаторы применяются при небольших коэффициентах трансформации (менее 2), при которых они более экономичны, чем трансформаторы. Кроме того, автотрансформаторы применяются в сетях напряжением 220 кВ и выше для регулирования напряжения (линейные регуляторы).

Автотрансформаторы с первичным напряжением ВН 220 кВ имеют номинальные мощности 32, 63, 125 и 200 МВ•А.

Маркировка автотрансформаторов начинается с буквы А, например, АТДЦТН- 2000000/220 обозначает автотрансформатор трехфазный с масляным охлаждением с принудительной циркуляцией и дутьем, трехобмоточный, с РПН, номинальной мощностью 200000 кВ•А, напряжением 220 кВ.

Трехфазные трехобмоточные автотрансформаторы изготавливаются с соединением обмоток ВН (220 кВ) и СН (110 кВ) в звезду и добавочной обмотки НН (6,3...38,5 кВ) в треугольник.

### ***Преобразовательные агрегаты***

Преобразовательные агрегаты предназначены для питания:

электролизных установок цветной металлургии и химической промышленности; дуговых вакуумных и графитировочных электропечей; установок для электрохимической обработки металлов и гальваностегии; цеховых сетей постоянного тока, от которых питаются электроприводы, не требующие регулирования подводимого к ним напряжения.

В качестве преобразователей переменного тока в постоянный используются кремниевые выпрямительные агрегаты. Характеристики преобразовательных установок, для которых предназначены эти агрегаты, приведены в табл. 2.

Для электролизных установок цветной металлургии и химической промышленности применяются кремниевые выпрямительные агрегаты. Каждый агрегат состоит из трансформатора, одного или двух, или четырех выпрямительных блоков, и другого комплектующего оборудования. Трансформаторы для полупроводниковых агрегатов электролизных установок применяются типа ТДНП -10000 ... 40 000/10...35 - трехфазные с РПН.

Кремниевые выпрямительные агрегаты для дуговых вакуумных электропечей и графитировочных печей аналогичны выпрямительным блокам агрегатов для электролизных установок.

Таблица 2

#### ***Характеристики преобразовательных установок***

Назначение	Параметры		Характеристика режима работы	
	Сила тока, кА	Напряжение, В	Регулирование выпрямленного напряжения	График нагрузки
Электролизное производство	12,5... 175	75, 150, 300, 450, 600, 850	Требуется	Равномерный непрерывный
Дуговые вакуумные печи	12,5 ...37,5	75	»	Равномерный
Графитированные печи	25. ..200	150,300	»	Неравномерный
Электрохимическая обработка металлов	0,1. ..25	6, 12, 24, 48	»	Преимущественно равномерный
Электрифицированный транспорт	0,5. ..3,2	275, 600, 825, 1650, 3300	Не требуется	Преимущественно неравномерный
Цеховые сети постоянного тока	14	230	»	Преимущественно равномерный

Трансформаторы для выпрямительных агрегатов дуговых вакуумных электропечей применяются типа ТМНПВ - 4000...12 500/6...10.

Для питания вакуумных электропечей применяются также параметрические источники тока (ПИТ), главной особенностью которых является высокая точность стабилизации тока нагрузки при емкостном характере коэффициента мощности и при его значении, равном единице. ПИТ, состоит из трансформатора, трехфазного резонансного реактора, конденсаторной установки, выпрямителя и вспомогательных устройств. Разработаны, ПИТ на номинальные токи 12,5; 25; 37,5; 50 кА и номинальное напряжение 75 В.

В установках для электрохимической обработки металлов и нанесения различных гальванических покрытий применяют кремниевые преобразовательные агрегаты. Для таких установок требуется регулирование выпрямленного тока в широких пределах, что обеспечивается соответствующим регулированием напряжения. Агрегаты ВАКР и ВАК выполнены на тиристорах и могут работать в режиме автоматического и ручного регулирования выпрямленного напряжения и тока.

### ***Коммутационная аппаратура напряжением выше 1 кВ***

#### ***Выключатели напряжением выше 1 кВ***

Выключатель предназначен для коммутации рабочих и аварийных токов. При разрыве цепи разомкнувшимися контактами выключателя возникает электрическая дуга, которая должна гаситься в специальных устройствах. Контакты выключателя находятся внутри камеры в разомкнутом состоянии.

Дугогасительные устройства выключателей используют следующие принципы быстрого гашения дуги: охлаждение дуги посредством перемещения ее в окружающей среде; обдувание дуги воздухом или холодными неионизированными газами; расщепление дуги на несколько параллельных дуг малого сечения; удлинение, дробление и соприкосновение дуги с твердым диэлектриком; размещение контактов в интенсивно деионизирующей среде; создание высокого давления в дуговом промежутке и т. п.

В зависимости от применяемой дугогасительной среды выключатели бывают жидкостные и газовые, из них наиболее распространены масляные и воздушные. В масляных выключателях дугогасительной средой является трансформаторное масло, в воздушных сжатый воздух. Кроме воздушных и масляных имеется много других видов выключателей. Так, в автогазовых выключателях используется дутье газов, образующихся под действием высокой температуры дуги. В элегазовых выключателях гашение дуги осуществляется в среде элегаза.

Выпускаемые отечественной промышленностью *масляные выключатели* имеют две конструктивные разновидности: много- и малообъемные. В выключателях с большим объемом масла трансформаторное масло используется для гашения дуги и изоляции токоведущих частей друг от друга и от земли. Эти выключатели применяются на напряжении 35 кВ и выше с номинальными токами 630... 2000 А. Многообъемные масляные выключатели

предназначены для наружной установки.

В малообъемных масляных выключателях трансформаторное масло используется только как средство гашения дуги; бачки (или горшки, или колонки) этих выключателей во время работы находятся под напряжением, поэтому они изолируются от заземленных частей посредством наружных изоляторов.

Маломасляные выключатели применяются на напряжении 10 (6)...35 кВ.

В *воздушных выключателях* гашение дуги производится сжатым воздухом. В большинстве конструкций воздушных выключателей гасительные камеры размещаются в фарфоровых изоляторах. Эти выключатели применяются на напряжении 35 кВ и выше, в основном для наружной установки.

Для сетей напряжением 6 и 10 кВ выпускаются выключатели с электромагнитным дутьем, а также вакуумные выключатели.

Управление выключателем, т.е. его включение и отключение, может производиться вручную, дистанционно или автоматически. Механизм для включения и отключения выключателя называется *приводом*. У большинства выключателей он представляет собой отдельный аппарат - электромагнитный, пружинный, грузовой или пневматический, соединяемый с приводным валом выключателя.

### ***Выключатели нагрузки напряжением выше 1 кВ***

В установках напряжением 6... 10 кВ, особенно в распределительных пунктах, на цеховых подстанциях предприятий, в городских сетях, широко используются выключатели нагрузки с небольшой дугогасительной камерой, в которой может быть отключен ток только рабочего режима, но они не рассчитаны на отключение тока короткого замыкания. При размыкании контактов выключателя нагрузки создается видимый разрыв цепи.

Выключатели нагрузки в сочетании с высоковольтными предохранителями (ВНП) в известной мере заменяют силовой выключатель. Выключатели нагрузки выполняются на номинальные токи 200 и 400 А, наибольший рабочий ток отключения 400 и 800 А.

### ***Плавкие предохранители напряжением выше 1 кВ***

Плавкие предохранители выполняют операцию автоматического отключения цепи при превышении определенного значения тока. После срабатывания предохранителя необходимо сменить плавкую вставку или патрон, чтобы подготовить аппарат для дальнейшей работы. Ценными свойствами плавких предохранителей являются простота устройства, относительно малая стоимость, быстрое отключение цепи при коротком замыкании (меньше одного периода), способность предохранителей типа ПК ограничивать ток в цепи при КЗ.

К недостаткам плавких предохранителей относятся следующие: предохранители срабатывают при токе, значительно превышающем номинальный ток плавкой вставки, и поэтому избирательность (селективность) отключения не обеспечивает безопасность отдельных участков сети; отключение цепи плавкими предохранителями связано обычно с



перенапряжением; возможно однофазное отключение и последующая ненормальная работа установок.

Несмотря на указанные недостатки, плавкие предохранители широко применяются для защиты силовых трансформаторов мощностью до 2500 кВ•А на напряжении 10 кВ, электродвигателей, распределительных сетей и измерительных трансформаторов напряжения.

Наибольшее распространение получили кварцевые и газогенерирующие предохранители.

В кварцевых предохранителях (ПК) патрон заполнен кварцевым песком, и дуга гасится путем удлинения, дробления и прикосновения с твердым диэлектриком.

В газогенерирующих предохранителях для гашения дуги используются твердые газогенерирующие материалы (фибра, винипласт и др.). Газогенерирующие предохранители выполняются с выхлопом и без выхлопа газа из патрона при срабатывании. Предохранители с выхлопом газа из патрона называют также *стреляющими* (ПСН -10 и ПС - 35), поскольку срабатывание их сопровождается звуком, похожим на ружейный выстрел. Предохранители напряжением выше 1 кВ выполняются как для внутренней, так и для наружной установки.

### ***Разъединители, отделители и короткозамыкатели напряжением выше 1 кВ***

*Разъединителем* называется электрический аппарат для оперативного переключения под напряжением участков сети с малыми токами замыкания на землю и создания видимого разрыва. По условиям техники безопасности при производстве работ в установках необходимо иметь видимые разрывы цепи, откуда может быть подано напряжение. Указанное требование обеспечивается разъединителями, которые не имеют устройств для гашения дуги и не допускают переключений под нагрузкой. Поэтому их оснащают блокировкой, предотвращающей отключение нагрузочного тока. Правилами устройства электроустановок допускается отключать, разъединителями холостой ток открыто установленных трансформаторов: напряжением 10 кВ - мощностью до 630 кВ•А; напряжением 20 кВ - мощностью до 6300 кВ•А; напряжением 35 кВ - мощностью до 20000 кВ•А; напряжением, НО кВ - мощностью до 40 500 кВ • А; уравнивающий ток линий при разности напряжений не более 2 %, заземление нейтралей трансформаторов и дугогасящих катушек, токи замыкания на землю (не превышающие 5 А при напряжении 35 кВ и 10 А при напряжении 10 кВ), а также небольшие зарядные токи линий.

Конструктивно разъединители могут быть внутренней и наружной установок.

Разъединители управляются приводами вручную или дистанционно (но не автоматически).

*Отделителями* называются аппараты напряжением от 35 кВ и выше, имеющие надежную конструкцию контактов и снабженные специальным приводом, позволяющим осуществлять автоматическое отключение подвижной

части отделителя. Отделители напряжением 35...220 кВ допускают отключение тока холостого хода трансформаторов и зарядного тока воздушных линий электропередач любой протяженности при бестоковой паузе, обусловленной Действием защиты и автоматического повторного включения. Включение отделителей производится вручную.

*Короткозамыкателями* называются аппараты напряжением от 35 кВ и выше, имеющие надежную конструкцию контактов и снабженные специальным приводом, позволяющим осуществлять автоматическое включение ножа короткозамыкателя. При включении ножа короткозамыкателя создается металлическое короткое замыкание на подстанциях без выключателей. В сетях с заземленной нейтралью короткозамыкатели однополюсные и создают однофазное КЗ на землю. В сетях с изолированной нейтралью короткозамыкатели имеют два полюса и создают двухфазное КЗ.

### ***Изоляторы и шины распределительных устройств напряжением выше 1 кВ***

Токоведущие части электроустановок крепятся и изолируются друг от друга и по отношению к земле при помощи изоляторов. Изоляторы для электроустановок напряжением выше 1 кВ изготавливаются из фарфора.

**Изоляторы** делятся на линейные, стационарные и аппаратные. Линейные изоляторы предназначаются для крепления проводов воздушных линий; аппаратные - для крепления токоведущей части аппаратов; стационарные - для крепления шин: в распределительных устройствах.

Стационарные изоляторы в свою очередь подразделяются на опорные и проходные.

Опорные изоляторы ОА, ОБ, ОВ, ОГ, ОД, ОЕ (с механической прочностью А, Б, В, Г, Д, Е) для внутренних установок на напряжение 6...35 кВ служат для крепления шин и аппаратуры распределительных устройств. Изготавливаются они с овальным, круглым или квадратным основанием; металлические части (арматура) для крепления изоляторов заделываются снаружи фарфорового корпуса.

Опорные изоляторы для наружных установок изготавливаются штыревыми (ШТ-35) и стержневыми (СО-35, СТ-110). Для повышения электрической прочности эти изоляторы выполняются с более развитой, чем внутренней установки, поверхностью (ребристые).

Проходные изоляторы (для внутренних и наружных установок) предназначены для вывода токоведущих частей из зданий и прокладки шин через стены и перекрытия.

Наибольшее применение находят проходные изоляторы ПА и ПБ с токоведущими стержнями прямоугольного сечения на напряжение 6... 10 кВ и силу тока 600... 1500 А.

Для установок напряжением 35 кВ и выше проходные изоляторы выполняются обычно с круглыми токоведущими стержнями.

**Шины** в распределительных устройствах напряжением выше 1 кВ изготавливаются из меди и алюминия и имеют круглое, прямоугольное и

коробчатое сечение.

В закрытых установках медные шины применяются только в особых случаях, в открытых установках - в агрессивной среде (морское побережье, территория химических заводов).

Как правило, в распределительных устройствах применяются алюминиевые шины. В закрытых установках напряжением до 35 кВ устанавливаются шины прямоугольного (плоского) сечения. В открытых установках шины выполняются круглыми многопроволочными сталеалюминиевыми проводами.

В зависимости от значения тока шины собирают по одной, две, три и больше полосы в одном пакете на фазу.

Для силы тока больше 3000 А применяют шины коробчатого сечения.

Шина фазы *A* окрашивается в желтый цвет, *B* - в зеленый, *C* - в красный.

При монтаже жестких плоских и коробчатых шин (если длина ошиновки для алюминия больше 15 м) шины каждой фазы делятся на отдельные участки, соединяемые гибкими перемычками-компенсаторами. Среднюю точку каждого пролета шин глухо закрепляют на соответствующем изоляторе. На других изоляторах ставят приспособления для продольного перемещения шин, вызываемого изменением их температуры. Для предохранения контактных соединений от окисления шины не должны работать при температуре выше 70 °С.

### ***Коммутационные аппараты напряжением до 1 кВ***

#### ***Предохранители напряжением до 1 кВ***

Предохранители применяются для защиты электроустановок от токов КЗ. Защита от перегрузок с помощью предохранителей возможна только при условии, что защищаемые элементы установки будут выбраны с запасом по пропускной способности, превышающим примерно на 25% номинальный ток плавкой вставки.

Плавкие вставки предохранителей выдерживают токи, превышающие на 30...50% их номинальные токи в течение одного часа и более. При токах, превышающих номинальный ток плавких вставок на 60... 100%, они плавятся за время менее одного часа.

Наиболее распространенными предохранителями, применяемыми для защиты электроустановок напряжением до 1 кВ, являются:

ПР - предохранитель разборный;

НПН - насыпной предохранитель, неразборный;

ПНР-2 - предохранитель насыпной, разборный.

Шкала номинальных токов предохранителей 15... 1000 А.

Наполнителем является кварцевый мелкозернистый песок.

Плавкие предохранители делят на инерционные - с большой тепловой инерцией, т. е. способностью выдерживать значительные кратковременные перегрузки током; безынерционные - с малой тепловой инерцией, т. е. с ограниченной способностью к перегрузкам. К первым относятся предохранители с винтовой резьбой и свинцовым токопроводящим мостиком,

ко вторым - трубчатые предохранители с медным токопроводящим мостиком.

### ***Автоматические выключатели***

Автоматические выключатели (автоматы), не обладая недостатками предохранителей, обеспечивают быструю и надежную защиту проводов и кабелей сетей, как от токов перегрузки, так и от токов короткого замыкания. Кроме того, они используются и для управления при нечастых включениях и отключениях. Таким образом, автоматические выключатели совмещают в себе одновременно функции защиты и управления.

Для выполнения защитных функций автоматы снабжаются либо только тепловыми, либо только электромагнитными расцепителями, либо комбинированными расцепителями (тепловыми и электромагнитными). Тепловые расцепители осуществляют защиту от токов перегрузки, а электромагнитные - от токов короткого замыкания.

Действие тепловых расцепителей автоматов основано на использовании нагрева биметаллической пластинки, изготовленной из спая двух металлов с различными коэффициентами теплового расширения. В расцепителе при токе, превышающем тот, на который они выбраны, одна из пластин при нагреве удлиняется больше и вследствие большего ее удлинения воздействует на отключающий пружинный механизм. В результате чего коммутирующее устройство автомата размыкается.

Тепловой расцепитель автомата не защищает питающую линию или асинхронный двигатель от токов короткого замыкания. Это объясняется тем, что тепловой расцепитель, обладая большой тепловой инерцией, не успевает нагреться за малое время существования тока КЗ.

Электромагнитный расцепитель представляет собой электромагнит, который воздействует на отключающий пружинный механизм. Если ток в катушке превышает определенное, заранее установленное значение (ток трогания или ток срабатывания), то электромагнитный расцепитель отключает линию мгновенно. Настройку расцепителя на заданный ток срабатывания называют *уставкой тока*, уставку тока электромагнитного расцепителя на мгновенное срабатывание называют *отсечкой*. Электромагнитные расцепители не реагируют на токи перегрузки, если они меньше уставки срабатывания.

Таблица 3

### ***Характеристики автоматических выключателей напряжением до 1 кВ***

Тип	Номинальный ток,	Исполнение	Вид расцепителя	Селективность
Э	1000... 6300	Стационарное, выдвижное	Полупроводниковый	+
ВА62	1600	»	»	+
A3710Б... A3740Б	160... 630	Токоограничивающее	Полупроводниковый, электромагнитный	—
A3730С, A3740С	400, 630	»	Полупроводниковый	+

А3710Ф... А3730Ф	160...630	Нетокоограничивающее	Электромагнитный, термобиметаллический	
АЕ20	10... 100	»	Комбинированный	—
АП50Б	1,6...63	»	»	—

В зависимости от наличия механизмов, регулирующих время срабатывания расцепителей, автоматы разделяются на неселективные с временем срабатывания 0,02...0,1 с, селективные с регулируемой выдержкой времени и токоограничивающие с временем срабатывания не более 0,005 с.

В табл. 3 приведены некоторые характеристики автоматических выключателей.

### ***Контакторы и магнитные пускатели***

**Контактор** - это аппарат дистанционного действия, предназначенный для частых включений и отключений под нагрузкой силовых электрических цепей. Контакторы не защищают электрические цепи от ненормальных режимов, поскольку у них отсутствуют защитные элементы. Контактор состоит из электромагнитной системы, обеспечивающей дистанционное управление; главных контактов силовой цепи; дугогасительного устройства; блок-контактов, включаемых в цепь автоматики и сигнализации. Контакторы нашли широкое применение в силовых цепях переменного и постоянного тока.

В цепях переменного тока применяют преимущественно трехполюсные контакторы серии КТ с номинальными токами 63... 1000 А. Контакторы при числе полюсов два или три допускают 600... 1200 включений в час.

В сетях постоянного тока применяют контакторы серии КТП с номинальными токами 80...630 А.

**Магнитный пускатель** - это трехполюсный контактор переменного тока, в котором дополнительно встроены два тепловых реле защиты, включенных последовательно в две фазы главной цепи двигателя. Магнитные пускатели предназначены для управления (пуска, останова, реверса) трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором мощностью до 75 кВт, а также для защиты их от перегрузки. В отдельных случаях, магнитные пускатели используют для включения и отключения некоторых электроустановок, требующих дистанционного управления (наружное и внутреннее освещение, автоматизированные электроприводы и т. п.). Защита электродвигателя от перегрузок осуществляется тепловым реле РТ. Тепловое реле надежно защищает электродвигатель от перегрузки, но обеспечивает защиты от коротких замыканий.

Объясняется это тем, что тепловое реле имеет большую тепловую инерцию. При коротком замыкании ток может повредить цепи раньше, чем сработает тепловое реле. Кроме того, контакты магнитных пускателей не рассчитаны на отключение токов короткого замыкания. Поэтому в случае применения магнитных пускателей (с тепловыми реле для защиты от перегрузок) для защиты от токов коротких замыканий необходимо устанавливать последовательно с тепловыми реле плавкие предохранители или автоматы с электромагнитными расцепителями.

Магнитный пускатель отключает двигатель от сети при исчезновении напряжения или его понижении до 50...70% от номинального значения.

До последнего времени наибольшее применение в электрических сетях имели магнитные пускатели серий ПМЕ, ПАЕ, ПМА, однако в настоящее время они заменяются пускателями серий ПМЛ и ПКЛ на номинальные рабочие токи от 4 до 200 А.

Кроме указанных аппаратов в сетях напряжением до 1 кВ используются для коммутации кнопки управления, командоаппараты, переключатели и кнопочные посты управления.

### ***Назначение заземляющих устройств***

**Заземлитель** представляет собой металлический проводник или группу проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей.

Металлические проводники, соединяющие заземляемые части установки с заземлителем, называются заземляющими проводниками.

Совокупность заземлителей и заземляющих проводников называют заземляющим устройством, а преднамеренное электрическое соединение части электроустановки с заземляющим устройством – заземлением.

### **Заземляют следующие металлические части электроустановок:**

1. корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п,
2. приводы электрических аппаратов,
3. вторичные обмотки измерительных трансформаторов,
4. каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитов и шкафов,
5. конструкции распределительных устройств,
6. кабельные конструкции,
7. корпуса кабельных муфт,
8. оболочки и брони силовых и контрольных кабелей и проводов,
9. стальные трубы электропроводки и т. п.

На воздушных линиях напряжением 6 – 10кВ заземляют железобетонные и металлические опоры, расположенные в населенных местностях, а также каркасы и корпуса электрооборудования (разъединителей, предохранителей, разрядников), установленного на деревянных, железобетонных или металлических опорах.

### **Не заземляют:**

1. оборудование, установленное на заземленных металлических конструкциях (на опорных поверхностях должны быть зачищенные и не закрашенные места для обеспечения электрического контакта);
2. корпуса электроизмерительных приборов, реле, установленных на щитах, в шкафах, а также на стенах камер распределительных устройств;
3. съемные или открывающиеся части ограждений, шкафов и камер распределительных устройств, установленных на металлических заземленных каркасах.

Для заземления электроустановок различных напряжений используют общее заземляющее устройство.

***Оперативные переключения в электроустановках, особая ответственность при их выполнении***

Электрическое оборудование распределительных сетей (линии электропередачи, трансформаторы, коммутационные аппараты, устройства релейной защиты и автоматики и т.д.) может находиться в состоянии: работы, ремонта, резерва, автоматического резерва, под напряжением. Очевидно, что оперативное состояние оборудования определяется положением коммутационных аппаратов, которые предназначены для его отключения и включения под напряжение и в работу.

Оборудование считается находящимся в работе, если коммутационные аппараты в его цепи включены и образована замкнутая электрическая цепь между источником питания и приемником электроэнергии.

Вентильные и трубчатые разрядники, измерительные трансформаторы и другое оборудование, жестко (без разъединителей) подключенное к источнику питания и находящееся под напряжением, считается находящимся в работе.

Если оборудование отключено коммутационными аппаратами или расчиновано и подготовлено в соответствии с требованием Правил техники безопасности к производству работ, то независимо от выполнения в нем ремонтных работ в данный момент оно считается находящимся в ремонте.

Оборудование считается находящимся в резерве, если оно отключено коммутационными аппаратами и возможно включение его в работу с помощью этих коммутационных аппаратов вручную или с помощью устройства телемеханики.

Оборудование считается находящимся в автоматическом Резерве, если оно отключено коммутационными аппаратами, имеющими автоматический привод на включение, и может быть введено в работу действием автоматических устройств.

Оборудование считается находящимся под напряжением, если оно подключено коммутационными аппаратами к источнику питания, но не находится в работе (силовой трансформатор на холостом ходу; линия электропередачи, включенная только с одной стороны и отключенная с другой коммутационным аппаратом и т.д.).

Каждое устройство релейной защиты и автоматики может находиться во включенном (введенном) в работу и отключенном (выведенном) из работы состоянии.

Устройство релейной защиты и автоматики считается включенным в работу, если выходная цепь этого устройства с помощью отключающих устройств (накладок, оперативных контактных перемычек) подключена к электромагнитам управления включающего или отключающего коммутационного аппарата.

Устройство релейной защиты и автоматики считается отключенным,

если выходная цепь этого устройства отключена с помощью отключающего устройства от электромагнитов управления коммутационного аппарата.

Перевод оборудования из одного оперативного состояния в другое происходит в результате оперативных переключений, производимых персоналом оперативно-выездных бригад (ОВБ), а также оперативно-ремонтным и другим персоналом, допущенным к оперативной работе. Изменение оперативного состояния оборудования может произойти и в результате срабатываний устройств релейной защиты и автоматики при разного рода нарушениях в работе распределительных сетей.

Изменением оперативного состояния оборудования электроустановок распределительных сетей в нормальном режиме работы, а также при ликвидации аварий руководит диспетчер района распределительных сетей (РРС), в оперативном управлении которого находятся это оборудование и устройства релейной защиты и автоматики.

Под оперативным управлением здесь понимается способ управления оборудованием, при котором переключения в электроустановках могут выполняться только по распоряжению диспетчера РРС и в последовательности, определяемой диспетчером. И только в неотложных случаях, когда промедление со снятием напряжения с электроустановки связано с опасностью для жизни людей или угрозой сохранности оборудования (например, при пожаре), оперативному персоналу разрешается в соответствии с местными инструкциями выполнять необходимые отключения оборудования, находящегося в оперативном управлении диспетчера РРС, без получения его распоряжения, но с последующим уведомлением диспетчера о всех выполненных операциях при первой же возможности.

В ряде случаев в зависимости от наличия связи с диспетчером РРС, территориального расположения электроустановок, схемы сети и других условий оборудование напряжением 0,4 кВ может находиться в оперативном управлении мастера участка (или другого персонала, наделенного правами оперативного обслуживания) и одновременно в оперативном ведении диспетчера РРС.

Оперативное ведение диспетчера РРС – это также способ управления оборудованием, которое передано в оперативное управление персоналу нижестоящих ступеней. Все переключения при таком способе управления производятся лишь после получения согласия (разрешения) диспетчера РРС на переключения, последовательность которых устанавливается уже самостоятельно тем персоналом, в управление которому передано оборудование.

Оборудование на центрах питания, как правило, находится в оперативном управлении диспетчера ПЭС. Поэтому отключения для ремонта и включения в работу линий, питающих распределительную сеть, а также переключения, связанные с изменением эксплуатационных режимов работы оборудования на центрах питания, выполняются под руководством



диспетчера ПЭС. При этом последовательность выполнения операций по отключению и включению линий, питающих распределительные сети, диспетчер ПЭС предварительно согласовывает с диспетчером РРС, а затем уже диспетчер РРС отдает распоряжение о переключении на РП, РТП, ЗТП и ТП распределительных сетей "своему" подчиненному оперативному персоналу.

Перечень оборудования, находящегося в оперативном управлении и в оперативном ведении диспетчера ПЭС и диспетчера РРС, а также переданного в оперативное управление персоналу низших ступеней диспетчерского управления, устанавливаются распоряжением по ПЭС.

Таким образом, каждый элемент оборудования электроустановок распределительных сетей может находиться в оперативном управлении только одного лица: диспетчера ПЭС, диспетчера РРС, мастера участка и т.д.

Линии электропередачи (линии связи), соединяющие сети двух смежных РРС и пересекающие территориальную границу между ними, находятся, как правило, в оперативном управлении диспетчера одного РРС и в то же время – в оперативном ведении диспетчера другого РРС. При таком способе оперативных взаимоотношений соблюдается принцип централизации управления оборудованием и учитывается влияние оперативных состояний линий связи на режим и надежность работы обеих распределительных сетей.

Распоряжение о переключении отдается диспетчером РРС оперативному персоналу непосредственно или с использованием средств связи (телефон, радио). Содержание распоряжения определяется диспетчером, который учитывает сложность задания, надежность работы средств связи, состояние проезжих дорог между электроустановками и другие условия, отражающиеся на выполнении распоряжения. В распоряжении указывается цель и последовательность выполнения операций. При переключениях в схемах релейной защиты и автоматики называется наименование присоединения, автоматического устройства и операция, которую следует выполнить.

Лицо, получившее распоряжение, обязано повторить его и получить подтверждение в том, что распоряжение понято им правильно. Такой порядок целесообразен потому, что при повторении появляется возможность взаимного контроля и своевременного исправления ошибки, если она будет допущена отдающим или принимающим распоряжение.

Оба участника оперативных переговоров должны ясно представлять себе последовательность намеченных операций и понимать, что их выполнение допустимо по состоянию схемы и режиму работы оборудования. Режим работы оборудования должен, как правило, проверяться до начала переключений, а также в процессе их (если это возможно) с тем, чтобы не допустить возникновения утяжеленных режимов работы (перегрузок, отклонений напряжения от номинального значения и т.д.).

Полученное оперативным персоналом распоряжение записывается в

оперативный журнал, последовательность операций проверяется по оперативной схеме участка сети, на которой должны быть отмечены положения коммутационных аппаратов к моменту получения распоряжения.

С содержанием полученного распоряжения должно быть ознакомлено второе лицо ОВБ, если оно принимает участие в переключениях. Последовательность предстоящих операций не должна вызывать никаких сомнений у лиц, готовящихся к их выполнению. Запрещается оперативному персоналу приступать к выполнению непонятного для него распоряжения.

Как показала практика, диспетчеру РРС не следует одновременно с выдачей распоряжения о переключении давать и разрешение на подготовку рабочего места, и допуск к работе. Разрешение на подготовку рабочего места и допуск к работе должны выдаваться после сообщения оперативного персонала о завершении переключений согласно полученному ранее распоряжению.

Отметим еще и тот факт, что если распоряжение получено оперативным персоналом, то он уже не может вносить в него какие-либо изменения, а также отказываться от выполнения, кроме случаев, когда выполнение распоряжения диспетчера угрожает жизни людей и сохранности оборудования. Об отказе выполнить распоряжение (в связи с возникшей и непредвиденной ранее ситуацией) оперативный персонал ставит в известность диспетчера, отдавшего распоряжение о переключении.

#### ***Бланки переключений***

Переключения на электроустановках распределительных сетей, требующие соблюдения строгой последовательности оперативных действий, выполняются по бланкам переключений. Бланк переключений является единственным оперативным документом, которым персонал пользуется непосредственно на месте выполнения операций – в этом его целесообразность.

В бланках переключений указываются операции с коммутационными аппаратами и цепями оперативного тока; операции по включению и отключению стационарных заземлителей, а также по наложению и снятию переносных заземлений; операции по фазировке; по отключению и включению устройств релейной защиты и автоматики и др.

Кроме того, в бланках переключений должны указываться и наиболее важные проверочные действия: проверки на месте положений выключателей и разъединителей; проверки положения выключателей в КРУ и КРУН перед каждым перемещением тележек в шкафах; проверка отсутствия напряжения на токопроводящих частях перед их заземлением и т.д.

Операции и проверочные действия, вносимые в бланки переключений, должны следовать в порядке очередности их выполнения, иначе применение бланков переключений теряет смысл. Для удобства учета выполненных операций (проверочных действий) каждая из них должна иметь порядковый номер.

На проведение сравнительно простых переключений (4 – 5 операций)

бланки установленной в энергосистеме формы, как правило, составляются самим оперативным персоналом после получения распоряжения о переключении и записи его в оперативном журнале. Допускается также и заблаговременное составление бланков переключений в течение смены персоналом, который будет выполнять переключения.

При составлении бланка переключений персонал тщательно продумывает содержание полученного распоряжения и намечает последовательность его выполнения.

Однако само по себе составление бланка переключений еще не гарантирует безошибочности выполнения операций. Необходимо правильное составление бланка и правильное пользование им в процессе переключений. Имеющиеся сведения об авариях, происшедших по вине оперативного персонала, говорят о том, что хотя переключения выполнялись и с выпиской бланка переключений, но иногда бланки были неправильно составлены, либо операции проводились не в той последовательности, которая указывалась в бланках либо ими вообще не пользовались.

Бланками переключений нельзя пользоваться пассивно. Каждая операция перед ее выполнением должна быть осмыслена. Необходим тщательный и своевременный самоконтроль, так как допущенные ошибки часто бывают непоправимы.

В целях исключения ошибок при составлении бланков переключений и экономии времени, затрачиваемого на их составление, используются так называемые типовые бланки переключений. Эти бланки заранее разрабатываются персоналом РРС, как правило, на переключения, содержащие большое число операций и проверочных действий. Переключения, на которые должны составляться типовые бланки, устанавливаются руководством РРС.

#### ***Порядок действий персонала при переключениях***

Переключения в электроустановках 0,4 -10 кВ могут выполняться одним или двумя лицами – это определяется местными условиями. При участии в переключениях двух лиц одно из них назначается старшим. На него обычно возлагаются функции контроля за проведением переключений. Низшее по должности лицо выступает в роли исполнителя. Однако ответственность за переключения лежит на обоих.

Не разрешается изменение установленного инструкциями распределения обязанностей между персоналом во время переключений. Запрещается и уклонение от их выполнения. Нельзя, например, допускать, чтобы оба участника переключений, надеясь на свой опыт, одновременно выполняли операции с аппаратами, пренебрегая при этом необходимостью контроля, что, к сожалению, нередко делается в целях «ускорения» процесса переключений.

Если операции выполняются по бланку переключений, то персонал, имея его при себе, действует следующим образом: на месте выполнения операции проверяет по надписи наименование электрической цепи и

название коммутационного аппарата, к приводу которого он подошел. Выполнение операций по памяти без прочтения надписи у привода аппарата категорически запрещается; убедившись в правильности выбора коммутационного аппарата, зачитывает по бланку содержание операции и после этого выполняет ее. При участии в переключениях двух лиц операция выполняется после повторения ее содержания исполнителем и подтверждения правильности контролирующим; выполненную операцию отмечает в бланке, чтобы избежать пропуска очередной операции.

Напомним, что все операции при переключениях оперативный персонал должен производить при безусловном выполнении правил личной безопасности; применять защитные средства (перчатки, изоляционные штанги, индикаторы напряжения и т.д.); соблюдать установленный порядок при наложении и снятии переносных заземлений; наблюдать за работой блокировочных устройств; своевременно вывешивать и снимать плакаты с приводов коммутационных аппаратов и т.д.

Персоналу следует помнить, что при выполнении переключений одним лицом его действия с аппаратами никем не контролируются. Переключения необходимо выполнять строго по бланку, изменять установленную в нем последовательность операции не допускается. При возникновении сомнений в правильности выполняемых операций переключения следует прекратить и обратиться к диспетчеру, отдавшему распоряжение о переключении, за разъяснением.

#### ***Информация о выполнении распоряжения***

После окончания переключений в бланке записывается время их окончания. В оперативном журнале производится запись о выполнении распоряжения. Вносятся изменения в оперативную схему электроустановки (участка сети). После этого об окончании переключений и выполнении распоряжения информируется диспетчер, от которого было получено распоряжение. Информацию передает лицо, получившее распоряжение.

#### ***Предупреждение ошибок при переключениях***

При переключениях на электроустановках персонал иногда допускает ошибки, что нередко является причиной крупных аварий и различных нарушений в работе электроустановки. Те, кто совершают ошибочные действия, потом с трудом припоминают мотивы, побудившие их к этому. Однако анализ показывает, что ошибки возникают вследствие нарушений оперативной дисциплины, являются результатом сложной нервной деятельности оперативного персонала, его поведения при работе в особых условиях. Особенность условий работы оперативного персонала состоит в том, что переключения приходится вести в распределительных устройствах, где много внешне одинаковых ячеек, оборудование которых может в одно и то же время находиться в работе, в ремонте, в резерве и оставаться при этом полностью или частично под высоким напряжением, что невозможно наблюдать визуально. При некотором стечении обстоятельств вероятность принять один элемент оборудования за другой тут очень велика. Поэтому

окружающая обстановка и сам характер оперативной работы требуют от персонала осмотрительности, хорошей памяти и безупречного соблюдения оперативной дисциплины.

Оперативная дисциплина – это строгое и точное соблюдение персоналом определенного порядка при переключениях и поведения на рабочем месте, установленных правилами технической эксплуатации и техники безопасности, должностными положениями и инструкциями.

Оперативная дисциплина – одно из неперемных условий нормальной работы электроустановок. Благодаря ей действия персонала при переключениях принимают упорядоченный характер, что обеспечивает нормальное функционирование электроустановок.

Оперативная дисциплина основывается на понимании каждым оперативным работником своего долга и личной ответственности. Когда эти чувства перестают быть внутренними пружинами действий человека, возникают разного рода отклонения в поведении, которые приводят к нарушениям существующих порядков и правил. В цепи же нарушений (даже ничтожно малых) всегда найдется и такое, которое приведет к аварии.

К основным нервным (психофизиологическим) факторам, способствующим безошибочной работе персонала, следует отнести внимание и самонаблюдение.

Внимание – сложное психическое явление, выражающееся в избирательности восприятия, направленности сознания на определенный объект. Оно возникает в связи с какой-либо деятельностью, проводимой на объекте, и является необходимым условием ее сознательного осуществления. Сосредоточение внимания проявляется в большей или меньшей углубленности в работу. Чем больше концентрируется внимание на главном, чем меньше отвлечений второстепенными деталями, тем меньше допускаются ошибок.

Самонаблюдение (самоконтроль) – это наблюдение, объектом которого является психическое состояние и действия самого же наблюдающего лица. Оно контролируется сознанием и является одним из условий безошибочной работы. Надо наблюдать за своим поведением, уметь запоминать и оценивать свои действия.

В практической работе оба фактора (внимание и самонаблюдение) почти всегда действуют одновременно. Невнимательность и отсутствие самоконтроля приводят к ошибкам.

Оперативное действие – это результат проявления физической деятельности и мышления персонала в процессе переключений. Объектами действия являются элементы схем первичной и вторичной коммутации – выключатели, разъединители, заземляющие устройства, приводы, аппаратура вторичных цепей и т.д. При переключениях на них направляется все внимание персонала, все его движения связываются с поставленной задачей в строгой последовательности. Внимание и самонаблюдение играют при этом решающую роль: они организуют и направляют действия персонала,

оберегая его от ошибок. Правильные действия (действия, соответствующие установленному порядку) всегда определяются целью и совершаются под контролем сознания. При этом персонал выбирает наиболее целесообразные движения, стремится сократить время и трудоемкость операций. Неосознанные действия в лучшем случае бесполезны, в худшем – приводят к ошибкам, являющимся источником аварий и несчастных случаев с людьми. Ошибки при переключениях обычно непоправимы.

Оперативные действия – это и реально проводимые операции с оборудованием, и различного рода проверки, информирующие персонал о благополучном завершении и правильности операций.

Необходимость проверок связана с тем, что не существует безотказно работающих аппаратов. При неисправностях возможны отказы в четкой работе как самих коммутационных аппаратов, так и устройств управления ими. Проверки осуществляются путем непосредственных визуальных наблюдений аппаратов, по показаниям различных сигнальных систем, измерительных приборов и т.п.

Надо помнить, что каждая операция с оборудованием и проверка ее исполнения – два понятия, взаимно дополняющие друг друга.

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Основные электрические аппараты. Их назначение и условное изображение на электрических схемах.
2. Понятие о принципах выбора электроаппаратов и сечения проводников.
3. Назначение и конструкция заземляющих устройств, правила присоединения корпусов электрооборудования и переносного электроинструмента к контуру заземления.
4. Оперативные переключения в электроустановках, особая ответственность при их выполнении.

## **ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Особенностью действия электрического тока на человека является его невидимость. Эта особенность обуславливает тот фактор, что практически все рабочие и нерабочие места, где имеется электрооборудование (переносные электроприемники) под напряжением, считаются опасными. В каждом таком месте нельзя считать исключенной опасность поражения человека электрическим током. Воздействовать на человека может электрический ток, а также электрическая дуга (молния), статическое электричество, электромагнитное поле.

Если через организм человека протекает электрический ток, то он может вызывать разнообразный характер воздействия на различные органы, в том числе центральную нервную систему.

## Чем опасен электрический ток



Тело человека является проводником электрического тока. Однако проводимость живой ткани в отличие от проводимости обычных проводников обусловлена не только физическими свойствами, но и сложными биохимическими и биофизическими процессами, присущими живой материи. В результате чего, сопротивление тела человека является переменной величиной, имеющей нелинейную зависимость от множества факторов, в том числе от состояния кожи, физиологических процессов, протекающих в организме, параметров электрической цепи, состояния окружающей среды.

Важнейшим условием поражения человека электрическим током является путь этого тока. Если на пути тока оказываются жизненно важные органы (сердце, легкие, головной мозг), то опасность смертельного поражения очень велика. Если же ток проходит иными путями, то воздействие его на жизненно важные органы может быть лишь рефлекторным. При этом опасность смертельного поражения хотя и сохраняется, но вероятность ее резко снижается.

Ток протекает только в замкнутой цепи. Поэтому имеет место как входная точка (участок) тела человека, так и точка выхода электрического тока. Возможных путей тока в теле человека неисчислимо количество. Однако характерным можно считать следующие:

- рука – рука;
- рука – нога;
- нога – нога;

- голова – рука;
- голова – нога.

Степень опасности различных петель тока можно оценить по относительному количеству случаев потери сознания во время воздействия тока, а также по значению тока, проходящего через область сердца. Наиболее опасными являются петли «голова – рука» и «голова – нога», когда ток может проходить не только через сердце, но и через головной и спинной мозг.

Проходя через организм человека, электрический ток может производить термическое, электролитическое, механическое, биологическое действия:

- Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высоких температур кровеносных сосудов, крови, нервной ткани, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

- Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

- Механическое (динамическое) воздействие тока проявляется в возникновении давления в кровеносных сосудах и тканях организма при нагреве крови и другой жидкости, а также смещении и механическом напряжении тканей в результате непроизвольного сокращения мышц и воздействия электродинамических сил.

- Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме.

Электрически ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию – возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов, когда живые образования переходят из состояния относительного физиологического покоя в состояние нестабильности.

Если ток проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. Такое воздействие называется прямым. Однако действие тока может быть не только прямым, но и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему. Иначе, ток может вызвать возбуждение и тех тканей, которые не находятся на его пути.

В этом случае, при прохождении через организм человека тока, центральная нервная система может подать нецелесообразную исполнительную команду, что приводит к серьезным нарушениям деятельности жизненно важных органов, в том числе сердца и легких.

В живой ткани (в мышцах, сердце, легких), а также центральной и периферической нервной системе постоянно возникают электрические



потенциалы (биопотенциалы). Внешний ток, взаимодействуя с биотоками, может нарушить нормальный характер из воздействия на ткани и органы человека, подавить биотоки и тем самым вызвать серьезные расстройства в организме вплоть до его гибели. Аналогичное воздействие оказывает на организм электромагнитное поле.

Многообразие действия электрического тока на организм приводит к различным электротравмам. Условно все электротравмы можно разделить на местные и общие.

К местным электротравмам относятся местные повреждения организма или ярко выраженные местные нарушения целостности тканей тела, в том числе костных тканей, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги.

К наиболее характерным местным травмам относятся электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

Электрический ожог (покровный) возникает, как правило, в электроустановках до 1000 В. При более высоком напряжении возникает электрическая дуга или искра, что вызывает дуговой электрический ожог.

Токовый ожог участка тела является следствием преобразования энергии электрического тока, проходящего через этот участок, в тепловую. Этот ожог определяется величиной тока, временем его прохождения и сопротивлением участка тела, подвергнувшегося воздействию тока. Максимальное количество теплоты выделяется в местах контакта проводника с кожей. Поэтому в основном токовый ожог является ожогом кожи. Однако токовым ожогом могут быть повреждены и подкожные ткани. При токах высокой частоты наиболее подвержены токовым ожогам внутренние органы.

Электрическая дуга вызывает обширные ожоги тела человека. При этом поражение носит тяжелый характер и нередко оканчивается смертью пострадавшего.

### ***Шаговое напряжение***

Шаговое напряжение обуславливается растекания электрического тока по поверхности земли в случае однофазного замыкания на землю провода ВЛ и т.д.

Если человек будет стоять на поверхности земли в зоне растекания электрического тока, то на длине шага возникнет напряжение, и через его тело будет проходить электрический ток. Величина этого напряжения, называемого шаговым, зависит от ширины шага и места расположения человека. Чем ближе человек стоит к месту замыкания, тем больше величина шагового напряжения.

Величина опасной зоны шаговых напряжений зависит от величины напряжения электролинии. Чем выше напряжение ВЛ, тем больше опасная зона. Считается, что на расстоянии 8 м от места замыкания электрического провода напряжением выше 1000 В опасная зона шагового напряжения отсутствует. При напряжении электрического провода ниже 1000 В величина

зоны шагового напряжения составляет 5 м.

Чтобы избежать поражения электрическим током, человек должен выходить из зоны шагового напряжения короткими шажками, не отрывая одной ноги от другой.

При наличии защитных средств из диэлектрической резины (боты, галоши) можно воспользоваться ими для выхода из зоны шагового напряжения.

Не допускается выпрыгивать из зоны шагового напряжения на одной ноге.

В случае падения человека (на руки) значительно увеличивается величина шагового напряжения, следовательно, и величина тока, который будет проходить через его тело и жизненно важные органы – сердце, легкие, головной мозг.

Если в результате соприкосновения с токоведущими частями или при возникновении электрического разряда механизм или грузоподъемная машина окажутся под напряжением, прикасаться к ним и спускаться с них на землю или подниматься на них до снятия напряжения не разрешается

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Особенности действия тока на человека.
2. Электрическое сопротивление тела человека, факторы, влияющие на сопротивление тела человека.
3. Влияние пути прохождения тока по телу человека на опасность поражения электрическим током.
4. Предельно допустимые значения тока и напряжения.
5. Виды электротравм, местные электротравмы и электрические удары.
6. Напряжение прикосновения, напряжения шага.

## **ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ**

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.

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 («нулем»), 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. 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 электромолотков, 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. Вращающиеся преобразователи частоты менее надежны и долговечны по сравнению с разделяющими трансформаторами и дороже их, но зато позволяют применять легкие электроинструменты, работающие на пониженном напряжении и повышенной частоте, например при 36 В и 200 Гц, полностью изолированные от первичной сети.

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. Понижение напряжения сети 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. Устройства для понижения напряжения до 12 В во вторичной цепи сварочных трансформаторов, срабатывающие автоматически с выдержкой времени не более 0,5 с после обрыва дуги. Имеются образцы таких устройств, ограничивающих напряжение холостого хода до 8 В при времени срабатывания до 0,15 с или автоматически отключающих трансформатор при холостом ходе.

12. 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.

13. 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. Аналогичные сигнализаторы монтируются и на касках рабочих.

14. 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. Сюда относятся: добавочные потери как в линиях и подстанциях, так и в электродвигателях; вибрация электродвигателей, приносящая ущерб изоляции обмоток и сокращающая срок службы; протекание тока и появление напряжения в нулевом проводе; возникновение напряжения на металлических трубопроводах и оболочках кабелей, на фундаментах и конструкциях самых различных сооружений. Помимо опасности электротравматизма, это создает повышенную коррозию металла, в частности стальной арматуры железобетонных конструкций, что может снизить надежность и долговечность стальных и железобетонных конструкций.

Напряжение на нулевом проводе можно несколько снизить увеличением сечения нулевого провода, но это вызывает дополнительный расход металла. Снижение сопротивления нулевого провода может быть достигнуто также и другими средствами, например автоматическим подключением «фонарного» провода (включающего светильники наружного освещения) в светлое время суток параллельно нулевому проводу. Общее снижение сопротивления системы зануления обеспечивается и повторными заземлениями нулевого провода; они работают и в случае обрыва нулевого провода.

Важной мерой является профилактика электротравматизма среди производственного персонала и населения. Эта работа ведется в четырех основных направлениях.

Обучение и повышение квалификации персонала. Практика показала, что с увеличением стажа работы персонала частота электротравматизма резко снижается, что еще раз показывает значение высокой квалификации и опыта персонала, допускаемого к выполнению работ в действующих электроустановках, важность закрепления установок за постоянными рабочими. Здесь необходимо напомнить, что электрифицированными инструментами и приборами пользуются работники разных профессий, и электромонтеры должны следить и за их электробезопасностью.

Предупреждение электротравматизма путем выявления при обследованиях в порядке надзора нарушений правил и норм технического состояния электроустановок и их эксплуатации.

Выявление для изъятия из эксплуатации или прекращения изготовления электрооборудования и изделий, не отвечающих требованиям электробезопасности.

Расследование случаев поражения электрическим током с разработкой мероприятий по устранению причин и условий возникновения подобных случаев, а также проведение систематической разъяснительной работы по вопросам электробезопасности с производственным персоналом и с населением, осуществляемой органами электронadzора.

Известно, что степень и исход поражения человека или животного электрическим током зависит от тока и времени его воздействия на организм. Опасный ток есть следствие повышенного напряжения прикосновения, либо следствие пониженного сопротивления цепи. Таким образом, электробезопасность можно обеспечить различными способами: снижением тока за счет понижения напряжения прикосновения путем устройства заземления; снижением опасности путем быстрого автоматического отключения аварийного участка защитой при устройстве зануления; повышением сопротивления цепи тока через человека за счет изоляции и т. д.

Способ повышения сопротивления цепи применяется в ряде случаев, например путем использования средств индивидуальной защиты или двойной изоляции. Однако не всегда этот способ достаточно надежен, так как сопротивление цепи изменяется в широких пределах. Сопротивление полов в зависимости от их конструкции и влажности или сопротивление обуви в зависимости от ее влажности изменяется в тысячи раз. То же относится к сопротивлению поверхности земли. Если учесть, что сопротивление тела человека также может широко изменяться в зависимости от многих причин (оно уменьшается во много раз при влажности, жаре, при падении атмосферного давления, в плохую погоду, при незаметных с виду повреждениях кожи и др.), то следует признать, что сопротивление цепи тока через человека является величиной, в большой мере случайной.

Другое дело – понижение напряжения прикосновения, которое легко рассчитать и обеспечить выполнением такого сравнительно простого мероприятия, как заземление. Для полной электробезопасности в условиях наиболее тяжелых аварийных режимов, таких как обрыв пулевого провода с одновременным замыканием фазы на землю и др., применяют дополнительные меры, например выравнивание потенциалов путем устройства заземленной металлической выравнивающей сетки в земле или в полу.

В практических условиях эксплуатации промышленных и сельских электроустановок в настоящее время понижение напряжения прикосновения является наиболее доступным средством электробезопасности.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Общие требования. Защиты при косвенном прикосновении.
2. Заземляющие средства заземления.
3. Автоматические отключения питания.
4. Уравнивание потенциалов, двойная или усиленная изоляция.
5. Защитное электрическое заземление цепей, изолирующие (не проводящие) помещения, зоны, площади.
6. Защита от прямого прикосновения.

## **ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ**

Работы в электроустановках в отношении мер безопасности подразделяются на три категории: со снятием напряжения; без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них; без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением. при одновременной работе в электроустановках напряжением до и выше 1000 В категории работ определяются применительно к электроустановкам выше 1000 В.

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

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

В электроустановках напряжением выше 1000 В, а также на ВЛ напряжением до 1000В к этим же работам относятся работы, выполняемые на расстояниях от токоведущих частей меньше указанных в таблице 2.3. при определении допустимых расстояний в электроустановках других напряжений, фактические напряжения следует относить к следующим большим значениям напряжений, указанных в приведенной таблице.

Таблица 4.

**Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением (м)**

Напряжение, кВ	Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений от временных ограждений, м	Расстояние от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положениях, от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов, м
До 1 кВ На ВЛ	0,6	1,0
До 1 кВ в остальных электроустановках	не нормируется (без прикосновения)	1,0
От 6 до 35 кВ	0,6	1,0
110 кВ	1,0	1,5
150 кВ	1,5	2,0
220 кВ	2,0	2,5
330 кВ	2,5	3,5
От 400 до 500 кВ	3,5	4,5
750 кВ	5,0	6,0
800 кВ	3,5	4,5
1150 кВ	8,0	10,0

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

В электроустановках напряжением выше 1000 В работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны производиться с применением средств защиты для изоляции работника от токоведущих частей либо от земли. При изоляции работника от земли работы должны осуществляться в соответствии со специальными инструкциями или технологическими картами, в которых предусмотрены необходимые меры безопасности.

При работе в электроустановках напряжением выше 1000 В работы без снятия напряжения на токоведущих частях или вблизи них необходимо: оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение; работать в диэлектрической обуви или стоя на изолирующей подставке либо на диэлектрическом ковре; применять инструмент с изолирующими рукоятками (у отверток, кроме того, должен быть изолирован стержень); при отсутствии такого инструмента следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

При производстве работ без снятия напряжения на токоведущих частях с помощью изолирующих средств защиты необходимо: держать изолирующие части средств защиты за рукоятки до ограничительного



кольца; располагать изолирующие части средств защиты так, чтобы не возникла опасность перекрытия по поверхности изоляции между токоведущими частями двух фаз или замыкания на землю; пользоваться только сухими и чистыми изолирующими частями средств защиты с неповрежденным лаковым покрытием. при обнаружении нарушения лакового покрытия или других неисправностей изолирующих частей средств защиты, пользование ими должно быть немедленно прекращено.

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

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

В электроустановках запрещается работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет меньше указанного в графе 2 таблицы 2.3. При производстве работ вблизи не огражденных токоведущих частей запрещается располагаться так, чтобы эти части находились сзади или с обеих сторон.

Вносить длинные предметы (трубы, лестницы и т.п.) и работать с ними в РУ, в которых не исключена возможность случайного прикосновения к частям, находящимся под напряжением, необходимо вдвоем под постоянным наблюдением руководителя работ. применяемые для ремонтных работ подмости и лестницы должны быть изготовлены по ГОСТ (ДСТУ) или ТУ на них. Основания лестниц, устанавливаемых на гладких поверхностях, должны быть оббиты резиной, а на основаниях лестниц, устанавливаемых на земле, должны быть острые металлические наконечники. Лестницы должны верхним концом надежно опираться на прочную опору. При необходимости опереть лестницу на провод она должна быть снабжена крючками в верхней части. Связанные лестницы применять запрещается. при установке приставных лестниц на подкрановых балках, элементах металлических конструкций и т.п. необходимо надежно прикрепить верх и низ лестницы к конструкциям. при обслуживании, а также ремонтах электроустановок применение металлических лестниц запрещается.

Работу с использованием лестниц выполняют два работника, один из которых находится внизу. стоя на ящиках и других посторонних предметах, выполнять работы запрещается.

Работа на концевых опорах ВЛ, находящихся на территории ОРУ.

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

В пролете пересечения в ОРУ и на ВЛ при замене проводов (тросов) и относящихся к ним изоляторов и арматуры, расположенных ниже проводов,

находящихся под напряжением, через заменяемые провода (тросы) должны быть перекинута канаты из растительных или синтетических волокон. Канаты следует перекидывать в двух местах пересечения, закрепляя их концы за якоря, конструкции и т.п. Подъем провода (троса) должен осуществляться плавно, без рывков.

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

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

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

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

При обнаружении замыкания на землю в электроустановках 6-35 кВ запрещается приближаться на расстояние менее 4 м в закрытых и менее 8 м в открытых РУ и на ВЛ. приближение к этому месту на более близкое расстояние допускается только для производства операций с коммутационной аппаратурой для ликвидации замыкания на землю, а также при необходимости освобождения людей, попавших под напряжение, и оказания им первой помощи. В этих случаях обязательно следует пользоваться как основными, так и дополнительными электрозащитными средствами.

Работникам 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, позволяющие снять напряжение. под напряжением и под нагрузкой допускается снимать и устанавливать

предохранители трансформаторов напряжения, предохранители пробочного типа в сетях освещения и во вторичных цепях.

При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться: в электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующими клещами (штангой), диэлектрическими перчатками и защитными очками (маской); в электроустановках до 1000 В изолирующими клещами или диэлектрическими перчатками, а при наличии открытых плавких вставок и защитными очками (маской).

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

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

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

При производстве земляных, сварочных, взрывных работ, работ с применением специальных подъемников, грузоподъемных, землеройных машин и других механизмов в охранной зоне действующих ВЛ и КЛ следует руководствоваться соответствующими Правилами и нормами безопасного выполнения этих видов работ.

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

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

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

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Работы в электроустановках в отношении мер безопасности: со снятием напряжения; без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них.
2. Работы со снятием напряжения – выполняемые в электроустановке (или части её), в которой с токоведущих частей снято напряжение.

3. Работы без снятия напряжения на токоведущих частях, и вблизи них – работы, производимые непосредственно на этих частях либо вблизи от них.
4. Работы, выполняемые на расстояниях от токоведущих частей, менее допустимых.

### **СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ (СЗ), ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ. ПОРЯДОК И ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ СЗ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Средства защиты, используемые в электроустановках, должны удовлетворять требованиям, соответствующим государственному стандарту и «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках», утвержденной Приказом Минэнерго России № 261 от 30.06.2003 года.

При работе в электроустановках используются:

1. средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитные средства);
2. средства защиты от электрических полей повышенной напряженности коллективные и индивидуальные (в электроустановках напряжением 330 кВ и выше);
3. средства индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с государственным стандартом (средства защиты головы, глаз и лица, рук, органов дыхания, от падения с высоты, одежда специальная защитная).

#### ***Электрозащитные средства***

К электрозащитным средствам относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- сигнализаторы наличия напряжения индивидуальные и стационарные;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля);
- диэлектрические перчатки, галоши, боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты и ширмы);
- изолирующие накладки и колпаки;
- ручной изолирующий инструмент;
- переносные заземления;
- плакаты и знаки безопасности;
- специальные средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше;

- гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000 В;
- лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Таблица 5.

**Основные и дополнительные изолирующие электротехнические средства**

<b>изолирующие электротехнические средства для электроустановок напряжением выше 1000 В</b>	
<b>основные</b>	<b>дополнительные</b>
1. изолирующие штанги всех видов	1. диэлектрические перчатки и боты
2. изолирующие клещи	2. диэлектрические ковры и изолирующие подставки
3. указатели напряжения	3. изолирующие колпаки и накладки
4. устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля и т.п.)	4. штанги для переноса и выравнивания потенциала
5. специальные средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше (кроме штанг для переноса и выравнивания потенциала)	5. лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые
<b>изолирующие электротехнические средства для электроустановок напряжением до 1000 В</b>	
<b>основные</b>	<b>дополнительные</b>
1. изолирующие штанги всех видов	1. диэлектрические галоши
2. изолирующие клещи	2. диэлектрические ковры и изолирующие подставки
3. указатели напряжения	3. изолирующие колпаки, покрытия и накладки
4. электроизмерительные клещи	4. лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые
5. диэлектрические перчатки	
6. ручной изолирующий инструмент	

## ***Средства защиты от электрических полей повышенной напряженности***

К средствам защиты от электрических полей повышенной напряженности относятся комплекты индивидуальные экранирующие для работ на потенциале провода воздушной линии электропередачи (ВЛ) и на потенциале земли в открытом распределительном устройстве (ОРУ) и на ВЛ, а также съемные и переносные экранирующие устройства и плакаты безопасности.

При подъеме на оборудование и конструкции, расположенные в зоне влияния электрических полей (ЭП), средства защиты должны применяться независимо от значения напряженности ЭП. При работе с помощью телескопической вышки или гидроподъемника их корзины (люльки) следует снабжать съемным экраном или применять комплекты индивидуальные экранирующие.

### ***Средства индивидуальной защиты***

В электроустановках применяются следующие средства индивидуальной защиты:

- средства защиты головы (каска защитные);
- средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные);
- средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы);
- средства защиты рук (рукавицы);
- средства защиты от падения с высоты (пояса предохранительные и канаты страховочные);
- одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги).

При выборе конкретных видов СИЗ следует пользоваться соответствующими каталогами и рекомендациями по их применению.

При использовании основных изолирующих электротехнических средств достаточно применение одного дополнительного, за исключением особо оговоренных случаев.

При необходимости защитить работающего от напряжения шага диэлектрические боты или галоши могут использоваться без основных средств защиты.

Испытание средств защиты проводят после изготовления - приемосдаточные, и периодически в объемах и в сроки устанавливаемые ГОСТ и ТУ. Перед испытанием средства защиты подвергаются наружному осмотру, при обнаружении неисправностей средства защиты должны быть направлены в ремонт.

При электрических испытаниях изолирующей части средства защиты напряжение прикладывается между рабочей частью и наложенным заземлением у ограничительного кольца. При фарфоровой изоляции напряжение прикладывается к обоим концам изоляторов.

Время испытания отсчитывается с момента приложения полного испытательного напряжения. Не выдержавшие испытания средства защиты -

пробой, перекрытия, разряды или повышенные против норм токи утечки должны браковаться, изыматься из эксплуатации или направляться в ремонт.

На выдержавшие испытания средства защиты (кроме инструмента с изолирующими рукоятками и указателей напряжения до 1000 В) должен ставиться штамп, форма которого зависит от вида средств защиты.

Таблица 6.

**Нормы и сроки эксплуатационных испытаний средств защиты**

Средство защиты	Напряжение эл.установок и линий	Испытательное напряжение	Продолж., мин	Ток через изделие мА, не более	Периодичность испытаний
Перчатки резиновые диэлектрические	Все напряжения	6 кВ	1	6,0	1 раз в 6 мес.
Боты резиновые диэлектрические	Все напряжения	15 кВ	1	7,5	1 раз в 36 мес.
Галоши диэлектрические	До 1000 В	3,5 кВ	1	2,0	1 раз в 12 мес.
Сапоги диэлектрические	До 1000 В	3,5 кВ	1	10	1 раз в 12 мес.
Колпаки диэлектрические	До 10 кВ	10 кВ	1	-	Осмотр 1 раз в 12 мес. Испытание 1 раз в 36 мес.
Коврики резиновые диэлектрические	Все напряжения	В соответствии с ГОСТ 4997-75			Осмотр 1 раз в 6 мес.
Изолирующие накладки: жѐсткие	До 1000 В	2 кВ	1	-	1 раз в 24 мес.
	10 кВ	20 кВ	5	-	
	15 кВ	30 кВ	5	-	
	20 кВ	40 кВ	5	-	
резиновые	1000 В	2 кВ	1	6	
Изолирующие подставки	До 10 кВ	-	-	-	Осмотр 1 раз в 24 мес.
Инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками	До 1000 В	2 кВ	1	-	1 раз в 12 мес.
Штанги изолирующие (кроме измерительных)	Ниже 110 кВ	Трёхкратное линейное, но не менее 40 кВ	5	-	1 раз в 24 мес.
	110 -500 кВ	Трёхкратное фазное	5	-	
Штанги с дугогасящим устройством. Дугогасящее	110 -220 кВ	40 кВ	5	-	1 раз в 24 мес.

устройство (при разомкнутых контактах)					
Штанги измерительные	Ниже 110 кВ	Трёхкратное линейное, но не менее 40 кВ	5	-	В сезон измерений 1 раз в 3 мес, перед началом сезона, но не реже 1 раза в 12 мес.
	110 -500 кВ	Трёхкратное фазное	5	-	
Головки измерительных штанг	35-500 кВ	30 кВ	5	-	
Продольные и поперечные планки ползунковых головок и изолирующий капроновый канатик измерительных штанг	200-500 кВ	2,2 кВ на 1 см	5	-	
Штанги составные с металлическими звеньями для наложения заземления провода ВЛ 330-500 кВ (изолирующая часть)	330-500 кВ	100 кВ	5	-	1 раз в 24 мес.
Изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ 110 кВ и выше с непосредственным прикосновением электромонтёра к токоведущим частям	110 кВ и выше	2,2 кВ на 1 см	5	0,5	1 раз в 12 мес.
Клещи изолирующие	До 1000 В	2 кВ	5	-	1 раз в 24 мес.
	2-35 кВ	Трёхкратное линейное, но не менее 40 кВ	5	-	
Клещи электроизмерительные (ГОСТ 9071-79)	До 600 В	2 кВ	5	-	1 раз в 24 мес.
	До 10 кВ	40 кВ	5	-	
Указатели напряжения выше 1000 В с газоразрядной лампой:					1 раз в 12 мес.
изолирующая часть	2-35 кВ	Трёхкратное	5	-	



		линейное, но не менее 40 кВ				
рабочая часть	2-10 кВ	20 кВ	1	-		
	6-20 кВ	40 кВ	1	-		
	10-35 кВ	70 кВ	1	-		
напряжение зажигания	2-10 кВ	Не более 550 В	-	-		
	6-20 кВ	Не более 1,5 кВ	-	-		
	10-35 кВ	Не более 2,5 кВ	-	-		
изолирующая часть	35-220 кВ	Трёхкратное фазное	5	-		
напряжение зажигания	35-220 кВ	Не более 9 кВ	-	-		
Указатели напряжения выше 1000 В бесконтактного типа:						1 раз в 24 мес.
изолирующая часть	6-35 кВ	105 кВ	5	-		
	6-10 кВ	20 кВ	1	-		
рабочая часть	Проверяется чувствительность согласно п. 3.1.29 «Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках»					
Указатели напряжения для фазировки:	3-10 кВ				1 раз в 12 мес.	
изолирующие части указателя и дополнительной трубки		40 кВ	5	-		
рабочая часть указателя		20 кВ	1	-		
токоограничивающее сопротивление дополнительной трубки	6 кВ	6 кВ	1	2,4		
	10 кВ	10 кВ	1	1,7		
Соединительный провод	3-10 кВ	20 кВ	1	-		
Указатели напряжения для фазировки:	35-110 кВ					1 раз в 12 мес.
изолирующая часть	35-110 кВ	190 кВ	5	-		
рабочая часть	35 кВ	70 кВ	1	-		
	110 кВ	140 кВ	1	-		
Соединительный провод		30 кВ	1	-		
Указатели напр. до 1000 В:					1 раз в 12 мес.	

напряжение зажигания	До 1000 В	Не выше 90 В	-	-
изоляция корпусов	До 500 В	1 кВ	1	-
изоляция соединительного провода	До 660 В	2 кВ	1	-
проверка исправности схемы:				
однополюсные указатели	До 660 В	750 В	1	0,6
двухполюсные указатели	До 500 В	600 В	1	4,0
	До 660 В	750 В	1	4,0

Лаборатории для испытания средств защиты должны удовлетворять требованиям «Правил устройств электроустановок» (ПУЭ), «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Лаборатории для испытания средств защиты, используемых в электроустановках, располагают оборудованными испытательными стендами.

Пункт подключения имеет выводы от источника испытательного напряжения, к которым подключают испытываемые изделия. Иногда источники испытательного напряжения (испытательные трансформаторы) устанавливаются непосредственно на испытательном поле.

В лабораториях создается необходимое количество испытательных стендов, которые должны быть снабжены схемами соединения и четкой маркировкой оборудования в соответствии со схемами.

Испытательное поле должно быть ограждено постоянным или временным ограждением, исключающим возможность случайного прикосновения к токоведущим частям, на котором закрепляются плакаты «Стой, напряжение», обращенные наружу. Постоянные ограждения, открытые сверху, должны быть высотой не ниже 1,7 м, а временные ограждения (щиты, ширмы, ограждения – клетки), изготовленные из дерева, – не ниже 1,8 м.

Расстояния от токоведущих частей испытательного оборудования и объектов испытания до заземленных постоянных ограждений и частей, а также от стен для напряжений частоты 50 Гц (действующие значения) и постоянного тока должны быть не менее: до 6 кВ – 0,17 м, до 10 кВ – 0,23 м, до 20 кВ – 0,3 м, до 50 кВ – 0,5 м, до 100 кВ – 1 м, до 250 кВ – 1,5 м.

Расстояния до временных ограждений должны быть вдвое больше вышеуказанных величин.

При использовании в качестве временных ограждений канатов (лент) из изоляционного материала указанные расстояния до них втрое больше приведенных, но не менее 1 м. Двери постоянных ограждений должны открываться наружу или раздвигаться. Замки дверей должны быть самозапирающимися, а двери должны открываться изнутри без ключей с

помощью рукоятки. Постоянные ограждения выполняются таким образом, чтобы снять их, открыть окна или проемы можно было лишь при помощи специального инструмента или замковых ключей. Ограждения испытательного поля, стендов или крышек испытательных устройств должны иметь блокировку, сигнализацию световую или звуковую и предупредительные плакаты.

Блокировка устанавливается на дверях ограждений испытательного поля и на открывающихся или съемных ограждениях испытательного поля (дверках, крышках и т. п.)

Блокировка должна удовлетворять следующим требованиям:

а) при открывании дверей (крышек и т. п.) должно полностью сниматься напряжение с испытательной установки;

б) при открытых дверях (крышках и т. п.) должна быть невозможной подача напряжения на испытательное поле (стенд).

Испытательный стенд должен иметь устройство для подачи звукового сигнала перед включением испытательного напряжения.

Он может не оборудоваться звуковым сигналом, если сигнал, поданный голосом (жестом), слышен (виден) на рабочих местах персонала, участвующего в испытаниях.

Пульты управления снабжаются сигнальными лампами:

а) зеленой, сигнализирующей подачу напряжения на пульт управления при отключенных коммутационных аппаратах;

б) красной, сигнализирующей о включении коммутационного аппарата и о подаче напряжения на испытательное поле.

Пульты управления, установленные в производственных помещениях лабораторий, выполняются защищенными или ограждаются. Пульты управления могут не ограждаться, если они расположены в отдельных помещениях или конструкция пульта исключает доступ к токоведущим частям его без разборки и полного снятия напряжения.

На испытательных установках (пультах управления) предусматривается возможность немедленного отключения напряжения одним командным импульсом (или рубильником). Особое внимание следует обратить на возможность обратной трансформации напряжения.

В цепи питания испытательных электроустановок должно быть не менее двух разрывов, в том числе один видимый (включая штепсельный разъем), расположенный на месте управления установкой. Коммутационный аппарат видимого разрыва оборудуется стопорным устройством или между подвижными и неподвижными контактами аппарата (рубильника) устанавливается изолирующая накладка.

В стационарных испытательных устройствах допускается применение двух последовательно включенных коммутационных аппаратов без видимого разрыва при наличии световой сигнализации, указывающей на отключенное состояние обоих аппаратов.

В кенотронных испытательных установках должны быть предусмотрены меры защиты обслуживающего персонала от вредного влияния рентгеновского излучения, возникающего при пробое изоляции, путем применения стальных пультов или щитов толщиной 0,5—1 мм у кенотронных ламп или применения ламп специальной экранированной конструкции. Взамен кенотронных ламп в настоящее время применяются полупроводниковые выпрямители.

Трансформаторы, предназначенные для испытания электрической прочности изоляции, снабжаются автоматическими выключателями, снимающими напряжение при пробое изоляции, и сопротивлением для ограничения тока короткого замыкания. Пульт управления стендом располагается таким образом, чтобы испытательное поле находилось в зоне видимости лица, проводящего испытание. Все рукоятки, выключатели, переключатели пульта управления снабжаются надписями, указывающими их назначение, положение и направление перемещения. У пульта управления испытательной установки должен находиться диэлектрический коврик или изолирующая подставка.

Освещенность шкал измерительных приборов у пульта управления должна быть 150 лк, коммутационных аппаратов 100 лк и испытуемого изделия или испытательного поля 50 лк. В испытательной лаборатории предусматривается аварийное освещение. В лаборатории должна быть стационарная заземляющая магистраль. Открыто проложенные заземляющие проводники, а также все конструкции, нулевые провода и шины сети заземления должны быть окрашены в зеленый цвет с желтыми продольными или поперечными полосами шириной 15 мм на расстоянии 150 мм друг от друга. В местах наложения переносных заземлений должны быть специальные зажимные устройства.

Заземлению подлежат корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, приводы электрических аппаратов, каркасы пультов, шкафов, щитов, металлические ограждения и металлические корпуса приборов, а также другие металлические конструкции. Металлические корпуса передвижного и переносного электрооборудования также должны заземляться. Допускается не заземлять съемные или открывающиеся части на металлических заземленных каркасах, ограждениях, дверях и т. п. Если по условиям испытания прибор или объект испытания заземлению не подлежит, то он должен быть огражден. Установка и снятие переносных ограждений производятся только по распоряжению производителя работ.

Сборка схемы испытания и замена испытываемого объекта производятся только при полном снятии напряжения с пункта подключения и наложения заземления на вывод испытательного трансформатора. Переносное заземление, предназначенное для снятия заряда с объектов и средств испытания или для наложения заземления на вывод испытательного

трансформатора, должно иметь изолирующую штангу длиной 1 м и заземляющий проводник из гибкого провода сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Классификация и перечень средств защиты для работ в электроустановках, требования к их испытаниям, содержанию и применению.
2. Средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитные средства).
3. Средства защиты от электрических полей повышенной напряженности коллективные и индивидуальные (в электроустановках напряжением 330 кВ и выше).
4. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) (средства защиты головы, глаз и лица, рук, органов дыхания, от падения с высоты, одежда специальная защитная).
5. Порядок содержания, контроль состояния и применение средств защиты.
6. Периодичность и нормы испытаний диэлектрических средств защиты.
7. Требования к электроиспытательным лабораториям.

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ,  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ В  
ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются: оформление наряда, распоряжения или перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

Работниками, ответственными за безопасное ведение работ в электроустановках, являются: выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск; ответственный руководитель работ; допускающий; производитель работ; наблюдающий; члены бригады.

Работник, выдающий наряд, отдающий распоряжение, определяет необходимость и возможность безопасного выполнения работы. Он отвечает за достаточность и правильность указанных в наряде (распоряжении) мер безопасности, за качественный и количественный состав бригады, состоящей из двух работников и более, включая производителя работ, и назначение ответственных за безопасность выполнения работ, за соответствие выполняемой работе групп перечисленных в наряде работников, а также

проведение целевого инструктажа ответственному руководителю работ (производителю работ, наблюдающему).

Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется работникам из числа административно-технического персонала организации, имеющим группу V - в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу IV - в электроустановках напряжением до 1000 В.

В случае отсутствия работников, имеющих право выдачи нарядов и распоряжений, при работах по предотвращению аварий или ликвидации их последствий допускается выдача нарядов и распоряжений работниками из числа оперативного персонала, имеющими группу IV. Предоставление оперативному персоналу права выдачи нарядов и распоряжений должно быть оформлено письменным указанием руководителя организации.

Работник, выдающий разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к работам в электроустановках, отвечает: за дачу команд по отключению и заземлению оборудования и получению подтверждения их выполнения, а также самостоятельные действия по отключению и заземлению оборудования в соответствии с мероприятиями по подготовке рабочего места, определенными нарядом (распоряжением) с учетом фактической схемы электроустановок и электрической сети; за возможность безопасного осуществления отключения, включения и заземления оборудования, находящегося в его управлении; за координацию времени и места допускаемых к работам в электроустановках бригад, в том числе учет бригад, получение информации от всех допущенных к работам в электроустановках бригад (допускающих) о полном окончании работ и возможности включения электроустановки в работу; за правильность данных команд, самостоятельных действий по включению коммутационных аппаратов в части исключения подачи напряжения на рабочие места допущенных бригад.

Право выдачи разрешений на подготовку рабочих мест и допуск к работам на объектах электросетевого хозяйства предоставляется оперативному персоналу с группой IV - V в соответствии с должностными инструкциями и распределением оборудования по способам оперативного управления.

Допускается право выдачи разрешений на подготовку рабочих мест и допуск к работам на объектах электросетевого хозяйства предоставлять работникам из числа административно-технического персонала, уполномоченным на это письменным указанием руководителя (руководящего работника) эксплуатирующей организации (обособленного подразделения) при эксплуатации электроустановок, находящихся в оперативном управлении других субъектов электроэнергетики.

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.

Ответственными руководителями работ в электроустановках напряжением выше 1000 В назначаются работники из числа административно-технического персонала, имеющие группу V и группу IV - в электроустановках напряжением до 1000 В. В тех случаях, когда отдельные работы (этапы работы) необходимо выполнять под надзором и управлением ответственного руководителя работ, работник, выдающий наряд, должен сделать запись об этом в строке «Отдельные указания» наряда.

Выдающий наряд имеет право не назначать ответственного руководителя работ при выполнении работ в РУ напряжением выше 1000 В с одиночной секционированной или несекционированной системой шин, не имеющей обходной системы шин, а также на ВЛ, КВЛ и КЛ, всех электроустановках напряжением до 1000 В (далее - электроустановки с простой и наглядной схемой).

Ответственный руководитель работ должен назначаться при выполнении работ в одной электроустановке (ОРУ, ЗРУ): с использованием механизмов и грузоподъемных машин; с отключением электрооборудования, за исключением работ в электроустановках, где напряжение снято со всех токоведущих частей; на КЛ и кабельных линиях связи (далее - КЛС) в зонах расположения коммуникаций и интенсивного движения транспорта; по установке и демонтажу опор всех типов, замене элементов опор ВЛ; в местах пересечения ВЛ с другими ВЛ и транспортными магистралями, в пролетах пересечения проводов в ОРУ; по подключению вновь сооруженной ВЛ; по изменению схем присоединений проводов и тросов ВЛ; на отключенной цепи многоцепной ВЛ, когда одна или все остальные цепи остаются под напряжением; при одновременной работе двух и более бригад в электроустановке; по пофазному ремонту ВЛ; под наведенным напряжением; без снятия напряжения на токоведущих частях с изоляцией человека от земли; без снятия напряжения с временной изоляцией токоведущих частей на время проведения работ без изоляции человека от земли и использовании специального инструмента и приспособлений для работы под напряжением, за исключением работ в цепях вторичной коммутации; на оборудовании и установках средств связи, СДТУ, по устройству мачтовых переходов, испытанию КЛС, при работах с аппаратурой необслуживаемых усилительных пунктов (далее - НУП) или необслуживаемых регенерационных пунктов (далее - НРП), на фильтрах присоединений без включения заземляющего ножа конденсатора связи.

Необходимость назначения ответственного руководителя работ определяет работник, выдающий наряд, которому разрешается назначать ответственного руководителя работ, и при других работах в электроустановках, помимо выше перечисленных.

Работник из числа электротехнического персонала, производящий подготовку рабочих мест и (или) оценку достаточности принятых мер по их

подготовке, инструктирующий членов бригады и осуществляющий допуск к работе (далее - допускающий), отвечает за правильность и достаточность принятых им мер безопасности по подготовке рабочих мест и соответствие их мероприятиям, указанным в наряде или распоряжении, характеру и месту работы, за правильный допуск к работе, а также за полноту и качество проводимого им целевого инструктажа.

Допускающие должны назначаться из числа оперативного персонала, за исключением допуска на ВЛ при соблюдении условий. В электроустановках напряжением выше 1000 В допускающий должен иметь группу IV, а в электроустановках до 1000 В - группу III.

Производитель работ отвечает: за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда; за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады; за наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений; за сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов (знаков безопасности), предназначенных для предупреждения человека о возможной опасности, запрещении или предписании определенных действий, а также для информации о расположении объектов, использование которых связано с исключением или снижением последствий воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов (далее - плакаты, знаки безопасности), заземлений, запирающих устройств; за безопасное проведение работы и соблюдение Правил им самим и членами бригады; за осуществление постоянного контроля за членами бригады.

Производитель работ, выполняемых по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В - группу III. При выполнении работ в подземных сооружениях, где возможно появление вредных газов, работ под напряжением, работ по перетяжке и замене проводов на ВЛ напряжением до 1000 В, подвешенных на опорах ВЛ напряжением выше 1000 В, производитель работ должен иметь группу IV.

Работник из числа электротехнического персонала, осуществляющий надзор за бригадами, не имеющими права самостоятельного производства работ в электроустановках (далее - наблюдающий), отвечает: за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда; за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады; за наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств приводов; за безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

Наблюдающим назначается работник, имеющий группу III.

Ответственным за безопасность, связанную с технологией работы, является работник, возглавляющий бригаду, который входит в ее состав и должен постоянно находиться на рабочем месте.



Член бригады отвечает за соблюдение требований настоящих Правил, инструкций по охране труда соответствующих организаций и инструктивных указаний, полученных при допуске к работе и во время работы.

Организационно-распорядительным документом должно быть оформлено предоставление прав работникам, выдающим наряд, распоряжение, выдающим разрешение на подготовку рабочего места и допуск, допускающему, ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему), а также права единоличного осмотра.

Работникам, ответственным за безопасное ведение работ, разрешается выполнять одну из дополнительных обязанностей.

Правоммерно выполнение работником обязанностей допускающего и выдающего разрешение на подготовку рабочего места и допуск, при наличии у допускающего прав оперативного управления оборудованием, которое необходимо отключать и заземлять в соответствии с мерами безопасности для производства работ, и прав ведения оперативных переговоров с работниками, выполняющими необходимые отключения и заземления оборудования на объектах, не находящихся в оперативном управлении допускающего.

Допускающий из числа оперативного персонала имеет право выполнять обязанности члена бригады.

На ВЛ всех уровней напряжения правоммерно ответственному руководителю или производителю работ из числа ремонтного персонала выполнять обязанности допускающего в тех случаях, когда для подготовки рабочего места требуется только проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования коммутационными аппаратами.

Выдача разрешения на подготовку рабочего места и допуск осуществляются при необходимости производства отключений и заземлений электроустановок, относящихся к объектам электросетевого хозяйства, находящегося в эксплуатации субъектов электроэнергетики или иных собственников, в отношении которых осуществляется оперативное управление при оказании услуги по передаче электрической энергии потребителям.

Численность бригады и ее состав с учетом квалификации членов бригады по электробезопасности должны определяться исходя из условий выполнения работы, а также возможности обеспечения надзора за членами бригады со стороны производителя работ (наблюдающего).

Член бригады, руководимой производителем работ, при выполнении работ должен иметь группу III, выполнять которые должен член бригады, имеющий группу IV.

В состав бригады на каждого работника, имеющего группу III, допускается включать одного работника, имеющего группу II, но общее число членов бригады, имеющих группу II, не должно превышать трех.

Оперативный персонал, находящийся на дежурстве, по разрешению

работника из числа вышестоящего оперативного персонала разрешено привлекать к работе в бригаде с записью в оперативном журнале и оформлением в наряде.

При подготовке рабочего места со снятием напряжения, при котором с токоведущих частей электроустановки, на которой будут проводиться работы, снято напряжение отключением коммутационных аппаратов, отсоединением шин, кабелей, проводов и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы, должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия: произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов; на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты; проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током; установлено заземление; вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

При подготовке рабочего места должны быть отключены: токоведущие части, на которых будут производиться работы; неогражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин; цепи управления и питания приводов, закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов у приводов выключателей и разъединителей.

В электроустановках напряжением выше 1000 В с каждой стороны, с которой включением коммутационного аппарата не исключена подача напряжения на рабочее место, должен быть видимый разрыв. Видимый разрыв разрешается создавать отключением разъединителей, снятием предохранителей, отключением отделителей и выключателей нагрузки, отсоединением или снятием шин и проводов.

В случае отсутствия видимого разрыва, в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления с выкатными элементами, а также в комплектных распределительных устройствах с элегазовой изоляцией (далее - КРУЭ) напряжением 35 кВ и выше разрешается проверку отключенного положения коммутационного аппарата проверять по механическому указателю гарантированного положения контактов.

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.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с рабочего места, позволяющего оперативному персоналу, осуществляющему оперативное обслуживание электроустановок, дистанционно (с монитора компьютера) осуществлять управление коммутационными аппаратами, заземляющими ножами разъединителей и определять их положение, использовать выводимые на монитор компьютера схемы электрических соединений электроустановок, электрические параметры (напряжение, ток, мощность), а также считывать поступающие аварийные и предупредительные сигналы (далее - автоматизированное рабочее место оперативного персонала (АРМ)) не допускается нахождение персонала в распределительных устройствах, в которых находятся данные коммутационные аппараты.

После отключения выключателей, разъединителей (отделителей) и выключателей нагрузки с ручным управлением необходимо визуально убедиться в их отключении и отсутствии шунтирующих перемычек.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с АРМ проверка положения коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей, заземляющих ножей) производится по сигнализации АРМ. Общий контроль за состоянием коммутационных аппаратов осуществляется средствами технологического видеонаблюдения. Визуальная проверка фактического положения коммутационных аппаратов должна быть выполнена после окончания всего комплекса операций непосредственно на месте установки коммутационных аппаратов.

В электроустановках напряжением выше 1000 В для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми подается напряжение к месту работы, должны быть приняты следующие меры: у разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки ручные приводы в отключенном положении должны быть заперты ключом или съемной ручкой (далее - механический замок). В электроустановках напряжением 6 - 10 кВ с однополюсными разъединителями вместо механического замка допускается надевать на ножи диэлектрические колпаки; у разъединителей, управляемых оперативной штангой, стационарные ограждения должны быть заперты на механический замок; у приводов коммутационных аппаратов, имеющих дистанционное управление, должны быть отключены силовые цепи и цепи управления, а у пневматических приводов, кроме того, на подводящем трубопроводе сжатого воздуха задвижка должна быть закрыта и заперта на механический замок и выпущен сжатый воздух, при этом спускные клапаны должны быть оставлены в открытом положении; при дистанционном управлении с АРМ, у приводов разъединителей должны быть отключены силовые цепи, ключ выбора режима работы в шкафу управления переведен в положение «местное управление», шкаф управления разъединителем заперт на механический замок; у грузовых и пружинных приводов включающий груз или

включающие пружины должны быть приведены в нерабочее положение; должны быть вывешены запрещающие плакаты.

В электроустановках напряжением до 1000 В со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом, а при наличии в схеме предохранителей - снятием последних. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами, как запирающие рукоятки или дверцы шкафа управления, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки.

Перечисленные меры могут быть заменены расшиновкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором должны проводиться работы.

Необходимо вывесить запрещающие плакаты.

Отключенное положение коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В с недоступными для осмотра контактами определяется проверкой отсутствия напряжения на их зажимах либо на отходящих шинах, проводах или зажимах оборудования, включаемого этими коммутационными аппаратами. Проверку отсутствия напряжения в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления допускается производить с использованием встроенных стационарных указателей напряжения.

На приводах (рукоятках приводов) коммутационных аппаратов с ручным управлением (выключателей, отделителей, разъединителей, рубильников, автоматов) во избежание подачи напряжения на рабочее место должны быть вывешены плакаты «Не включать! Работают люди».

У однополюсных разъединителей плакаты вывешиваются на приводе каждого полюса, у разъединителей, управляемых оперативной штангой на ограждениях. На задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы разъединителей, вывешивается плакат «Не открывать! Работают люди».

Плакаты должны быть вывешены на ключах и кнопках дистанционного и местного управления, а также на автоматах или у места снятых предохранителей цепей управления и силовых цепей питания приводов коммутационных аппаратов.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с АРМ аналогичные плакаты безопасности, кроме того, должны быть отображены рядом с графическим обозначением соответствующего коммутационного аппарата на схеме АРМ.

На приводах коммутационных аппаратов, которыми отключена для работ ВЛ или КЛ, независимо от числа работающих бригад, вывешивается

один плакат «Не включать! Работа на линии». При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с АРМ знак запрещающего плаката «Не включать! Работа на линии!» отображается на схеме рядом с символом коммутационного аппарата, которым подается напряжение на ВЛ или КЛ. Этот плакат вывешивается и снимается по указанию оперативного персонала, ведущего учет числа работающих на линии бригад.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
2. Оформление наряда, распоряжения или перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации,
3. Выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе.
4. Допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.
5. Порядок выполнения технических мероприятий.
6. Размещение запрещающих плакатов на приводах ручного и ключах дистанционного управления коммутационной аппаратурой.
7. Наложение заземления; размещение предупреждающих и предписывающих плакатов.

## **МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

Рассмотрение вопроса пожарной безопасности электроустановок следует начать с общей классификации всех помещений и мест, где может находиться электрооборудование. Фактически, рассматриваемые далее вопросы будут направлены на рассмотрение возможности образования горючей среды. Зная особенности окружающей среды помещениях различного рода, уже можно прогнозировать опасность тех или иных частей электрооборудования в отдельности, а также вероятность возникновения пожаров в целом.

Проектирование и монтаж электрооборудования следует производить с учетом конкретных условий его эксплуатации. Для обеспечения пожарной безопасности, а также длительной и безопасной работы электрооборудования одним из важнейших факторов является его конструктивное соответствие окружающей среде.

Для предупреждения пожаров от электротехнических причин необходимо исключить один из вышперечисленных факторов. Достигнуть этого можно за счет:

- правильного выбора электрооборудования, т. е. его конструктивного соответствия характеру окружающей среды, технологии производства,

- правильного монтажа и эксплуатации,
- применения аппаратов защиты,
- проведения инженерных расчетов,
- соблюдения режимных мероприятий.

Среда в помещении характеризуется: составом, температурой, влажностью воздуха, а также характером технологических процессов, химико-физическими свойствами обращающихся в производстве веществ и материалов и классифицируется по ПУЭ (правила устройства электроустановок).

Классификация помещений (зон) по ПУЭ:

- сухие –  $f < 60\%$ ,
- влажные –  $60\% < f < 75\%$ ,
- сырые –  $f > 75\%$ ,
- особо сырые –  $f \sim 100\%$  ( $f$  – относительная влажность воздуха);
- жаркие – помещения, в которых температура длительное время превышает  $+35\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- пыльные (с токопроводящей и токонепроводящей пылью) – помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. д.;
- помещениям с химически активной средой – помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости и образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части (пары кислот, щелочей, солей, агрессивные газы, органические вещества);
- пожароопасные и взрывоопасные помещения – помещения в которых обращаются пожаро- и пожаро-взрывоопасные вещества и материалы.

В зависимости от классов зон по ПУЭ, в соответствии с действующими нормативными документами по пожарной безопасности, необходимо предусматривать электрооборудование с тем или иным классом защиты.

Если окружающая среда в помещении содержит два или более указанных выше фактора, то при выборе электрооборудования следует учитывать каждый из них.

Кроме соблюдения правил по выбору типа оборудования, следует обезопасить его от аварийных режимов работы, таких, как К.З., перегрузок в сети, появлению больших переходных сопротивлений.

Опасность коротких замыканий определяется возникновением больших по величине токов. Так, при однофазных К.З. токи могут достигать сотен ампер, при трехфазных в силовых сетях напряжением 380 В – тысяч, а при более высоких напряжениях – десятков тысяч ампер, как следствие:

- выделение в течение очень малых промежутков времени большого количества тепла, что приводит к воспламенению изоляции, расплавлению

токоведущих жил, проплавлению брони кабелей, труб электрических проводок;

- резкие динамические удары за счет сил электромагнитного взаимодействия, что приводит к разбрызгиванию расплавленного металла на большие расстояния, механическому разрушению обмоток электрических машин, аппаратов и приборов.

Профилактику К.З. проводят в двух направлениях: не допустить К.З. и ограничить время действия опасных токов. Мерами предупреждения коротких замыканий являются: правильный выбор, монтаж и эксплуатация электроустановок, своевременное проведение планово-предупредительных осмотров и ремонтов, контроль сопротивления. Используются плавкие предохранители или автоматические воздушные выключатели. Для уменьшения колебаний напряжения в сети применяют автоматические регуляторы напряжения, а для ограничения токов – индуктивные реакторы.

Электрической перегрузкой называется такой режим работы, когда по проводам и кабелям электрических сетей, обмоткам машин, аппаратов и приборов идет рабочий ток больше допустимого.

Величина рабочего тока зависит от мощности и вида включенных токоприемников, напряжения в сети и режима работы.

Длительно допустимым током называют ток, который длительное время может протекать по проводам, обмоткам машин и аппаратов, не вызывая их перегрева сверх допустимой температуры, определенной классом нагревостойкости изоляции.

Опасность перегрузок объясняется тепловым действием тока. При прохождении по проводникам тока большего, чем допустимый, происходит нагрев изоляции сверх допустимой температуры. Двукратные и более высокие перегрузки приводят к воспламенению горючей изоляции. При меньших перегрузках воспламенение изоляции, как правило, не наблюдается, но происходит термическое старение изоляции, что приводит к коротким замыканиям.

Основными причинами перегрузок являются:

- неправильный выбор электрооборудования по мощности,
- параллельное включение в сеть потребителей без увеличения сечения проводников,
- попадание на проводники токов утечки, молнии,
- повышение температуры окружающей среды,
- механические перегрузки двигателей, работа на двух фазах.

Профилактика перегрузок:

- правильный расчет электрических сетей,
- создание условий для охлаждения электрических машин, аппаратов и приборов,
- своевременная чистка и смазка,
- применение аппаратов защиты.

Переходным сопротивлением называется сопротивление, возникающее в местах перехода тока с одного проводника на другой. Переходные сопротивления образуются в местах соединения проводников между собой или в местах присоединения проводников к машинам, аппаратам, приборам. Большие переходные сопротивления возникают в местах плохих контактов за счет слабого сжатия, окисления контактных поверхностей, малой поверхности контакта.

В местах возникновения больших переходных сопротивлений возникает локальный нагрев, что может приводить к воспламенению изоляции, сгораемых элементов конструкций и т. д. Опасность больших переходных сопротивлений усугубляется тем, что аппараты защиты не срабатывают, а места возникновения Б.П.С. контролировать весьма сложно.

Для предупреждения возникновения пожаров от больших Б.П.С. необходимо:

- правильно соединять проводники между собой,
- на съемных контактах применять специальные наконечники,
- при соединении на винтах и болтах предусматривать контрящие приспособления (особенно на оборудовании, подверженном вибрации),
- применять антикоррозийные покрытия,
- применять трущиеся контакты,
- регулярно проводить осмотры контактных соединений.

**Основными причинами пожаров являются** короткие замыкания в проводах и электрооборудовании (69%), оставление электронагревательных установок без присмотра (21%), перегрев из-за плохого контакта (около 6%), перегрузка электроустановок (около 3%).

Часто причиной пожара является нарушение правил пожарной безопасности при выполнении электросварочных работ и несоблюдение пожаробезопасных расстояний от светильников, электронагревателей и т. п. до легковоспламеняющихся материалов и конструкций.

**Лица, ответственные за состояние электроустановок, назначенные приказом руководителя предприятия или цеха**

обязаны:

- обеспечивать своевременное проведение профилактических осмотров и планово-предупредительных ремонтов электрооборудования и своевременное устранение нарушений правил техники эксплуатации электроустановок потребителей, могущих привести к пожарам и загораниям;
- следить за правильностью применения и выбора кабелей, проводов, двигателей, светильников и другого электрооборудования в зависимости от класса пожаро- и взрывоопасное помещений и условий среды;
- систематически контролировать и поддерживать в исправном состоянии аппараты защиты от коротких замыканий и перегрузок и устройства молниезащиты;



- организовывать обучение и инструктаж электротехнического персонала по вопросам пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок;

- обеспечивать исправность средств для ликвидации пожаров в электроустановках и кабельных сооружениях.

Дежурный электрик (сменный электромонтер) обязан производить плановые профилактические осмотры электрооборудования, проверять наличие и исправность аппаратов защиты и принимать немедленные меры к устранению нарушений, которые могут привести к пожарам.

### ***Основные профилактические противопожарные мероприятия при эксплуатации электроустановок***

При осмотрах электроустановок нужно особое внимание уделять состоянию контактов: наличие искрения в выключателях, штепсельных соединениях, в болтовых соединениях и т. п.

Ослабление контактов неизбежно вызывает недопустимый нагрев токоведущих болтов и присоединенных к ним проводов. При обнаружении чрезмерного нагрева контактов и проводов необходимо принять меры по разгрузке или отключению установки. Восстановление контактов (зачистка, подтяжка винтовых соединений) проводить с соблюдением мер безопасности от поражения электрическим током. Кабельные каналы необходимо содержать в чистоте. Недопустимо их захламление, особенно горючими материалами.

Электродвигатели, светильники, проводка, распределительные устройства должны очищаться от горючей пыли не реже двух раз в месяц, а в зонах со значительным выделением пыли – не реже одного раза в неделю.

В процессе эксплуатации необходимо следить за равномерной нагрузкой по фазам однофазных электроприемников – освещения, электронагревательных приборов. Следует помнить, что при наличии однофазных электроприемников по рабочему нулевому проводу протекает ток, величина которого может достигать величины фазного тока. Поэтому сечение нулевого провода в осветительных установках с газоразрядными лампами должно быть равным сечению фазных проводов.

Одна из причин пожаров – нагрев при пробуксовке ременных передач. При осмотрах и ремонтах электроустановок нужно следить за правильным натяжением плоских и клиновидных ремней у двигателей и на транспортных установках (ленточные транспортеры, норрии и т. п.). Результаты осмотров, обнаруженные дефекты и принятые меры отмечаются в оперативном журнале.

Особую осторожность нужно соблюдать при работах с паяльной лампой. Следует:

- заливать лампы только тем горючим, на которое она предназначена;
- наливать в резервуар лампы горючее не более чем на 3/4 его емкости;
- заливную пробку заворачивать не менее чем на 4 нитки;

- не накачивать чрезмерно лампу во избежание взрыва;
- не разжигать паяльную лампу путем подачи горючей жидкости на горелку;

- немедленно прекращать работу при обнаружении неисправности лампы (подтекание резервуара, утечка газа через резьбу горелки и т. п.);

Нельзя наливать и выливать горючее, а также разбирать лампу вблизи огня.

Основными методами повышения пожарной безопасности электроустановок является их выполнение в соответствии с ПУЭ, правильный выбор защиты от коротких замыканий и перегрузок, соблюдение требований правил технической эксплуатации электроустановок по режиму нагрузки, ремонтным работам и т. п. Перегрузка проводов и электрооборудования сверх установленных норм не допускается. Контроль загрузки следует проводить по стационарным амперметрам или с помощью токоизмерительных клещей.

Все электроустановки должны быть защищены от токов короткого замыкания и других ненормальных режимов, могущих привести к пожару (автоматические выключатели, плавкие предохранители, устройства от перенапряжений и т. д.). Предохранители и установки автоматических выключателей должны соответствовать сечению проводов и допустимым нагрузкам. Замена сгоревших предохранителей «жучками» и перемычками, хотя бы временно, не допускается.

На каждом щитке указываются номинальные токи предохранителей и токи установки автоматов каждой линии и должен иметься запас калиброванных предохранителей.

Все соединения, оконцевания и ответвления проводов, осуществляемые в процессе эксплуатации, выполняются капитально – путем опрессовки, пайки, сварки, зажима под болт и т. п. Наброс проводов крючками и скрутка не допускаются.

В пожароопасных зонах производственных и складских помещений с наличием горючих материалов (бумага, хлопок, лен, каучук и др.), а также изделий в сгораемой упаковке светильники и электрооборудование должны иметь закрытое или защищенное исполнение. Вблизи проводов недопустимо наличие легковоспламеняющихся предметов и материалов.

Устройство и эксплуатация электросетей-временок, как правило, не разрешается. Исключением могут быть временные иллюминационные установки и электропроводки, питающие место, где выполняются строительные и временные ремонтно-монтажные работы. Такие установки должны выполняться с соблюдением всех требований ПУЭ.

Для переносных электроприемников, необходимо применять шланговые провода и кабели. Нужно следить за состоянием проводов в местах входа в корпус переносного инструмента и в других местах, где возможно перетирание и обрыв.

Переносные светильники оборудуются стеклянными колпаками и сетками. Светильники (стационарные и переносные) не должны соприкасаться со сгораемыми конструкциями здания и горючими материалами. Провода обязательно защищаются от механических повреждений.

В соответствии с правилами технической эксплуатации нужно регулярно проводить измерения сопротивления изоляции проводов и электрооборудования. В сетях напряжением до 1000 В сопротивление изоляции каждого участка сети — не менее 0,5 МОм

В четырехпроводных сетях необходимо следить за состоянием контактов и надежностью изоляции нулевого провода так же, как и фазных проводов.

Электрооборудование нужно содержать в исправном состоянии, под постоянным наблюдением. Пользоваться неисправными розетками, рубильниками и другим оборудованием не разрешается.

При эксплуатации электроустановок запрещается:

- использовать электродвигатели и другое электрооборудование, поверхностный нагрев которого при работе превышает температуру окружающего воздуха более чем на 40 °С;
- кабели и провода с поврежденной изоляцией; электронагревательные приборы без огнестойких подставок. Нельзя также оставлять их длительное время включенными в сеть без присмотра;
- применять нестандартные (самодельные) электропечи или электрические лампы накаливания для отопления помещений;
- оставлять под напряжением электрические провода и кабели с неизолированными концами.

На время прекращения работы (ночью, в выходные и праздничные дни) вся проводка в пожароопасных помещениях обесточивается с распределительного щитка. Дежурное освещение при необходимости может оставаться включенным. По возможности рекомендуется обесточивать сети на время прекращения работы и в помещениях с нормальной средой.

При использовании для электросварки металлических конструкций и полос в качестве обратного заземляющего провода необходимо создавать надежный контакт всех соединений путем приваривания друг к другу отдельных участков, чтобы исключить искрение и перегрев их во время протекания сварочного тока.

Использование дерева в качестве изоляции в электроконструкциях не допускается. При выполнении щитков для счетчиков из дерева на них должны устанавливаться предохранители с передним присоединением проводов, а отверстия для проводов снабжаются прочно закрепленными фарфоровыми или пластмассовыми втулками.

В электропомещениях запрещается хранить горючие жидкости.

Спецодежду следует хранить в специальных помещениях, развешивая в развернутом виде, чтобы исключить самовозгорание. В карманах нельзя

оставлять промасленные тряпки и обтирочные концы. Промасленный обтирочный материал может самовозгораться, поэтому его необходимо складывать в металлические ящики. Использованный обтирочный материал нужно ежедневно удалять из рабочих помещений, особо следить, чтобы обтирочные материалы не оставались вблизи действующего электрооборудования и в распределительных шкафах и силовых пунктах.

### ***Тушение пожаров в электроустановках***

В электроустановках должны иметься первичные средства пожаротушения.

Для обеспечения мобильного развертывания пожарных подразделений подходы к электрооборудованию и подъезды к электромашиным помещениям и подстанциям не должны загромождаться.

Песок применяют для тушения небольших очагов пожаров кабелей, проводки и горючих жидкостей. Войлок и асбестовое полотно набрасывают на горящую поверхность для изоляции очага загорания и затруднения доступа воздуха.

Углекислотные огнетушители применяют для тушения оборудования, находящегося под напряжением, и ЛВЖ. Раструб направляют на очаг пожара и открывают вентиль. При пользовании огнетушителем надо соблюдать осторожность: не приближать раструб к токоведущим частям и не касаться его, чтобы не обморозить руки.

Применение пенных огнетушителей допускается только на отключенном оборудовании.

Углекислотные огнетушители осматривают 1 раз в месяц. Массу баллона с углекислотой проверяют 1 раз в 3 месяца; чтобы убедиться в отсутствии утечек углекислоты через вентиль.

Первый заметивший загорание или пожар должен немедленно сообщить об этом в пожарную охрану и старшему дежурному по цеху или электрохозяйству и после этого начать самостоятельно тушить пожар подручными средствами.

Присоединения, на которых горит оборудование, необходимо отключить без предварительного разрешения вышестоящего дежурного, но с последующим его уведомлением.

Тушить пожар водой без снятия напряжения нельзя (исключения возможны в особых случаях, по специальным инструкциям для пожарных подразделений).

При пожаре трансформатора его отключают со всех сторон, после чего тушат распыленной водой и огнетушителями.

При пожаре на пультах и щитах управления снимают с них напряжение и гасят углекислотными огнетушителями, песком.

При пожаре в кабельных каналах снимают напряжение и гасят компактной струей воды. В начальной стадии место горения можно засыпать песком. Необходимо принимать меры по изоляции очага, в котором

произошло загорание, от смежных помещений. Вентиляцию следует отключить.

Нужно помнить, что многие полимерные материалы, используемые для изоляции и защитных покровов кабелей, а также пластмассы при горении выделяют ядовитые вещества, обладающие удушающим действием, разрушающе действующие на легкие, кровь, нервную систему и т. д.

По прибытии пожарного подразделения старший дежурный из электротехнического персонала инструктирует о наличии соседних токоведущих частей, оставшихся под напряжением, и выдает письменное разрешение на тушение пожара.

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Причины возникновения пожаров.
2. Сущность процессов горения и взрыва; самовозгорание, источники воспламенения; условия, необходимые для прекращения горения.
3. Огнезащита строительных материалов и конструкций.
4. Пожарная профилактика в технологических процессах.
5. Общие сведения о пожаротушении; тушение водой; тушение галогеноуглеводородными составами, порошками, комбинированными составами.
6. Установки, машины и аппараты для пожаротушения; противопожарное водоснабжение; установки водяного, пенного, газового и порошкового пожаротушения.
7. Системы и устройства пожарной сигнализации.
8. Действия персонала в случае пожара.

## **ПСИХОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

Из процесса трудовой деятельности можно выделить, с одной стороны, работающего ЧЕЛОВЕКА, с другой – ПРОИЗВОДСТВО, куда включаются предметы и орудия труда, а также окружающая среда.

Для защиты человека от производственной опасности предусмотрена система (служба) безопасности труда. Эта система включает целый комплекс средств воздействия на производство и человека, направленных на предупреждение несчастных случаев.

Человеку, как известно, присущ целый комплекс безусловных рефлексов (инстинктов), которыми он неосознанно отвечает на различные опасности, угрожающие его организму, что способствует самосохранению человека. Так, при возникновении опасности повреждения закрывается глаз, отдергивается рука; при нарушении нормального состава, давления или температуры окружающей среды в организме возникают соответствующие сдвиги, направленные на компенсацию вредных воздействий и приспособление к новым условиям среды и т. д. Эти и многие другие защитные реакции организма, естественно, способствуют повышению

защищенности человека от различных опасностей, в том числе и производственных.

Вторым фактором, определяющим реакцию человека на опасность, являются психофизиологические качества и состояния человека. Эти качества проявляются в чувствительности человека к обнаружению сигналов опасности, в его скоростных возможностях по реагированию на такие сигналы, в его эмоциональных реакциях на опасность и т. п.

Как названные, так и другие подобные показатели, обуславливающие возможности человека обнаруживать опасную ситуацию и адекватно реагировать на нее, зависят от его индивидуальных особенностей, и в частности от его нервной системы. На поведении человека в опасной ситуации, очевидно, сказывается также его психическое и физическое состояние. Так, состояние тревоги обычно способствует более быстрому обнаружению опасности, состояние же утомления, наоборот, снижает возможности человека по обнаружению опасности и противодействию ей.

Способность человека противодействовать опасности в труде существенно зависит и от третьего фактора – его профессиональных качеств и опыта. Здесь имеются в виду не столько навыки и умения по достижению трудовой цели, сколько навыки и умения решать такие задачи безопасно. Следует отметить, что умение безопасно работать зависит главным образом от знания рабочим своей профессии и правил безопасности труда, от жизненного опыта, что дает ему возможность гибко использовать эти факторы для успешного и безопасного решения различных трудовых задач. Этому в значительной мере способствуют и творческие возможности человека, позволяющие ему изыскивать новые пути, новые методы безопасного решения трудовой задачи в самых разнообразных и неожиданных ситуациях.

И последний, четвертый фактор, обуславливающий возможности человека противостоять опасности, определяется степенью его мотивации к труду и его безопасности. Отметим, что у разных людей уровень мотивации к выполнению работы и обеспечению ее безопасности не одинаков и последний мотив имеет различный вес среди прочих мотивов, побуждающих человека к деятельности.

Итак, можно выделить четыре фактора, обуславливающих способность человека противодействовать опасности в труде:

- чисто биологический фактор, вытекающий из природных свойств человека и проявляющийся в бессознательной регуляции;
- фактор, определяющий индивидуальные особенности психического отражения и психических функций человека;
- фактор, вытекающий из опыта человека, его навыков, знаний, умений;
- фактор, характеризующий направленность человека, т. е. его мотивы, интересы, установки и т. п.

Человек как личность не является при этом простой суммой этих факторов, а выступает как сложная система, сложившаяся в результате их развития и взаимодействия. Рассмотренные факторы подструктуры ЧЕЛОВЕК образуют, таким образом, гибкую систему с взаимодополнениями и взаимными компенсациями, способствующую надежности его существования и деятельности. Поэтому и возможность человека противостоять опасности также не следует рассматривать как простую сумму перечисленных выше факторов.

Если у человека оказываются, например, невысокие биологические и психофизиологические качества по противодействию опасности, он может обеспечить требуемую безопасность за счет развития профессиональных умений и высокой мотивации к безопасному труду. И, наоборот, человек с высокими биологическими, психофизиологическими и профессиональными качествами по противодействию опасности из-за низкой мотивации к безопасному труду может оказаться плохо защищенным от опасности.

ПРОИЗВОДСТВО рассматривается как общий источник опасности.

В промышленном производстве таким источником опасности чаще всего являются орудия труда (инструмент, специальные приспособления, машины), порой сам предмет труда или окружающая среда. К среде относится окружающее рабочего производственное пространство со всем его содержимым, исключая предметы и орудия труда, с которыми человек непосредственно взаимодействует в рассматриваемом трудовом процессе. Поэтому, когда рабочий получает повреждение в результате того, что отскочила деталь от соседнего станка, или это повреждение ему случайно наносит стоящий рядом человек, источником несчастных случаев будем условно считать производственную среду.

При более широком рассмотрении данного вопроса приходится принимать во внимание и тот факт, что окружающая производственная среда, и в частности социальное окружение, может явиться источником психической травмы.

Среди различных работ, выполняемых на производстве, у нас в стране специально выделяются работы (и целые профессии) повышенной опасности. К ним относятся все работы, связанные с подъемными кранами, баллонами высокого давления, электросетью высокого напряжения и пр.

Подобное деление производится в расчете на исправную работу техники и обычные нормальные условия и организацию труда. При нарушениях в указанных сферах может возникнуть дополнительная производственная опасность, которая превращает обычную работу в опасную.

Разделяя работы на категории высокой и невысокой опасности, следует отметить, что несчастные случаи, как показывает опыт, чаще всего возникают при работах с невысокой опасностью. Это объясняется рядом причин:

Во-первых, к работам с повышенной опасностью допускаются лишь лица, прошедшие специальную дополнительную подготовку по технике безопасности.

Во-вторых, на таких работах используется более совершенная техника безопасности.

В-третьих, опасных работ значительно меньше, чем обычных.

В-четвертых (и это, пожалуй, самое главное), высокая цена ошибки на работе с повышенной опасностью обуславливает более серьезное отношение рабочего к ее выполнению.

Несчастные случаи возникают чаще всего при работах без повышенной производственной опасности, в связи с чем этой наиболее массовой категории работ следует уделять не меньше внимания, чем работам с повышенной опасностью.

СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА расположена между ЧЕЛОВЕКОМ и ПРОИЗВОДСТВОМ. Исходя из своего назначения, система безопасности труда призвана решать две главные задачи: снижать уровень производственной опасности и способствовать повышению защищенности человека в труде.

В сфере производства СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА решает ряд важных задач:

- способствует обеспечению общей организации безопасности производства;
- способствует разработке и использованию индивидуальных и стационарных средств защиты от опасных производственных факторов;
- способствует организации обучения безопасной работе, выполнению правил по безопасному труду, контролирует готовность техники и людей к безопасной работе; осуществляет воспитание и пропаганду безопасной работы.

Под общей организацией безопасности труда на производстве подразумевается широкий круг мероприятий, начиная от общего усовершенствования техники и технологического процесса в целях снижения уровня опасных производственных факторов и вплоть до организации различными путями безопасных условий труда на отдельных рабочих местах. При этом предполагается, что безопасность труда должна закладываться уже в процессе проектирования техники и условий труда.

Для ограждения человека от опасных производственных факторов или понижения уровня их воздействия технике стационарно придаются или встраиваются в нее специальные устройства, выполняющие функции средств защиты. В настоящее время в конструкции стационарных средств защиты чаще всего реализуются следующие принципы.

1. Ограждение опасной зоны и предупреждение попадания в нее человека.



2. Использование автоматических устройств, отключающих механизмы и вместе с тем устраняющих действие опасных факторов при нахождении человека или части его тела в опасной зоне.

3. Использование технических устройств, которые перед включением опасного фактора зондируют опасную зону и автоматически выталкивают из нее все посторонние предметы.

4. Создание таких систем управления, при которых для включения опасного фактора человек вынужден покинуть опасную зону.

5. Использование сигнальных устройств, оповещающих рабочего о появлении опасного производственного фактора.

6. Использование устройств, которые, в случае появления опасных нарушений в работе техники, автоматически выключают ее.

7. Использование специальных систем контроля за управляющими действиями рабочего, которые отфильтровывают и не пропускают в систему управления команды, ведущие к переходу машины на опасные режимы работы.

Данный весьма неполный перечень свидетельствует о наличии целого ряда различных технических подходов к созданию стационарной защиты человека от производственной опасности.

Ко всем средствам защиты предъявляется одно весьма существенное требование: выполняя свои защитные функции, они не должны создавать рабочему помехи при выполнении основной трудовой задачи.

Последнее, но не менее важное назначение системы безопасности – пропаганда безопасного труда и воспитание в этом направлении человека. Здесь имеется в виду использование наглядной агитации (плакатов, кинофильмов), методов убеждения (лекций, бесед), методов стимуляции (наказаний за нарушения правил и поощрений за безопасный труд). Все эти мероприятия направлены на усиление мотивации рабочего к безопасному труду и на повышение его профессионального уровня.

Итак, резюмируя воздействие СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА на ЧЕЛОВЕКА, можно заключить, что она, с одной стороны, способствует повышению его профессиональных умений производительно и безопасно работать, а также повышению мотивации к безопасному труду и, с другой – обеспечивает человека правилами, индивидуальными средствами защиты и таким путем дополнительно увеличивает его результирующую защищенность.

Воздействие СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА на ПРОИЗВОДСТВО проявляется как в уменьшении производственных опасностей, так и в снижении уровней их действия благодаря применению средств стационарной защиты. Исходя из существующих опасных факторов и указанных мер противодействия им формируется результирующая производственная опасность.

На базе взаимодействия всех трех рассмотренных подструктур (ЧЕЛОВЕК, ПРОИЗВОДСТВО, СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА) складывается фактический уровень безопасности труда.

Если возникает несчастный случай, то он обычно оставляет свой отрицательный след на психике человека, и в той или иной мере негативно отражается на производстве; безопасный труд тоже оказывает свое обратное, но уже положительное воздействие на ту или другую подструктуру.

Кроме того, фактический травматизм постоянно контролируется системой безопасности. Поэтому на схеме указаны и обратные связи, учитывающие влияние фактического уровня безопасности труда на работающего ЧЕЛОВЕКА, на ПРОИЗВОДСТВО и СИСТЕМУ БЕЗОПАСНОСТИ.

Несчастные случаи оказываются поучительными для человека. Они являются поучительными и для службы безопасности труда. С этой точки зрения такая обратная связь является уже отрицательной (когда плохой результат на выходе системы способствует улучшению качества ее функционирования).

Проблема обеспечения безопасности труда – не только техническая или организационная, но в значительной мере и психологическая. Этот факт непременно следует учитывать при организации системы охраны труда на производстве, причем на всех уровнях управления им.

Под психологическими предпосылками несчастных случаев понимают не только индивидуально-психологические особенности человека, но и степень его обученности (следовательно, и методику обучения), рациональность предъявляемых к нему в процессе деятельности требований (а значит, и рациональность организации этой деятельности).

Большое число выявленных психологических предпосылок возникновения несчастных случаев удалось распределить по четырем группам.

1. Несчастные случаи, происшедшие из-за несоблюдения правил и инструкций по технике безопасности:

- незнание правил и отсутствие прочных навыков безопасной работы;
- недооценка важности соблюдения правил и инструкций;
- низкий уровень дисциплины;
- отрицательный характер мотивов к данной трудовой деятельности и к соблюдению правил и инструкций по технике безопасности.

2. Несчастные случаи, происшедшие из-за несоответствия индивидуального уровня психофизиологических параметров требованиям конкретной деятельности:

- функциональные изменения в центральной нервной системе;
- недостатки в сенсорной организации человека;
- нарушения в согласованности между сенсорными и моторными процессами;
- нарушение координации движений;

- неуравновешенность эмоциональных процессов;
- несоответствие интеллектуального уровня исполнителя классу решаемых им задач.

3. Несчастные случаи, происшедшие из-за временного снижения индивидуального уровня психофизиологических параметров:

- заболевания;
- неправильная организация труда;
- неудовлетворительные условия трудовой деятельности;
- неблагоприятные бытовые условия.

4. Несчастные случаи, происшедшие из-за несоответствия технических условий производства психофизиологическим требованиям.

Как известно, существует два главных направления в обеспечении безопасности труда:

- снижение уровня производственных опасностей путем создания более безопасных орудий, предметов и условий труда или более эффективных средств защиты;
- повышение уровня индивидуальной защищенности рабочих путем организации их более безопасного поведения.

Наиболее распространенным путем является первый, так как считается, что управлять поведением человека очень сложно, точно предсказать его поведение невозможно, да и сам человек не всегда способен полностью контролировать свои поступки. Тем не менее, второй путь заслуживает не меньшего внимания, чем первый.

Безопасная деятельность является, прежде всего, следствием правильного отношения рабочего к вопросам охраны труда, его настрою на работу без несчастных случаев. Научить человека правильному отношению к чему-либо нельзя, это отношение он должен перенять. Отношение к мерам безопасности рабочие перенимают у своих руководителей. Рабочий будет верить в безопасность своего труда только в той мере, в какой будет верить в это его непосредственный и вышестоящий руководитель. Поэтому все звенья управления производством должны постоянно проявлять «видимый» и «слышимый» интерес к обеспечению их безопасности труда.

Политика в области безопасности труда должна быть направлена на коллективный поиск всеми участниками производства на всех его ступенях путей предупреждения несчастных случаев. Каждый на своем месте обязан искать пути решения этой проблемы и вносить свои предложения, причем такие предложения должны всемерно поощряться. Любой несчастный случай, независимо от степени его тяжести, должен привлекать к себе внимание руководителей всех уровней. Все это должно создавать на производстве общественное мнение, что здесь каждый несет ответственность за безопасность. Только в таком случае у рабочего появится уверенность в том, что все вокруг него в порядке, появится настрой на безопасную работу.

Появление новой техники или новой технологии должно во всех случаях являться объектом особого внимания службы безопасности труда на

предприятию. Здесь может выявиться непригодность ранее действовавших правил, могут выявиться новые производственные опасности, которые ранее нельзя было предвидеть. Как правило, несчастные случаи наиболее часто возникают в период освоения. Повышенное внимание руководства в это время не останется незамеченным рабочими и тоже будет содействовать лучшему их настрою на безопасную работу. Этому способствует и четкое распределение служебных обязанностей между рабочими, с указанием конкретных опасных факторов, от которых каждый из них обязан защищать себя, а в некоторых случаях и других рабочих.

Все перечисленные способы создания настроения рабочего на безопасный труд одновременно способствуют и повышению престижности такого труда. У рабочего должно возникать чувство гордости уже только потому, что он работает безопасно. Очень важно выработать отрицательное отношение рабочего коллектива к нарушителям правил безопасности.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Факторы безопасности труда и их взаимосвязь (человек, производство, система безопасности труда).
2. Личность и ее безопасность.
3. Несчастный случай.
4. Психологические причины возникновения несчастного случая.