**ЛЕКЦИЯ 11**

**ОХРАНА ТУДА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

**ЧАСТЬ 4**

**МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПРЯМОГО И КОСВЕННОГО ПРИКОСНОВЕНИЯ К ТОКОВЕДУЩИМ ЧАСТЯМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

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

**Прямое прикосновение** – это электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением. В целях защиты от поражения электротоком в нормальном режиме следует применять по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

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

**Косвенное прикосновение** – это электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под на­пряжением при повреждении изоляции. Защита от поражения электро­током в случае повреждения изоляции осуществляется применением по отдельности или в сочетании следующих мер защиты при косвенном прикосновении:

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

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

Защиту при косвенном прикосновении выполняют во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока. В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

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

Для заземления электроустановок применяют **естественные** и **искусственные** заземлители.

**В качестве естественных заземлителей используют:**

* металлические и железобетонные конструкции зданий и со­оружений, находящихся в соприкосновении с землей;
* металлические трубы водопровода, проложенные в земле;
* обсадные трубы буровых скважин;
* металлические шпунты гидротехнических сооружений, водо­воды, закладные части затворов и пр.;
* рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных железных дорог и подъездные пути при наличии преднамеренного устройства перемычек между рельсами;
* другие находящиеся в земле металлические конструкции и сооружения;
* металлические оболочки бронированных кабелей, проложенных в земле.

Не допускается использовать в качестве заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, горючих и взрывоопасных газов и смесей, трубопроводов канализации и центрального отопления.

Искусственные заземлители могут быть из черной или оцинкованной стали или медными и не иметь окраски.

Траншеи для горизонтальных заземлителей должны заполняться однородным грунтом, не содержащим щебня а строительного мусора. Не следует располагать заземлители в местах, где земля подсушивается под действием тепла трубопроводов и пр.

**На каждое находящееся в эксплуатации заземляющее устройство следует заводить паспорт, который должен содержать:**

* исполнительную схему устройства с привязками к капитальным сооружениям;
* данные о связи с надземными и подземными коммуникациями и с другими заземляющими устройствами;
* дату ввода в эксплуатацию;
* основные параметры заземлителей (материал, профиль, линейные размеры);
* величину сопротивления растеканию тока заземляющего устройства;
* удельное сопротивление грунта;
* данные по напряжению прикосновения (при необходимости);
* данные по степени коррозии искусственных заземли гелей;
* данные по сопротивлению металлосвязи оборудования с заземляющим устройством;
* ведомость осмотров и выявленных дефектов;
* информацию по устранению замечаний и дефектов.

К паспорту необходимо прилагать результаты визуальных осмотров, осмотров со вскрытием грунта, протоколы измерения параметров заземляющего устройства, данные о характере ремонтов и изменениях, внесенных в конструкцию устройства.

**Основная изоляция токоведущих частей** должна покрывать токоведущие части и выдерживать все возможные воздействия, которым она может подвергаться в процессе эксплуатации. Когда основная изоляция обеспечивается воздушным промежутком, защита от прямого прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние осуществляется посредством оболочек, ограждений, барьеров или размещением вне зоны досягаемости.

**Ограждения и оболочки** должны быть надежно закреплены и иметь достаточную механическую прочность. Вход за ограждение или вскрытие оболочки должны быть возможны только при помощи специального ключа или инструмента либо после снятия напряжения с токоведущих частей.

**Барьеры** предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ, но не исключает преднамеренного прикосновения и приближения к токоведущим частям при обходе барьера. Для удаления барьеров не требуется применения ключа или инструмента, однако они должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно. Барьеры должны быть из изолирующего материала.

Размещение вне зоны досягаемости для защиты от прямого при­косновения к токоведущим частям в электроустановках до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ может применяться при невозможности выполнения вышеуказанных мер или их недостаточности. При этом расстояние между доступными одновременному прикосновению проводящими частями в электроустановках напряжением до 1 кВ должно быть не менее 2,5 м. Внутри зоны досягаемости не допускается размещение частей, имеющих разные потенциалы и доступных одновременному прикосновению.

Установка барьеров и размещение вне зоны досягаемости допуска­ется только в помещениях, доступ в которые имеет только квалифицированный обслуживающий персонал.

**Сверхнизкое (малое) напряжение** (далее СНН) – это напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока, которое применяется в электроустановках до 1 кВ для защиты от поражения электротоком при прямом и косвенном прикосновениях в сочетании с защитным электрическим разделением цепей или в сочетании с автоматическим отключением питания. В качестве источника питания цепей СНН в обоих случаях необходимо использовать безопасный раздели­тельный трансформатор или другой источник СНН, обеспечивающий равноценную степень безопасности.

Токоведущие части цепей СНН отделяются от других цепей с целью обеспечения электрического разделения, которое равноценно разделению между первичной и вторичной обмотками разделительного трансформатора. К тому же проводники цепей СНН прокладываются отдельно от проводников более высоких напряжений и защитных проводников, либо должны быть отделены от них заземленным металлическим экраном (оболочкой) или заключены в неметаллическую оболочку дополнительно к основной изоляции. Вилки и розетки штепсельных соединений в цепях СНН не должны допускать подключение к розеткам и вилкам других напряжений, а штепсельные розетки должны быть без защитного контакта.

При применении СНН в сочетании с электрическим разделением цепей открытые проводящие части нельзя преднамеренно присоединять к заземлителю, защитным проводникам или открытым проводящим частям других цепей и к сторонним проводящим частям. СНН и сочетании с электрическим разделением цепей применяют тогда, когда при помощи СНН нужно обеспечить защиту от поражения электротоком при повреждении изоляции не только в цени СНН, но и при повреждении изоляции в других цепях, к примеру в цепи, питающей источник.

**Защитное электрическое разделение цепей** – отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ осуществляется с помощью двойной изоляции, основной изоляции и защитного отключения, усиленной изоляции. Защитное электрическое разделение цепей применяют, как правило, для одной цепи.

При выполнении **автоматического отключения питания** электроустановок напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части присоединяются к глухозаземленной нейтрали источника питания системы TN и заземляются в системах IT или ТТ. В электроустановках, где используются автоматическое отключение питания, необходимо выполнять уравнивание потенциалов. Для автоматического отключения питания применяют защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток.

Под **уравниванием потенциалов** понимается электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов, а под **защитным уравниванием потенциалов** – уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности. В свою очередь выравнивание потенциалов предусматривает снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли.

Защита при помощи **двойной или усиленной изоляции** обеспечивается применением электрооборудования класса II или заключением электрооборудования, имеющего только основную изоляцию токоведущих частей, в изолирующую оболочку. Проводящие части оборудования с двойной изоляцией не должны быть присоединены к защитному проводнику и к системе уравнивания потенциалов.

**Изолирующие** **(непроводящие) помещения, зоны, площадки** при­менимы в электроустановках напряжением до 1 кВ, если требования к автоматическому отключению питания невозможно выполнить, а применение других защитных мер нецелесообразно либо невыполнимо. В изолирующих помещениях (зонах) не должен предусматриваться защитный проводник, а также принимаются меры против заноса потен­циала на сторонние проводящие части помещения извне. Пол и стены данных помещений не должны подвергаться воздействию влаги.

**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 1.

**Основные и дополнительные изолирующие электрозащитные средства**

|  |  |
| --- | --- |
| **Изолирующие электрозащитные средства для электроустановок напряжением выше 1000 В** | |
| **основные** | **дополнительные** |
| 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 |
| **изолирующие электрозащитные средства для электроустановок напряжением до 1000 В** | |
| **основные** | **дополнительные** |
| 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 (каски 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 электрозащитных 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 - приёмо- сдаточные, и периодически в объёмах 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 2.

**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: жёсткие | 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 электроизмерительн ые (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 | - |
| токоограничивающе е 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 испытательноготрансформатора, должно иметь изолирующую штангу длиной 1 м и заземляющий проводник из гибкого провода сечением не менее 4 мм2.