**1. Изоляция и её виды, требования, предъявляемые к изоляции.**

**Электрическая изоляция** — это слой диэлектрика (вещества, плохо проводящего электрический ток), которым покрывают поверхность токоведущих элементов электроустановок и отделяют друг от друга элементы оборудования или конструкции, находящиеся под различными электрическими потенциалами.

Для изоляции используются материалы с диэлектрическими свойствами: стекло, фарфор, слюда, резина, различные полимеры. Изолятором могут служить воздух, вакуум, специальное масла.

Виды изоляции:

**Рабочая изоляция** обеспечивает нормальную работу электроустановки и защиту персонала от поражения током. Материалом рабочей изоляции служат эмаль, полимерные плёнки, волокнистая оплётка обмоточных проводов, пропиточные лаки и компаунды (жидкие составы, которые постепенно отвердевают, превращаясь в диэлектрик).

**Дополнительная изоляция** – независимая изоляция, являющаяся дополнением к рабочей изоляции и предназначенная для защиты человека от поражения электрическим током при повреждении рабочей изоляции. Дополнительной изоляцией может служить пластмассовый корпус машины, изолирующие втулки и другие элементы.

**Двойная изоляция** – это совокупность рабочей и дополнительной изоляции, при которой доступные для прикосновения части электроустановки не приобретают опасного напряжения при повреждении только рабочей или только дополнительной изоляции.

**Усиленная изоляция** – это улучшенная с учётом требований электробезопасности рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция. Она может быть однослойной или иметь несколько слоёв, конструктивно выполненных так, что каждую из составляющих изоляции отдельно испытать нельзя. Усиленную изоляцию имеют, например, удлинители и шнуры питания бытовых электроустановок.

Требования:

Электрическая изоляция должна выдерживать предельно возможные в условиях эксплуатации электрические, механические и тепловые нагрузки, соответствовать требованиям электробезопасности.

Для обеспечения надёжности изоляции при выборе её материала и параметров следует учитывать ряд факторов и требований. К ним относятся вид, назначение, особенности электроустановки и её элементов, напряжения и токи, возможные электрические перегрузки, механические, термические и химические воздействия, параметры среды, требования пожарной безопасности, малой токсичности и др.

Со временем из-за старения и негативно действующих эксплуатационных факторов (резкие перепады температуры, чрезмерная увлажнённость или сухость воздуха, загрязнения среды, механические и электрические перегрузки и т. п.) параметры изоляции, влияющие на опасность поражения током, могут ухудшиться. Поэтому систематически следует проводить профилактические осмотры состояния изоляции, устранять выявленные дефекты и осуществлять контроль изоляции, то есть измерение её активного сопротивления.

**2. Нормирование и контроль изоляции в сети напряжением до 1000 В.**

В соответствии с ПУЭ (правила устройства электроустановок) сопротивление рабочей изоляции в сети с глухозаземлённой нейтралью напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм (500 кОм). В электроинструментах сопротивление рабочей изоляции должно быть не менее 2 МОм, а усиленной или двойной – 7 МОм.

Поддержание сопротивления изоляции на высоком уровне уменьшает вероятность замыканий на землю, на корпус и поражений людей электрическим током. С целью проверки соответствия сопротивления изоляции установленным нормам проводится её контроль. Различают непрерывный и периодический контроль изоляции.

**Непрерывный контроль** применяется при эксплуатации электроустановок, находящихся в особо опасных условиях труда (предприятия горно-рудной, химической и др. отраслей промышленности). Он осуществляется в действующей электроустановке, находящейся под напряжением, автоматическими устройствами. Непрерывный контроль используется в сетях с изолированной нейтралью, в которых электрическая изоляция (как средство защиты от поражения током) играет исключительно важную роль.

**Периодический контроль изоляции** – это измерение её сопротивления в установленные сроки, а также после проведения ремонта. Измерение проводится на отключенной установке, что позволяет определить сопротивление изоляции отдельных участков сети, электрических аппаратов, трансформаторов, электродвигателей и т. п. Измеряется сопротивление изоляции каждой фазы относительно земли и между каждой парой фаз на каждом участке между двумя последовательно установленными аппаратами защиты или за последним защитным аппаратом (автоматическим выключателем, плавким предохранителем).

В результате таких измерений выявляются участки с дефектной изоляцией, требующие профилактических мероприятий для предупреждения замыкания на землю и коротких замыканий.

В **помещениях без повышенной опасности** (в них отсутствуют химически активная среда и признаки повышенной опасности: относительная влажность воздуха более 75 %, токопроводящие пыль или пол, температура воздуха более 35 °С; возможность одно-временного прикосновения к металлическим корпусам электрооборудования и металлическим элементам зданий, имеющих соединение с землей) периодичность контроля изоляции – 1 раз в 3 года.

В **помещениях с повышенной опасностью**, где действует лишь один из признаков повышенной опасности и отсутствуют химически активная среда и особая сырость (относительная влажность близка к 100 %), измерения изоляции должны проводиться 1 раз в год.

В **особо опасных помещениях** (в них действует не менее двух признаков повышенной опасности или же существует химически активная среда или особая сырость) и в мобильных электроустановках изоляцию контролируют 2 раза в год.

**Мегаомметр** предназначен для измерения сопротивлений и испытания на электрическую прочность (т. е. на отсутствие электрического пробоя) изоляции электрооборудования, не находящегося под напряжением. В процессе измерения в мегаомметре формируется измерительное напряжение постоянного тока, прикладываемое к объекту испытания.

**3. Заземление: его назначение, виды и составные элементы.**

**Заземление** – это преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки (ЭУ) или оборудования с землёй или её эквивалентом, например водой реки.

Виды заземлений:

**Рабочее заземление** предназначено для обеспечения работы ЭУ. При этом может заземляться какая-либо точка токоведущих частей ЭУ, например нейтраль трансформатора или генератора.

**Молниезащитное заземление** используют для защиты от молний и атмосферных перенапряжений.

**Защитное заземление** предназначено для обеспечения электробезопасности и позволяет уменьшить напряжение, приложенное к телу человека, до длительно допустимого значения. При этом заземляют металлические нетоковедущие части (корпуса) ЭУ, доступные прикосновению человека, которые могут оказаться под напряжением, например, из-за повреждения изоляции токоведущего проводника.

Для реализации заземления заземляемый элемент ЭУ соединяют с помощью **заземляющего проводника с заземлителем**, надёжно контактирующим с землёй и предназначенным для отвода в неё тока.

**Магистраль заземления** – это заземляющий проводник с двумя или более ответвлениями. Присоединение заземляемых частей ЭУ к магистрали заземления осуществляется с помощью отдельных проводников, последовательное подключение не допускается. Соединения заземляющих проводников между собой должны выполняться посредством сварки, а для присоединения их к заземляемым частям ЭУ можно использовать также болтовые соединения. Заземлитель должен быть связан с магистралью заземления не менее чем двумя проводниками, присоединёнными к заземлителю в разных местах.

**4. Заземлители и их виды.**

**Заземлитель** – это токопроводящий элемент или совокупность соединённых между собой токопроводящих элементов, находящихся в электрическом контакте с землёй непосредственно или через промежуточную токопроводящую среду.

Виды заземлителей:

**Естественные заземлители** – это непосредственно контактирующие с землёй токопроводящие элементы коммуникаций, зданий и сооружений, используемые для целей заземления (любые металлические конструкции, имеющие контакт с землёй)

**Искусственный заземлитель** – это заземлитель, специально предназначенный для целей заземления.

Для искусственных заземлителей применяют:

- **вертикальные неокрашенные электроды** из чёрной, оцинкованной, омеднённой и нержавеющей стали или медные в виде прутков диаметром не менее 16 мм или стальных труб диаметром не менее 32 мм с толщиной не менее 4 мм. Длина электродов не менее 1,5 м;

- **горизонтальные электроды** для соединения между собой вертикальных электродов, а также самостоятельно. Для этих целей применяют стальную или (медную) полосу прямоугольного сечения площадью не менее 100 (80) мм2 или стальной пруток круглого сечения диаметром не менее 10 мм.

**5. Нарисуйте и объясните кривую распределения потенциалов в зоне растекания тока через одиночный заземлитель.**



**6. Причины ограничения максимального потенциала в зоне растекания тока через заземлитель.**

**Сопротивление заземляющего контура**: чем выше сопротивление заземляющего контура, тем больше потенциал может возникнуть в зоне растекания тока. Это связано с тем, что ток, проходящий через землю, вызывает падение напряжения, которое зависит от сопротивления. Низкое сопротивление заземления помогает снизить максимальный потенциал.

**Распределение тока**: при заземлении ток распределяется по поверхности земли. Если заземляющий электрод не имеет достаточной площади или глубины, это может привести к высокому потенциалу вблизи точки заземления. Эффективное распределение тока помогает снизить локальные максимумы потенциала.

**Параметры почвы**: электрические свойства почвы, такие как влажность, состав и температура, влияют на проводимость. В сухой или высокоомной почве ток будет растекаться менее эффективно, что может привести к более высокому потенциалу в зоне растекания.

**Системы защиты**: в некоторых случаях системы защиты от перенапряжений и коротких замыканий могут ограничивать максимальный потенциал, чтобы предотвратить повреждение оборудования и обеспечить безопасность людей.

**Расстояние от заземляющего устройства**: чем дальше вы находитесь от заземляющего устройства, тем меньше будет максимальный потенциал, так как ток будет распределяться по большему объему земли. Однако вблизи заземляющего устройства потенциал может быть значительно выше.

**7. Что следует понимать под сопротивлением заземлителя?**

**Сопротивление заземлителя** — это электрическое сопротивление, которое возникает между заземляющим электродом (например, заземляющим стержнем или пластиной) и землей. Это сопротивление влияет на эффективность заземляющей системы и на то, как хорошо она может отводить электрический ток в землю.

Процесс растекания электрического тока через заземлитель полностью характеризуется зависимостью, определяющей распределение напряжения в зоне растекания, и уровнем его ограничения, который представляет практический интерес.

Сопротивление заземлителя определяется удельным сопротивлением грунта ***ρ*** и геометрическими размерами заземлителя ***rз***.

Уменьшить уровень максимального напряжения в зоне растекания можно за счёт уменьшения величины сопротивления заземлителя, которая, в свою очередь, может быть уменьшена за счёт увеличения геометрических размеров заземлителя (радиуса полусферического заземлителя для рассматриваемого случая).

**8. Напряжение прикосновения и напряжение шага.**

**Напряжение прикосновения** (***Uпр***) – в общем случае это разность потенциалов, приложенная к двум точкам тела человека.

При оценке опасности поражения электрическим током в электроустановках, связанных с заземляющими устройствами, под напряжением прикосновения обычно понимают напряжение, приложенное к телу человека, стоящему на грунте с потенциалом ***φx*** и прикасающемуся к заземлённому корпусу электрооборудования. Если пренебречь малой величиной падения напряжения на сопротивлении заземляющего проводника, то потенциал корпуса можно считать равным потенциалу заземлителя ***φЗ***.

**Напряжение шага** (***Uш***) – это разность потенциалов между двумя точками поверхности грунта в зоне растекания тока, с которыми контактируют ступни ног человека. Напряжение шага зависит от местоположения человека в зоне растекания тока и от длины шага. Максимальное напряжение шага соответствует случаю, когда одна нога человека находится на заземлителе, а вторая – за его пределами на расстоянии шага. По мере удаления человека от заземлителя напряжение шага уменьшается и за пределами зоны растекания равно нулю.

**9. Измерение сопротивлений заземлителя и грунта.**

Наша лаба.

**10. Нормирование сопротивлений заземляющих устройств.**

Наша лаба.

**Нормирование сопротивлений заземляющих устройств** — это процесс установления и соблюдения определенных стандартов и нормативов, касающихся максимальных допустимых значений сопротивления заземляющих систем. Эти нормы разрабатываются с целью обеспечения безопасности, надежности и эффективности электрических установок.

Основные аспекты нормирования сопротивлений заземляющих устройств включают: