

## Глава 1

# Общие сведения по электротехнике

Профессионально выполненные электромонтажные работы — залог бесперебойного функционирования не только системы электроснабжения. От того, насколько грамотно они проведены, зависит работа систем связи, безопасности, а также всех тех инженерных систем, чье питание основано на электричестве. Для этого специалисты должны знать теоретические основы проводимых работ. Теоретические основы электротехники, в свою очередь, требуют справочной информации по электрическим свойствам материалов и размерностям физических величин. В данной главе собраны некоторые теоретические сведения, часто требуемые в практике электромонтажных, приборостроительных и ремонтных работ.

### 1.1. Электрические системы, сети, источники электроснабжения

Работа электроустановок различных типов связана с потреблением электроэнергии, которая производится на электрических станциях. *Электростанция* представляет собой промышленное предприятие, вырабатывающее электроэнергию и обеспечивающее ее передачу потребителям по электрической сети. Между генераторами электроэнергии на электрических станциях и электроприемниками у потребителей, преобразующими электроэнергию в другие виды энергии, находится сложный комплекс инженерных сооружений — электрические сети. Электрическая сеть представляет собой совокупность воздушных и кабельных линий электропередачи и подстанций, работающих на определенной территории. Она участвует в поддержании в пределах допустимых отклонений заданных уровней напряжения в различных точках сети и на зажимах электроприемников у потребителей при разных режимах потребления, позволяет резервировать источники питания и обеспечивать бесперебойное

электроснабжение потребителей. Для выполнения этих функций сети содержат в своем составе воздушные и кабельные линии электропередачи, различные токопроводы, трансформаторные подстанции, распределительные устройства и коммутационные пункты, установки, генерирующую реактивную мощность, и средства регулирования напряжения.

Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии, называется *электрической подстанцией*. Электроустановку, предназначенную для передачи электрической энергии, называют *линией электропередачи (ЛЭП)*.

Энергетическая система представляет собой совокупность электростанций, электрических сетей и электропотребителей, связанных общностью процесса производства, передачи и использования электроэнергии. На некоторых электростанциях вырабатывается не только электрическая, но и тепловая энергия, поэтому энергосистема охватывает и установки производства, распределения и использования теплоты. Электрическую часть энергосистемы называют электрической системой. Источники питания электрических систем — электрические станции. Основными типами электростанций являются гидроэлектрические, тепловые и атомные электростанции.

На гидроэлектростанциях в электрическую преобразуется механическая энергия водного потока реки — гидравлическая энергия. На тепловых электростанциях в электрическую превращается энергия, выделяемая при сгорании угля, торфа, нефти, газа, сланцев и других видов топлива. На атомных электростанциях в качестве топлива используют ядерное горючее. В настоящее время развиваются преимущественно тепловые электростанции. Для электроснабжения потребителей вводятся тепловые электростанции мощностью 6000 МВт с блоками 500–800 МВт.

Для временного электроснабжения в качестве резерва применяются газотурбинные электростанции, дизельные, энергопоезда и т. д. Кроме того, изучаются возможности более широкого использования энергии ветра, приливов и отливов, вулканов и гейзеров, гелиоэнергии и др.

При питании от государственной энергосистемы все потребители электроэнергии разделяются на следующие категории надежности электроснабжения.

*Электроприемники I категории* — приемники, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, нарушение сложного технологического процесса и функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства. Электроприемники этой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Перерыв их электроснабжения допустим только на время автоматического восстановления

питания. Для электроснабжения особой группы электроприемников I категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника. В качестве такового можно использовать местные электростанции, аккумуляторные батареи и др. К потребителям этой категории относятся охранная сигнализация, предприятия канализации, операционные отделения, варочные и др.

Перерыв электроснабжения *электроприемников II категории* приводит к массовой невыработке продукции, простоям работников, механизмов, производственного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей. Электроприемники II категории допускают перерыв в электроснабжении до одних суток. Их электроснабжение может осуществляться по одной воздушной линии или одной кабельной, состоящей не менее чем из двух кабелей, присоединенных к общему аппарату. К предприятиям этой категории относятся молочнотоварные фермы, теплицы, мастерские и др.

К *электроприемникам III категории* относятся все остальные электроприемники, не подпадающие под I и II категории. Потребители этой категории могут питаться от одного источника электроснабжения. Время ремонта или замены поврежденного элемента не должно превышать одних суток. К потребителям этой категории относятся жилые дома, дачи, коттеджи и др.

*Электроустановки* представляют собой совокупность машин, аппаратов и линий вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии. *Открытые (наружные) электроустановки* не защищены зданием от атмосферных воздействий. Если электроустановки закрыты только навесами или сетчатыми либо иного типа ограждениями, они рассматриваются как наружные. Если электроустановки находятся внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий, их называют *внутренними (закрытыми)*.

Помещения, отгороженные, например, сетками, части помещений, в которых расположены электроустановки, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, называются *электропомещениями*.

Помещения, в которых относительная влажность не превышает 60 %, считаются сухими. Помещения, где пары или конденсирующая влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %, называют влажными. Помещения, в которых относительная влажность длительно превышает 75 %, являются сырыми. Помещения, где относительная влажность воздуха близка к 100 %, то есть стены, потолок, пол и предметы покрыты влагой, считаются особо сырыми.

Помещения, в которых под действием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более одних суток) +35 °С,

например котельные, сушилки, помещения с сушильными и обжигательными печами и т. п., являются жаркими. Помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что может оседать на проводах и проникать внутрь аппаратов, машин и другого оборудования, являются пыльными. Пыльные помещения могут быть с токопроводящей пылью и нетокопроводящей пылью.

Помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени находятся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования, являются помещениями с химически активной или органической средой. По опасности пожара и взрыва помещения бывают пожароопасными (П-1, П-П, П-Па, П-Ш) и взрывоопасными (В-1; В-1а, в, г; В-П, В-Па).

Каждая электрическая сеть характеризуется номинальным напряжением приемников электроэнергии, которые от нее питаются. Номинальным напряжением приемников электрической энергии, генераторов и трансформаторов является напряжение, при котором обеспечивается их нормальная и бесперебойная работа. Нормальным напряжением электросети называют среднее арифметическое значение рабочих напряжений в начале и конце линии сети. Правилами устройства электроустановок они разделяются на установки напряжением до 1000 В и напряжением выше 1000 В. Напряжение в электроустановках принимают стандартным с учетом класса помещений по условиям окружающей среды и опасности поражения электрическим током. Способы выполнения электросетей должны обеспечивать надежность, долговечность, пожарную безопасность, экономичность и индустриальность монтажа, а при скрытых проводках — по возможности заменяемость проводов.

Номинальное напряжение при питании от государственной энергосистемы составляет 220 В, трехфазовой — 380/220 В. В помещениях без повышенной опасности это напряжение применяют без ограничений, в том числе для электрифицированного инструмента. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при выполнении открытых проводок их высота должна быть не менее 2,5 м, за исключением спусков к розеткам, выключателям аппаратов и т. д. Если это требование выполнить невозможно, необходимо применять пониженное (42 В и ниже) напряжение и делать проводки в трубах. Таким образом прокладывают проводки в подвалах, на дачах, в смотровых ямах гаражей и т. д.

Переносной электрифицированный инструмент в этих помещениях применяют на напряжение 36 В, а в особо опасных и на металлических полах или емкостях — с использованием защитных средств (перчаток, диэлектрических сапог, ковриков и др.). Такие же требования предъявляются к переносным осветительным приборам.

Если человек прикоснется к заземленной установке, в которой возникло напряжение на корпус, он окажется под действием напряжения прикосновения. Оно представляет собой разность потенциалов между опорными точками под ногами и руками человека, которыми он касается корпуса электроустановки, находящейся под напряжением. Прикосновение может быть однофазным, то есть прикосновение к одной фазе сети, и двухфазным — к двум фазам. Однофазное прикосновение происходит и при одновременном прикосновении к фазному и нулевому проводам, но тогда возможность поражения током увеличивается ввиду уменьшения сопротивления, которое в данном случае состоит из сопротивления человеческого тела от руки к руке.

Двухфазное прикосновение значительно опаснее. В этом случае человек попадает под полное линейное напряжение. Напряжение прикосновения может достигнуть опасной величины в случае большого сопротивления заземлителя или обрыва заземления.

Для проверки наличия напряжения в сети или на оборудовании применяют специальные индикаторы, пробники или измерительные приборы. Пользоваться лампочками-«контролками» запрещается. Индикаторы низкого напряжения до 1000 В выпускаются однополюсными и двухполюсными. Однополюсные предназначены для проверки наличия напряжения и определения фазных проводов в электроустановках временного тока при подключении счетчиков, выключателей, патронов электроламп, предохранителей и др. Они работают по принципу емкостного тока. Двухполюсные указатели напряжения служат для проверки наличия и отсутствия напряжения в электроустановках переменного тока и работают по принципу протекания активного тока.

Однополюсный индикатор напряжения состоит из сигнальной неоновой лампы или резистора, помещенных в корпус, изготовленный из ударопрочного материала. Маркировка: УНН-1м, УНН-1х, УНН-90, ИН-91 и др. Рабочее напряжение указателя типа УНН-1м составляет 90–660 В переменного тока частотой 50 Гц. Напряжение зажигания — 70 В. Ток, протекающий через указатель при напряжении 660 В, составляет не более 0,6 мА. Масса индикатора — 0,1 кг.

Двухполюсные индикаторы напряжения МИН-1 и УНН-10 состоят из сигнальной лампы и двух резисторов — ограничивающего и шунтирующего. Элементы указателя напряжения помещены в два корпуса из изоляционного материала, соединенных между собой гибким проводом с изоляцией повышенной надежности. Рабочее напряжение индикатора типа УНН-10 — 70–660 В переменного тока и 100–700 В постоянного. Напряжение зажигания — 60–65 В. Масса индикатора составляет 0,15 кг. Выпускаются также двухполюсные пробники напряжения ПН-1 и др., позволяющие по размеру светящегося столба и сигнальной лампы определить величину измеренного напряжения, фазные и нулевые провода.