

2. Системы электроснабжения зданий и сооружений

2.1. Общие сведения

В настоящее время нельзя представить себе жизнь и деятельность современного человека без электричества. Оно уже давно и прочно вошло во все отрасли народного хозяйства и быт людей. Основное достоинство электрической энергии — относительная простота производства, передачи, дробления и преобразования.

Современный город представляет собой сложный комплекс различных потребителей электрической энергии. Основная ее часть потребляется промышленностью (около 70 %). В последние годы область применения электроэнергии для коммунально-бытовых нужд, составляющая в среднем 20 % от общего потребления, заметно расширилась. В зависимости от величины города, климатических условий, уровня развития в нем промышленности и многих других факторов доля коммунально-бытовой нагрузки и удельное электропотребление (на одного жителя или на 1 м жилой площади) могут меняться в широких пределах.

В системе электроснабжения объектов можно выделить три вида электроустановок: по производству электроэнергии — электрические станции; по передаче, преобразованию и распределению электроэнергии — электрические сети и подстанции; по потреблению электроэнергии в производственных и бытовых нуждах — приемники электроэнергии.

Электрической станцией называется предприятие, на котором вырабатывается электрическая энергия. На этих станциях различные виды энергии (энергия топлива, падающей воды, ветра, атомная и др.) с помощью электрических машин, называемых генераторами, преобразуются в электрическую энергию. В зависимости от используемого вида первичной энергии все существующие электрические станции разделяют на следующие основные группы: тепловые, гидравлические, атомные, ветряные и др.

Приемником электроэнергии называется электрическая часть производственной установки, получающая электроэнергию от источника и преобразующая ее в механическую, тепловую, световую энергию, энергию электростатического и электромагнитного полей. По технологическому назначению приемники электроэнергии классифицируются в зависимости от вида энергии, в который данный приемник преобразует электрическую энергию: электродвигатели приводов машин и механизмов; электротермические установки; электрохимические установки; установки электроосвещения; установки электростатического и электромагнитного поля, электрофильтры; устройства искровой обработки, контроля и испытания изделий (рентгеновские аппараты, установки ультразвука и т.д.). Электроприемники характеризуются номинальными параметрами: напряжением, током, мощностью и др. Совокупность электроприемников производственных установок цеха, корпуса, предприятия, присоединенных с помощью электрических сетей к общему пункту электропитания, называется электропотребителем.

Совокупность электрических станции, линий электропередачи, подстанций, тепловых сетей и приемников, объединенных одним и непрерывным процессом выработки, преобразования, распределения тепловой и электрической энергии, называется энергетической системой. Единая энергетическая система (ЕЭС) объединяет энергетические системы отдельных районов, соединяя их линиями электропередачи. Часть энергетической системы, состоящая из генераторов, распределительных устройств, повышающих и понижающих подстанций, линий электрической сети и приемников электроэнергии, называют электроэнергетической системой.

Электрической сетью называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электроэнергии, состоящая из подстанций и распределительных устройств, которые соединены линиями электропередачи, и работающая на определенной территории.

Электрическая сеть объекта электроснабжения, называемая системой электроснабжения объекта, является продолжением электрической системы. Система электроснабжения объекта объединяет понижающие и преобразовательные подстанции, распределительные пункты, электроприемники и ЛЭП. Прием, преобразование и распределение электроэнергии происходят на подстанции — электроустановке, состоящей из трансформаторов или иных преобразователей электроэнергии, распределительных устройств, устройств управления, защиты, измерения и вспомогательных устройств. Распределение поступающей электроэнергии без ее преобразования или трансформации выполняется на распределительных подстанциях (РП).

Электрические сети подразделяются по следующим признакам:

1. Напряжение сети. Сети могут быть напряжением до 1 кВ — низковольтными, или низкого напряжения (НИ), и выше 1 кВ — высоковольтными, или высокого напряжения (ВН).
2. Род тока. Сети могут быть постоянного и переменного тока. Электрические сети выполняются в основном по системе трехфазного переменного тока, что является наиболее целесообразным, поскольку при этом электроэнергия может трансформироваться. При большом числе однофазных приемников от трехфазных сетей делают однофазные ответвления. Принятая частота переменного тока в ЕЭС России равна 50 Гц.
3. Назначение. По характеру потребителей и в зависимости от назначения территории, на которой они находятся, различают сети в городах, сети промышленных предприятий, сети электрического транспорта, сети в сельской местности. Кроме того, имеются районные сети, служащие для соединения крупных электрических станций и подстанций на напряжении выше 35 кВ; сети межсистемных связей, предназначенные для соединения крупных электроэнергетических систем на напряжении 330, 450 и 500 кВ. Вместе с тем применяют понятия «питающие сети» и «распределительные сети».

4. Конструктивное выполнение сетей. Линии могут быть воздушными, кабельными и токопроводами. Подстанции могут быть открытыми и закрытыми.

Примерная схема относительно простой электроэнергетической системы приведена на рис. 2.

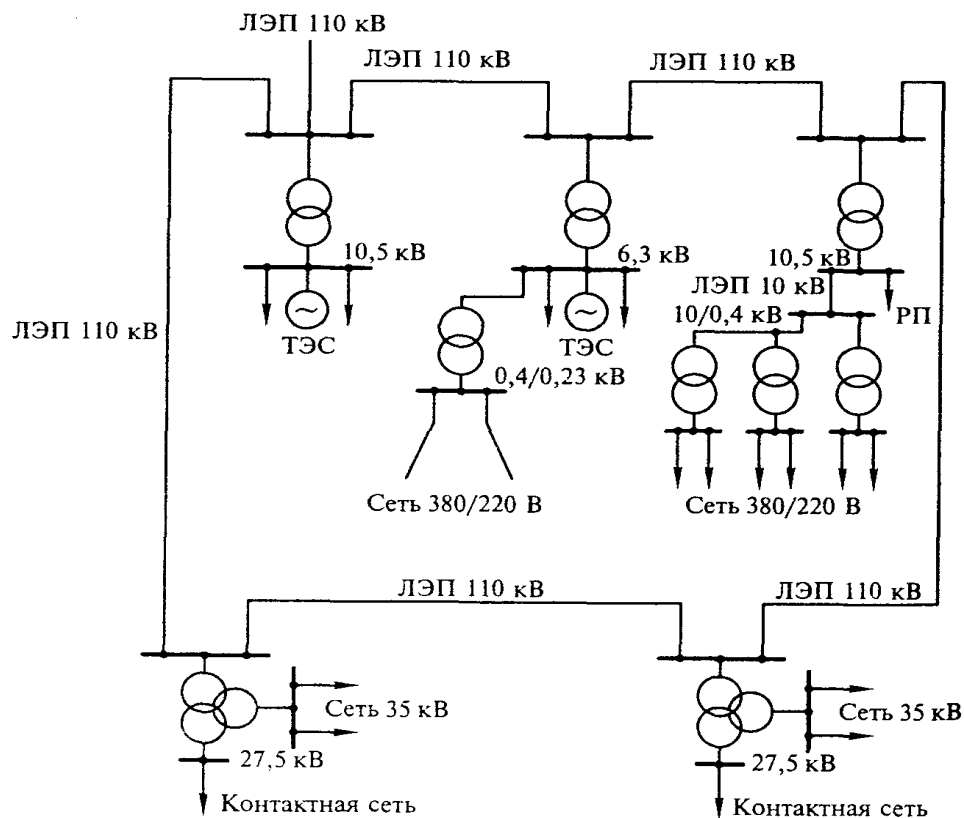


Рис. 2. Схема электрической системы

Здесь электрическая энергия, вырабатываемая на двух электростанциях различных типов — тепловой электростанции (ТЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) — подводится к потребителям, удаленным друг от друга. для того чтобы передать электроэнергию на расстояние, ее предварительно преобразовывают, повышая напряжения трансформаторами. У мест потребления электроэнергии напряжение понижают до нужной величины. Из схемы можно понять, что электроэнергия передается по воздушным линиям. Схема представлена в однолинейном изображении. В действительности элементы системы, работающие на переменном токе, имеют трехфазное

исполнение. Однако для выявления структуры системы и анализа ее работы нет необходимости в ее трехфазном изображении, вполне достаточно однолинейного.

В зависимости от выполняемых функций, возможностей обеспечения схемы питания от энергосистемы, величины и режимов потребления электроэнергии и мощности, особенностей правил пользования электроэнергией потребителей принято делить на следующие основные группы: промышленные и приравненные к ним, производственные, сельскохозяйственные, бытовые, общественно-коммунальные (учреждения, организации, предприятия торговли и общественного питания и др.).

К промышленным потребителям приравнены следующие предприятия: строительные, транспорта, шахты, рудники, карьеры, нефтяные, связи, коммунального хозяйства и бытового обслуживания. Промышленные потребители являются наиболее энергоемкой группой потребителей электрической энергии. Каждая из групп потребителей имеет определенный режим работы. Например, электрическая нагрузка от коммунально-бытовых потребителей с преимущественно осветительной нагрузкой отличается большой неравномерностью в различное время суток. днем нагрузка небольшая, к вечеру она становится максимальной, ночью резко падает и к утру вновь возрастает. Электрическая нагрузка промышленных предприятий более равномерна в течение дня и зависит от вида производства режима рабочего дня и числа смен.

2.2. Надежность электроснабжения городских потребителей

Под надежностью электроснабжения понимается способность системы электроснабжения обеспечивать электроприемники объекта бесперебойным питанием электроэнергией при регламентированном напряжении. Надежность питания в основном зависит от принятой схемы электроснабжения, степени резервирования от дельных групп электроприемников, а также от надежной

работы отдельных элементов системы электроснабжения (линий, трансформаторов, электрических аппаратов и др.).

Не все электроприемники требуют одинаковой надежности электроснабжения. Например, электроснабжение электродвигателей пожарных насосов, дымоудаления и аварийного освещения лестничных клеток жилого многоэтажного дома должно быть более надежным, чем освещения квартир. Для некоторых электроприемников перерывы в электроснабжении недопустимы даже на сравнительно короткий срок, в то время как электроприемники других групп потребителей без ущерба для производства и опасности для жизни людей допускают перерывы.

В соответствии с ПУЭ все электроприемники по требуемой надежности электроснабжения разделяют на три категории.

К 1-й категории относятся электроприемники, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный экономический ущерб, повреждение дорогостоящего оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса. Примером электроприемников этой категории в промышленных установках могут быть электроприемники насосных станций противопожарных установок, системы вентиляции в химически опасных цехах, водоотливных и подъемных установок в шахтах и т. п. В городских сетях к 1-й категории относят канализационные и водопроводные станции, АТС, радио и телевидение, а также лифтовые установки высотных зданий. Электроприемники этой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания, и перерыв электроснабжения при нарушении питания от одного из них может быть допущен только на время автоматического ввода резервного источника питания. Допустимый интервал продолжительности нарушения электроснабжения для электроприемников 1-й категории составляет не более 1 мин. Независимым источником питания называется источник, на котором сохраняется напряжение при исчезновении его на других источниках, например распределительные устройства двух

центров питания (ЦП), две секции одного центра при условии, что каждая секция питается от отдельного источника в секции не связаны между собой. При небольшой суммарной мощности электроприемников 1—й категории в качестве независимого источника питания могут быть использованы передвижные- или стационарные автоматизированные электростанции небольшой мощности с двигателями внутреннего сгорания, аккумуляторные батареи, которые устанавливаются непосредственно около объекта потребления электроэнергии.

Ко 2-й категории относятся электроприемники перерыв в электроснабжении которых связан с существенным недоотпуском продукции, массовым простоем людей, механизмов, промышленного транспорта, нарушением нормальной деятельности значительного количества городских жителей. Школы, детские учреждения и жилые дома до пяти этажей обычно относят к Приемникам 2-й категории.

В механических, металлообрабатывающих сборочных цехах ко 2-й группе можно отнести следующие электроприемники: электродвигатели станочного оборудования, подъемных устройств и вентиляторов, печи сопротивления, сварочные агрегаты и т. д. Электроприемники этой категории могут питаться от одного центра и допускают перерывы в электроснабжении на время, необходимое для включения резервного питания выездной оперативной бригадой энергосистемы или дежурным персоналом предприятия, допустимая продолжительность нарушения электроснабжения для электроприемников 2-й категории — не более 30 мин. При наличии Централизованного резерва допускается питание от Подстанции с одним трансформатором,

К 3-й категории относятся электроприемники, не подходящие под определения 1-й и 2-й категорий. К этой группе относятся электроприемники небольших коммунальных предприятий, вспомогательных цехов, ремонтных мастерских, складов неответственного назначения, цехов несерийного производства и др. Для этой категории электроприемников допускается перерыв на время ремонта или замены поврежденного элемента

электрообеспечения, но не более чем на 1 сут. Для рационального и надежного построения схем электрообеспечения необходимо правильно определить категории надежности отдельных групп электроприемников.

2.3 Электрообеспечение городских предприятий

Электрообеспечение предприятий в зависимости от их энергоемкости может осуществляться по одной или двум системам электрических сетей. Одна система (внешнее электрообеспечение) состоит из воздушных или кабельных линий различных напряжений, по которым электроэнергия передается от районных подстанций энергосистемы до приемных пунктов (ГПП, ЦРП, РП и ТП) на предприятиях. Другая система (внутреннее электрообеспечение) состоит из кабельных сетей напряжением 6... 10 кВ, расположенных на территории предприятия, по которым электроэнергия передается от ГПП, ЦРП, РП на цеховые ТП.

Центральный распределительный пункт (ЦРП) — это распределительное устройство, расположенное на территории крупного предприятия, получающее питание непосредственно от ЦП на напряжение 6... 10 кВ и распределяющее электроэнергию на то же напряжение между РП и ТП предприятия.

Главная понижающая станция (ГПП) — трансформаторная подстанция, расположенная на территории крупного энергоемкого предприятия, получающая питание непосредственно от энергосистемы 35... 110 кВ и выше и распределяющая электроэнергию на напряжение 6... 10 кВ между РП и ТП предприятия.

Электрообеспечение предприятий с небольшой установленной мощностью (на предприятии одно ТП) осуществляется по кабельным линиям от городских ЦП или РП напряжением 6... 10 кВ. Электрообеспечение средних энергоемких предприятий с несколькими цеховыми ТП осуществляется по двум системам сетей, которые состоят из кабельных линий, передающих

электроэнергию от ЦП на ЦРП или РП, а последние — на цеховые ТП предприятия. для наиболее энергоемких предприятий со многими цеховыми ТП система внешнего электроснабжения состоит из воздушных линий напряжением 35... 110 кВ и выше (глубокие вводы), которые передают электроэнергию непосредственно от энергосистемы на ГПП предприятия. Система внутреннего электроснабжения состоит из кабельных сетей напряжением 6... 10 кВ, расположенных на территории предприятия, передающих электроэнергию от ЦП на РП и на цеховые ТП предприятия.

Система электроснабжения может быть выполнена в нескольких вариантах, из которых выбирается оптимальный. При его выборе учитывают степень надежности, обеспечение качества электроэнергии, удобство и безопасность эксплуатации, возможность применения прогрессивных методов электромонтажных работ.

Основные принципы построения схем объектов:

- максимальное приближение источников высокого напряжения 35... 220 кВ к электроустановкам потребителей с подстанциями глубокого ввода, размещаемыми рядом с энергоемкими производственными корпусами;
- резервирование питания для отдельных категорий потребителей должно быть заложено в схеме и элементах системы электроснабжения. Для этого линии, трансформаторы и коммутационные устройства должны нести в нормальном режиме постоянную нагрузку, а в послеаварийном режиме после отключения поврежденных участков принимать на себя питание оставшихся в работе потребителей с учетом допустимых для этих элементов перегрузок;
- секционирование шин всех звеньев системы распределения энергии, а при преобладании потребителей 1-й и 2-й категорий установка на них.

Устройства автоматического включения резерва (АВР). Схемы строятся по уровневому принципу. Обычно применяются два-три уровня. Первым уровнем распределения электроэнергии является сеть между источником питания объекта и подстанцией глубокого ввода (ПГВ), если распределение производится при напряжении 110 ... 220 кВ, или между ГПП и РП

напряжением 6... 10 кВ, если распределение происходит на напряжении 6...10кВ.

Вторым уровнем распределения электроэнергии является сеть между РП и ТП (или отдельными электроприемником высокого напряжения). На небольших и некоторых средних объектах чаще применяется только один уровень распределения энергии — между центром питания от системы и пунктами приема энергии (ТП или высоковольтными электроприемниками).

Электрические сети внутри объекта выполняются по магистральным, радиальным или смешанным схемам. Радиальные схемы распределения электроэнергии применяются в тех случаях, когда пункты приема расположены в различных направлениях от центра питания. Они могут быть двух- или одноступенчатыми. На небольших объектах и для питания крупных сосредоточенных потребителей используются одноступенчатые схемы. двухступенчатые радиальные схемы с промежуточным РП выполняются для крупных и средних объектов с подразделениями, расположенными на большой территории. При наличии потребителей 1-й и 2-й категорий РП и ТП питаются не менее чем по двум отдельно работающим линиям. допускается питание электроприемников 2-й категории по одной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей. При двухтрансформаторных подстанциях каждый трансформатор питается отдельной линией по блочной схеме: линия — трансформатор. Пропускная способность блока в послеаварийном режиме рассчитывается исходя из категорийности питаемых потребителей. При однострансформаторных подстанциях (рис. 3) взаимное резервирование питания небольших групп приемников 1-й категории осуществляется при помощи кабельных или шинных перемычек на вторичном напряжении между соседними подстанциями. Вся коммутационная аппаратура устанавливается на РП или ГПП, а на питаемых от них ТП предусматривается преимущественно глухое присоединение трансформаторов. Иногда трансформаторы ТП присоединяются через выключатель нагрузки и разъединитель.

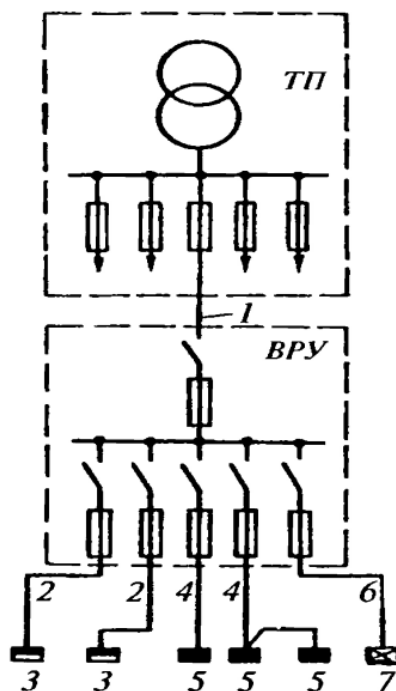


Рис. 3. Принципиальная схема электроснабжения общественного здания от однотрансформаторной подстанции: 1 – питающая линия к ВРУ; 2 – питающие линии в РП; 3 – РП силовых электроприемников; 4,6 – линии; 5 – групповые щитки рабочего освещения; 7 – щиток эвакуационного освещения

Радиальная схема питания обладает большой гибкостью и удобством в эксплуатации, так как повреждения и ремонт одной линии влияет на работу только одного потребителя.

Магистральные схемы напряжением 6... 10 кВ применяются при линейном размещении подстанций на территории объекта, когда линии от центра питания до пунктов приема могут быть проложены без значительных обратных направлений. Магистральные схемы имеют следующие преимущества: лучшая загрузка кабелей при нормальном режиме, меньшее число камер на распределительной станции. К недостаткам следует отнести усложнение схем коммутации при соединении ТП и одновременное отключение нескольких потребителей, питающихся от магистрали при ее повреждении.

Число трансформаторов, присоединяемых к одной магистрали, обычно не превышает двух-трех при мощности трансформаторов 1000... 2500 кВА и четырех-пяти при мощности трансформаторов 250... 630 кВА. Магистральные схемы выполняются одиночными и двойными, с односторонним и двухсторонним питанием. Смешанные схемы питания, сочетающие в себе принципы радиальных и магистральных систем распределения электроэнергии, имеют наибольшее распространение на крупных объектах. Так, на первом уровне обычно применяются радиальные схемы. Энергия от РП к цеховым ТП и двигателям высокого напряжения на таких объектах распределяется как по радиальным, так и по магистральным схемам.

Степень резервирования определяется категорийностью потребителей. Так, потребители 1-й категории должны обеспечиваться питанием от двух независимых источников. В качестве второго источника питания могут быть использованы не только секционированные сборные шины электростанций или подстанций, но и перемычки в сетях на низшем напряжении, если они подают питание от ближайшего распределительного пункта, имеющего независимое питание с АВР.

Для особо ответственных потребителей, отнесенных к особой группе 1-й категории, должно предусматриваться электроснабжение от трех независимых источников. Каждый из двух основных источников должен полностью обеспечивать питание потребителя, а третий независимый источник — иметь минимальную мощность для безаварийного останова производства. Третьим независимым источником может быть, например, дизельная станция, которая при отключении одного из двух независимых источников включается на холостой ход и находится в режиме «горячего» резерва. Во избежание перегрузки третьего источника предусматривается отключение остальных потребителей перед его вводом.

Для присоединения внутренних электрических сетей электроустановок к внешним питающим кабельным линиям, а также для распределения электрической энергии и защиты от перегрузок и короткого замыкания

отходящих линий служат *вводные* (ВУ) или *вводно-распределительные* (ВРУ) устройства. *Вводное устройство* также предназначается для разграничения ответственности за эксплуатацию электрических сетей между персоналом городской сети, а персоналом потребителя. При питании по одному кабелю небольших по мощности электроустановок, относящихся к 3-й категории бесперебойности электроснабжения, в качестве ВУ применяют вводные трехполюсные ящики типа БПВ на токи 100, 250, 350 А с одним блоком «предохранители ПН-2 и выключатель». Также используются ящики Я 3700 с одним трехполюсным автоматом серии А3700 на токи 50... 600 А. Для трех- и пятиэтажных жилых домов в качестве ВУ используют шкафы серии ШВ. Для общественных зданий, жилых домов повышенной этажности, зданий небольших предприятий применяют ВРУ, выполненные в виде щитов одно- или двустороннего обслуживания. Любое ВРУ комплектуется из вводных и распределительных панелей или шкафов заводского изготовления. В крупных городах предприятия электромонтажных организаций разрабатывают и применяют свои конструктивные серии ВРУ. В Москве используют единую серию ВРУ-УВР 503, которая комплектуется из отдельных панелей одностороннего обслуживания и состоит из вводных и распределительных панелей.

На крупных предприятиях, потребляющих значительные мощности, в качестве вводно-распределительных устройств применяют вводные и распределительные шкафы и панели заводского изготовления серии ЩО-70. Их используют также на подстанциях в распределительных устройствах напряжением 0,4 кВ. Конструктивно они могут быть одностороннего или двустороннего обслуживания. На вводных панелях установлены рубильники с предохранителями или автоматы серии АВМ, а на распределительных - рубильники с предохранителями или автоматы серии А37. Панели щитов для одностороннего обслуживания называют панелями присланного типа и устанавливают непосредственно у стены электропомещения. Панели щитов двустороннего обслуживания называют отдельно- или свободностоящими и

располагают на расстоянии не менее 0,8 м от стены. Щиты одностороннего обслуживания требуют меньшей площади для установки, чем щиты двустороннего обслуживания. Кроме того, они более экономичны. Однако щиты двустороннего обслуживания удобнее в эксплуатации. Кроме щитов панельного типа заводы изготавливают вводно-распределительные и распределительные щиты, собираемые из отдельных блоков: предохранитель, выключатель, предохранитель- выключатель, автомат, счетчик.

Помещения вводно-распределительных устройств (электрощитовые) располагают в удобных местах, куда имеет доступ только обслуживающий персонал. Через электрощитовые не должны проходить газопроводы, а другие трубопроводы должны быть без соединений, вентилей, задвижек. Допускается устанавливать ВРУ не в специальных помещениях, а на лестничных клетках, в коридорах, но при этом шкафы должны запираются, рукоятки аппаратов управления не должны выводиться наружу или должны быть съемными. Не допускается устанавливать ВРУ в сырых помещениях и в местах подверженных затоплению.

2.4. Конструктивное выполнение электрических сетей

Для выполнения электрических сетей применяются неизолированные (голые) и изолированные провода, кабели, токопроводы. Голые провода не имеют изолирующего покрова. Их можно прокладывать только в условиях, исключающих случайные прикосновения к ним людей, что может привести к замыканию. Наибольшее распространение голые провода получили на воздушных линиях, расположенных на открытом воздухе. Провода подвешиваются к опорам при помощи изоляторов и арматуры. Большинство сетей напряжением до 1 кВ внутри помещений выполняются изолированными проводами, т.е. проводами, имеющими изолирующие, а иногда защитные покрытия. Кабелем называется многопроволочный провод или несколько скрученных вместе изолированных проводов при помещении их в общую

герметическую оболочку. Силовые кабели предназначены для прокладки в земле, под водой, на открытом воздухе и внутри помещений. Токопроводом называют устройство, предназначенное для канализации электроэнергии при открытой прокладке в производственных и электротехнических помещениях, по опорным конструкциям, колоннам и фермам зданий. К токопроводам относятся шинные магистрали различного исполнения, которые называются шинопроводами. Материалами для токоведущих частей проводов и кабелей являются медь, алюминий, их сплавы и сталь. Медь — один из лучших проводников электрического тока, и поэтому необходимые технико-экономические показатели (потери электроэнергии) можно получить при меньших сечениях медных проводов, чем при проводах из других материалов. Медные провода хорошо противостоят влиянию атмосферных воздействий и большинству химических реагентов, находящихся в воздухе. Алюминий — худший проводник, чем медь. Его проводимость примерно в 1,6 раза меньше проводимости меди, однако проводимость алюминия все же достаточно высока, чтобы его можно было использовать в качестве токопроводящего материала для проводов и кабелей. Действию атмосферных явлений алюминий противостоит так же хорошо, как и медь. Стальные провода используются в тех случаях, когда требуется передать небольшую мощность и, следовательно, имеют небольшое сечение, например в сельских сетях. Стальные провода с большим сопротивлением на разрыв используются для устройства переходов воздушных линий через широкие реки, ущелья при длине пролета более 1 км. Активное и реактивное сопротивления стальных проводов значительно выше, чем проводов из цветного металла, поэтому область их применения ограничена. Существенный недостаток стальных проводов — высокая коррозия. Для повышения коррозионной стойкости стальные провода изготавливают из оцинкованной проволоки.

Воздушной линией электропередачи (ВЛ или ВЛЭП) называют устройство для передачи электроэнергии по проводам. Воздушные линии состоят из трех элементов: проводов, изоляторов, опор. Провода воздушных

линий чаще всего неизолированные (голые). Разнообразные условия работы ВЛЭП определяют необходимость иметь разные конструкции проводов. Однопроволочные провода, как говорит само название, выполняются из одной проволоки. Многопроволочные провода из одного металла состоят из нескольких свитых между собой проволок. Многопроволочные провода имеют по сравнению с однопроволочными ряд существенных преимуществ: большую гибкость, что обеспечивает большую сохранность и удобство монтажа; высокие сопротивления на разрыв могут быть получены только для проволок относительно небольшого диаметра. Однопроволочные провода изготавливают сечениями 4, 6, 10 мм многопроволочные — сечением от 10 мм. Желание повысить механическую прочность привело к выпуску алюминиевых проводов со стальным сердечником, называемых сталеалюминиевыми. Сердечник провода выполняется из одной или нескольких свитых стальных оцинкованных проволок. Для удобства записей провода обозначаются марками: М — медь, А — алюминий, С — сталь. Б — бронза. Сталеалюминиевые провода бывают следующих марок: АС, имеющие отношение сечений алюминия и стали 5,5...6,0; АСО (облегченной конструкции), имеющие отношение сечений алюминия и стали 7,5 ... 8,0; АСУ (усиленной конструкции), имеющие отношение сечений алюминия и стали около 4,5. Наиболее целесообразно применение проводов АСО. Для обозначения провода рядом с маркой дается его номинальное сечение, например: А-50 (алюминиевый провод сечением 50 мм²) Номинальным сечением называется округленная величина фактического сечения провода.

Применяются следующие типы *изоляторов воздушных линий*: фарфоровые штыревые типа ШС—6, ШС- 10 — для линий напряжением 6 ... 10 кВ; фарфоровые штыревые типа Ш—20, ШД-35 — для линий напряжением 20 ... 35 кВ; подвесные фарфоровые или стеклянные изоляторы ПФ и ПС — для линий напряжением 35 кВ и выше. Изоляторы типа ШД и ШС крепятся к опорам на крюках и штырях. При напряжении 110 кВ и выше применяются только подвесные изоляторы, которые собираются в гирлянды. Гирлянды

подвесных изоляторов бывают поддерживающие и натяжные. Поддерживающие изоляторы располагаются вертикально на промежуточных опорах, натяжные гирлянды используются на анкерных опорах и находятся почти в горизонтальном положении. На ответственных участках ЛЭП применяют сдвоенные гирлянды. Число изоляторов в гирлянде зависит от напряжения ЛЭП, эффективной и нормированной длины пути утечки и материала опоры (требуемого уровня изоляции). На деревянных и железобетонных опорах при напряжении 35 кВ гирлянда состоит из двух подвесных изоляторов, при напряжении 110 кВ — из шести изоляторов, при напряжении 220 кВ — из 12 изоляторов. На металлических опорах устанавливают на один-два изолятора больше. На воздушных линиях напряжением выше 220 кВ для защиты гирлянд от повреждений при возникновении дуги короткого замыкания применяют защитные рога и кольца.

Воздушные ЛЭП прокладываются на деревянных, металлических и железобетонных *опорах*. По назначению опоры бывают промежуточными, анкерными, угловыми и концевыми. Опоры могут быть одноцепными и двухцепными, с тросом и без него. Наиболее распространенными на линиях являются промежуточные опоры. В равнинных местностях их число составляет 80... 90 % от общего числа опор при нормальных режимах работы. Анкерные опоры устанавливают через определенное число пролетов (через каждые 3... 5 км). Они имеют жесткое закрепление проводов и рассчитаны на обрыв всех проводов. Провода линий с подвесными изоляторами крепятся на анкерных опорах натяжными гирляндами, провода одной и той же фазы смежных с опорой пролетов соединены петлями проводов. При подходах к подстанциям устанавливают концевые опоры. Они являются ближайшими к подстанциям и выполняются жесткими, провода на них крепятся, как и на анкерных опорах, натяжными гирляндами изоляторов.

2.5. Кабельные линии

Кабель — готовое заводское изделие, состоящее из изолированных токоведущих жил, заключенных в герметичную защитную оболочку, которая может быть защищена от механических повреждений броней. Силовые кабели выпускаются на напряжение до 35 кВ, имеют от одной до четырех медных или алюминиевых жил. Жилы сечением до 16 мм — однопроволочные, жилы большего сечения — многопроволочные. По форме сечения жилы одножильных кабелей круглые, а многожильных — сегментные или секторные. Преимущественно применяются кабели с алюминиевыми жилами. Кабели с медными жилами используют редко: для перемещающихся механизмов, во взрывоопасных помещениях. Изоляция жил выполняется из кабельной бумаги, пропитанной маслоканифольным составом, резины, поливинилхлорида и полиэтилена. Кабели с бумажной изоляцией предназначены для прокладки на вертикальных и крутонаклонных трассах, имеют обедненную пропитку. Герметичная защитная оболочка кабеля предохраняет изоляцию от вредного действия влаги, газов, кислот и механических повреждений. Оболочки делают из свинца, алюминия, резины и поливинилхлорида. В кабелях напряжением выше 1 кВ для повышения электрической прочности между изолированными жилами и оболочкой прокладывают слой по ясной изоляции.

Броня кабеля выполняется из стальных лент или стальных оцинкованных проволок. Поверх брони накладывают покровы из кабельной пряжи (джута), пропитанной битумом и покрытой меловым составом. При прокладке кабеля в помещениях, каналах и тоннелях джутовый покров во избежание возможного пожара снимают.

Кабели на напряжение 110 кВ и выше обычно выполняют газо- или маслонаполненными, одножильными с покрытием стальной броней или асфальтированными, для прокладки в земле или на воздухе. Масло в кабелях находится под давлением. Обозначения марок кабелей соответствует их конструкции. Кабели с бумажной изоляцией и алюминиевыми жилами имеют

следующие марки: ААБ, ААГ, ААП, ААШв, АСБ, АСБГ, АСПГ, АСШв. Первая буква обозначает материал жил (А — алюминий, отсутствие впереди в маркировке буквы А означает наличие медной жилы), вторая — материал оболочки (А — алюминий, С — свинец). Буква Б означает, что кабель бронирован стальными лентами; буква Г — отсутствие наружного покрова; Шв — наружный покров выполнен в виде шланга из поливинилхлорида. Изоляция обозначается следующим образом: Р — резиновая, П — полиэтиленовая, В — поливинилхлоридная, отсутствие обозначения — бумажная с нормальной пропиткой. В качестве брони используются следующие обозначения: Б — стальные ленты, П — плоская оцинкованная стальная проволока, К — круглая оцинкованная стальная проволока. Например, буквами СБШв маркируется кабель с медными жилами в свинцовой оболочке с наружным покровом в виде шланга из поливинилхлорида. Маркировка маслонаполненных кабелей начинается с буквы М, вторая буква обозначает тип давления масла: Н — низкое, В — высокое. Маркировка контрольных кабелей начинается с буквы К.

В маркировке кабеля после буквенных обозначений указывается его номинальное напряжение, кВ, число жил и сечение одной жилы. Например, маркировка кабеля АВПБГ— 1 —Эх 50 + 1 х 25 означает, что кабель с тремя алюминиевыми жилами по 50 мм и четвертой — сечением 25 мм полиэтиленовой изоляцией на напряжение 1 кВ, с оболочкой из полихлорвинила, бронированный стальными лентами без наружного противокоррозийного покрытия. Отдельные отрезки кабелей на напряжение до 1 кВ соединяются чугунными муфтами, выше 1 кВ — свинцовыми муфтами, залитыми специальным составом. Концы кабелей разделяются, а для лучшего контакта с шинами распределительного устройства на концы жил напаивают или приваривают наконечники. для предотвращения попадания в кабель влаги, кислот и других реагентов, ухудшающих изоляцию, концы кабеля герметически заделывают.

Передача электроэнергии потребителям в пределах жилых районов осуществляется подземными кабельными линиями, которые прокладывают на полосе между красной линией и линией застройки. Прокладка подземных силовых кабельных линий ведется, как правило, в общих траншеях. В случае пересечений с магистральными трассами и железными дорогами, при недостатке свободного места в поперечном профиле улицы и в некоторых других случаях прокладку силовых кабелей допускается вести в общих коллекторах, причем силовые кабели должны находиться в коллекторе выше других инженерных сетей.

Кабельные прокладки требуют меньших площадей по сравнению с воздушными и могут применяться при любых природных и атмосферных условиях. Кабельные прокладки напряжением 6... 10 кВ применяются на предприятиях небольшой и средней мощности и в городских сетях. Трассу для кабельных линий выбирают кратчайшую с учетом наиболее дешевого обеспечения их защиты от механических повреждений, коррозии, вибраций, перегрева и от повреждений при возникновении электрической дуги в соседнем кабеле.

Прокладка кабеля может осуществляться несколькими способами: в траншеях, каналах, туннелях, блоках, на галереях и эстакадах. Внутри кабельных сооружений и производственных помещений предусматривают прокладку кабелей на стальных конструкциях различного исполнения: настенных, в лотках, коробах. Способ и конструктивное выполнение прокладки выбирают в зависимости от числа кабелей, условий трассы, наличия или отсутствия взрывоопасных газов тяжелее воздуха, степени загрязненности почвы, требований эксплуатации, экономических факторов.

Прокладка кабелей в траншеях. Наиболее простой является прокладка кабелей в траншеях (рис. 4). Она экономична и по расходу цветного металла, так как допустимые токи на кабеле больше (примерно в 1,3 раза) при прокладке в земле, чем в воздухе. Однако по ряду причин этот способ не получил широкого применения на промышленных предприятиях.

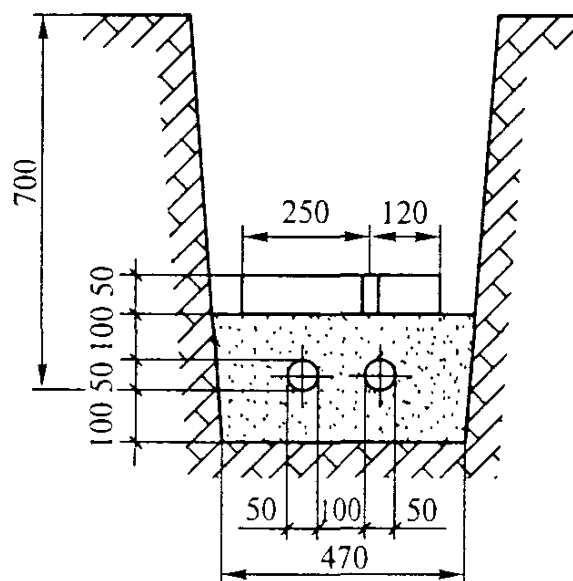


Рис.4. Прокладка кабелей в траншеях

Прокладка в траншеях не применяется: на участках с большим числом кабелей; при большой насыщенности территории подземными и наземными технологическими и транспортными коммуникациями и др. сооружениями; на участках, где возможно разлитие горячего металла или жидкостей, разрушающе действующих на оболочку кабелей; в местах, где возможны блуждающие токи опасных значений, большие механические нагрузки, размывание почвы и т. п.

Опыт эксплуатации кабелей, проложенных в земляных траншеях, показал, что при разрытиях кабели часто повреждаются. При прокладке в одной траншее шести кабелей и более вводится очень большой снижающий коэффициент на допустимую токовую нагрузку. Поэтому не следует прокладывать в одной траншее более шести кабелей. Земляная траншея для укладки кабелей должна иметь глубину не менее 800 мм, на дне траншеи создают мягкую подушку толщиной 100 мм из просеянной земли. Глубина заложения кабеля должна быть не менее 700 мм. Ширина траншеи зависит от числа кабелей, прокладываемых в ней. Расстояние между несколькими кабелями напряжением до 10 кВ должно быть не менее 100 мм. Кабели укладывают на дно траншеи в один ряд. Сверху кабели засыпают слоем

мягкого грунта. для защиты кабельной линии напряжением выше 1 кВ от механических повреждений ее по всей длине поверх верхней подсыпки покрывают бетонными плитами или кирпичом, а линии напряжением до 1 кВ — только в местах вероятных разрывов. Трассы кабельных линий прокладывают по непроезжей части на расстоянии не менее: 600 мм от фундаментов зданий, 500 мм до трубопроводов, 2000 мм до теплопроводов.

Прокладка кабелей в каналах. Прокладка кабелей в железобетонных каналах может быть наружной и внутренней (рис. 5).

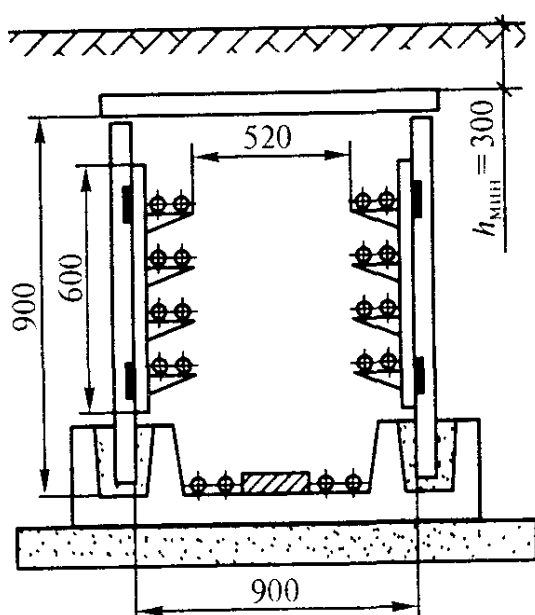


Рис.5. Прокладка кабелей в железобетонных каналах

Этот способ более дорогостоящий, чем в траншеях. При внецеховой канализации на неохраемой территории каналы прокладывают под землей на глубине 300 мм и более. Глубина канала — не более 900 мм. На участках, где возможно разлитие расплавленного металла, жидкостей или других веществ, разрушительно действующих на оболочки кабелей, кабельные каналы применять нельзя.

Прокладка кабелей в туннелях. Прокладка в туннелях удобна и надежна в эксплуатации, но она оправдана лишь при большом числе (более 30 ... 40) кабелей, идущих в одном направлении, например на главных

магистральных, для связей между главной подстанцией и распределительной и в других аналогичных случаях. Туннели бывают проходные высотой 2100 мм (рис. 6) и полупроходные высотой 1500 мм. Полупроходные туннели допускаются на коротких участках (до 10 м) в местах, затрудняющих прохождение туннелей нормальной высоты. Глубина заложения туннеля от верха покрытия принимается равной не менее 0,7 м.

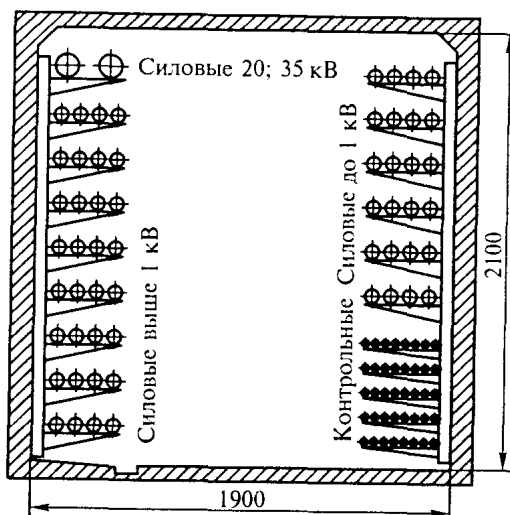


Рис. 6. Прокладка кабелей в туннеле

Прокладка кабелей в блоках. Прокладка кабелей в блоках надежна, но наименее экономична как по стоимости, так и по пропускной способности кабелей. Она применяется только в случаях, если по местным условиям недопустимы более простые способы прокладки, а именно: при блуждающих токах, агрессивных грунтах, вероятности разлива по трассе металла или агрессивных жидкостей и др. Блочную канализацию кабелей следует переводить в траншею или канал во всех случаях, когда это возможно по условиям трассы. Тип кабельных блоков выбирается в зависимости от уровня грунтовых вод, их агрессивности и присутствия блуждающих токов.

Прокладка кабелей на галереях и эстакадах. При больших потоках кабелей целесообразно вместо туннелей применять открытые эстакады и закрытые галереи, а также использовать стены зданий, в которых нет взрыво- и пожароопасных производств. Прокладка кабелей на эстакадах и в галереях

целесообразна на химических, нефтехимических, металлургических и других заводах, территории которых насыщены различными подземными коммуникациям на предприятиях с большой агрессивностью почвы; в местах, где возможно значительное скопление при подземных способах прокладки (каналы и туннели) взрывоопасных газов тяжелее воздуха.

Виды электропроводок. Электропроводка внутри зданий может быть двух видов: открытая, проложенная по поверхности стен, потолков и ферм, и скрытая, проложенная в конструктивных элементах здания (стенах, перекрытиях и полах). Вид проводки и марки проводов определяются условиями среды в помещении, а в общественных зданиях — и архитектурными особенностями. Открытую проводку применяют в основном в производственных помещениях, а скрытую — в общественных и жилых зданиях. Скрытая проводка может выполняться либо сменяемой, когда при эксплуатации она может быть заменена без нарушения строительных конструкций, либо несменяемой, когда провода наглухо заделаны в теле строительных конструкций (под слоем штукатурки, в перекрытиях и в конструкции полов). Основной недостаток несменяемой проводки состоит в том, что при повреждении приходится заменять ее открытой проводкой. В производственных помещениях для осветительных и силовых сетей широко используют открытые электропроводки, выполненные изолированными или небронированными кабелями, укрепленными на изолирующих опорах (роliках, изоляторах), либо на тросах или проложенных на лотках, в коробах и трубах. В стационарных электропроводках провода и кабели применяются с алюминиевыми жилами. Открытая проводка изолированными проводами на изоляторах рекомендуется в сырых, влажных, жарких и пожароопасных помещениях. В местах с температурой выше 40 °С провода и кабели должны иметь теплостойкую или обычную изоляцию, но токовые нагрузки должны быть снижены. В сырых помещениях изоляция должна быть влагостойкой. для проводки на изоляторах применяют провода марок АПР, АПРВ, АПВ. В административно-бытовых, общественных, а также в многоэтажных

производственных зданиях сети электрического освещения прокладывают скрыто, что улучшает интерьер. Скрытые проводки выполняют плоскими специальными проводами марок ППВ, АППВ с полихлорвиниловой изоляцией и марки АПН с нейтральной изоляцией, без труб, непосредственно в слое подготовки пола, под штукатуркой стен, потолков, в щелях и пустотах строительных конструкций. В осветительных сетях для подключения светильников применяют осветительные шинопроводы типа ШОС. Шинопровод четырехпроводный, выполненный из медных проводов сечением 6 мм допускает ток 25 А. Прямые секции имеют штепсельные окна для присоединения светильников, которые можно подключать к шинопроводу только специальной штепсельной вилкой. Также для подвески светильников и прокладки осветительных сетей применяют короба типа КЛ.

2.6 Устройство осветительных и силовых сетей зданий

Важнейшим условием надежности электрических сетей и оборудования, а также безопасности их обслуживания является правильный их выбор в зависимости от технологического назначения помещений, в которых они должны работать. Особенно важно это при выборе сетей и электрооборудования для пожаро- и взрывоопасных помещений. Неблагоприятные условия окружающей среды (пыль, влажность, химически активная среда, высокая температура и т. п.) могут повредить изоляцию проводов сети и электрооборудования и привести к пробоям, а это нередко вызывает короткие замыкания и выход из строя электрической сети и электрооборудования, а также поражение обслуживающего персонала электрическим током. Для того чтобы правильно выбрать для каждого помещения электрическую проводку и электрооборудование, необходимо определить, к какой категории относится то или иное помещение (например, к категории сухих, влажных, особо сырых, жарких, пыльных, с химически активной средой, пожаро- или взрывоопасных). Затем нужно согласно

требованиям ПУЭ выбрать для каждого помещения соответствующую марку проводов и кабелей, способ прокладки сетей, а также наполнение осветительной арматуры и электрооборудования.

Для питания стационарных силовых электроприемников и светильников общего освещения применяют трехфазные четырехпроводные сети с системой напряжения 380/220 В. Такая система позволяет одновременно питать электроэнергией силовые (на линейное напряжение) и осветительные (на фазное напряжение) электроприемники при глухозаземленных нейтралях трансформаторов (рис.7).

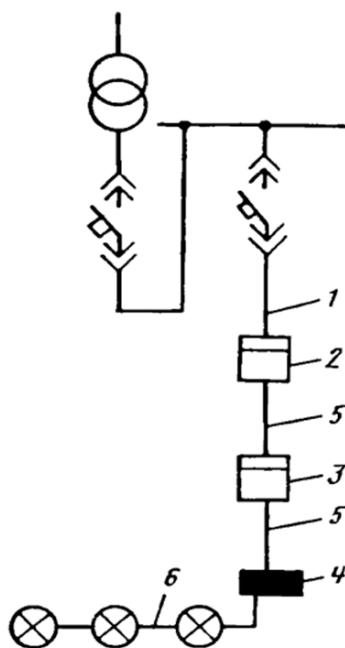


Рис. 7. Принципиальная схема осветительной сети: 1, 5 – питающая сеть; 2 – вводно-распределительное устройство (ВРУ); 3 – магистральный пункт (щиток); 4 – групповой щиток; 6 – групповая сеть

Система 380/220 В имеет преимущества по сравнению с системой 220/127 В: экономия цветного металла примерно на 40 %, увеличение пропускной способности сети, уменьшение потерь энергии. Напряжение не выше 220 В применяют в помещениях без повышенной опасности поражения током, для питания светильников общего освещения при любой высоте их установки и в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки более 2,5 м от уровня пола. Такое же напряжение

допускается для питания светильников местного стационарного освещения в помещениях без повышенной опасности. Питание силовых электроприемников и источников света может осуществляться от общих или отдельных трансформаторов. Питание от общих трансформаторов имеет ряд преимуществ по сравнению с питанием от отдельных трансформаторов. С равными электрическими нагрузками при общем питании число трансформаторов меньше, а следовательно, и затраты на строительство подстанций меньше. Упрощается электрическая схема каждой подстанции, вследствие чего сокращается количество устанавливаемой аппаратуры, уменьшаются ее габаритные размеры и удешевляются строительные и монтажные работы. Однако не всегда такое питание силовой и осветительной нагрузок возможно. Например, при пуске мощных электродвигателей и сварочных трансформаторов вследствие больших пусковых токов в питающей сети и трансформаторе кратковременно повышаются потери напряжения, а это приводит к кратковременным снижениям напряжения у источников света. Резкие колебания напряжения вызывают изменения светового потока, в результате возникает частое мигание, которое вредно действует на зрение. Питание силовой и осветительной нагрузок общественных и жилых зданий и предприятий осуществляют от общих трансформаторов.

Электрическая энергия от ВРУ до электроприемников распределяется по сетям, имеющим различные схемы построения. Выбор схемы зависит от территориального расположения приемников электрической энергии относительно ВРУ, а также относительно друг друга, величины установленной мощности отдельных электроприемников и надежности электроснабжения. Правильно составленная схема должна обеспечить простоту и удобство эксплуатации; быть экономичной по капитальным затратам на ее сооружение, расходу цветных металлов, эксплуатационным расходам и потерям электроэнергии. Кроме того, схема питания должна допускать применение промышленных и скоростных методов монтажа.

По назначению осветительные и силовые сети делятся на питающие и распределительные. Питающей сетью называют линии от встроенных в здание трансформаторных подстанций или КТП, а также от ВРУ здания до групповых щитков освещения и силовых распределительных пунктов, распределительной — линии, идущие от силовых распределительных пунктов, а групповой линии от групповых щитков освещения до светильников. Каждую питающую линию, отходящую от главного распределительного щита (ГРЩ) или от ВРУ здания, можно выполнять по схемам радиальной, магистральной и радиально-магистральной (смешанной). При питании от радиальной линии электрическая нагрузка присоединяется только в конце линии в точке питания, а при питании от магистральной линии отдельные нагрузки присоединяются на всем ее протяжении. Радиальная схема обеспечивает высокую надежность питания отдельных потребителей, так как при аварии в питающей линии прекращает работу только один или несколько электроприемников, в то время как остальные электроприемники других линий продолжают нормально действовать. В осветительных сетях радиальная схема питания почти не применяется из-за высокой стоимости сооружения и значительного расхода цветного металла. В силовых сетях радиальные линии применяют для непосредственного питания отдельных мощных электроприемников, находящихся друг от друга на большом расстоянии, или отдельных силовых распределительных пунктов, питающих электроприемники небольшой мощности, которые расположены отдельными группами. Основным требованием при построении осветительной сети является обеспечение бесперебойности питания, так как внезапное прекращение освещения может нарушить производственный процесс и привести к несчастным случаям. Правильно составленная схема питания должна либо исключать случаи аварийного прекращения освещения, либо свести их до минимума. Выполнения указанных требований достигают соответствующим построением схемы осветительной сети. Согласно Правилам устройства электротехнических установок на многих предприятиях,

а также в общественных зданиях кроме рабочего освещения должно быть предусмотрено и аварийное, обеспечивающее продолжение работы или безопасную эвакуацию людей из здания.

Осветительная установка обеспечивается более надежной схемой питания, если на объекте расположены две однострансформаторные подстанции. В этом случае аварийное освещение питается от самостоятельных линий разных подстанций. Этим самым сохраняется один из видов освещения даже при выходе из строя одной из подстанций. Такая схема питания рабочего и аварийного освещения называется перекрестной. Если каждая подстанция питается от разных центров питания, то данную схему можно использовать для питания аварийного освещения с целью продолжения работы. В больших городах для питания общественных, жилых зданий и предприятий используют двухтрансформаторные подстанции с автоматическим включением резерва (АВР) на стороне напряжением 380 В. При питании трансформаторов от разных центров питания можно также использовать аварийное освещение для продолжения работы.

Питающие силовые линии преимущественно выполняют по магистральной схеме. Радиальные линии применяют только для присоединения мощных электроприемников, а также потребителей, требующих повышенной надежности электроснабжения. Магистральные питающие линии применяют, когда электроприемники небольшой мощности равномерно расположены по всей площади производственного помещения, В этом случае электроприемники в зависимости от их территориального расположения группами присоединяют к силовым распределительным пунктам, а последние — к линии. На вводе каждого силового пункта устанавливают аппарат управления (рубильник или автомат), отключающий его при аварии или ремонте без нарушения работы остальных пунктов. Конструктивно магистральные линии и распределительные сети выполняют кабелем или проводами, а в некоторых случаях — шинопроводами (токопроводами). Применение проводки того или иного вида определяется

характером производства, мощностью и расположением технологических потребителей. В небольших ремонтных мастерских, на коммунальных предприятиях, предприятиях общественного питания, бытового обслуживания, в которых технологический процесс производства меняется редко и оборудование, как правило, перемещается редко, магистральные линии, питающие распределительные пункты, и распределительную сеть выполняют кабелями или проводами в трубах, проложенных в полу и по стенам. В цехах предприятий, где станки и механизмы расположены по всей площади рядами и часто перемещаются вследствие изменения технологического процесса, в качестве питающих магистральных линий и распределительной сети применяют магистральные и распределительные закрытые шинопроводы заводского производства.

Устройство электрических сетей внутри жилых и общественных зданий. Схемы распределения электрической энергии внутри жилых зданий зависят от надежности электроснабжения, числа этажей, секций, планировочного решения здания, наличия подвального этажа, встроенных предприятий и учреждений (магазины, ателье, сберкассы, мастерские, парикмахерские и т. п.). Эти схемы имеют общий принцип построения. В каждом многоэтажном здании устанавливается вводно-распределительное устройство (в Москве ВРУ-УВР-85ОЗ) для при соединении внутренних электрических сетей здания к внешним питающим линиям, а также для распределения электрической энергии внутри здания и защиты отходящих линий от перегрузок и коротких замыканий. Для электроснабжения квартир от ВРУ отходят питающие линии, состоящие из горизонтальных и вертикальных (стояков) участков. К горизонтальному участку каждой линии могут присоединяться один или несколько стояков. Однако следует учитывать, что при коротком замыкании на одном из стояков срабатывает защита на ВРУ и питающая линия отключится, при этом большое количество квартир остается без питания. Поэтому для повышения надежности питания квартир, а также для удобства выполнения ремонтных работ следует на каждом ответвлении к

стояку устанавливать отключающий и защитный аппараты. Кроме линий, питающих квартиры, от ВРУ отходят внутридомовые линии, питающие освещение холлов, лестниц, коридоров, а также электродвигатели лифтов, насосов, вентиляторов и электроприемников системы дымозащиты. Принципиальная схема 16-этажного жилого одnoseкционного дома приведена на рис. 8.

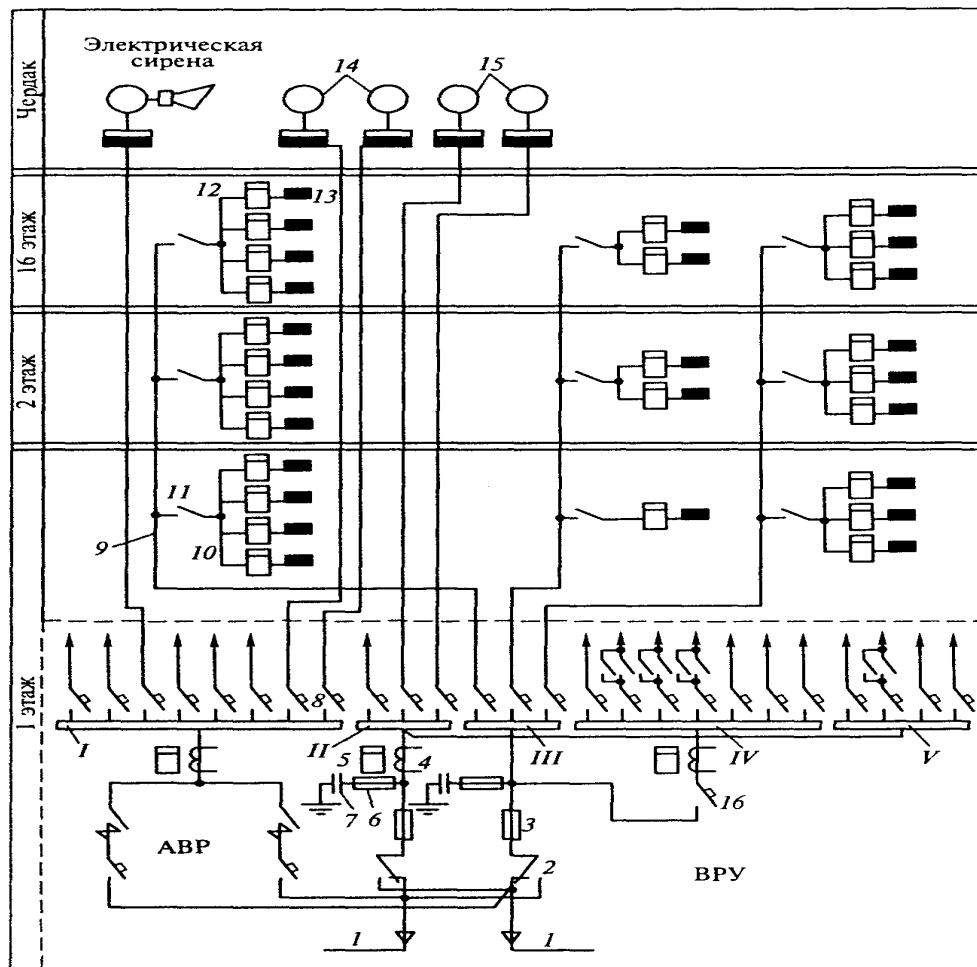


Рис. 8. Принципиальная схема 16-этажного одnoseкционного жилого дома: 1— взаимно резервируемые кабели; 2 — переключатели; 3 и 6 — плавкие предохранители; 4 — трансформатор тока; 5 — трехфазный счетчик; 7 — конденсаторы; 8 и 16 — автоматические выключатели; 9 — стояк; 10 — электрошкаф; 11 — трехполюсный пакетный выключатель; 12 — однофазные квартирные счетчики; 13 — групповые щитки; 14 — вентиляторы системы дымозащиты; 15 — лифтовые установки

Как видно из схемы, питание электроприемников здания осуществляется двумя взаимно резервируемыми кабелями 1, рассчитанными на питание (в аварийном режиме) всех его нагрузок. При выходе из строя одного из питающих кабелей все электроприемники с помощью переключателей 2, установленных на панели ВРУ, подключаются к кабелю, оставшемуся в работе. для защиты панелей ВРУ от короткого замыкания на вводах установлены плавкие предохранители 3. Для учета расхода электроэнергии от электроприемников общественного назначения (рабочее освещение лестничных клеток, подвала, чердака, домовых помещений и силовые потребители, в том числе лифты и аварийное освещение лестничных клеток) устанавливается трехфазный счетчик 5, включаемый через трансформатор тока 4. для подавления радиопомех на каждой фазе вводов устанавливают по одному помехозащитному конденсатору типа КЗ-05 емкостью 0,5 мкФ.

Конденсаторы 7 снабжены предохранителями 6 и заземлены. Отходящие линии от ВРУ защищаются автоматическими выключателями 8. К стоякам 9 (секция III), питающим квартиры, подключены этажные квартирные щитки, которые установлены в электрошкафах 10, размещенных на лестничных клетках (ЛК). На каждую группу квартир устанавливается один трехполюсный пакетный выключатель 11, который подключается к двум фазам и нулевому проводу стояка. В электрошкафу устанавливают также однофазные квартирные счетчики 12 и групповые щитки 13 с автоматическими выключателями или предохранителями для защиты групповых линий квартир. К специальной панели (секция 1), на которой предусмотрено устройство АВР (автоматическое включение резерва), подключаются вентиляторы системы дымозащиты 14, щитки управления и эвакуационное освещение. Присоединение этой панели к двум вводам до переключателей 2 с помощью устройства АВР всегда обеспечивает ее бесперебойное электроснабжение. От секции II питаются лифтовые установки 15 и эвакуационное освещение. К секции III через автоматический выключатель 16 и приборы учета расхода

электроэнергии подключена секция I, от которой питаются помещения общего домового применения. От панели V питаются штепсельные розетки для уборочных машин и аварийное освещение машинного помещения лифтов и электрощитовой.

В каждую квартиру, независимо от числа комнат, для питания осветительных и бытовых электроприемников с газовыми плитами проложены две однофазные группы с алюминиевыми проводами сечением 2,5 мм. Одна питает общее освещение, другая — штепсельные розетки. Допускается и смешанное питание; при этом штепсельные розетки, устанавливаемые в квартире, должны присоединяться к разным групповым линиям. Если есть кухонные электрические плиты, предусматривается третья групповая линия для их питания. Нормами регламентировано число штепсельных розеток, устанавливаемых в квартирах: в жилых комнатах и общежитиях — одна розетка на каждые полные и неполные 6 м площади комнаты; в коридорах квартир — одна розетка на каждые полные и неполные 10 м площади; в общей комнате квартир, оборудованных кондиционерами, — дополнительная розетка на ток 10 А для подключения кондиционера. В кухнях квартир площадью до 8 м предусмотрено три штепсельные розетки, а 8 м и более — четыре для подключения холодильника, бытового прибора. Допускается установка розеток в ванных комнатах для электробритв, массажных и других приборов при условии, что они подключены через разделяющие трансформаторы, имеющие коэффициент трансформации 1:1 и конструкции повышенной надежности. Эти трансформаторы служат для отделения электроприемников (например, электробритвы) от первичной сети и заземления. Штепсельные розетки должны быть установлены на высоте 0,8 ... 1,0 м от пола. При скрытой проводке розетки допускается устанавливать на высоте 0,3 м от пола, а также непосредственно над плинтусом или встроенными в плинтусы, с защитными устройствами, закрывающими штепсельные гнезда.

Горизонтальные линии, отходящие от ВРУ дома и питающие электроприемники квартир лестничных клеток, лифтовых установок, могут выполняться проводами марок АПВ, АПР и АПРТО, прокладываемых по техническому подполью или подвалу открыто в тонкостенных металлических и ПВХ трубах или в коробах и лотках. При отсутствии в здании таких помещений эти линии прокладываются под полом первого этажа. Вертикальные линии (стояки) выполняют проводами тех же марок, но прокладывают скрыто в каналах стен лестничных клеток или по поэтажным коридорам.

Групповая квартирная сеть выполняется плоскими проводами марок ППБ, АППВ и АПН. Эти провода прокладывают без труб в слое подготовки пола, под штукатуркой стен и потолков, в щелях и пустотах строительных конструкций, а также в каналах строительных конструкций, образуемых при изготовлении железобетонных, гипсобетонных и других панелей на заводе. Если создание каналов в строительных конструкциях затруднено, то групповую сеть закладывают в толщу железобетонных, керамзитовых и газобетонных конструкций при их изготовлении на заводе. Такая проводка является несменяемой, и на практике ее называют «замоноличенной». Применение этих проводов допускается с некоторыми ограничениями, в частности, их запрещается закладывать в конструкции, в которых бетонные смеси имеют добавки, вредно действующие на изоляцию и жилы проводов (алюминат натрия, поташ и т. п.).

Начинают применять прокладку всех видов квартирной сети в электрических плинтусах: проводов освещения и подключения бытовых приборов, сети телефона, радиотрансляции и телевидения. Электропроводка должна соответствовать условиям окружающей среды, ценности сооружений и их архитектурным особенностям, кроме того, вид электропроводки должен удовлетворять правилам техники безопасности и пожарной безопасности. Характеристика окружающей среды помещений регламентируется ПУЭ, в которых помещения подразделяются на сухие, влажные, сырые и особо сырые,

жаркие, пыльные, с активной химической средой, взрыво- и пожароопасные. Для жилых и общественных зданий наиболее характерными являются помещения с сухой, влажной и жаркой средой (бройлерные, пищеблоки и т. п.), для которых допускается как открытая, так и скрытая проводки.

Для проводок жилых и общественных зданий применяют провода и кабели с алюминиевыми жилами. Исключения составляют проводки в кинопроекторных, на сценах клубов, в зрелищных залах на 800 и более мест, а также открытые проводки по чердакам зданий со сгораемыми перекрытиями, где требуется прокладка проводов с медными жилами. Открытая проводка допускается по сгораемым (деревянными) и несгораемым поверхностям на роликах и изоляторах, в стальных трубах и гибких металлических рукавах, а также кабелями и специальными защищенными проводами. Скрытая проводка в сухих помещениях допускается в трубах (изоляционных и стальных), глухих коробах и замкнутых каналах строительных конструкций зданий, а также специальными проводами во влажных помещениях — в трубах (изоляционных влагостойких и стальных), в глухих коробах, а также специальными проводами в жарких помещениях — в трубах (изоляционных и стальных). Скрытая проводка в этих помещениях допускается как в несгораемых, так и в сгораемых конструкциях.

Открытая проводка в жилых и общественных зданиях выполняется в специальных и подсобных помещениях там, где эстетические соображения допускают этот наиболее простой вид проводки. Открытая проводка магистральных осветительных и силовых линий, как правило, выполняется в стальных трубах; при этом могут использоваться как водогазопроводные, так и тонкостенные электротехнические трубы. Трубы прокладывают на скобах по стенам и потолкам. Открытая проводка групповой силовой сети может быть выполнена как в стальных трубах, так и кабелями с полихлорвиниловой или найритовой оболочкой (марки АНРГ или АВРГ) с прокладкой по стенам и потолкам. Открытая проводка групповой осветительной сети в специальных и подсобных помещениях должна строго соответствовать характеру

окружающей среды помещения, что относится и ко всем другим видам проводок; при этом на групповую осветительную сеть следует обратить особое внимание, так как она имеет разнообразие конструктивных устройств. Для линий открытой групповой осветительной сети используют изолированные провода с прокладкой в трубах и реже — с прокладкой на роликах и изоляторах; кабели с резиновой, полихлорвиниловой и найритовой изоляцией, с прокладкой по стенам и потолкам.

При прокладке сети изолированными незащищенными проводами на роликах и изоляторах в помещениях без повышенной опасности высота прокладки должна быть не менее 2,0 м, в остальных случаях — не менее 2,5 м. Эти требования не распространяются на спуски к выключателям, штепсельным розеткам и пусковым аппаратам. Скрытые проводки магистральных и групповых сетей различаются по конструктивному исполнению. Скрытая проводка магистральных сетей выполняется изолированными проводами в трубах: стояками в каналах, предусмотренных в строительных конструкциях зданий, а на горизонтальных участках — в подготовке пола. Скрытая магистральная проводка по горизонтальным участкам выполняется только в тех случаях, когда в здании отсутствуют технические этажи, проходные подполья и чердаки. Групповые осветительные сети прокладываются скрыто изолированными проводами с полихлорвиниловой изоляцией (марки АППВ или АППВС). Способ скрытой прокладки зависит от конструкции стен, перегородок и перекрытий здания.

Скрытая проводка может выполняться под слоем штукатурки по несгораемому основанию, в бороздах гипсолитовых перегородок, в пустотах перекрытий, в щелях блочных конструкций стен и перекрытий, в подготовке пола вышележащего этажа, с защитой слоем раствора либо там же в изоляционных или стальных трубах.

В последнее время в общественных зданиях широкое применение находят подвесные потолки. Групповая осветительная сеть в таком потолке выполняется, как правило, в стальных трубах. Огромный размах жилищного

строительства постоянно вызывает необходимость унификации строительных изделий, что относится и к электрооборудованию жилых зданий. Электропроводки жилых зданий имеют свою специфику. Подъем проводов линий (стояков), питающих квартиры и освещение лестниц и поэтажных коридоров, осуществляется скрыто в каналах стен лестничной клетки или поэтажных коридоров «карманов» (прокладывать стояки внутри квартир не рекомендуется ввиду практической их недоступности для ремонта). В таких же отдельных каналах прокладываются провода сетей телефона, радиотрансляции и телевидения. Не разрешается совместная прокладка в общем канале сетей сильных и слабых токов. В этих же стенах устанавливают поэтажные щитки и шкафы для питания квартир и разветвления сетей слабых токов. В кирпичных зданиях каналы и ниши для установки щитков выполняют при строительстве здания с помощью инвентарных труб и шаблонов. В крупнопанельных и крупноблочных зданиях каналы для подъема электрических сетей и ниши для щитков выполняют в специальных стеновых бетонных электроблоках или электропанелях по строительным зданиям.

Линии, питающие лифты, прокладывают в каналах электропанелей или трубах в шахтах лифтов. При питании нескольких лифтов от общей магистрали ко второму и последующим лифтам магистраль прокладывают в совмещенной кровле или по чердаку в трубах. Также в электропанелях помещают сети телевидения и радиотрансляции при общей антенне или стойке на несколько секций здания. При установке светильников на промежуточных площадках в лестничной клетке провода для их питания прокладывают скрыто под штукатуркой. в каналах или замоноличивают в стене и лестничной площадке. Провода сети освещения технических подполий и подвалов в зависимости от конструкций перекрытия могут прокладываться скрыто в каналах либо открыто в трубах.

Способы скрытой проводки в жилых домах определяются конструкцией здания: кирпичные и шлакобетонные оштукатуренные стены — проводка выполняется непосредственно под слоем штукатурки; стены из крупных

бетонных блоков — проводка выполняется в швах между блоков и при необходимости в штробах; гипсобетонные сборные стены — проводка выполняется в бороздах с заделкой проводов раствором; гипсобетонные стеновые панели «на комнату» — проводка выполняется в каналах или замоноличивается в панель при изготовлении на заводе (для монтажа соединения проводок соседних панелей в одной из них устанавливают осветительную коробку, от которой к краю панели оставляют борозду); перекрытия из сборных многопустотных железобетонных плит — проводка выполняется в пустотах плит либо в изоляционных трубах, уложенных на перекрытия пола надлежащего этажа; сплошные железобетонные панели стен и перекрытий — проводка выполняется в каналах, образуемых при изготовлении плит либо замоноличивается в панели при изготовлении. Последний способ себя не оправдал из-за несменяемости проводки в случае ее повреждения.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение: электрическая сеть, энергетическая система, электрическая станция, потребители электроэнергии.
2. Дайте понятие: надежность электроснабжения.
3. Категории электроприемников по требуемой надежности электроснабжения.
4. Особенности электроснабжения городских предприятий.
5. Особенности конструктивного выполнения электрических сетей.
6. Кабельные линии, маркировка кабелей.
7. Прокладка кабелей.
8. Особенности устройства осветительных и силовых сетей зданий
9. Вводные и вводно-распределительные устройства. Виды панелей.
10. Виды осветительных и силовых сетей.
11. Виды электропроводок.
12. Особенности устройства электрических сетей внутри жилых и

общественных зданий.

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения: 15.10.2021)
2. ГОСТ Р 50571.29-2009 (МЭК 60364-5-55:2008). Электрические установки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200072903> (дата обращения: 15.10.2021)
3. РД 34.20.185-94 Инструкции по проектированию городских электрических сетей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004921> (дата обращения: 15.10.2021)
4. СП 253.1325800.2016 Инженерные системы высотных зданий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200139948> (дата обращения: 15.10.2021)
5. СП 394.1325800.2018 Здания и комплексы высотные. Правила эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/552304868> (дата обращения: 15.10.2021)
6. СТО НОПРИЗ П-001-2019 Процессы выполнения работ по подготовке проектной документации. Основные положения. Системы электроснабжения объектов капитального строительства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/564465217> (дата обращения: 15.10.2021)
7. Электроснабжение поселений, предприятий, зданий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/855000602> (дата обращения: 15.10.2021)