**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДКИ**

**1. Общие положения.**

**Электропроводки** - совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

В соответствии “Правилами устройства электроустановок” (ПУЭ) различают:

1. открытые электропроводки - проложены по поверхности стен, потолков, по фермам и др. строительным элементам:

а) непосредственно,

б) в трубах,

в) в коробах,

г) на лотках;

1. скрытые электропроводки - проложены в конструктивных элементах зданий:

а) в стенах,

б) в полах,

в) в фундаментах,

г) в перекрытиях (провода прокладываются в трубах, замкнутых каналах, замоноличенно и т.п.);

1. наружные электропроводки - проложены по наружным стенам зданий, между ними, под навесами:

а) в трубах,

б) в коробах,

в) в траншеях и т.п.

Электропроводки систем автоматизации, как правило, выполняются открытым способом.

**2. Выбор способа выполнения электропроводок.**

Электропроводки систем автоматизации выполняются кабелями и изолированными проводами следующим образом.

1. Кабели в производственных помещениях:

а) на кабельных конструкциях,

б) на лотках,

в) в коробах с открываемыми крышками,

г) в пластмассовых и стальных защитных трубах,

д) в каналах,

е) в кабельных этажах,

ж) в двойных полах.

1. Кабели в наружных установках:

а) на кабельных конструкциях,

б) на лотках,

в) в коробах с открываемыми крышками,

г) в пластмассовых и стальных защитных трубах,

д) по эстакадам, в каналах, туннелях, коллекторах, блоках, в земле (траншеях).

Способ зависит от многих факторов:

* условий окружающей среды;
* назначения помещения;
* особенностей строительных конструкций;
* расположения оборудования;
* удобства эксплуатации;
* экономических факторов.

При всех способах электропроводки не должны создавать опасность для жизни людей и угрозу возникновения пожара или взрыва.

Последовательность выбора способа следующая.

1. В зависимости от условий окружающей среды выбираются допустимые марки проводов или кабелей и способ их прокладки.
2. Из возможных способов выполнения электропроводки отбираются те, предпочтительность которых определяется требованиями технологического процесса, удобства эксплуатации и технической эстетики.
3. Из отобранных способов выполнения выбирается наименее трудоемкий и наиболее экономически целесообразный.

Открытые электропроводки прокладываются параллельно и перпендикулярно основным плоскостям зданий.

Скрытые электропроводки прокладываются по кратчайшим расстояниям, если этому не препятствуют строительные особенности помещения.

**3. Выбор проводов и кабелей.**

Сечение проводов и кабелей цепей питания, управления, сигнализации, измерения и т.п. должны выбираться из условия допустимого их нагрева электрическим током (см. главы 1-3 “Правил устройства электроустановок”).

Допустимые длительные токовые нагрузки на провода и кабели, проложенные в коробах и лотках, должны приниматься по таблицам глав 1-3 ПУЭ, как на проводники, проложенные в трубах.

Выбор проводов и кабелей для измерительных цепей приборов и средств автоматизации, их присоединение и прокладка должны производиться в соответствии с требованиями заводов-изготовителей измерительной аппаратуры. Все отклонения от указанных требований, в том числе и возможность применения в измерительных цепях приборов и средств автоматизации кабелей и проводов с алюминиевыми и алюмомедными жилами (если в этом возникает необходимость), допустимы только при условии согласования их с заводами-изготовителями приборов и средств автоматизации.

Определение количества резервных проводов и жил кабелей должно производиться с учетом следующих требований:

а) при прокладке проводов в защитных трубах рекомендуется предусматривать резерв в размере 10 % от количества рабочих проводов, но не менее одного провода; допускается, при необходимости, предусматривать такой же резерв проводов и при прокладке их в коробах и пучками на лотках;

б) количество резервных жил медных кабелей выбирается: при числе рабочих жил 8...26 - одна резервная жила; при 27...59 рабочих жилах - две; при 60...105 рабочих жилах - три; при 2...7 рабочих жилах резерв не предусматривается ;

в) количество резервных жил алюминиевых кабелей выбирается: при числе рабочих жил 4...10 - одна резервная жила; при 14...37 рабочих жилах - две;

г) количество резервных жил алюмомедных кабелей выбирается: при числе рабочих жил 4...10 - одна резервная жила; при 14...37 - две; при 52 и 61 - три;

д) большее, чем указано в подпунктах б), в) и г), количество резервных жил медных, алюминиевых и алюмомедных кабелей допустимо только по причине ступенчатости стандартной шкалы жил кабелей;

е) при прокладке группы кабелей, принадлежащих одной системе автоматизации, в одном направлении рекомендуется количество резервных жил определять из суммарной жильности этих кабелей.

Изоляция, защитные оболочки и наружные покрова проводов и кабелей должны соответствовать условиям окружающей среды и принятому способу выполнения электропроводки. Изоляция, кроме того, должна соответствовать номинальному напряжению сети; нулевые проводники должны иметь изоляцию равноценную изоляции фазных проводников.

При наличии специальных требований, связанных с особенностями автоматизируемого объекта, изоляция проводов и кабелей должна отвечать этим требованиям.

При проектировании систем автоматизации наиболее широко применяются контрольные кабели, кабели управления и кабели термоэлектродные.

Контрольные кабели применяются в цепях с номинальным напряжением переменного тока до 600В при частоте до 100 Гц или в цепях напряжения постоянного тока до 1000В.

Кабели управления применяются при напряжении переменного тока до 250В с частотой до 1000 Гц или до 350В постоянного тока.

Кабели термоэлектродные используются для удлинения электродов термоэлектрических преобразователей в цепях измерения температуры.

Контрольные кабели изготавливаются с медными или алюминиевыми жилами. В ответственных технологических установках, в том числе и в системах автоматизации электрических и теплоэлектрических станций, используются провода и кабели только с медными жилами.

 Жилы проводов и кабелей могут быть однопроволочными и многопроволочными.

Кабели и провода многопроволочные используются в проводках при их возможных изгибах при эксплуатации.

**4. Обозначения электрических кабелей.**

***Контрольные кабели.***

Эти кабели наиболее широко применяются в проектах автоматизации. Они имеют очень широкую номенклатуру.

Из этой номенклатуры всегда можно выбрать ту или иную марку кабеля, удовлетворяющую требованиям к проектируемым электропроводкам.

Ниже приводятся марки контрольных кабелей, наиболее часто применяемые в проектах автоматизации. Буквы в цифрах марки кабелей содержат информацию о его потребительских свойствах, условиях использования. Для пояснения этого при расшифровке марки кабелей в скобках авторами указаны буквы после перечисления того или иного свойства кабеля при его первом упоминании.

КРВГ - кабель контрольный (К) изоляция из резины (Р), оболочка из поливинилхлоридного (В) пластика, голый (Г - без наружного покрова);

КРВБ - изоляция из резины, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня (Б) из двух стальных лент, наружный покров;

КРВБГ - изоляция из резины, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент, голый;

КРНБ - изоляция из резины, оболочка из резины, не распространяющей горение (условно негорючая - Н) броня из двух стальных лент, наружный покров;

КРНБн - изоляция из резины, оболочка из резины, не распространяющей горение, броня из двух стальных лент, покров не распространяющий горение (н).

КВВГ-П - изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, плоский (П).

КВВГЭ - изоляция из поливинилхлоридного пластиката, общий экран (Э) из алюминиевой или медной фольги, оболочка из поливинилхлоридного пластиката;

КВсВГ - изоляция из самозатухающего (с) полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката;

КВБбШв - изоляция из поливинилхлоридного пластиката (В), броня из двух стальных лент (Бб), шланг (Ш) из поливинилхлоридного (в) пластиката,

Полная маркировка содержит так же количество жил и сечение одной жилы, например КВВГ 4х2,5 , КРВГ 37х1,5; КВВГ 61х0,75; где 4; 37; 61 - количество жил, 2,5; 1,5; 0,75 - сечения жил, мм2.

 Контрольные кабели с алюминиевыми жилами маркируются по тому же принципу, как и с медными жилами, но с буквой А, например: АКВВГ 4х2,5.

***Кабели управления.***

В проектах автоматизации широко применяются следующие марки кабелей управления:

КУПВ - кабель управления (КУ) с полиэтиленовой (П) изоляцией в поливинилхлоридной (В) оболочке;

КУПВ-Пн - то же, но в панцирной (П) оплетке из стальных нержавеющих (н) проволок;

КУПВ-П - кабель с полиэтиленовой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке, в панцирной (П) оплетке из стальных оцинкованных проволок;

КУПВ-Пм - то же, но в панцирной оплетке из медных (м) луженых проволок;

КУГВВ - кабель управления гибкий (Г) с медными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой (ВВ).

КУГВЭВ - то же, с экранированными (Э) жилами;

КУГВВЭ - кабель с медными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией, в общем экране (Э), наружная поливинилхлоридная оболочка.

Кабели управления выпускаются только с медными жилами. Пример полной марки кабелей управления: КУПР 4х0,35; КУПР 108х0,5.

***Провода термоэлектродные.***

Применяются для удлинения электродов термоэлектрических преобразователей (термопар). Имеют следующие градуировки (по названиям материала жил):

М - медь-константан;

П - медь-сплав “ТП”;

ХА - хромель-алюмель;

ХК - хромель-копель;

МК - медь-копель;

НМ-МТ - сплав "никель-медь" - сплав "медь-титан".

В проектах автоматизации широко применяются следующие марки термоэлектродных проводов:

ПТВ 2х0,2; 2х1,5 - провод (П) термоэлектродный (Т) с поливинилхлоридной (В) изоляцией; выпускается градуировок М, П, ХК и МК.

ПТГВ 2х0,75; 2х1,0; 2х1,5; 2х2,5 - тоже, но гибкий (Г);

ПТВП 2х0,75; 2х1,0 - то же, но в оплетке из стальной оцинкованной проволоки (П);

ПТФ 1х0,5; 1х1,5; 1х2,5; 1х4,0 - провод термоэлектродный с изоляцией из фторолистовой (Ф) пленки и оплетке из стеклонитей, пропитанных кремнийорганическим лаком. Жилы из сплавов НМ или МТ.

ПТФДЭ 2х0,5; 2х1,5; 2х2,5; 2х4,0 - два (Д) провода ПТФ в общей оплетке из медных луженых проволок, которые являются экраном (Э).

Для снижения стоимости термоэлектродных проводок на магистральных направлениях целесообразно использовать многопарные термоэлектродные кабели.

***Кабели термоэлектродные.***

Эти кабели многопроволочные, с поливинилхлоридными изоляцией и оболочкой. Марки кабелей:

КМТВ М - кабель (К) многожильный (М), термоэлектродный (Т), с поливинилхлоридной (В) изоляцией и оболочкой с жилами медь-константан (М);

КМТВ ХК - то же, с жилами хромель(Х)-копель(К).

КМТВЭВ М - кабель многопроволочный, термоэлектродный, с поливинилхлоридной изоляцией, в экране (Э) из медной или алюминиевой фольги, в поливинилхлоридной (В) оболочке, с жилами медь-константан (М).

КМТВЭВ ХК - то же, с жилами хромель-копель.

Кабели термоэлектродные выпускаются с жилами сечением 2,5 мм2, количество жил 8 или 14.

Пример полной маркировки КМТВ ХК 14х2,5.

***Провода установочные.***

Применяются в цепях с переменным напряжением до 450В и частотой до 400 Гц или при постоянном напряжении до 1000В.

Широко применяемые марки проводов:

ПВ1 - провод (П) с медной жилой, с поливинилхлоридной изоляцией (В). Провода изготавливаются сечением от 0,5 до 95 мм2. Пример полной марки: ПВ 1х1,5.

ПВ2 - то же, но гибкий. Сечение от 2,0 до 70 мм2.

 ПВ3 - повышенной гибкости. Изготавливается одножильным или двухжильным. Сечение одножильного от 0,5 до 95 мм2. Двухжильный - сечение от 0,5 до 4 мм2 каждой жилы. Примеры: ПВ3 1х2,5; ПВ3 2х2,5.

ППВ - провод с медными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией, плоский (вторая П), с разделительным основанием. Выпускается одножильным, сечение от 0,75 до 95 мм2; двухжильным и трехжильным - сечением от 0,75 до 4 мм2. Примеры: ППВ 1х1,5; ППВ 2х1,5; ППВ 3х1,5.

Установочные провода выпускаются также и с алюминиевыми жилами. Эти провода изготавливаются одно-, двух- и трехжильными. Примеры обозначений: АПВ 1х2,5; АПВ 3х2,5; АППВ - 2х2,5.

**5. Условия совместной прокладки цепей различного назначения.**

Трассы электропроводок средств автоматизации, как правило, совпадают с трассами силовых электропроводок. От условий прокладки зависит уровень помех и надежность систем автоматизации.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ объединение в одном кабеле:

а) измерительных цепей и цепей управления, сигнализации, питания и т.п., включая цепи питания исполнительных механизмов и задвижек;

б) взаиморезервируемых цепей питания, управления;

в) цепей питания электрифицированного инструмента до 42В и освещения щитов (по ПТБ);

г) цепей пожарной сигнализации и пожарной автоматики.

При совместной прокладке контрольных и силовых кабелей необходимо соблюдать следующие ТРЕБОВАНИЯ:

а) при двухстороннем расположении кабельных конструкций - на противоположных сторонах;

б) при одностороннем расположении кабельных конструкций - контрольные под силовыми с разделительной прокладкой из асбоцемента.

**6. Электропроводки в стальных коробах и лотках.**

КОРОБА состоят из металлических корпусов и крышек (толщиной 1,5 мм), крышки запираются замками - защелками, секции соединяются сваркой. Габариты секций: сечение 100х100, 150х150, 200х200 кв. мм, длина 2100 мм.

Виды соединений (секций):

* прямые;
* угольник горизонтальный (поворот в сторону);
* угольник вертикальный с наружной крышкой (поворот вверх, поворот вниз);
* тройник горизонтальный;
* тройник вертикальный;
* крестовина.

Короба являются механической защитой проводов и кабелей. Применяются:

* для больших потоков проводов,
* для кабелей в особых случаях.

Провода и кабели должны занимать не более 60 % живого сечения и прокладываются многослойно. Выбор коробов:

formula6_1, мм2 (6.1)

где ***S*** - площадь сечения короба, ***n*** - число проводников, ***d*** - диаметр проводника, мм , ***k*** = 0,3...0,6 - коэффициент заполнения.

ЛОТКИ состоят из перфорированных металлических корпусов. Габариты секций: ширина 85, 145, 225 мм, длина 2000 мм, высота борта 25 мм . Лотки с высокими бортами не имеют сплошного дна, которое заменяется перфорированными металлическими полосами. Габариты секций: ширина 200, 400 мм, длина 2000 мм, высота борта 100 мм .

Виды соединений (секций):

* прямые;
* угловые горизонтальные;
* угловые вертикальные;
* тройниковые.

Лотки являются несущей конструкцией. Применяются:

* для кабелей при открытой прокладке,
* для проводов, связанных в пучки.

Укладка в лотках осуществляется в один слой, в лотках с высокими бортами - многослойная.

Лотки устанавливаются на высоте более 2 м . Выбор лотков:

formula6_2, мм , (6.2)

 где ***L*** - ширина лотка, ***n*** - число кабелей, ***d*** - диаметр кабеля, мм .

**7. Электропроводки в защитных трубах.**

  Применяются для прокладки только проводов и небронированных кабелей в тех случаях, когда нецелесообразно или не рекомендуются другие способы прокладки (в коробах, на лотках, открытые кабельные проводки).

Используются стальные и пластмассовые трубы:

* стальные водогазопроводные ГОСТ 3262-75 Dу = 15 - 50 мм ;
* стальные электросварные ГОСТ 10704-76 Dу = 20 - 50 мм ;
* полиэтиленовые ГОСТ 18599-83 Dн = 16 - 50 мм ;
* полипропиленовые ТУ 3871027100-76 Dн = 25 - 50 мм ;
* винипластовые ТУ 19-215-83 Dн = 16 - 50 мм .

где Dy - диаметр условный, Dн - диаметр наружный.

НЕ ДОПУСКАЕТСЯ прокладка электропроводок в защитных трубах в земле (траншеях).

Таблица 6.1. Допустимая длина протяжки проводников в защитных трубах, м

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Число изгибов | Категория сложности | | |
|  | I | II | III |
| без изгиба | 75 | 60 | 50 |
| один | 50 | 40 | 30 |
| два | 40 | 30 | 20 |
| три | 20 | 15 | 10 |

Таблица 6.2. Расчетные формулы диаметров защитных труб

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Число проводников | Категория сложности протяжки | | |
|  | I | II | III |
| 1 | D >= 1,65d | D >= 1,4d | D >= 1,25d |
| 2 | D >= 2,7d | D >= 2,5d | D >= 2,4d |
| более 2 | D2 >= nd2/0,32 | D2 >= nd2/0,4 | D2 >= nd2/0,45 |

где D - внутренний диаметр защитной трубы, мм; D2- сечение, мм2; d - диаметр проводников, мм; d2 - сечение, мм2; n - число проводников.

**8. Открытые и закрытые кабельные электропроводки.**

Открытые кабельные электропроводки выполняются на кабельных металлических конструкциях. Кабельные конструкции для прокладки кабелей комплектуются из серийно изготавливаемых элементов: стоек, полок, подкосов для полок, скоб. Кабельные конструкции монтируются на стенах. Применяются для бронированных кабелей. Небронированные кабели прокладываются на лотках, установленных на кабельных конструкциях.

Выбор полок и стоек осуществляется следующим образом.

Полезная длина ***l*** полки:

formula6_3, мм , (6.3)

где ***d*** - диаметр кабеля, мм; ***n*** - число кабелей.

Длина полки: ***L > l***

(***L*** = 160, 250, 350, 450 мм).

К закрытым кабельным проводкам относятся кабельные электропроводки в каналах, туннелях, коллекторах, блоках, траншеях

Каналы и туннели являются дорогостоящими сооружениями, поэтому они предназначены для совместной прокладки силовых и контрольных кабелей. Кабели в коллекторах, туннелях, каналах укладываются на кабельных конструкциях, устанавливаемых на боковых стенках. При глубине канала менее 0,9 м кабели прокладываются по дну.

Основная опасность: ПОЖАР и ГРУНТОВАЯ ВОДА.

Кабельные электропроводки в земле (траншеях) применяется между зданиями тогда, когда затруднена или невозможна открытая прокладка.

Для прокладки применяются кабели бронированные с защитными покровами.

Глубина траншеи 0,7 м . Порядок укладки:

* внизу подсыпка (песок или мелкая земля) 0,1 м ;
* кабели 4 - 5 штук;
* сверху песок или мелкая земля 0,1 м ;
* красный кирпич или плиты;
* сверху засыпается землей.