ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

9.1.   Проектирование кабельных сетей ЭЦ

Все напольные объекты ЭЦ: стрелочные электроприводы, светофо­ры, рельсовые цепи и т. д. соединяются с управляющей и контролирующей аппаратурой кабельной сетью. Кабели применяются также и для соедине­ния между собой внутрипостовой аппаратуры: релейных стативов, аппара­та управления, питающих установок и т. д.

Проектирование кабельных сетей подразумевает составление трассы кабеля, расстановку разветвительных и конечных муфт, расчет длин и чис­ла жил кабеля для управления напольными объектами.

Кабельные линии проектируются на основе однониточного (рис.

9.1.       )         и двухниточного (рис. 9.2.) планов станции, на которых указаны ор­динаты всех напольных объектов.

Экономически нецелесообразно прокладывать отдельные кабели от поста централизации до каждого напольного объекта. Поэтому от поста до горловины станции прокладывают групповые кабели, в которых собира­ются провода от различных объектов.

Вся кабельная сеть централизации разбивается на четыре основные группы: стрелочных электроприводов, светофоров, релейных и питающих трансформаторов рельсовых цепей. Провода от этих объектов группиру­ются в разных кабелях; объединение в одном кабеле проводов различных групп, допускается в тех случаях, когда достигается большой экономиче­ский эффект. Объединение в одном кабеле проводов от релейных транс­форматоров с другими цепями не допускается.

Групповые кабели, как правило, прокладывают по обочине крайнего пути или в наиболее широком и длинном междупутье, свободном от линий электроснабжения, воздухопроводов для пневматической очистки стрелок, водоотводов и других устройств с учетом возможности применения машин и механизмов при кабельных работах. Обычно кабели прокладываются в вырытых в грунте траншеях. При этом глубина траншей, расположенных параллельно путям или в междупутье, должна составлять не менее 0,8 м, а расстояние от ближайшего рельса не менее 1,6 м. При высоком уровне подземных вод (выше 0,8 м от поверхности земли) кабели на участке от поста ЭЦ до групповых муфт прокладываются в железобетонных желобах. Под железнодорожными путями, шоссейными и грунтовыми дорогами ка­бели прокладываются в асбоцементных трубах. Глубина траншеи в этом случае составляет 1,05 м.

На участках с электротягой трасса кабельной линии прокладывается по возможности на наибольшем расстоянии от электрифицированных пу­тей с минимальным числом их пересечений. При монтаже кабелей для ис­ключения попадания обратного тягового тока в броню и оболочку кабеля последние изолируются от конструкций, заземленных на рельсы (свето­форных мачт, релейных шкафов и т. д.), в соответствии с правилами защи­ты обслуживающего персонала от поражений электрическим током.

При электротяге постоянного тока для защиты металлической обо­лочки и брони кабеля от коррозии блуждающими токами кабели под элек­трифицированными путями прокладывают только в изолирующей канали­зации из асбоцементных труб.

При электротяге переменного тока, во избежание появления в ка­бельных жилах напряжений выше допустимых, вследствие влияний кон­тактной сети, длину магистральных кабелей ограничивают. Магистрали противоположных горловин станции, имеющие гальваническую связь че­рез источники питания на посту ЭЦ, необходимо считать за одну магист­раль суммарной длины. Чтобы устранить эту связь, устанавливают изоли­рующие трансформаторы.

Кабели с металлической и пластмассовой оболочкой имеют разные нормы для магистрали. Это объясняется защитным действием металличе­ской оболочки, заключающемся в том, что в ней от обратных токов кон­тактной сети наводится э. д. с. того же направления, что и в жилах кабеля. Вызванный же этой э. д. с. ток наводит, в свою очередь, в жилах кабеля э. д. с. противоположную той, которая наводится в них от влияния контакт­ной сети. Таким образом, э. д. с. взаимокомпенсируются.

|  |
| --- |
|  |
|  | Подпись: На станции, где расположена тяговая подстанция, место подключе¬ния к контактной сети питающих фидеров является пунктом раздела маги¬стралей. Длина магистралей от этого раздела не должна превышать для ка¬ |

Пластмассовая оболочка кабелей не обладает защитными свойства­ми. Поэтому нормы допустимых длин кабелей с пластмассовой оболочкой в два раза меньше норм кабелей с металлической оболочкой (табл. 9.1.).

|  |
| --- |
| http://scbist.com/scb/uploaded/proektir_ec_kononov/16.files/image003.jpg |

белей с металлической оболочкой 4 км. Если тяговая подстанция не распо­ложена на станции, но расстояние от нее до ближайшего конца кабельной магистрали менее 2,5 км, длина последней также не должна превышать 4 км.

В кабельных сетях для разделки кабеля применяют конечные и про­межуточные муфты УКМ-12, УПМ-24 и трансформаторные ящики (ТЯ). В местах сосредоточения напольных объектов для устройства ответвления от группового кабеля устанавливаются разветвительные муфты (РМ). В зави­симости от назначения кабельной сети разветвительным муфтам присваи­ваются буквенные обозначения с порядковой четной или нечетной цифрой (в зависимости от горловины). Например СТ1 стрелочная, С1 сигналь­ная, П1 - питающих трансформаторов, Р1 - релейных трансформаторов.

Муфты и ТЯ различаются по количеству кабельных вводов (направ­лений) и клемм для разделки кабеля. При проектировании необходимо учитывать их количество. Основные данные муфт и ТЯ приведены в табл.

9.2.  9.4.

Таблица 9.2.

Основные данные универсальных промежуточных и конечных муфт

|  |
| --- |
| http://scbist.com/scb/uploaded/proektir_ec_kononov/16.files/image005.jpg |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Основные данные разветвительных муфт   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Тип муфты | Число отверстий | Число | |  |  | | | |
| входных | выходных | клеммных ко­лодок | клемм для под­ключения жил кабеля |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| РМ4-28 | 1 | 4 | 4 | 28 |
| РМ7-49 | 1 | 7 | 7 | 49 |
| РМУ7-84 | 1 | 7 | 7 | 84 |
| РМ8-112 | 2 | 8 | 16 | 112 |

|  |
| --- |
| Примечание: в муфте РМУ7-84 применены 12-штырные клеммные колодки, в осталь­ных 7-штырные. |

Таблица. 9.4.

Основные данные трансформаторных ящиков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип ящика | Число отверстий для ввода кабеля | Номер исполнения (сборки) | Число двухконтакт­ных клемм |
| ПЯ-1 | 4 | 1 | 9 |
|  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 2 | 4 |
| 3 | 4 |
| 4 | 15 |
| 5 | 5 |
| 6 | 6 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ТЯ-2 | 4 | - | 9 |

Напольная и внутрипостовая кабельные сети выполняются сигналь­но-блокировочными кабелями, имеющими медные токопроводящие жилы диаметром 0,9 мм, сечением 0,636 мм , сопротивлением 28,8 Ом/км при 20О С. Изоляция жил изготовлена из полиэтилена. Для внутрипостовой ка­бельной сети могут применяться кабели с жилами диаметром 0,8 мм , се­чением 0,503 мм , сопротивлением 36,6 Ом/км. Ранее применялись кабели с жилами диаметром 1 мм, сечением 0,785 мм2, сопротивлением 23,3 Ом/км. В настоящее время их производство прекращается.

Сигнально-блокировочные кабели различаются скруткой жил (про­стая и парная) и количеством жил в кабеле (емкостью кабеля). Кабели с простой скруткой изготавливаются емкостью 3, 4, 5, 12, 16, 30, 33 и 42 жи­лы (по согласованию с предприятием-изготовителем допускается изготов­ление кабелей с числом жил 7, 9, 19, 21, 24, 27, 37, 48, 61); с парной скрут­кой 1x2 (2), 3x2 (6), 4x2 (8), 7x2 (10), 10x2 (20), 12x2 (24), 14x2 (28), 19x2 (38),24x2 (48), 27x2 (54), 30x2 (60) жил. При проектировании необходимо

учитывать эксплуатационный запас жил: для кабеля емкостью до 10 жил предусматривают одну запасную жилу, от 10 до 20 две и свыше 20 три.

Для увеличения механической прочности и защиты от вредных воз­действий электрических токов и агрессивных грунтов кабели изготавли­ваются в оболочках из различных материалов. Оболочек может быть не­сколько.

В марках кабелей используются буквенные обозначения, где первые две буквы обозначают область применения (СБ сигнально­блокировочный). Далее следуют буквы, обозначающие материалы и коли­чество защитных оболочек, после которых указывается емкость кабеля и диаметр жил. Например, кабель СБПБГ-12х2х0,9 кабель марки СБПБГ с числом пар 12, с токопроводящими жилами диаметром 0,9 мм.

Марки и назначение кабелей, применяемых в железнодорожной ав­томатике приведены в табл. 9.5.

Подпись: Продолжение табл.9.5.Таблица. 9.5.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка  кабеля | Наименование кабеля | Преимущественная область применения |
| СБВГ | Кабель сигнально-блокировоч­ный с медными жилами, с изоля­цией из полиэтилена (ПЭ), в обо­лочке из поливинилхлоридного (ПВХ) пластиката | Для одиночной прокладки в поме­щениях, в сухих каналах и туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздейст­вий на кабель |
| СБВГнг | То же, в оболочке из ПВХ пла­стиката пониженной горючести | То же, для прокладки в пучках |
| СБВБГ | То же, в оболочке из ПВХ пла­стиката, с броней из двух сталь­ных лент | Для одиночной прокладки в сухих каналах кабельной канализации, в туннелях, коллекторах, в местах, где возможны механические воздействия на кабель, в том числе незначитель­ные растягивающие усилия |
| СБВБГнг | То же, в оболочке из ПВХ пла­стиката пониженной горючести | То же, для прокладки в пучках |
| СБВБбШвнг | То же, в оболочке из ПВХ пла­стиката пониженной горючести, с броней из двух стальных лент, в шланге из ПВХ пластиката по­ниженной горючести | То же, в условиях агрессивной среды |
| СБПБбШв | Кабель сигнально-блокировоч­ный с медными жилами, с изоля­цией из ПЭ, в оболочке из ПЭ, с броней из двух стальных лент, в шланге из ПВХ пластиката | Для прокладки в каналах, в тунне­лях, коллекторах, в пластмассовых трубопроводах, в земле, в условиях агрессивной среды, если кабель не подвергается значительным растяги­вающим усилиям |
| СБЗПБбШв | То же, с гидрофобным заполне­нием сердечника кабеля | То же, в условиях повышенной влажности |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| кабеля |  | применения |
| СБПБбШп | То же, в оболочке из ПЭ, с бро­ней из двух стальных лент, в шланге из ПЭ | Для прокладки в пластмассовых тру­бопроводах, в земле, в условиях аг­рессивной среды, если кабель не подвергается значительным растяги­вающим усилиям |
| СБЗПБбШп | То же, с гидрофобным заполне­нием сердечника кабеля | То же, в условиях повышенной влажности |
| СБПБГ | Кабель сигнально-блокировоч­ный с медными жилами, с изоля­цией из ПЭ, в оболочке из ПЭ, с броней из двух стальных лент | Для прокладки в каналах, в местах, где возможны механические воздей­ствия на кабель, если кабель не под­вергается значительным растяги­вающим усилиям |
| СБЗПБГ | То же, с гидрофобным заполне­нием сердечника кабеля | То же, в условиях повышенной влажности |
| СБПБ | Кабель сигнально-блокировоч­ный с медными жилами, с изоля­цией из ПЭ, в оболочке из ПЭ, с броней из двух стальных лент, с наружным покровом | Для прокладки в земле, в условиях агрессивной среды, если кабель не подвергается значительным растяги­вающим усилиям |
| СБЗПБ | То же, с гидрофобным заполне­нием сердечника кабеля | То же, в условиях повышенной влажности |
| СБПу | Кабель сигнально-блокировоч­ный с медными жилами, с изоля­цией из ПЭ, в утолщенной обо­лочке из ПЭ | Для прокладки в пластмассовых тру­бопроводах, в земле, в условиях аг­рессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель |
| СБЗПу | То же, с гидрофобным заполне­нием сердечника кабеля | То же, в условиях повышенной влажности |

9.2.  Расчет кабельных сетей

На разных участках кабельной сети необходимы кабели разной ем­кости, а иногда и разных типов.

Сигнально-блокировочные кабели изготавливаются с одинаковым сечением всех жил. Однако, учитывая падение напряжения в жилах, для нормальной работы напольных устройств иногда требуется большее сече­ние. С этой целью две или несколько кабельных жил соединяются парал­лельно (дублируются).

Расчет кабельных сетей заключается в определении типов и длин ис­пользуемых кабелей и в определении количества жил необходимых для нормальной работы напольных устройств.

После выбора трассы прокладки групповых кабелей производится расстановка разветвительных муфт с указанием типа, номера муфты и ее ординаты. Затем определяется трасса прокладки индивидуальных кабелей. Длина кабеля от поста ЭЦ до разветвительной муфты рассчитывается по формуле

|  |
| --- |
| http://scbist.com/scb/uploaded/proektir_ec_kononov/16.files/image008.jpg |

|  |
| --- |
| http://scbist.com/scb/uploaded/proektir_ec_kononov/16.files/image010.jpg |

Для стрелочных электроприводов число проводов находится по ти­повым схемам их включения, а число жил в проводах зависит от схемы включения, системы питания, типа электродвигателя и длины кабеля.

Для облегчения нахождения числа жил кабеля в проводах управле­ния стрелками разработаны таблицы зависимости числа жил в линейных проводах схемы управления стрелочным электроприводом от максимально допустимой длины кабеля. Данные расчетов учитывают усилия перевода остряков (Р, Н), потребляемый электроприводом ток (I, А), время перевода стрелки (t, с) и сопротивление линейных проводов (R, Ом). Для пятипро­водной схемы управления стрелочным электроприводом СП-6 с электро­двигателем переменного тока МСТ-0,3-190/110 при центральном питании напряжением 230 В такая зависимость приведена в табл. 9.6. Последова­тельность определения числа жил кабеля состоит в том, что сначала необ­ходимо по формулам (9.1.) и (9.2.) определить общую длину кабеля от ис­точника питания к приводу стрелки, а затем по табл. 9.6. найти ближайшее большее значение максимально допустимой длины и распределение жил по проводам схемы.

В случае спаренных стрелок при определении количества жил рас­стояние рассчитывают до наиболее удаленной от поста ЭЦ стрелки. При пятипроводной схеме управления стрелочным электроприводом между

спаренными стрелками прокладывается столько же жил, сколько и от по­ста до первой стрелки.

Все значения в таблицах приведены для кабеля с диаметром жил 0,9 мм. При использовании кабеля с диаметром жил 1,0 мм все значения необ­ходимо пересчитать. Коэффициент пересчета можно получить из соотно­шения сечений или величин, обратных удельным сопротивлениям жил ка­беля

|  |
| --- |
| http://scbist.com/scb/uploaded/proektir_ec_kononov/16.files/image012.jpg |

Электрический обогрев стрелочных электроприводов производится резисторами (Р=25 Вт, U=26 В), включенными во вторичную обмотку трансформатора ПОБС-5А. Первичная обмотка этого трансформатора по­лучает с поста ЭЦ питание переменным током напряжением 220 или 237 В (с вольтодобавочным трансформатором).

Расчетные токи, потребляемые первичной обмоткой трансформатора ПОБС-5А в зависимости от числа включенных электроприводов, приведе­ны в табл. 9.7.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число стрелок с обогревателем | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Расчетный ток первич­ной обмотки ПОБС-5 А, А | 0,21 | 0,36 | 0,57 | 0,83 | 1,1 |

При включенной нагрузке максимальное падение напряжения в пер­вичной обмотке трансформатора ПОБС-5А должно быть не более 70 В, ес­ли напряжение, подводимое к ней, 220 В, или 87 В, при напряжении 237 В.

Длины кабеля между трансформатором ПОБС-5А и приводом стрел­ки, в которых падение напряжения остается в пределах допустимого без дублирования жил приведены в табл. 9.8.

|  |
| --- |
| http://scbist.com/scb/uploaded/proektir_ec_kononov/16.files/image014.jpg |

Резисторы спаренных или двух одиночных стрелок, включенных по одному кабелю, при напряжении в первичной обмотке трансформатора ПОБС-5А от 220 до 190 В включаются во вторичную обмотку параллель­но, а при напряжении от 180 до 150 В по отдельно проложенным жилам.

На крупных станциях применяется автоматическая очистка стрелок от снега. Очистка производится сжатым воздухом, подаваемым по специ­альной магистрали. При этом сжатый воздух может подаваться как после­довательно во все стрелочные переводы станции (циклическая очистка), так и выборочно в любую стрелку (выборочная очистка). Для открытия подачи сжатого воздуха в стрелочный перевод устанавливаются электропневматические клапаны (ЭПК), управляющий приказ к которым подается по кабелю. Дальность управления ЭПК без дублирования жил кабеля

|  |
| --- |
| http://scbist.com/scb/uploaded/proektir_ec_kononov/16.files/image016.jpg |

В современных системах ЭЦ имеется возможность передавать от­дельные стрелки на местное управление, производимое с маневровых ко­лонок. Число жил для двойного управления стрелками находят по номенк­латуре проводов принятой схемы двойного управления.

В кабельную сеть светофоров включаются цепи выходных, мар­шрутных, маневровых светофоров; релейных шкафов входных светофоров и переездной сигнализации; световых маршрутных указателей. В релей­ный шкаф входного светофора входят цепи управления и контроля вход­ными светофорами, питания шкафа, увязки устройств ЭЦ с перегонной системой интервального регулирования движения поездов (ИРДП), пита­ния рельсовых цепей участка приближения и первых станционных, грани­чащих с перегоном рельсовых цепей, разъединителя высоковольтно­сигнальной линии системы ИРДП.

Дальность управления огнями выходных, маршрутных и маневровых светофоров с лампами ЖС12-15 (напряжение питания 12 В, мощность 15 Вт) с понижающими трансформаторами СТ-4 при питании с поста ЭЦ без дублирования жил составляет 3 км. Число проводов к светофорам опреде­ляется по схемам их включения.

Число жил кабеля к релейному шкафу входного светофора определя­ется схемами включения входных светофоров и увязки устройств ЭЦ с системами ИРДП. Дальность управления огнями входного светофора практически не ограничена, так как лампы получают центральное питание и резервирование переменного тока от батареи поста централизации через полупроводниковые преобразователи.

На участках с электротягой переменного тока линейные цепи систем ИРДП, как правило, проходят в магистральном кабеле связи.

Световые маршрутные указатели питаются, как правило, с поста ЭЦ напряжением 220 В (мощность ламп 25 Вт). Число проводов к указателям определяется набором ламп для соответствующего показания. Число жил рассчитывается по специальным номограммам.

При составлении кабельных сетей релейных трансформаторов руко­водствуются тем, что предельная длина кабеля без дублирования жил в проводе между путевым реле (пост ЭЦ) и релейным трансформатором или

дроссель-трансформатором при любом виде тяги составляет 3 км. При большем удалении жилы кабеля дублируют, определяя количество жил по падению напряжения на путевых реле.

При составлении кабельных сетей питающих трансформаторов учи­тывается, что питающие трансформаторы рельсовых цепей группируются в отдельные лучи питания так, чтобы нарушение питания одного луча вы­водило из действия, по возможности, меньшее число маршрутов. Питаю­щие трансформаторы главных и кодируемых путей группируют в отдель­ные лучи питания. По расчетам ток одного луча рельсовых цепей перемен­ного тока частотой 25 Гц может быть не более 0,68 А. Тогда к одному пре­образователю частоты ПЧ50/25-300 можно подключить два луча с сум­марной нагрузкой не более 1,36 А.

Предельная длина кабеля без дублирования жил в проводах между питающим трансформатором и постом ЭЦ при электротяге постоянного тока равна 1,5 км, при электротяге переменного тока 3 км.

9.3. Пример проектирования и расчета кабельных сетей станции

Проектирование кабельных сетей начинается с прокладки на двух­ниточном плане станции кабельной магистрали, на которой затем отмеча­ются места установки разветвительных муфт кабельных сетей (рис. 9.2.). Под условным обозначением муфты пишется ордината, на которой она ус­тановлена. С учетом местных особенностей определяется марка кабеля.

Далее составляются кабельные планы. На чертеж наносятся пост ЭЦ, разветвительные муфты, напольные объекты (рис. 9.3.). По формулам (9.1.), (9.2.) вычисляются длины кабеля: от поста ЭЦ до разветвительных муфт; между муфтами; от муфт до напольных объектов. Например, рас­стояние от поста ЭЦ до разветвительной муфты П1 (ордината 400) равно L = 1,03 (Lo + 6n + Ln + LB + Lc + Lp) = 1,03 (400+6 0+10+0+15+2,5) = = 440,325 ~ 440 м,

а длина между разветвительными муфтами С3 (35) и С1 (300) равна L = 1,03 (L0 + 6n + 2 Lp) = 1,03 ((300 35) + 6 0 + 2-2,5) = 278,1 ~ 280 м.

Полученное значение, округленное до числа, кратного пяти, записы­вается над кабелем.

Далее производится расчет жил кабеля. Для этого под линией, обо­значающей кабель, выходящий с поста ЭЦ, выписываются напольные объ­екты и в скобках наименования и количество проводов для их связи с по­стом ЭЦ. Для определения необходимости дублирования жил кабеля вы­числяется длина кабеля от поста ЭЦ до напольного объекта (она находится как сума длин кабеля между постом, разветвительными муфтами и объек­том). Затем по полученным данным делается вывод о необходимости дуб­лирования проводов. При этом при расчете кабельной сети стрелок удобно пользоваться данными табл. 9.6. 9.8.

Необходимое количество жил кабеля к напольным объектам сумми­руется, при необходимости учитываются запасные жилы, после чего под­бирается емкость кабеля. Через дефис после длины кабеля записывается емкость кабеля и в скобках количество запасных жил. Например, запись 340-10х2(6) означает, что длина кабеля составляет 340 м, емкость 10 пар жил, из них 6 жил запасные, 10х2-6=14 жил необходимо для связи аппара­туры поста ЭЦ с напольными объектами; 210-3(1) длина 210 м, емкость кабеля 3 жилы, из них 1 жила запасная, 2 рабочие.





