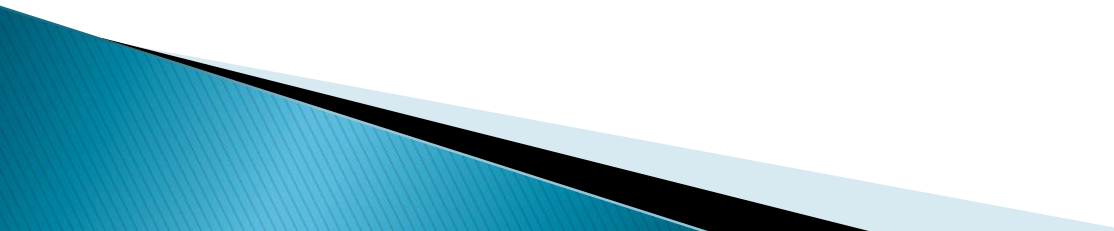


Монтаж кабельных линий электропередачи

Содержание

- ▶ **Достоинства и недостатки кабельных линий электропередачи. Область применения кабельных линий электропередачи**
 - ▶ **Основные определения**
 - ▶ **Маркировка кабельных линий**
 - ▶ **Элементы конструкции силовых кабелей и их назначение**
 - ▶ **Прокладка кабелей при отрицательных температурах**
- 

Достоинства и недостатки кабельных линий электропередачи.

Область применения кабельных линий электропередачи.

Преимущества кабельных линий перед воздушными состоят в следующем:

1.Электрическая сеть, выполненная кабельной линией более компактна. Применение кабельных линий способствует сохранению окружающего ландшафта, более рационально используется поверхность земли.

2.Передача электрической энергии по кабельным линиям имеет более высокий уровень надежности. Кабельные линии гораздо меньше подвержены влиянию окружающей среды (сильные ветра, снеговые отложения на проводах, гололед, падение деревьев на провода и т.п.), реже повреждаются транспортом.

3.Кабельные линии имеют более низкий уровень электромагнитного излучения, чем воздушные и, следовательно, меньше оказывают влияние на окружающую среду.

4.Затраты на техническое обслуживание кабельных линий ниже, чем у воздушных линий электропередачи.

К недостаткам кабельных линий относят:

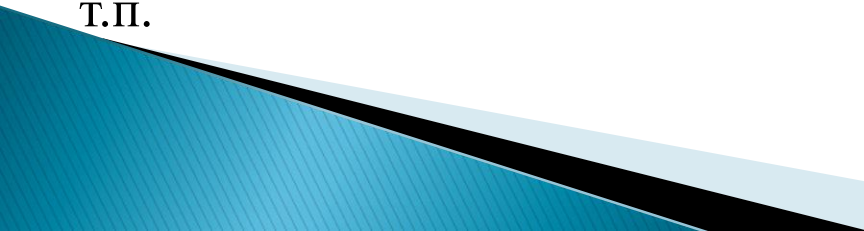
1. Сооружение кабельной линии дороже, чем воздушной, причем разница в стоимости сооружения увеличивается с ростом напряжения линии. КЛ напряжением 110 кВ в 4-5 раз дороже воздушной, а КЛ 500 кВ дороже воздушной линии 500 кВ уже в 18-20 раз.

2. Поиск и устранение повреждений на кабельных линиях осуществлять гораздо сложнее, чем на воздушных. Ремонтные работы на кабельных линиях более трудоемки и требуют больших затрат материалов, требуется больше времени для определения места повреждения. Время устранения аварии на ВЛ 110 кВ составляет в среднем 6 ч, а на кабельной линии – 72 ч.

3. Пропускная способность кабельных линий ниже, чем у воздушных линий того же сечения, так как хуже условия охлаждения.

Область применения

В общем случае, кабельные линии применяют там, где по техническим или эстетическим соображениям применение воздушных линий невозможно. Основная область применения кабельных линий — это:

1. Внутренние электрические сети зданий и сооружений.
 2. Электрические сети городов и поселков (на селитебной территории) напряжением до 20 кВ в районах застройки зданиями в 4 этажа и более, а также электрические сети напряжением 110кВ и выше мегаполисов и крупных городов.
 3. Электрические сети внутреннего электроснабжения промышленных предприятий, территория которых насыщена зданиями и производственными помещениями.
 4. Электрические сети, проходящие через парковые зоны, скверы, сады и т.п.
- 

Основные определения

Кабельной линией называется линия для передачи электроэнергии или отдельных ее импульсов, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслonaполненных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла.

Кабельным сооружением называется сооружение, специально предназначенное для размещения в нем кабелей, кабельных муфт, а также маслоподпитывающих аппаратов и другого оборудования, предназначенного для обеспечения нормальной работы маслonaполненных кабельных линий. К кабельным сооружениям относятся: кабельные туннели, каналы, короба, блоки, шахты, этажи, двойные полы, кабельные эстакады, галереи, камеры, подпитывающие пункты.

Электрическим силовым кабелем, в соответствии с ГОСТ 15845-80, называется электрическое изделие, предназначенное для передачи по нему электрической энергии токами промышленной частоты, содержащее одну или более изолированных жил, заключенных в оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров.

Маркировка кабельных линий

Согласно ПУЭ каждая кабельная линия должна иметь свой номер или наименование. Если кабельная линия состоит из нескольких параллельных кабелей, то каждый из них должен иметь тот же номер с добавлением букв А, Б, В и т.д. Открыто проложенные кабели, а также все кабельные муфты должны быть снабжены бирками с обозначением на бирках кабелей и концевых муфт марки, напряжения, сечения, номера или наименования линии; на бирках соединительных муфт — номера муфты и даты монтажа. Бирки должны быть стойкими к воздействию окружающей среды. На кабелях, проложенных в кабельных сооружениях, бирки должны располагаться по длине не реже чем через каждые 50 м.

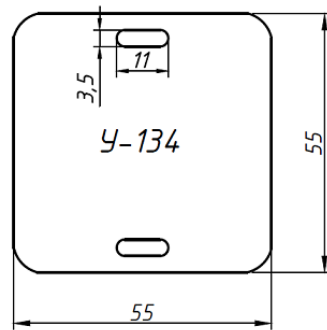


Рис.1 У-134

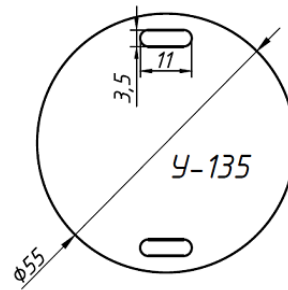


Рис.2 У-135

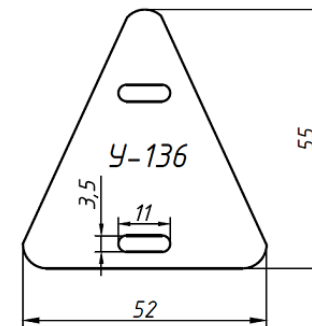


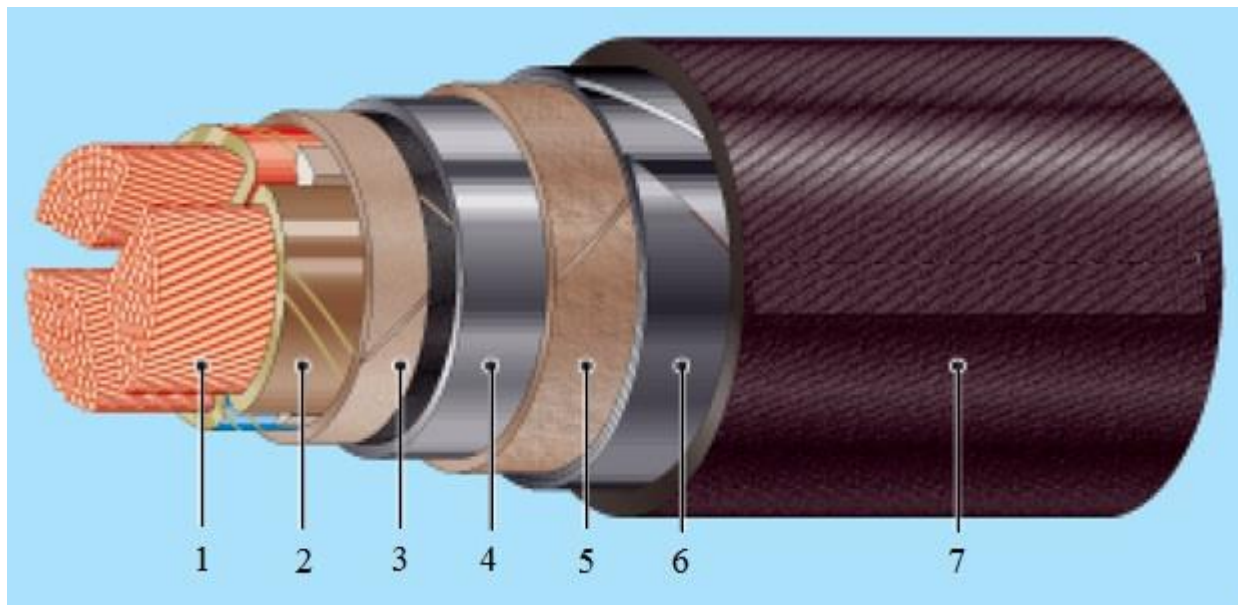
Рис.2 У-136

Форма бирок для маркировки кабелей

Бирки применяются стандартной формы: круглой — для силовых кабелей высокого напряжения; прямоугольной — для силовых кабелей до 1 кВ, треугольной — для контрольных кабелей.

Элементы конструкции силовых кабелей и их назначение.

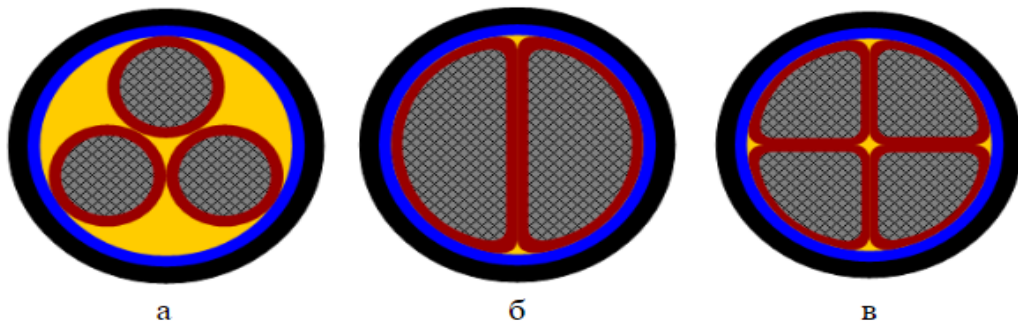
Силовые кабели имеют общие для всех типов конструктивные элементы – токопроводящие жилы, изоляцию и оболочку.



Конструкция силового кабеля марки СБ: 1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция жилы из пропитанной бумаги; 3 – поясная изоляция; 4 – свинцовая оболочка; 5 – подушка; 6 – броня; 7 – наружный покров.

Элементы конструкции силовых кабелей и их назначение

Токопроводящие жилы это основной элемент конструкции силового кабеля, предназначенный для прохождения электрического тока. Кабели имеют основные и вспомогательные жилы. К основным, относятся фазные токопроводящие жилы и нулевые жилы, к вспомогательным – жилы заземления.

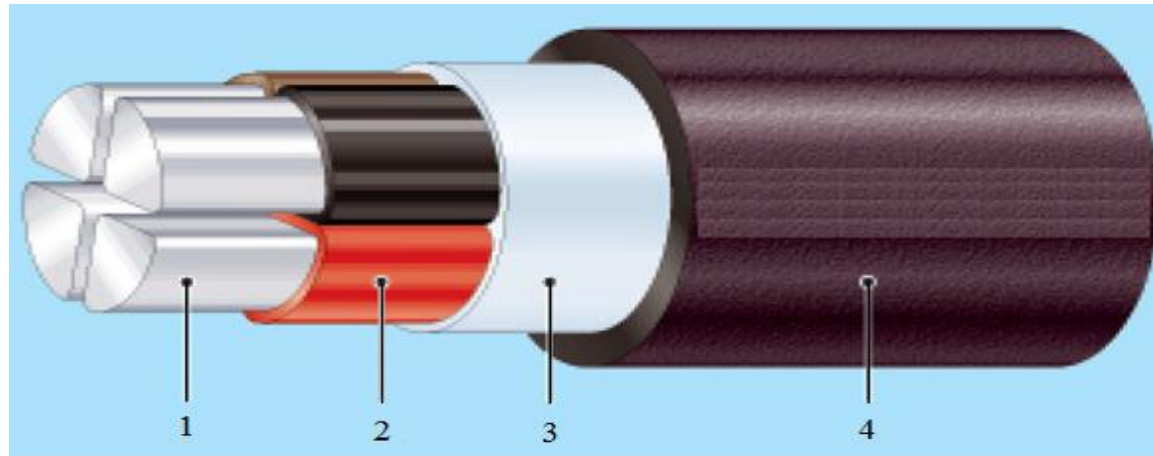


Сечение жил кабелей: а – круглого сечения; б – сегментное сечение; в – секторное сечение.

Токопроводящие жилы силовых кабелей изготавливают обычно из алюминия или меди, однопроволочными или многопроволочными. По форме сечения жилы выполняют круглыми или фасонными (обычно секторными или сегментными, бывают также прямоугольные).

Изоляция

Изоляция кабеля обеспечивает необходимую электрическую прочность токопроводящих жил по отношению друг к другу и к заземленной оболочке



1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция жилы; 3 – поясная изоляция; 4 – наружная оболочка.

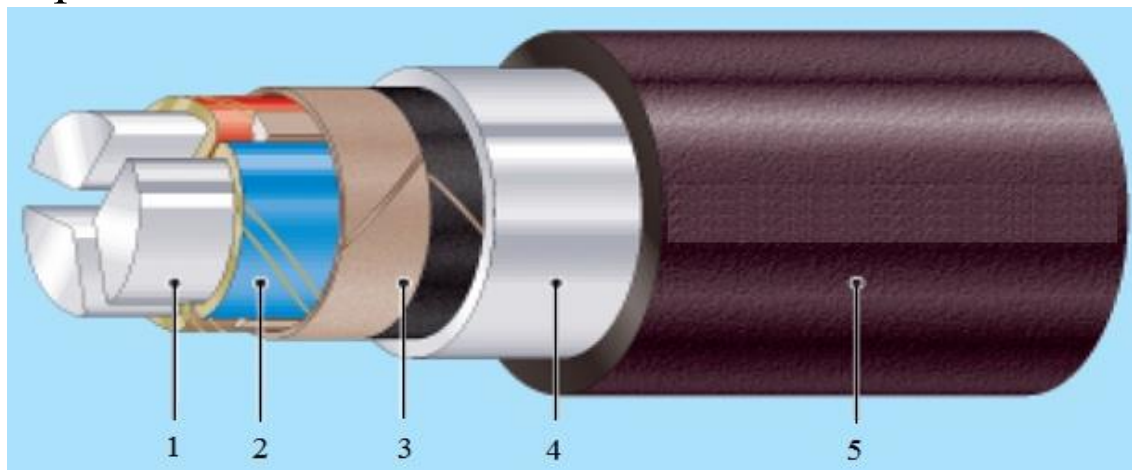
Бумажная изоляция – высокие изолирующие свойства/потеря эластичности при отрицательных температурах, ограничения по разнице уровней прокладки;

Изоляция из сшитого полиэтилена – высокая стойкость к тепловым нагрузкам, более высокая пропускная способность по току;

Резиновая изоляция – хорошая эластичность.

Оболочка

Кабельная оболочка – непрерывная металлическая или неметаллическая трубка, расположенная поверх сердечника и предназначенная для защиты его от влаги и других внешних воздействий (кислот, газов и т. п.). Чаще всего у силовых кабелей оболочка изготавливается алюминиевой, свинцовой, пластмассовой или резиновой.



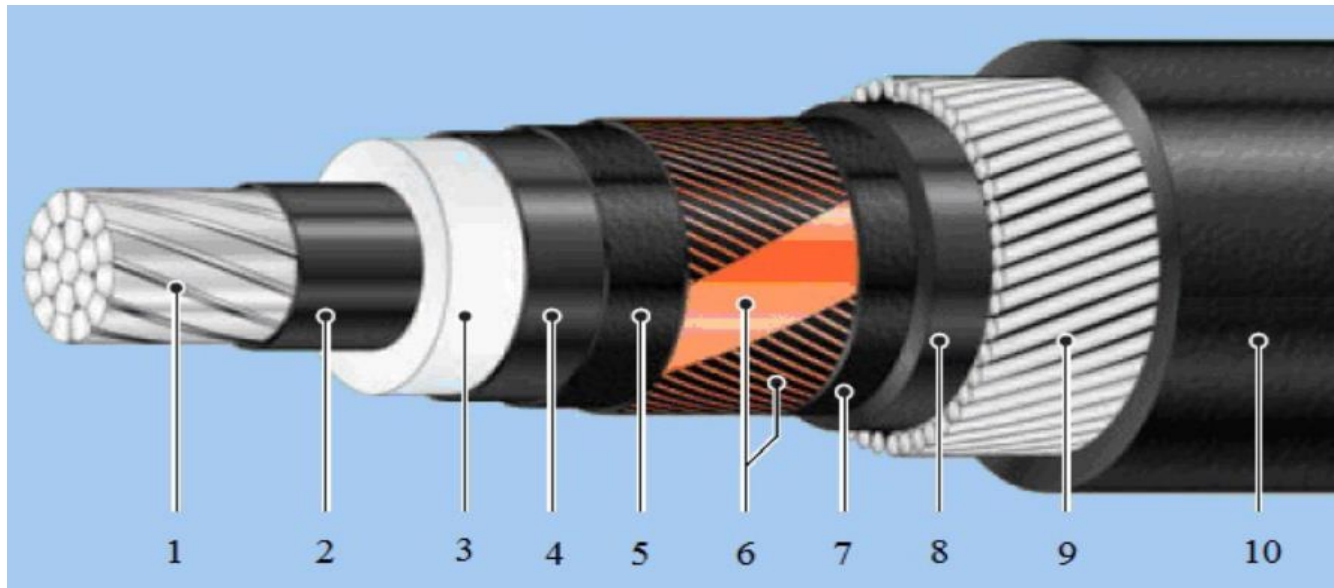
1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция жилы; 3 – поясная изоляция; 4 – оболочка; 5 – защитный покров.

Алюминиевую оболочку силовых кабелей на напряжение до 1 кВ допускается использовать в качестве нулевой жилы в четырехпроводных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью.

Свинцовые оболочки бронированных кабелей проложенных в земле используют в качестве естественных заземлителей. Алюминиевые оболочки кабелей использовать в качестве заземлителей не допускается.

Экраны

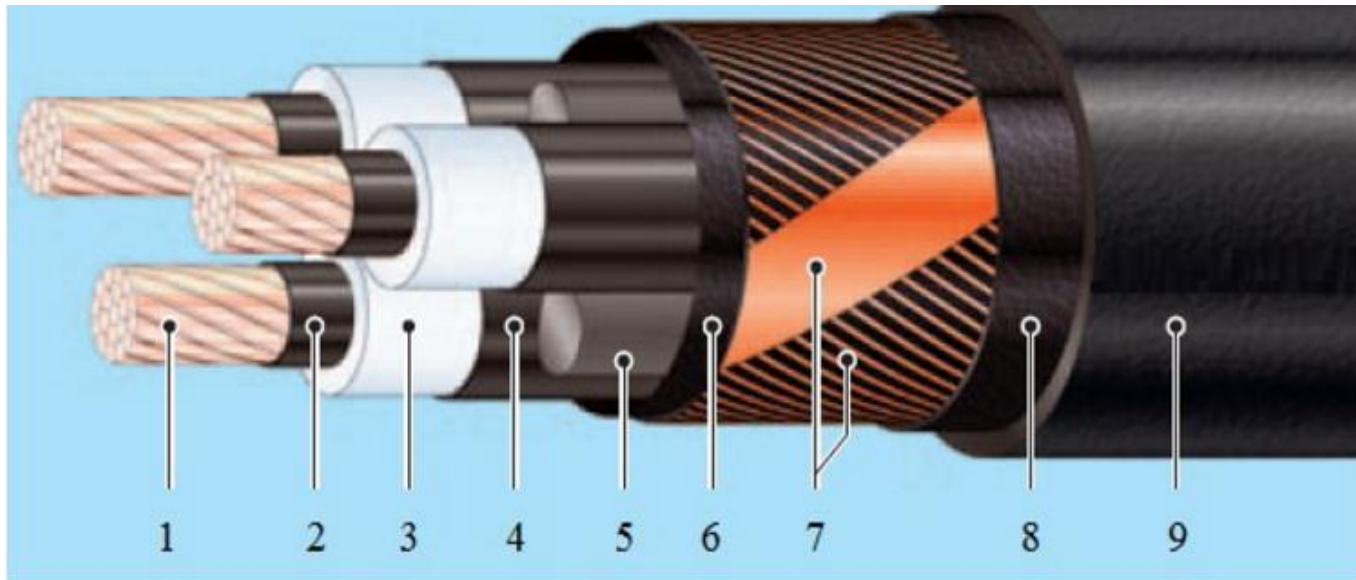
Экраны применяют в кабелях напряжением выше 1 кВ для защиты внешних цепей от влияния электромагнитных полей токов, проходящих по кабелю, и для обеспечения симметрии электрического поля вокруг жил кабеля. Чаще всего экраны выполняют из медных лент и медной проволоки.



1 – токопроводящая жила; 2 – полупроводящий слой; 3 – изоляция; 4 – полупроводящий слой; 5 – слой кабельной обмотки; 6 – экран; 7 – слой кабельной обмотки; 8 – подушка; 9 – броня; 10 – наружная оболочка.

Заполнители

Заполнители необходимы для устранения свободных промежутков между конструктивными элементами кабеля с целью герметизации, придания необходимой формы и механической устойчивости конструкции кабеля. В качестве заполнителей применяют жгуты из бумажных лент или кабельной пряжи, из пластмассы или резины.



1 – токопроводящая жила; 2 – полупроводящий слой; 3 – изоляция; 4 – полупроводящий слой; **5 – наполнитель**; 6 – слой кабельной обмотки; 7 – экран; 8 – слой кабельной обмотки; 9 – наружная оболочка.

Защитные покровы

Защитный кабельный покров – элемент, наложенный на изоляцию, оболочку или экран кабельного изделия и предназначенный для дополнительной защиты от внешних воздействий (коррозии, механических повреждений и т.п.).

Броня представляет собой часть защитного покрова (или защитный покров в целом) в виде металлических лент или одного или нескольких повивов металлической проволоки. Она предназначена для защиты от внешних механических и электрических воздействий. Броня чаще всего изготавливается стальной, но применяют также и алюминиевую броню.

Подушка – внутренняя часть защитного покрова, наложенная под броней с целью предохранения находящегося под ней элемента (например, оболочки) от коррозии и механических повреждений лентами или проволоками брони. Подушка выполняется из слоев пропитанной кабельной пряжи, поливинилхлоридных, полиамидных и других равноценных лент, крепированной бумаги, битумного состава или битума.

Наружный кабельный покров является внешней частью защитного кабельного покрова, который накладывается поверх брони для защиты её от коррозии и механических воздействий. Наружный покров изготавливают: из битума; из слоя кабельной или стеклянной пряжи, пропитанной битумным составом; а также из ПВХ-пластиката или полиэтилена.

Прокладка кабелей при отрицательных температурах

При отрицательных температурах изоляция, оболочки и покрытия кабелей теряют эластичность и могут быть легко повреждены. В соответствии со СНиП 3.05.06-85, в холодное время года размотка, переноска и прокладка разных типов кабеля допускаются только тогда, когда температура воздуха в течение 24 ч до начала прокладки не снижалась ниже допустимой для данной марки кабеля температуры.

Минимальная температура воздуха, при которой допускается прокладка кабеля без прогрева и с прогревом, указывается производителем кабеля. Если данные о температуре отсутствуют можно воспользоваться ориентировочными значениями, приведенными в СНиП 3.05.06-85

Минимальная допустимая температура при прокладке без предварительного прогрева кабелей с различными видами изоляции, °С

| Тип кабеля | Температура |
|---|-------------|
| Бронированные и небронированные кабели с бумажной изоляцией (вязкой, нестекающей и обедненно пропитанной) в свинцовой или алюминиевой оболочке | 0 |
| Маслонаполненных кабелей низкого и высокого давления | -5 |
| Кабели напряжением до 35 кВ с пластмассовой или резиновой изоляцией и оболочкой с волокнистыми материалами в защитном покрове, а также с броней из стальных лент или проволоки | -7 |
| Кабели напряжением до 10 кВ с поливинилхлоридной или резиновой изоляцией и оболочкой без волокнистых материалов в защитном покрове, а также с броней из профилированной стальной оцинкованной ленты | -15 |
| Небронированные силовые кабели с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой без волокнистых материалов в защитном покрове, а также с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке | -20 |

При более низких температурах прокладка кабеля допускается только после предварительного их прогрева. При этом сроки прокладки ограничиваются следующими значениями времени:

- не более 60 мин при температуре от 0 до -10°C ;
- не более 40 мин при температуре от -10 до -20°C ;
- не более 30 мин, когда ниже -20°C .

Если прокладка кабеля в указанные сроки невозможна, то должен быть обеспечен постоянный подогрев кабеля или перерывы для дополнительного прогрева кабеля.

При температуре окружающей среды ниже -40°C прокладка всех марок кабеля (в том числе и подогретого) не допускается.

Прокладка кабеля с бумажной изоляцией

Во время прокладки кабеля с бумажной изоляцией при отрицательной температуре маслоканифольный состав, которым пропитана изоляция, теряет свою вязкость и смазочную способность. При отсутствии предварительного прогрева кабеля во время его изгиба между бумажными слоями будет отсутствовать скольжение. Застывая, кабельный состав будет не смазывать слои бумаги, а склеивать. При этом в местах изгиба кабеля возможны разрывы бумажных лент изоляции кабеля, а следовательно, снижение электрической прочности.

В процессе эксплуатации в этих местах происходит повреждение кабеля. Поэтому размотку, переноску и прокладку кабеля с бумажной изоляцией выполняют в холодное время без предварительного подогрева только в тех случаях, когда температура окружающего воздуха в течение 24 ч до начала прокладки не снижалась, хотя бы временно, ниже 0°C .



Прогрев кабелей

Наиболее просто и безопасно осуществлять прогрев кабеля внутри теплых помещений, находящихся вблизи мест прокладки кабеля, что не всегда выполнимо. Недостатком такого способа является также большая продолжительность прогрева – до 72 ч, которая значительно снижается до 1-4 ч (в зависимости от температуры воздуха и сечения кабеля) при прогреве кабеля трехфазным или однофазным током

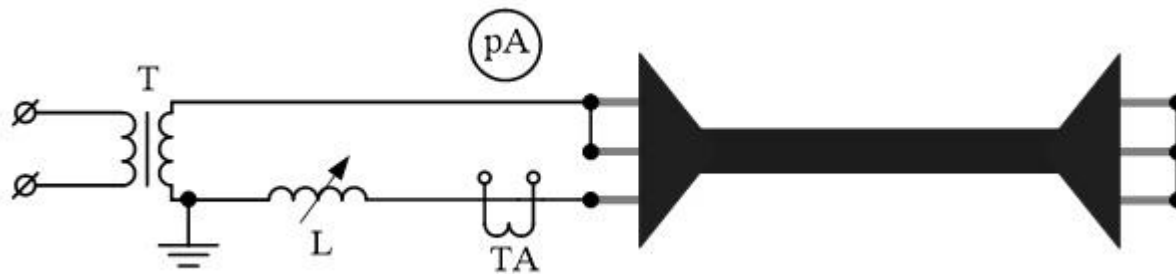


Рисунок. Принципиальная схема прогрева однофазным током: Т – понижающий трансформатор, L – регулировочный дроссель, ТА – измерительный трансформатор тока, рА – амперметр.

При использовании однофазного тока **одна из жил будет нагреваться больше**, чем остальные, что может послужить причиной повреждения изоляции этой жилы.

Механизм прогрева **при трехфазном источнике** следующий: все жилы одного конца кабеля подсоединяют к трансформатору, а все жилы второго конца соединяют между собой, тем самым получая замкнутую электрическую цепь.

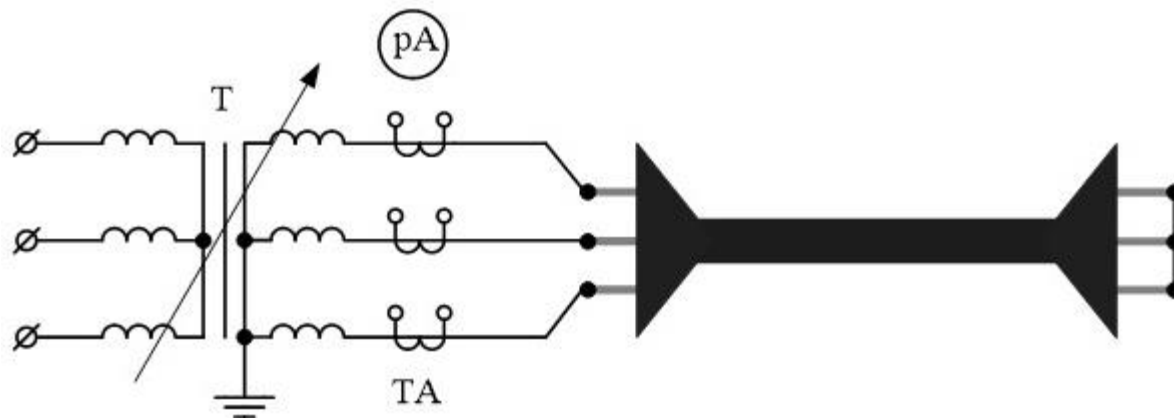


Рисунок – Принципиальная схема прогрева трехфазным током: Т – понижающий трансформатор с возможностью регулирования напряжения, ТА – измерительный трансформатор тока, рА - амперметр

Прогрев кабелей трехфазным током прекращают в тот момент, когда температура наружного покрова внешних витков прогреваемого кабеля достигнет:

20 °С — при температуре наружного воздуха выше -10 °С,

30 °С — при температуре наружного воздуха ниже -10 °С.

Контроль температуры при прогреве кабеля осуществляется термометром, нижний конец которого плотно соприкасается с наружным покровом одного из внешних витков кабеля посередине барабана. Место соприкосновения термометра с кабелем утепляют снаружи войлоком.

Как определить ток нагрева кабеля?

При прогреве кабеля электрическим током необходимо правильно определить величину тока, напряжение и время нужное для прогрева.

Ток для нагрева кабеля определяется по длительно допустимой токовой нагрузке (справочные данные) с учетом температурного коэффициента (К), определяемого по формуле:

Длительно допустимая температура нагрева жил кабеля представлена в таблице ниже:

$$K = \sqrt{\frac{T_n - T_{\phi}}{T_n - 25}}$$

T_n - длительно допустимая температура токопроводящих жил,

T_φ - уличная температура при прокладке кабеля.

| Ном. напряжение | Бумажная изоляция, °С | Пластмассовая изоляция, °С |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|
| До 3кВ | 80 | 70 |
| 6кВ | 65 | 70 |
| 10кВ | 60 | 70 |
| 20-35кВ | 30 | 70 |

| Сечение жил, мм ² | Максимально допустимый ток в а | Ориентировочное время прогрева в мин. при температуре воздуха в °С | | | Напряжение на зажимах трансформатора при длине кабеля в м | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|--|-----|-----|---|------|------|-----|-----|
| | | 0 | -10 | -20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 10 | 76 | 59 | 76 | 97 | 23 | 46 | 69 | 92 | 115 |
| 16 | 102 | 58 | 73 | 94 | 19 | 38 | 57 | 76 | 95 |
| 25 | 130 | 71 | 88 | 106 | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 |
| 35 | 160 | 74 | 93 | 112 | 14 | 28 | 42 | 56 | 70 |
| 50 | 190 | 90 | 112 | 134 | 12 | 23 | 34,5 | 46 | 58 |
| 70 | 230 | 97 | 122 | 149 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 95 | 285 | 99 | 124 | 151 | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 |
| 120 | 330 | 111 | 138 | 170 | 8,5 | 17 | 25 | 34 | 42 |
| 150 | 375 | 124 | 150 | 185 | 7,5 | 15 | 22 | 30 | 37 |
| 185 | 425 | 134 | 167 | 208 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 |
| 240 | 490 | 152 | 190 | 234 | 5,3 | 10,6 | 16 | 21 | 26 |

Прогретые кабели укладывают с повышенным запасом 3—4 % по длине вместо 1 — 3%, так как при охлаждении нагретый кабель укорачивается и натягивается сильнее, чем при обычных условиях.

Засыпку прогретых кабелей слоем мелкой земли выполняют сразу после их прокладки; а окончательную засыпку и уплотнение — только после охлаждения.

