

Монтаж кабельных линий электропередачи

Лекция №3

Достоинства и недостатки.

Преимущества кабельных линий перед воздушными состоят в следующем:

- ✓ Электрическая сеть, выполненная кабельной линией более компактна. Применение кабельных линий способствует сохранению окружающего ландшафта, более рационально используется поверхность земли.
- ✓ 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.
- ✓ Кабельные линии имеют более низкий уровень электромагнитного излучения, чем воздушные и, следовательно, меньше оказывают влияние на окружающую среду.
- ✓ Затраты на техническое обслуживание кабельных линий ниже, чем у воздушных линий электропередачи.

Достоинства и недостатки.

К недостаткам кабельных линий относят:

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

Область применения.

Основная область применения кабельных линий — это:

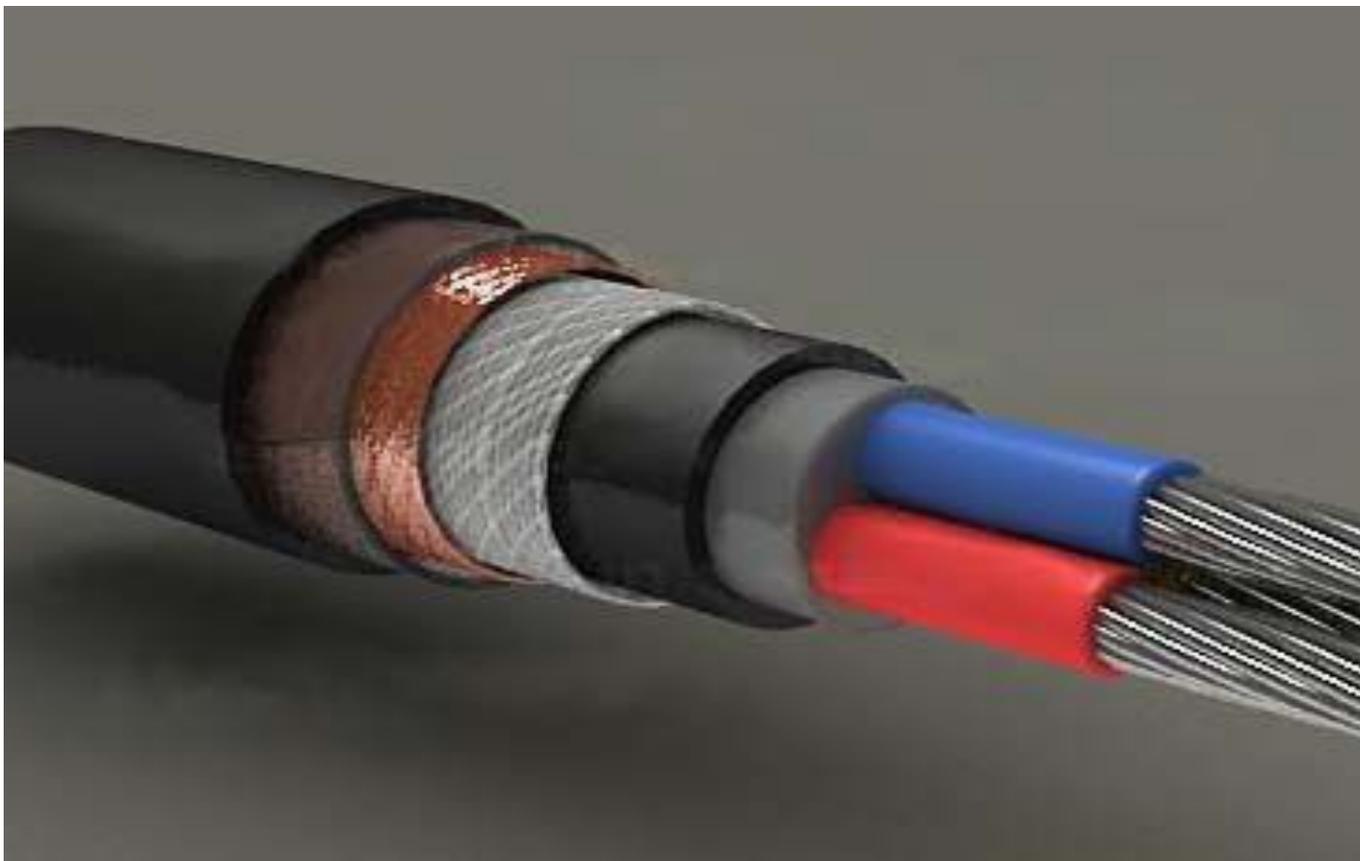
1. Внутренние электрические сети зданий и сооружений.
2. Электрические сети городов и поселков (на селитебной территории) напряжением до 20 кВ в районах застройки зданиями в 4 этажа и более, а также электрические сети напряжением 110кВ и выше мегаполисов и крупных городов.
3. Электрические сети внутреннего 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 импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслonaполненных линий, кроме того, с подплывающими 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



Кабельный туннель



Силовой кабель

Маркировка кабельных линий.

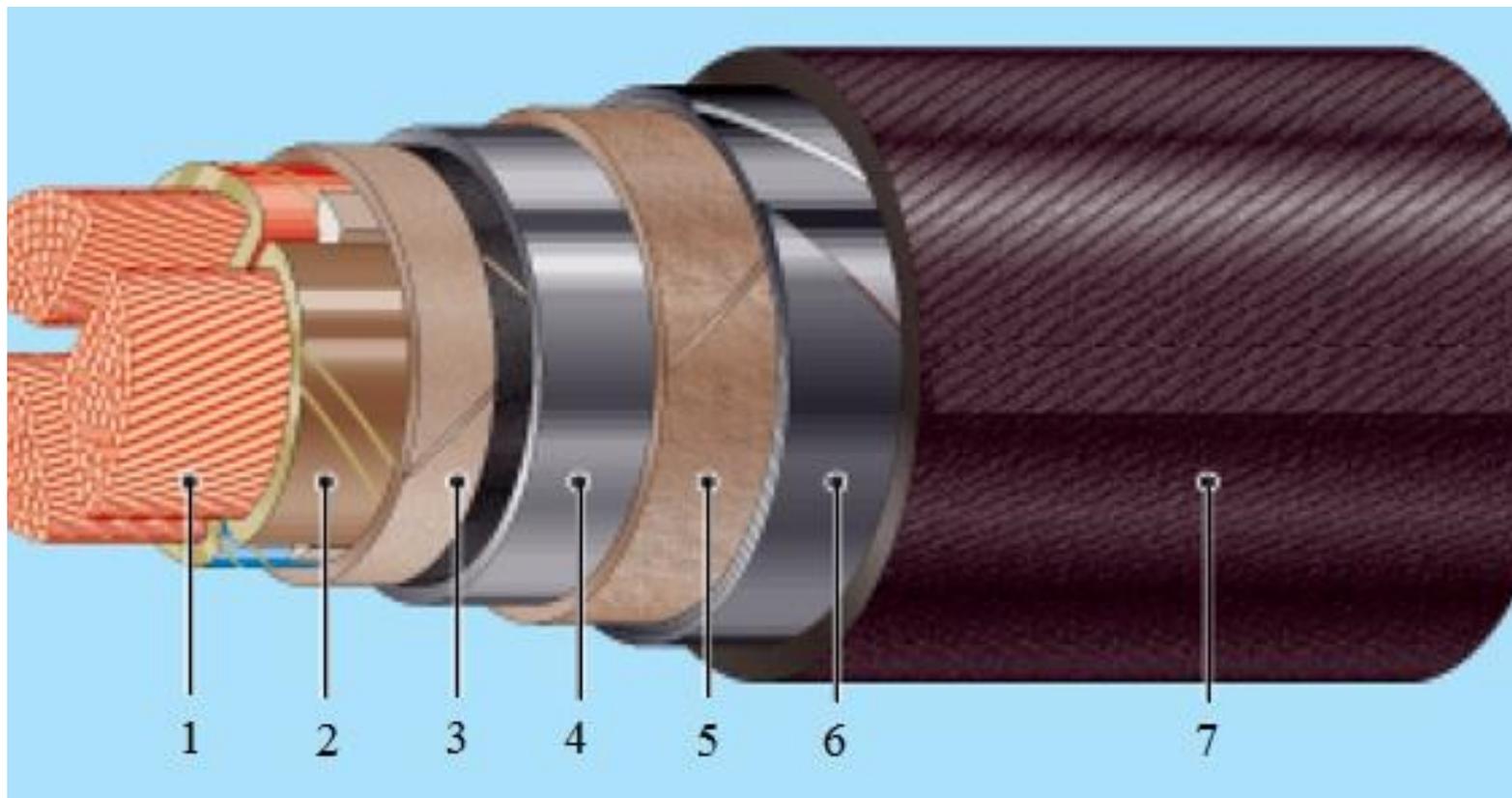
Согласно ПУЭ каждая кабельная линия должна иметь свой номер или наименование. Если кабельная линия состоит из нескольких параллельных кабелей, то каждый из них должен иметь тот же номер с добавлением букв А, Б, В и т. д. Открыто проложенные кабели, а также все кабельные муфты должны быть снабжены бирками 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.

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

Конструкция и классификация силовых кабелей

Силовые кабели имеют основные, общие для всех типов конструктивные элементы – токопроводящие жилы, изоляцию и оболочку. Кроме основных элементов в конструкцию кабеля могут входить защитные покровы, экраны, жилы защитного заземления, заполнители и др.

Классифицируют, или другими словами различают, силовые кабели обычно по конструктивным особенностям: по материалу, из которого изготовлены токопроводящие жилы; по материалу, из которого изготовлена изоляция жил; по способу защиты от механических повреждений; по количеству жил и т.д. Кроме того, силовые кабели классифицируют по напряжению – до и выше 1000 В.+



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

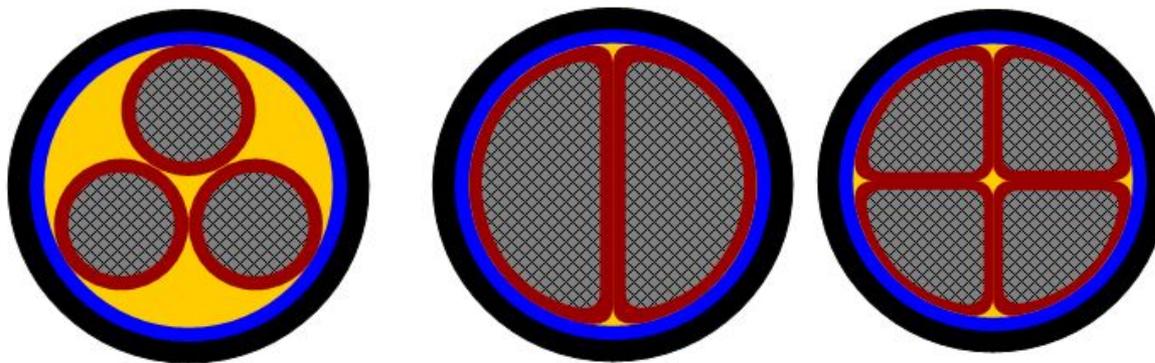
Токопроводящие жилы это основной элемент конструкции силового кабеля, предназначенный для прохождения электрического тока. Кабели имеют основные и вспомогательные жилы. К основным, т.е. предназначенным для выполнения основной функции кабельного изделия, относятся фазные токопроводящие жилы и нулевые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

Фазные жилы используются для передачи электрической энергии от источника к электроприемнику.

Нулевые жилы – предназначены для присоединения к нейтрали источника и прохождения разности токов фаз при неравномерной нагрузке по фазам. Нулевые жилы выполняют функцию нулевого рабочего проводника (N).

Жилы заземления – предназначены для соединения не находящихся под рабочим напряжением металлических частей электротехнического устройства, к которому подключен кабель, с контуром защитного заземления, с целью повышения уровня электробезопасности. Жилы заземления выполняют функцию нулевого защитного проводника (PE).

Нулевые жилы и жилы заземления могут изготавливаться меньшего сечения, чем фазные.



а

б

в

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, в соответствии с ГОСТ 22483-2012. По форме сечения жилы выполняют круглыми или фасонными (обычно секторными или сегментными, бывают также прямоугольные).

Для кабелей с бумажной (ГОСТ 18410-73) и пластмассовой (ГОСТ 31996-2012, ГОСТ 16442-80) изоляцией круглая форма жил применяется у одножильных кабелей всех сечений, у многожильных кабелей сечением до 16 мм² включительно, а также у многожильных кабелей всех сечений, имеющих отдельные оболочки. Токопроводящие жилы многожильных кабелей с поясной бумажной или пластмассовой изоляцией сечением 25мм² и более изготавливаются секторной или сегментной формы.

Кабели с резиновой изоляцией изготавливаются только с круглой формой жил (ГОСТ 433-73).

Таблица – Область применения различных форм токопроводящих жил силовых кабелей до 1 кВ

Изоляция кабеля	Тип жилы	Номинальное сечение жилы, мм ²			
		круглой формы		фасонной формы	
		медной	алюминиевой	медной	алюминиевой
бумажная	однопроволочная	6-50	6-240	25-50	25-240
	многопроволочная	25-800	70-800	25-400	70-240
пластмассовая	однопроволочная	1,5-50	2,5-300	-	25-400
	многопроволочная	16-1000	25-1000	25-400	
резиновая	однопроволочная	1-50	2,5-240	-	
	многопроволочная	16-240	70-400	-	

Таблица – Сравнение характеристик силовых кабелей с медными и алюминиевыми жилами*

Параметр	Материал жил	
	медь	алюминий
Сопротивление жилы сечением 150 мм ² при t = 20°С, Ом/км	0,124	0,206
Допустимая токовая нагрузка кабеля сечением 150 мм ² при прокладке в земле	365	281
Масса трехжильного кабеля СБ/АСБ сечением 150 мм ² , кг/км	7500	4177
Стоимость трехжильного кабеля СБ/АСБ сечением 150 мм ² , руб/м**	1336,5	668,25

* - характеристики кабелей взяты из каталога ЗАО «Завод «Южкабель»»;

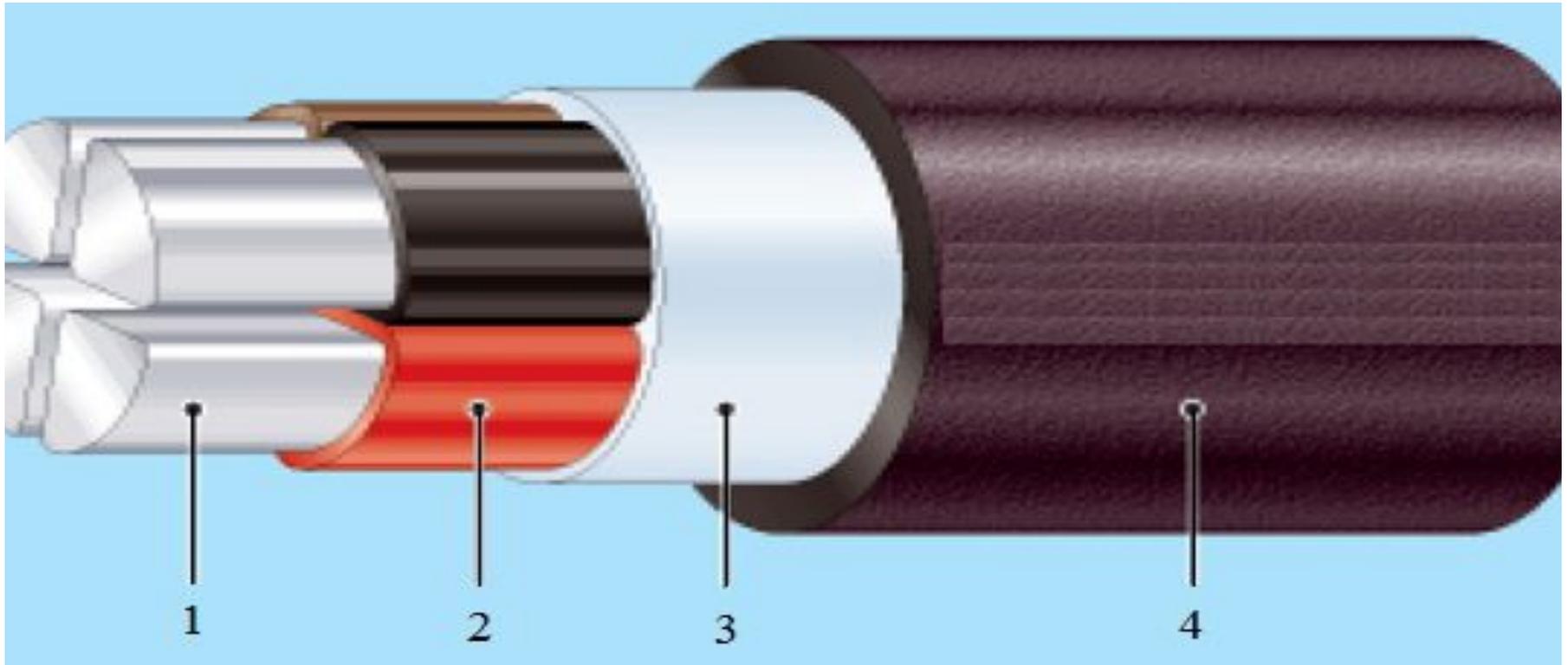
** - цены указаны ориентировочно по данным интернет-источников 2016 года.

Изоляция

Изоляция кабеля обеспечивает необходимую электрическую прочность токопроводящих жил по отношению друг к другу и к заземленной оболочке (земле). В кабелях применяется чаще всего бумажная, пластмассовая и резиновая изоляция.

Изоляция, наложенная на жилу кабеля, называется изоляцией жилы (иногда называют фазной изоляцией). Изоляция, наложенная поверх изолированных скрученных или параллельно уложенных жил многожильного кабеля, называется поясной.

От типа изоляции кабеля зависят его многие эксплуатационные характеристики. Например, бумажная пропитанная изоляция имеет высокие изолирующие свойства, но уже при температуре ниже нуля теряет свою эластичность, становится хрупкой и может легко повредиться при монтаже кабеля. Кроме того, у кабелей с бумажной изоляцией есть ограничения по разнице уровней на трассе прокладки, это связано с возможным стеканием пропиточного состава и осушением участков изоляции. Изоляция выполненная из сшитого полиэтилена обладает высокой стойкостью к тепловым нагрузкам, поэтому кабели с такой изоляцией имеют более высокую пропускную способность по току. Резиновая изоляция обладает хорошей эластичностью, поэтому она обычно применяется в гибких кабелях, для питания передвижных механизмов и переносного электроинструмента.



Кабель марки АПВВГ с изоляцией жил из вулканизированного полиэтилена и поясной изоляцией из ПВХ пластиката:

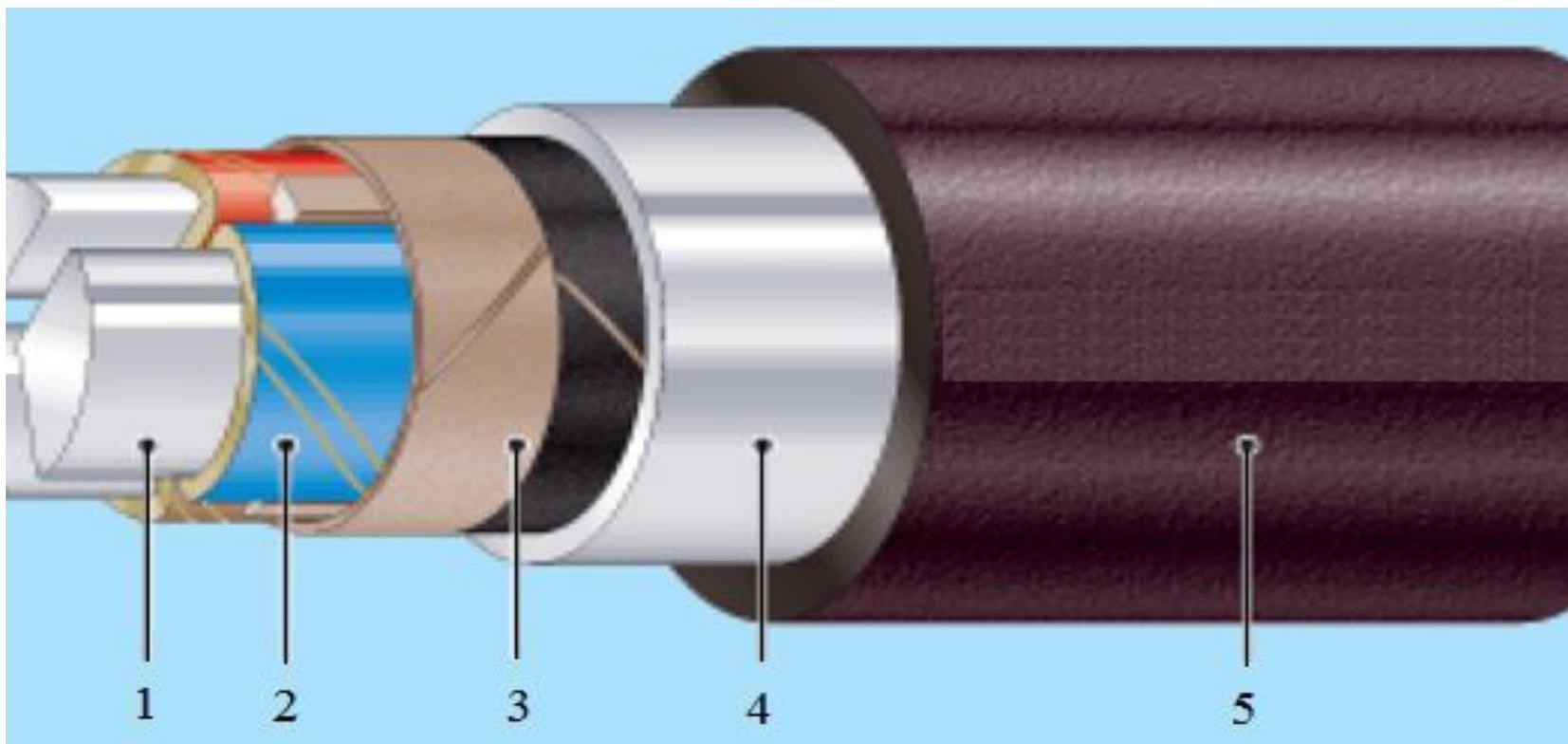
- 1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция жилы;
- 3 – поясная изоляция; 4 – наружная оболочка.

Оболочка

Кабельная оболочка – непрерывная металлическая или неметаллическая трубка, расположенная поверх сердечника (сердечник - совокупность изолированных жил, возможно, с поясной изоляцией и экраном) 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. Алюминиевая и свинцовая оболочки (ГОСТ 24641-81) встречаются чаще всего у кабелей с бумажной изоляцией (ГОСТ 18410-73), пластмассовые оболочки – у кабелей с пластмассовой изоляцией (ГОСТ 31996-2012), резиновые оболочки – у кабелей с резиновой изоляцией (ГОСТ 433-73).

Алюминиевую оболочку силовых кабелей на напряжение до 1 кВ допускается использовать в качестве нулевой жилы в четырехпроводных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью (за исключением установок со взрывоопасной средой и установок, в которых ток в нулевом проводе при нормальных условиях составляет более 75 % тока в фазной жиле). Свинцовые оболочки бронированных кабелей проложенных в земле используют в качестве естественных заземлителей. Алюминиевые оболочки кабелей использовать в качестве заземлителей не допускается.+

Алюминиевая оболочка по сравнению со свинцовой имеет более высокую допустимую механическую нагрузку, вибростойкость, однако более подвержена разрушению от коррозии.

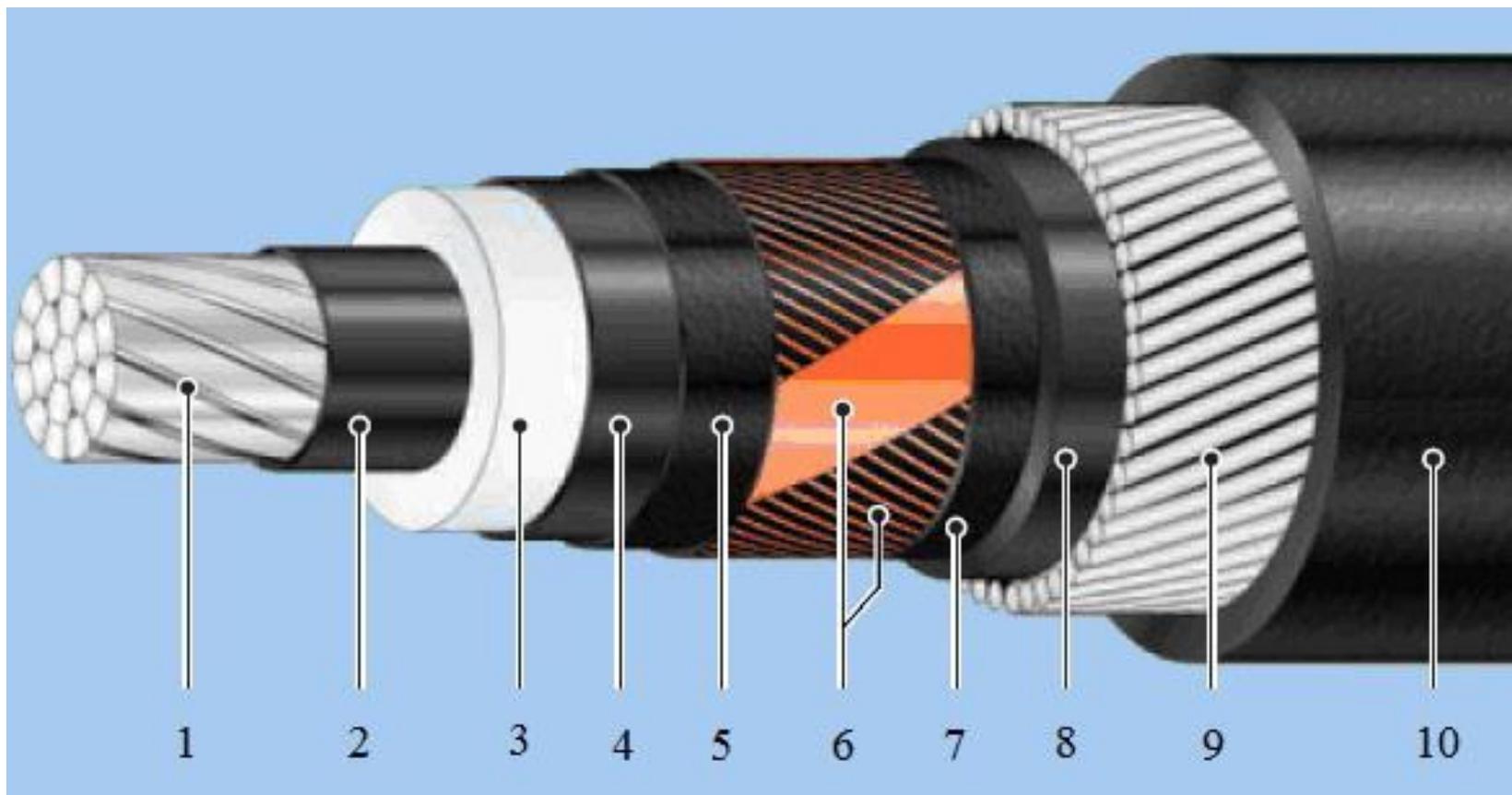


Кабель марки ААШв алюминиевой оболочкой:

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

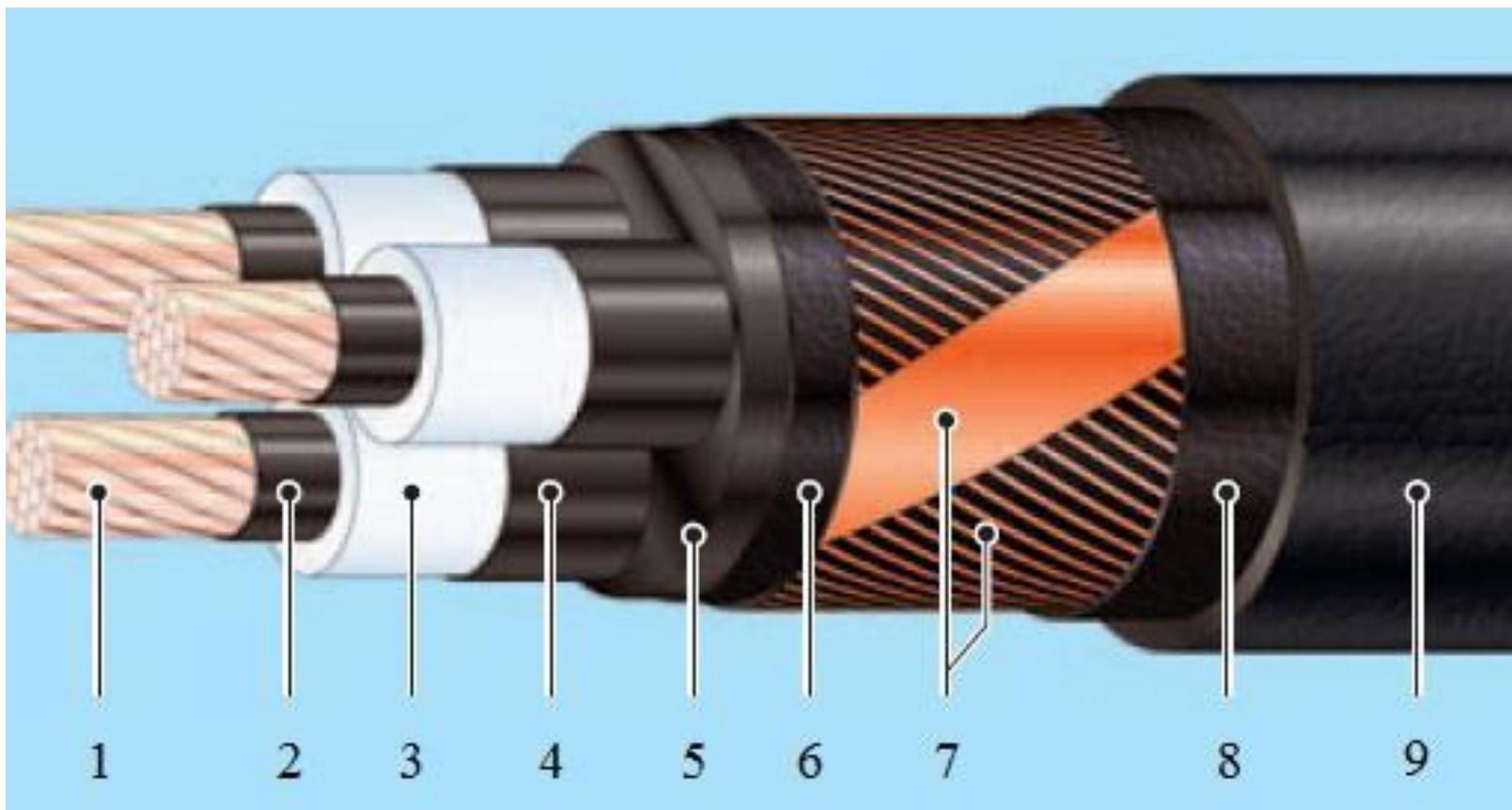
Экраны

- 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.
- У одножильных кабелей экран накладывают поверх изоляции жил, а у многожильных кабелей общий экран – поверх всех изолированных жил кабеля или свой экран – поверх каждой изолированной жилы в отдельности.



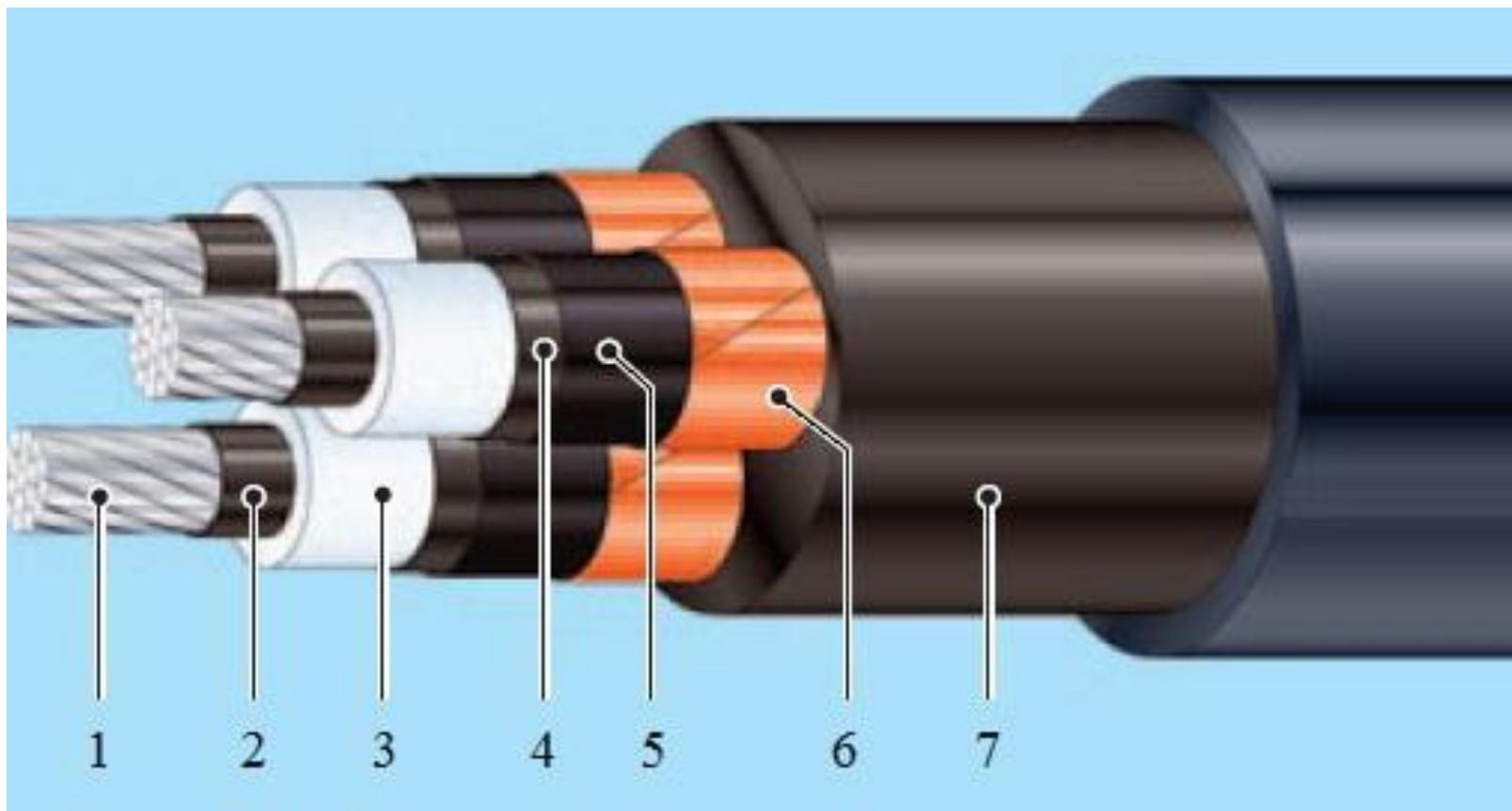
Одножильный кабель марки АПвЭАкП с экраном из медных проволок и медной ленты:

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.



Кабель марки ПвЭоВ с общим медным экраном поверх всех жил:

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.

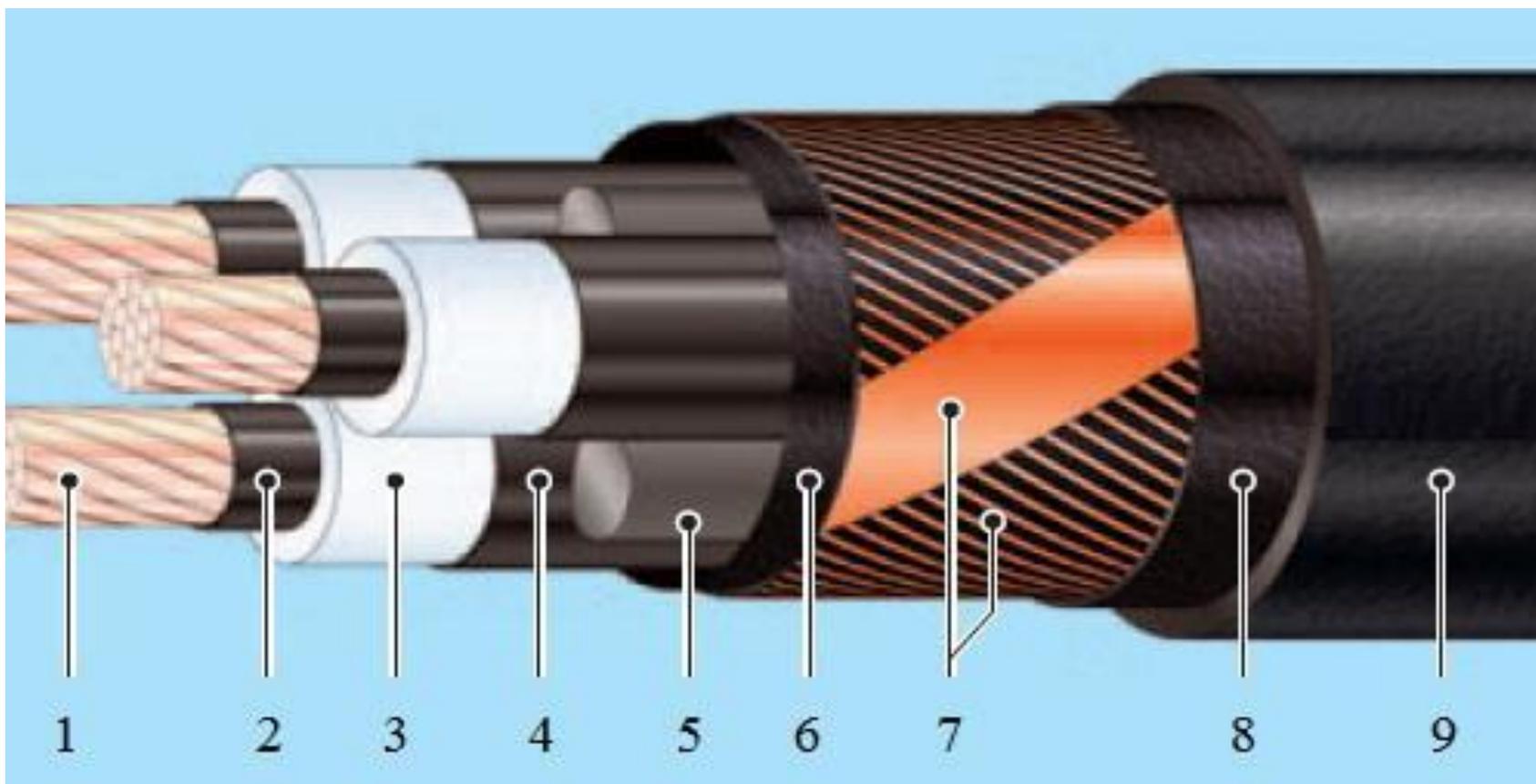


Кабель марки АПвЭП с экраном поверх каждой жилы в отдельности:

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



**Кабель марки ПвЭоП с межжильным
заполнителем из полиэтиленовых жгутов:**

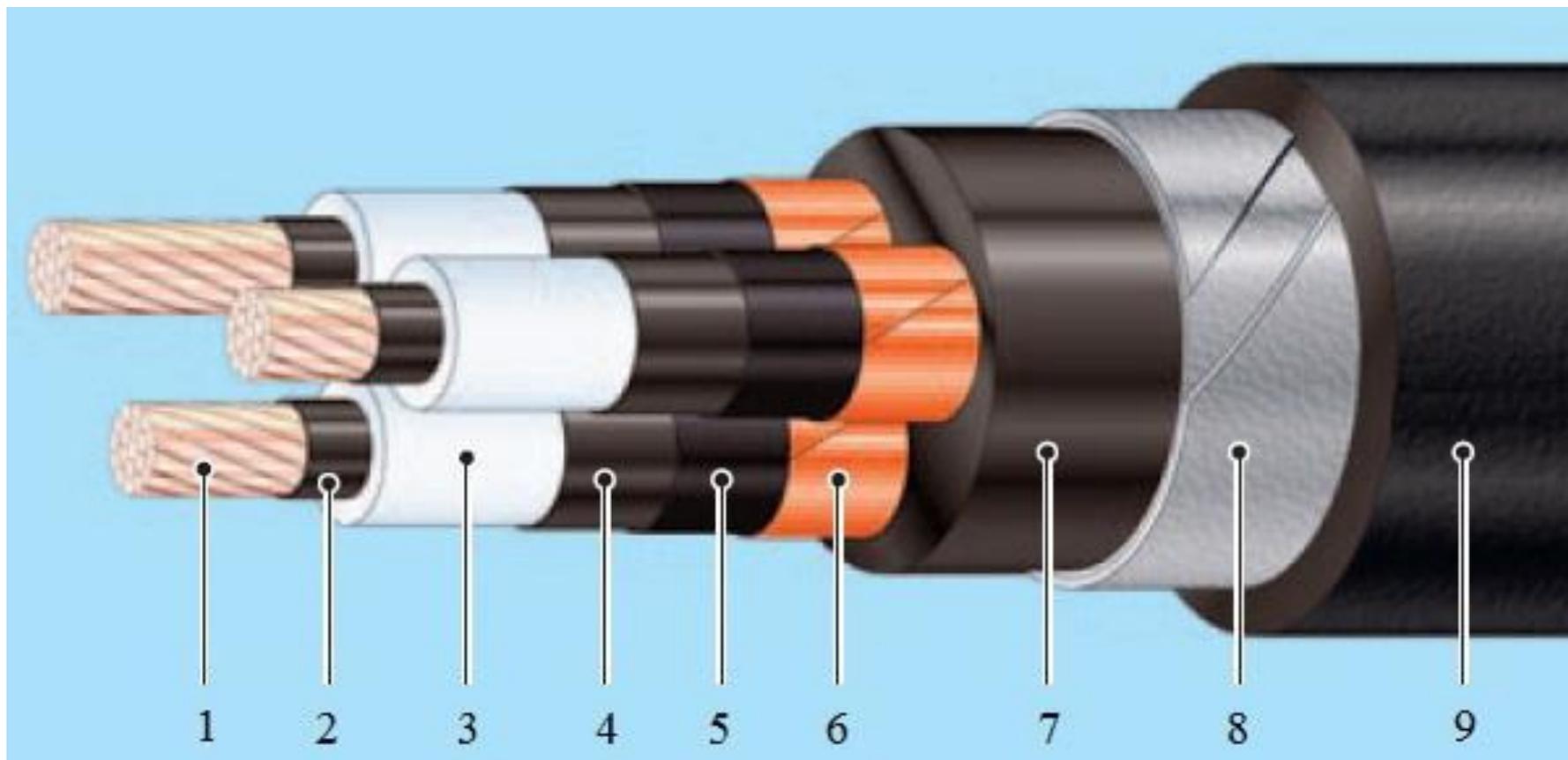
1 – токопроводящая жила; 2 – полупроводящий слой; 3 – изоляция; 4 – полупроводящий слой; 5 – наполнитель; 6 – слой кабельной обмотки; 7 – экран; 8 – слой кабельной обмотки; 9 – наружная оболочка.

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.).

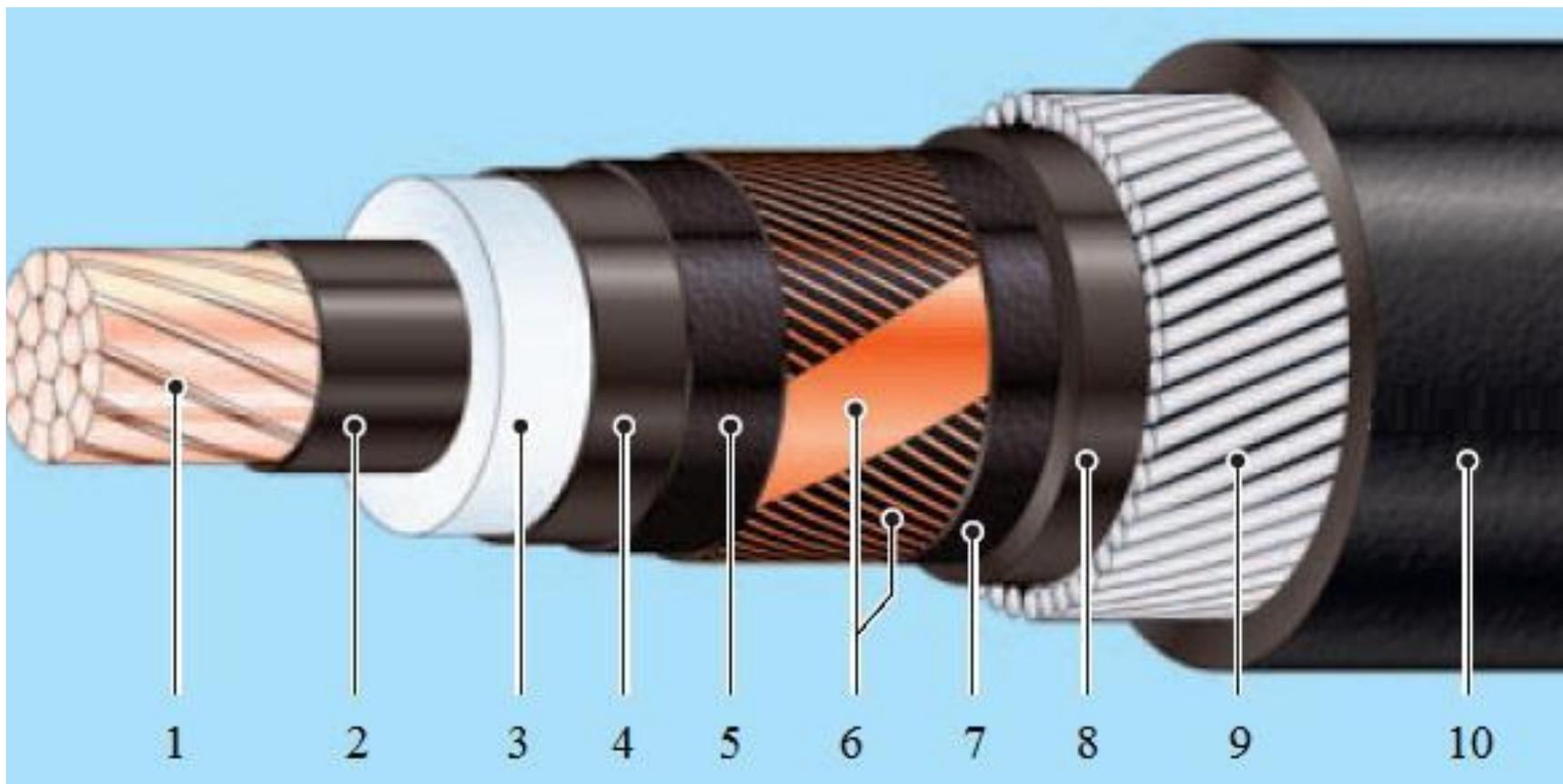
К защитным покровам относятся следующие элементы конструкции кабеля: кабельная броня, кабельная подушка, наружный кабельный покров.

- **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.
- **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.
- Броня из плоских металлических лент защищает кабели только от механических повреждений. Броня из металлических проволок помимо этого воспринимает также и растягивающие усилия. Эти усилия возникают в кабелях: при их вертикальной прокладке на большую высоту или при прокладке по крутонаклонным трассам, при прокладке кабелей в насыпных, болотистых и пучинистых грунтах, а также в воде.



Кабель марки ПвЭБП с броней из двух стальных оцинкованных лент:

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



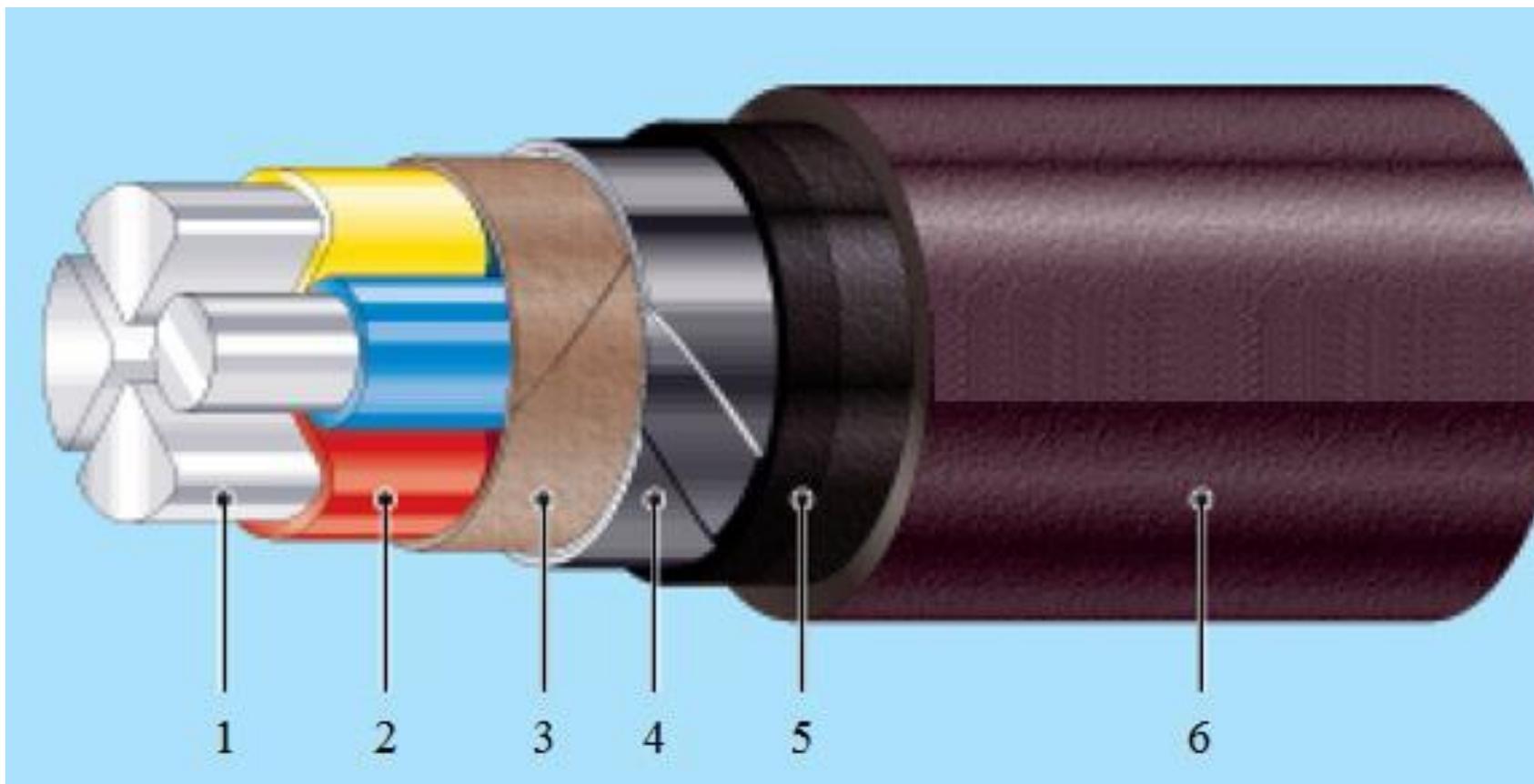
Кабель марки ПвЭАкП с броней из алюминиевой проволоки:

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

Защитные покровы

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.

В некоторых конструкциях кабелей в качестве защитного покрова или его наружной части используется защитный шланг, который представляет собой выпрессованную трубку из пластмассы или резины, расположенную поверх металлической оболочки или брони кабельного изделия.



**Кабель марки АВБШв с защитным шлангом
из ПВХ пластиката:**

1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция жилы; 3 – поясная
изоляция; 4 – броня; 5 – слой битума; 6 – защитный шланг.

Способы прокладки кабельных линий

Наиболее широкое распространение получили следующие способы прокладки:

- Прокладка кабелей в траншеях.
- Прокладка кабелей в блоках.
- Прокладка кабелей в каналах.
- Прокладка кабелей в туннелях и коллекторах.
- Прокладка кабелей в галереях и эстакадах.

Прокладка кабелей до 10 кВ в траншеях

Область применения. Прокладку кабелей в траншеях целесообразно применять на неасфальтированных территориях, в местах с малой вероятностью повреждения.

Достоинства и недостатки. Траншейная прокладка кабелей в земле имеет ряд преимуществ: меньшие капитальные затраты по сравнению с другими способами прокладки кабелей; хорошие условия охлаждения, позволяющие более рационально использовать сечение кабелей. Однако при такой прокладке затруднен осмотр, а при выполнении ремонтов или замене кабеля требуется выполнение значительного объема работ. Кроме того, большую опасность для проложенных в земле кабелей представляют земляные работы, выполняемые механизированным способом вблизи кабельной трассы.

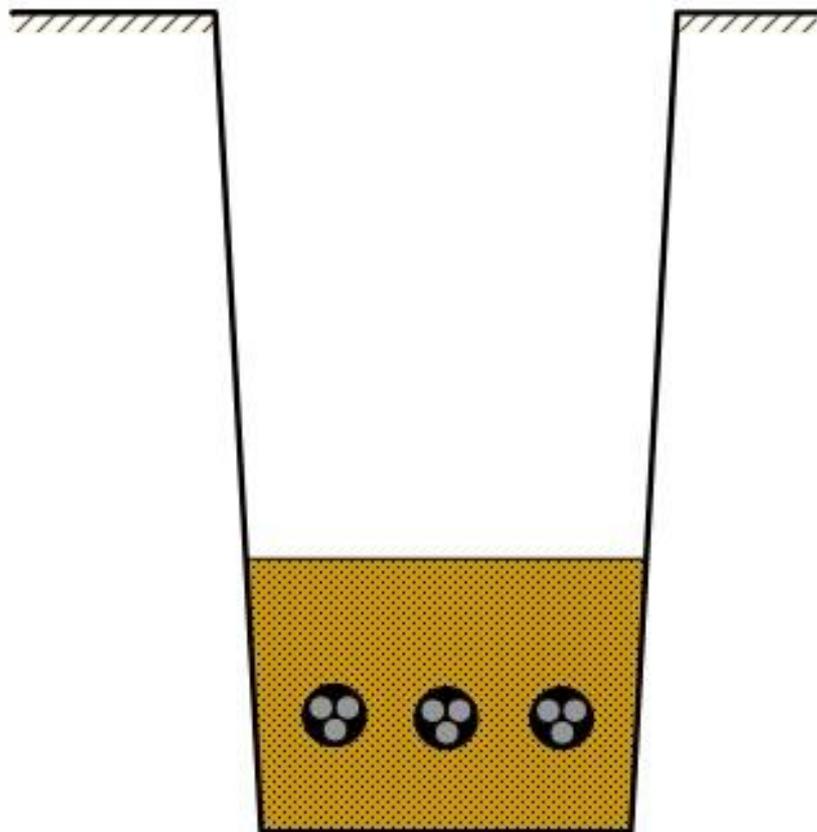
Этапы работ.

Прокладка кабельной линии в траншее состоит из следующих основных операций:

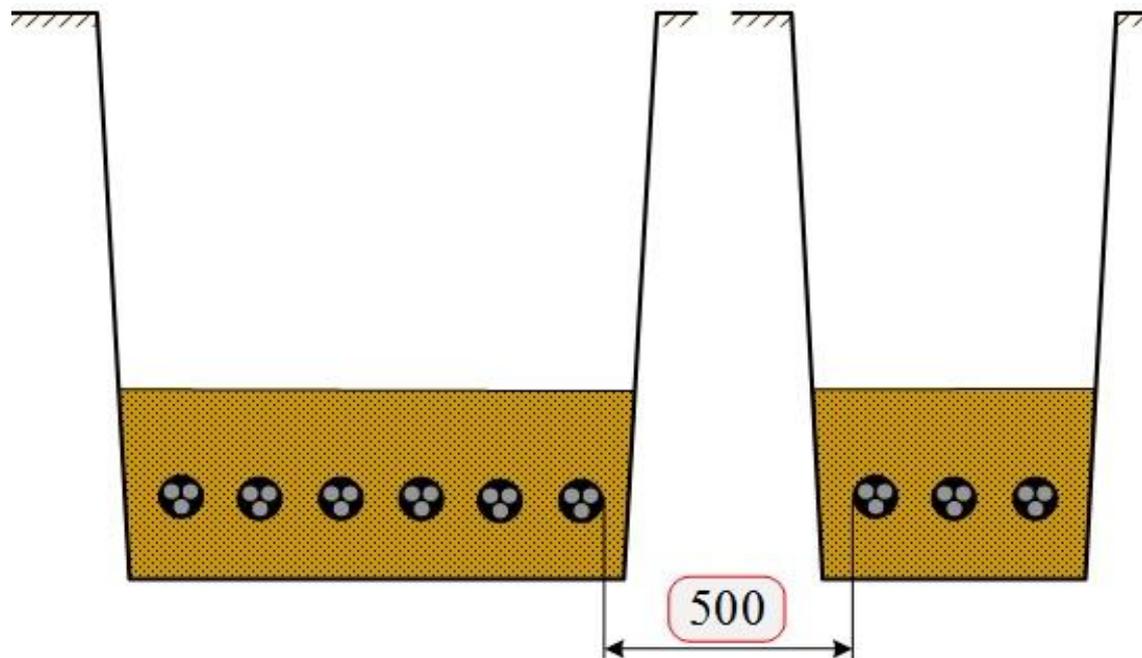
- рытье траншеи и выполнение так называемой "подушки" - засыпка на дно траншеи слоя (не менее 100 мм) мелкой земли, не содержащей камней и строительного мусора;
- доставка кабеля к месту прокладки и предмонтажные его испытания на электрическую прочность изоляции, непосредственно на барабане;
- раскатка кабеля и выполнение засыпки слоем (не менее 100 мм) мелкой земли, не содержащей камней и строительного мусора;
- размещение кабелей в траншее;
- соединение отдельных участков кабелей;
- защита кабелей от механических повреждений;
- испытание кабелей;
- засыпка траншеи;
- концевая заделка кабелей.
- Далее указанные виды работ будут рассмотрены более детально.

Общие требования к прокладке кабелей в земле.

- При прокладке кабелей в земле рекомендуется в одной траншее прокладывать не более шести силовых кабелей.
- Если количество кабелей необходимых для прокладки превышает 6, то их следует прокладывать в параллельных траншеях. Расстояние в свету между крайними кабелями параллельных траншей должно быть не менее 0,5 м.
- Для траншейной прокладки в земле должны применяться преимущественно бронированные кабели. Металлические оболочки этих кабелей должны иметь внешний покров для защиты от химических воздействий. Небронированные кабели прокладываются в асбестоцементных или пластмассовых трубах, для их защиты от случайных механических повреждений при последующих раскопках.
- Прокладываемые в траншеях кабели должны быть отдалены на нормированные расстояния от фундаментов зданий, зеленых насаждений, трубопроводов различных назначений и рельсовых путей электрифицированного транспорта.
- Расстояние в свету от кабеля, проложенного непосредственно в земле, до фундаментов зданий и сооружений должно быть не менее 0,6 м.
- Прокладка кабелей непосредственно в земле под фундаментами зданий и сооружений не допускается.

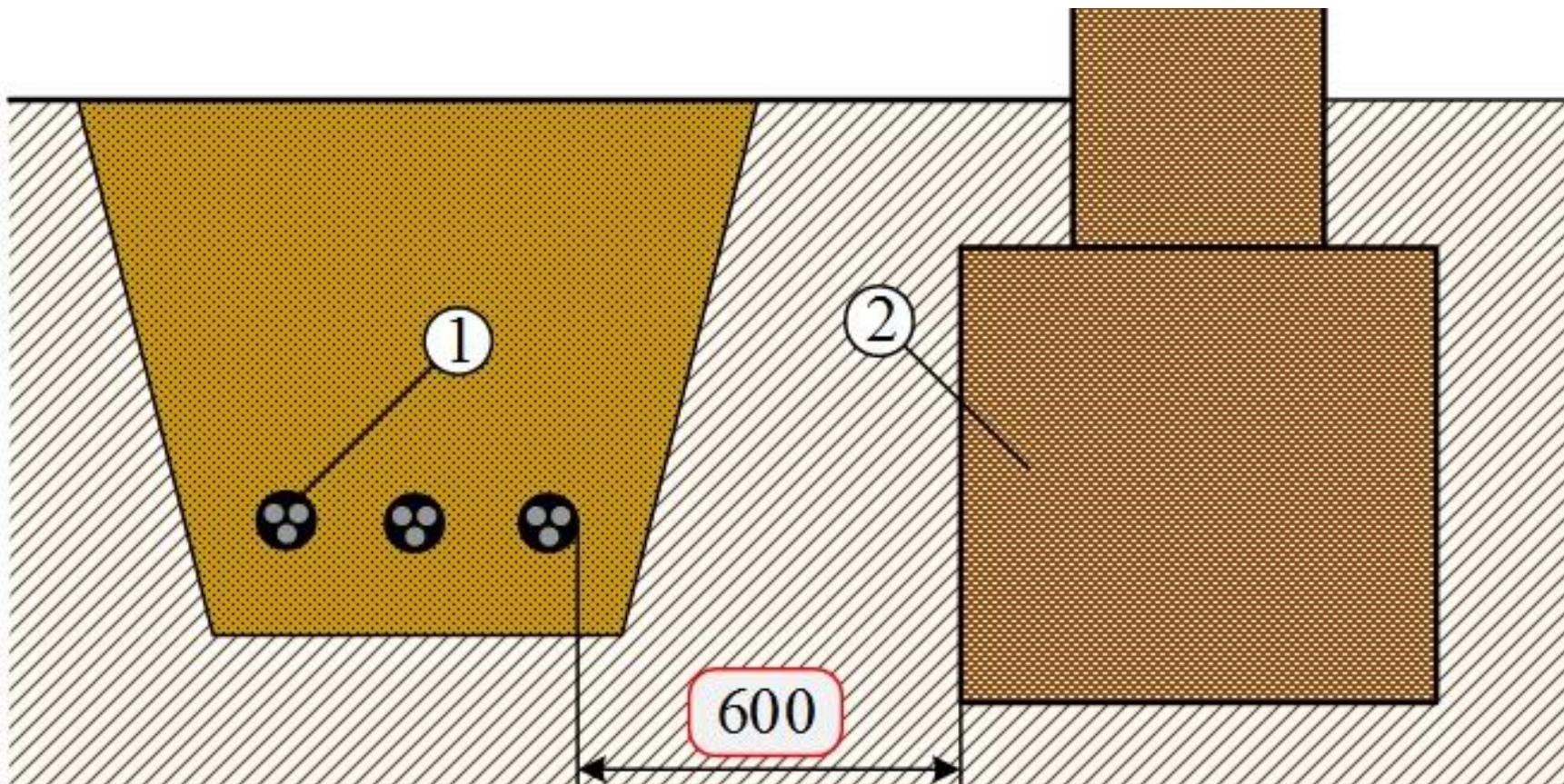


Эскиз траншеи



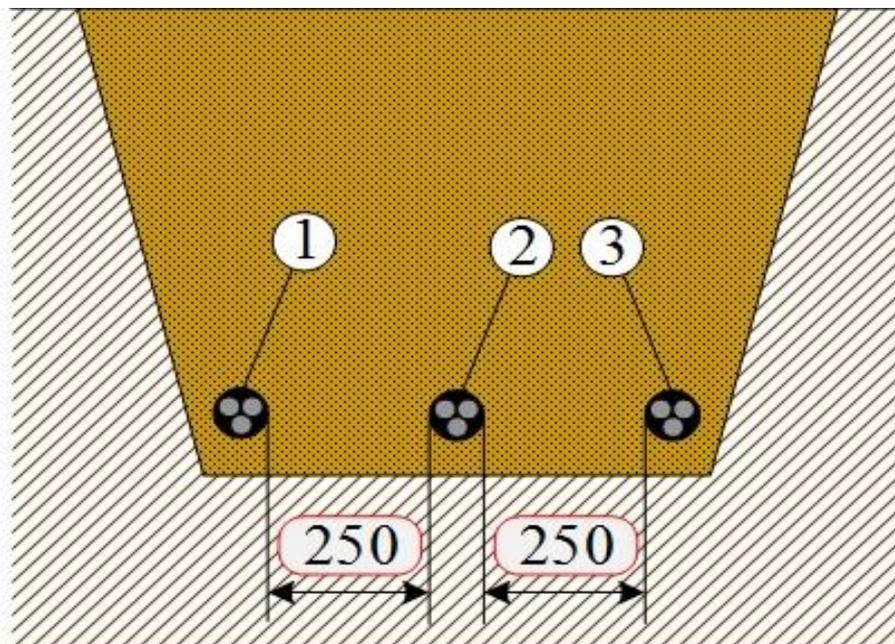
Прокладка кабелей в параллельных траншеях

Расстояние в свету между крайними кабелями параллельных траншей должно быть не менее 0,5 м.



Прокладка кабелей рядом с фундаментом здания и сооружений:

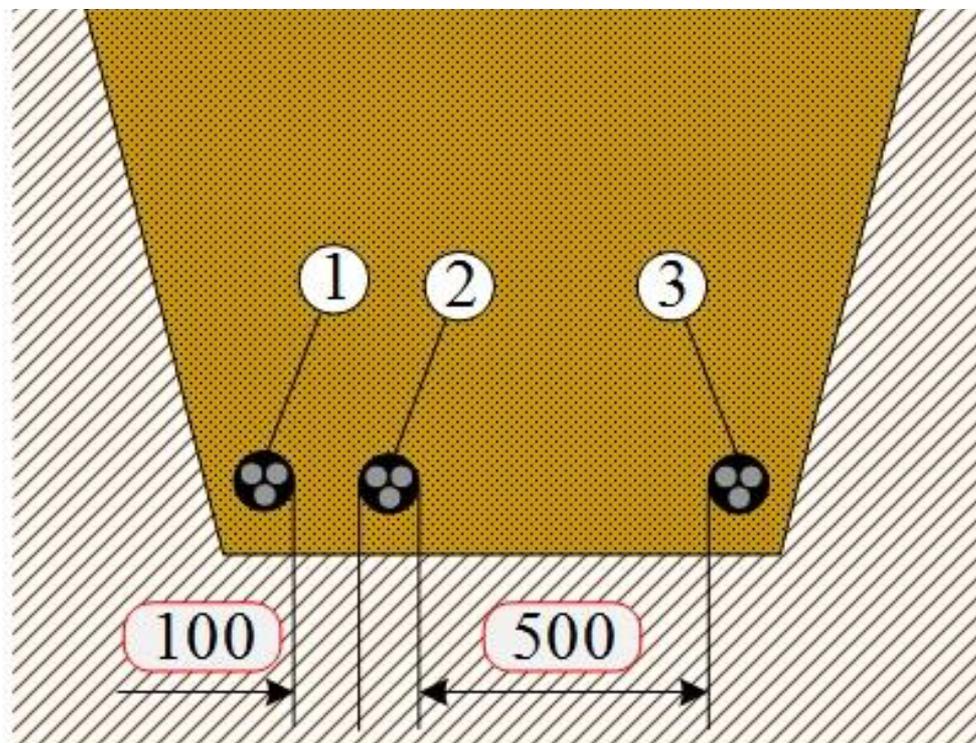
1 – кабель 1-10 кВ; 2 - фундамент



Прокладка кабелей 1-10 кВ параллельно с кабелями 35 кВ (20 кВ): 1 – кабель 20 кВ; 2 – кабель 35 кВ; 3 – кабель 10 кВ.

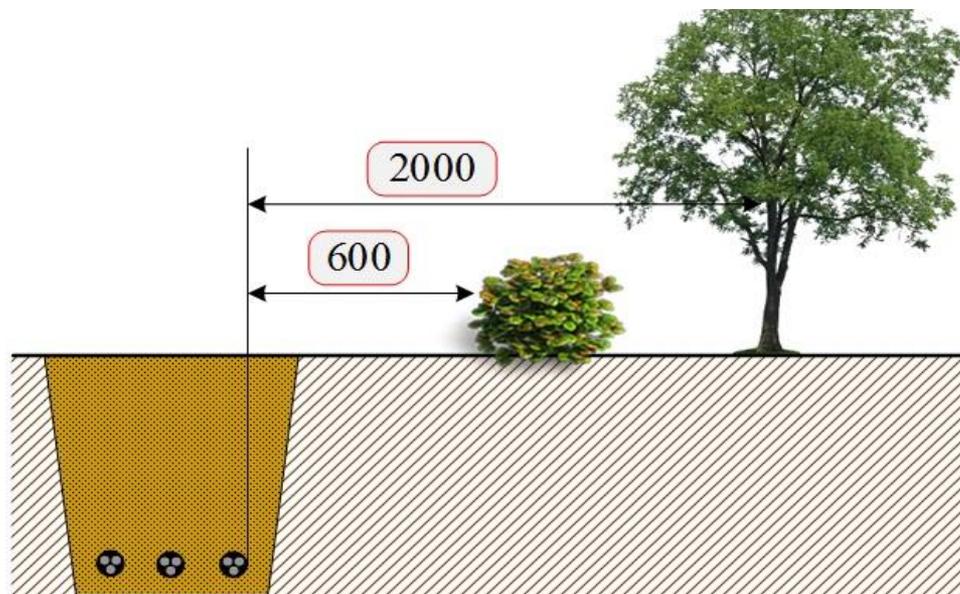
При параллельной прокладке кабельных линий расстояние по горизонтали в свету между кабелями должно быть не менее:

- 100 мм между силовыми кабелями до 10 кВ, а также между ними и контрольными кабелями;
- 250 мм между кабелями 20-35 кВ и между ними и другими кабелями;
- 500 мм между кабелями, эксплуатируемыми различными организациями, а также между силовыми кабелями и кабелями связи;
- 500 мм между маслонаполненными кабелями 110-220 кВ и другими кабелями, при этом кабельные маслонаполненные линии низкого давления отделяются одна от другой и от других кабелей железобетонными плитами, поставленными на ребро.



Прокладка кабелей 1-10 кВ с кабелями связи или силовыми кабелями до 10 кВ эксплуатируемыми другими организациями:

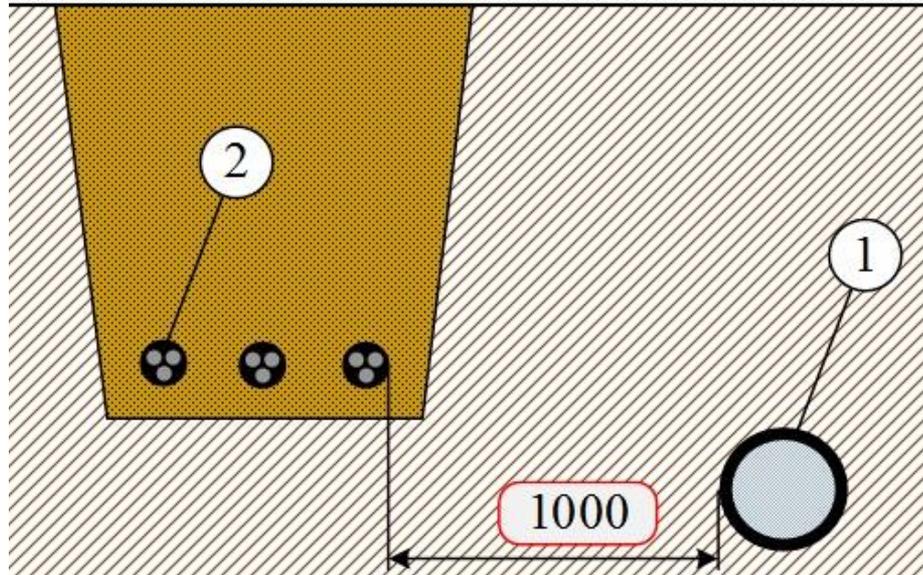
1 – кабель 10 кВ; 2 – силовой кабель до 1 кВ; 3 – кабель связи или силовой кабель другой организации.



Прокладка кабелей рядом с кустарниками и деревьями

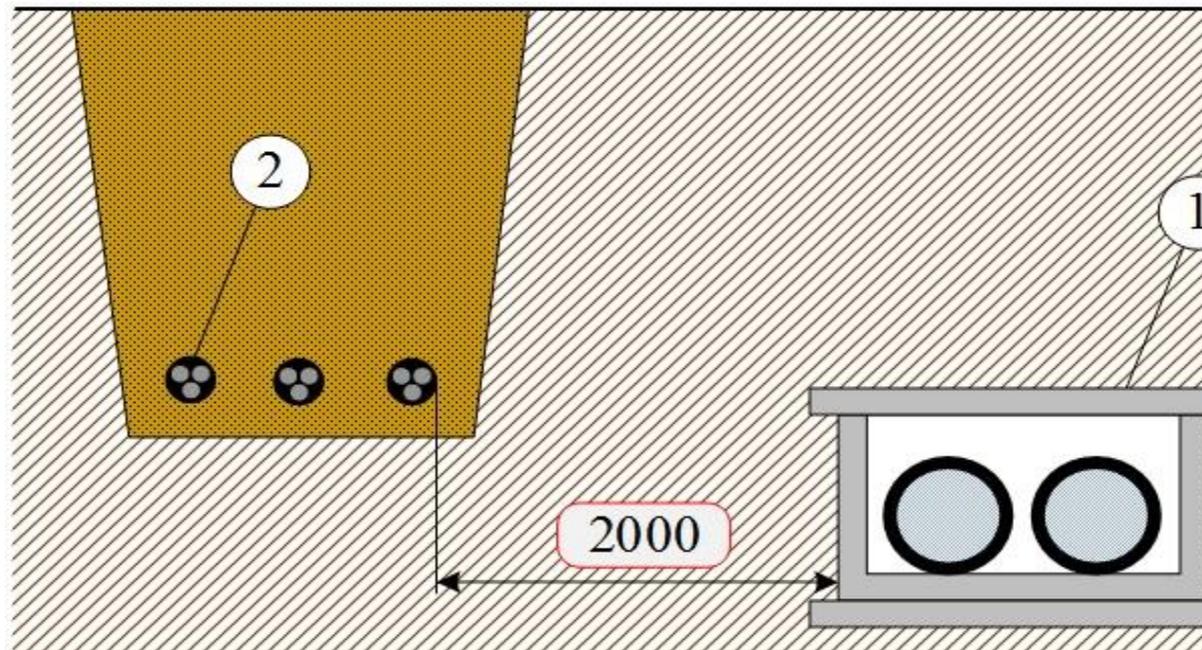
При прокладке кабельных линий в зоне насаждений расстояние от кабелей до стволов деревьев должно быть, как правило, не менее 2 м.

При прокладке кабелей в пределах зеленой зоны с кустарниковыми посадками указанные расстояния допускается уменьшить до 0,75 м.



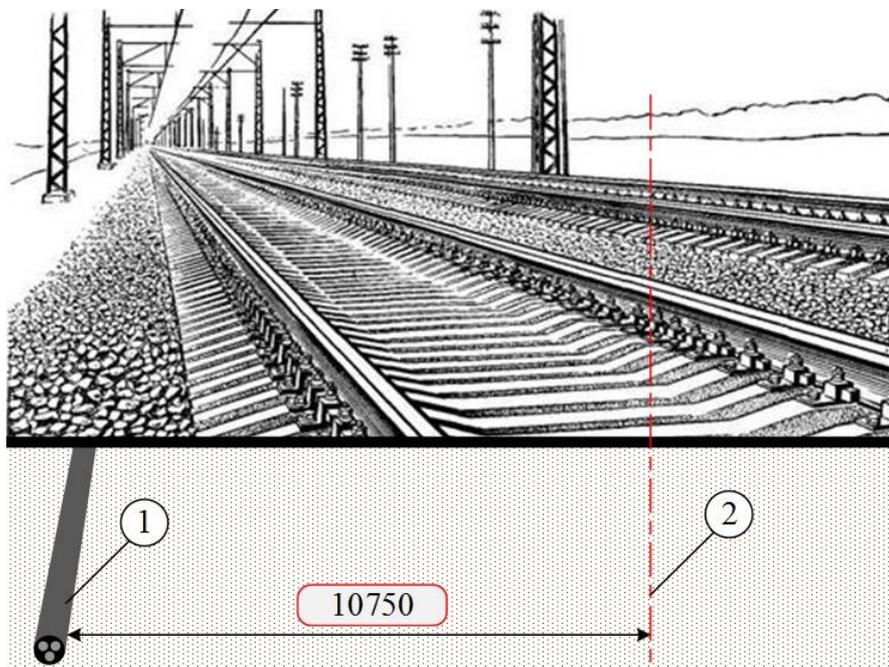
Прокладка кабелей параллельно трубопроводам, водопроводам, канализации, дренажу, газопроводам низкого, среднего и высокого давления (более 0,294 до 0,588 МПа): 1- трубопровод; 2 – кабель 1-10 кВ.

При параллельной прокладке расстояние по горизонтали в свету от кабельных линий напряжением до 35 кВ и маслонаполненных кабельных линий до трубопроводов, водопровода, канализации и дренажа должно быть не менее 1 м; до газопроводов низкого (0,0049 МПа), среднего (0,294 МПа) и высокого давления (более 0,294 до 0,588 МПа) - не менее 1 м; до газопроводов высокого давления (более 0,588 до 1,176 МПа) - не менее 2 м;



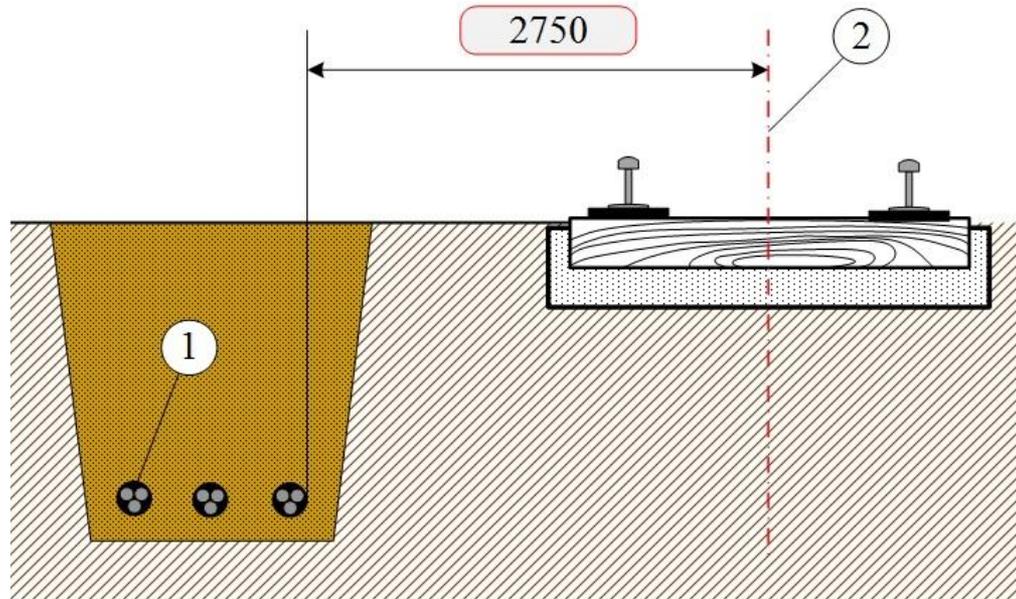
**Прокладка кабелей рядом с теплотрассой:
1- теплотрасса ; 2 – кабель 1-10 кВ.**

При прокладке кабельной линии параллельно с теплопроводом расстояние в свету между кабелем и стенкой канала теплопровода должно быть не менее 2 м.



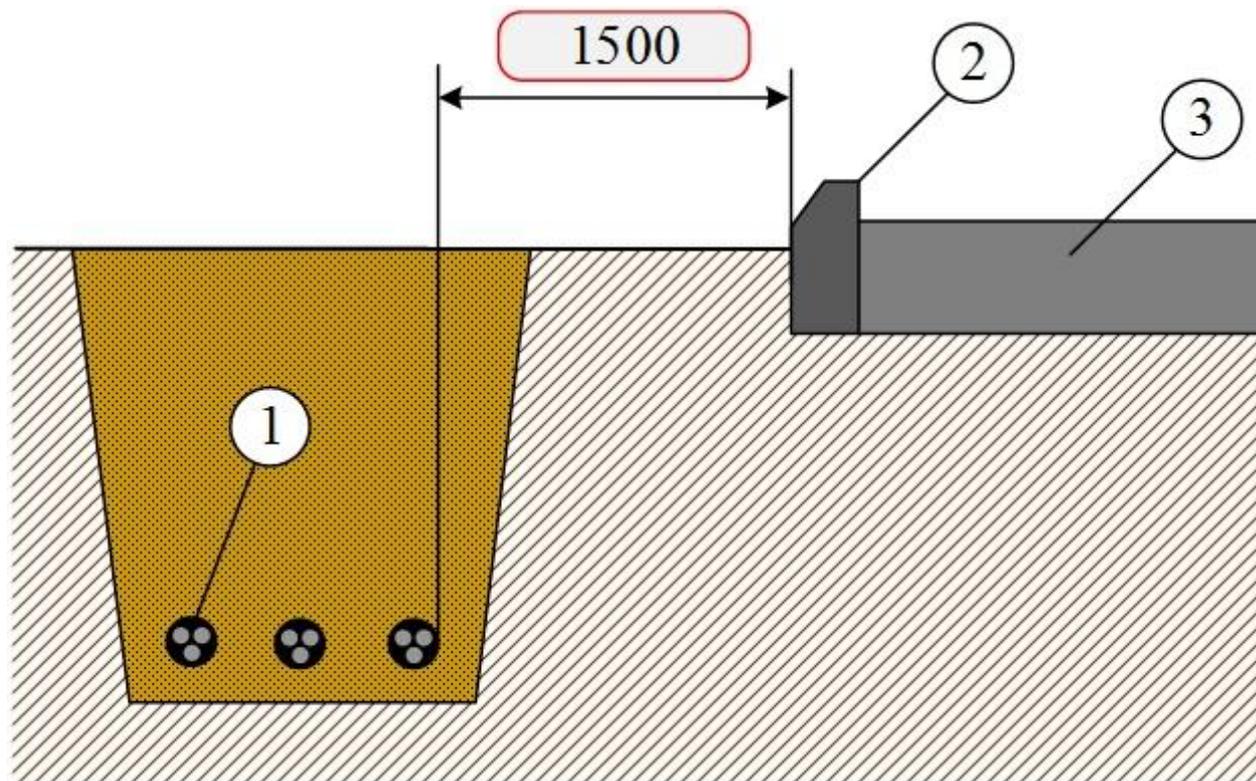
Прокладка кабелей параллельно электрифицированной железной дороге: 1 – кабель 1-10 кВ; 2 – ось пути.

При прокладке кабельной линии параллельно с железными дорогами кабели должны прокладываться, как правило, вне зоны отчуждения дороги. Прокладка кабелей в пределах зоны отчуждения допускается только по согласованию с организациями Министерства путей сообщения, при этом расстояние от кабеля до оси пути железной дороги должно быть не менее 3,25 м, а для электрифицированной дороги - не менее 10,75 м.



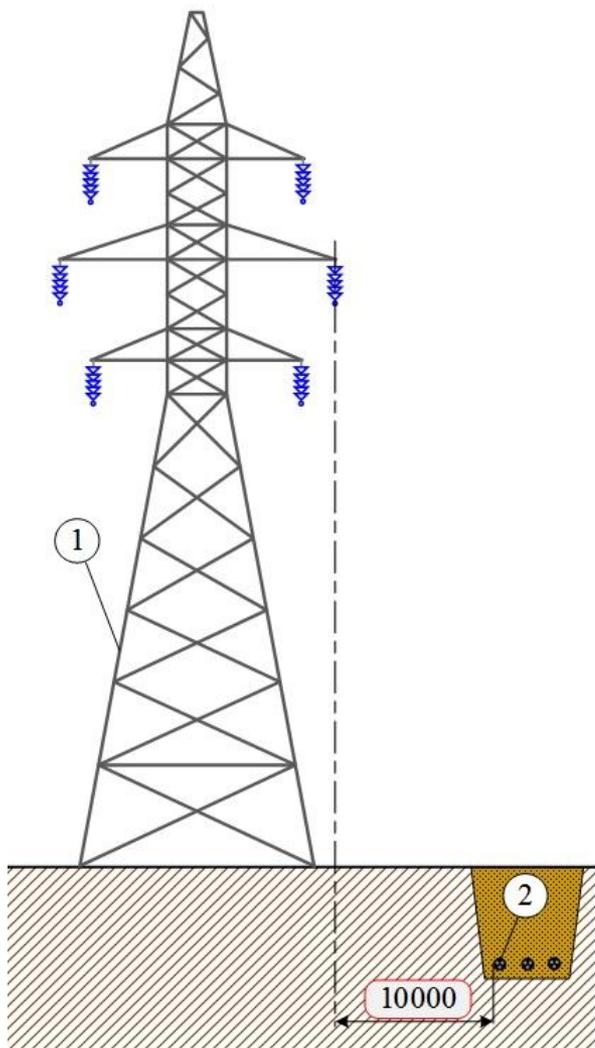
Прокладка кабелей параллельно трамвайным путям: 1 – кабель 1-10 кВ; 2 – ось пути.

При прокладке кабельной линии параллельно с трамвайными путями расстояние от кабеля до оси трамвайного пути должно быть не менее 2,75 м.



Прокладка кабелей параллельно автомобильной дороге: 1 – кабель 1-10 кВ; 2 – бордюрный камень; 3 – полотно дороги.

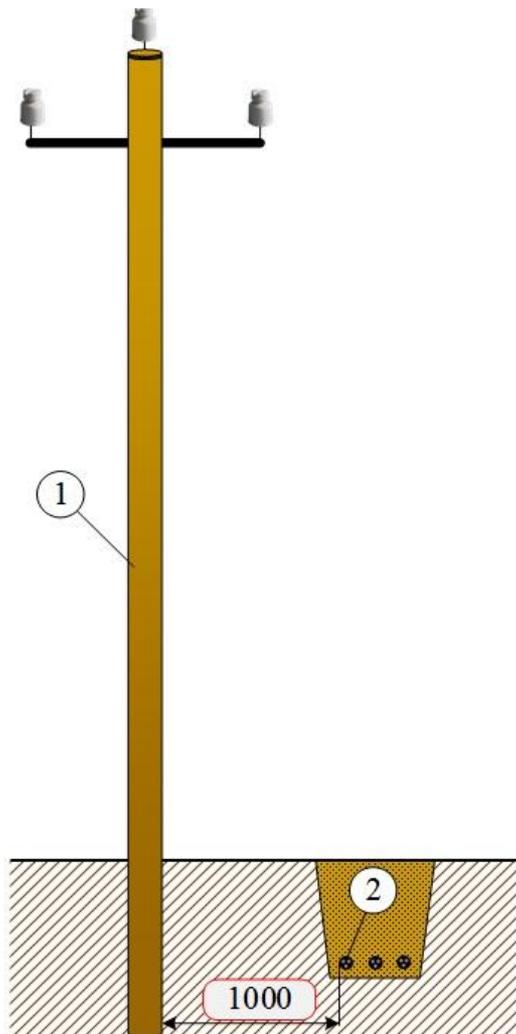
При прокладке кабельной линии параллельно с автомобильными дорогами категорий I и II кабели должны прокладываться с внешней стороны кювета или подошвы насыпи на расстоянии не менее 1 м от бровки или не менее 1,5 м от бордюрного камня.



Прокладка кабелей рядом с воздушной линией электропередачи 110 кВ: 1 – опора ВЛ; 2 – кабель 1-10 кВ.

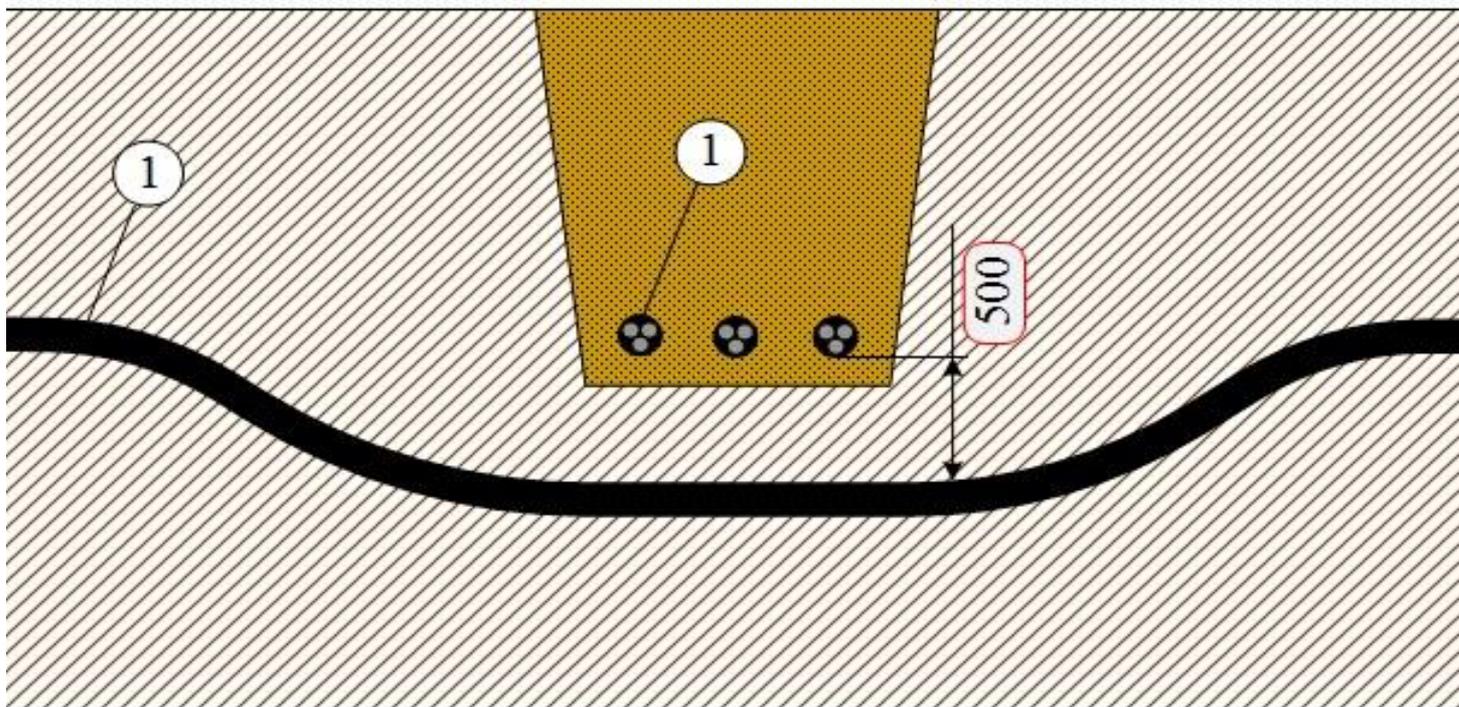
При прокладке кабельной линии параллельно с ВЛ 110 кВ и выше расстояние от кабеля до вертикальной плоскости, проходящей через крайний провод линии, должно быть не менее 10 м.

Расстояние в свету от кабельной линии до заземленных частей и заземлителей опор ВЛ выше 1 кВ должно быть не менее 5 м при напряжении до 35 кВ, 10 м при напряжении 110 кВ и выше.



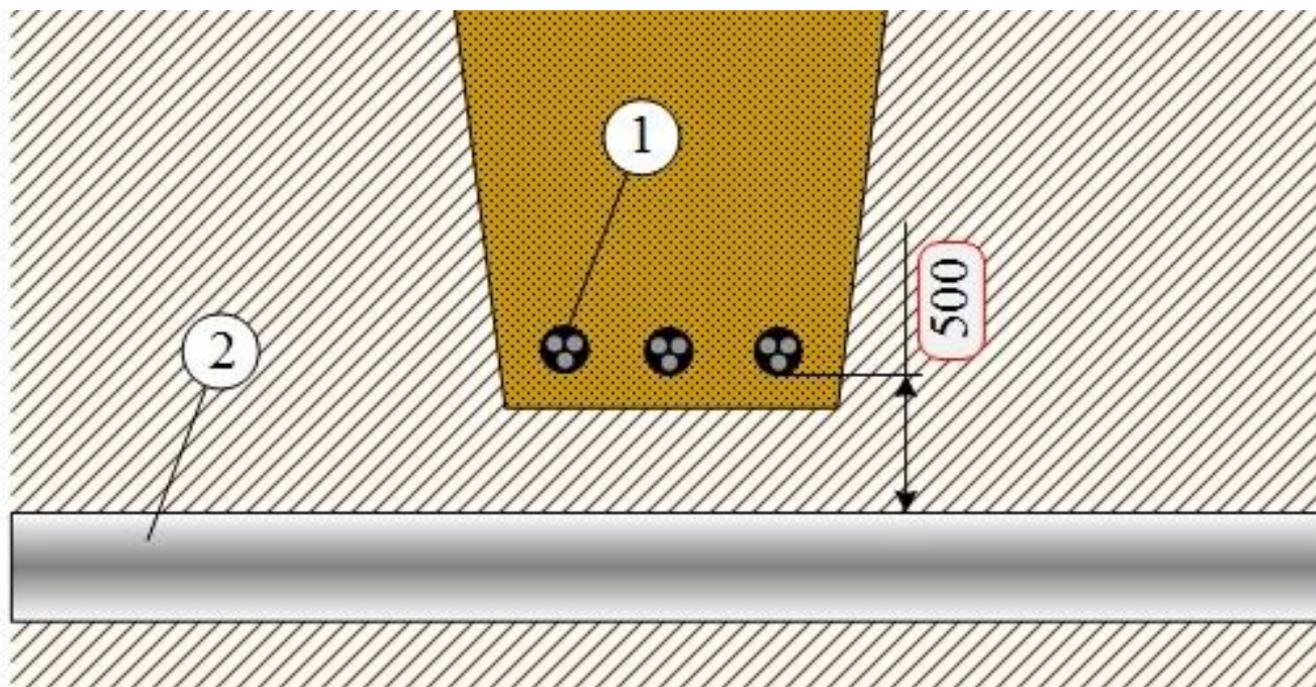
Расстояние в свету от кабельной линии до опоры ВЛ до 1 кВ должно быть не менее 1 м, а при прокладке кабеля на участке сближения в изолирующей трубе 0,5 м.

Прокладка кабелей рядом с воздушной линией электропередачи до 1 кВ: 1 – опора ВЛ; 2 – кабель 1-10 кВ.



Пересечение кабельных трасс: 1 – кабель.

При пересечении кабельными линиями других кабелей они должны быть разделены слоем земли толщиной не менее 0,5 м;



Пересечение кабельной линии с трубо-, водо- и газопроводами: 1 – кабель; 2 – трубопровод.

При пересечении кабельными линиями трубопроводов, в том числе нефте- и газопроводов, расстояние между кабелями и трубопроводом должно быть не менее 0,5 м. При пересечении кабельными линиями до 35 кВ теплопроводов расстояние между кабелями и перекрытием теплопровода в свету должно быть не менее 0,5 м.

- При пересечении кабельными линиями железных и автомобильных дорог кабели должны прокладываться в туннелях, блоках или трубах по всей ширине зоны отчуждения на глубине не менее 1 м от полотна дороги и не менее 0,5 м от дна водоотводных канав. При отсутствии зоны отчуждения указанные условия прокладки должны выполняться только на участке пересечения плюс по 2 м по обе стороны от полотна дороги.

Рытье траншей.

Перед рытьем траншей для кабелей необходимо предварительно получить письменное разрешение на выполнение работ от предприятия, организации, цеха, на территории которых предстоит производить земляные работы, и указания о точном местонахождении имеющихся сооружений: газовых, водопроводных, связи и прочих коммуникаций. При производстве земляных работ вблизи этих сооружений и в охранной зоне коммуникаций необходимо выполнять условия работ, указанные предприятиями владельцами коммуникаций.

При обнаружении во время производства земляных работ неотмеченных на планах и схемах кабелей, трубопроводов, подземных сооружений и т. д. необходимо приостановить работы до выяснения характера обнаруженных сооружений или предметов и получения соответствующего разрешения, и поставить об этом в известность руководителя работ.

При рытье траншей в слабом или влажном грунте, когда есть угроза обвала, их стены должны быть надежно укреплены. Зимой разработка грунта (кроме сухого) на глубину промерзания допускается без креплений. В сыпучих грунтах работы можно вести без крепления, но с откосами, соответствующими углу естественного откоса грунта.

Рытье траншей.

В грунтах естественной влажности при отсутствии грунтовых вод и расположенных поблизости подземных сооружений рытье траншей с вертикальными стенками без крепления разрешается на глубину не более:

- 1 м — в насыпных, песчаных и гравийных грунтах;
- 1,25 м — в супесях;
- 1,5 м — в суглинках и глинах;
- 2 м — в особо плотных и нескальных грунтах.

Габариты траншеи, а также объем земляных работ определяются типом траншеи.

Существует 15 типоразмеров траншей для прокладки кабелей. Выбор типоразмера зависит от количества и диаметра кабелей прокладываемых в траншее, а также определяется условиями прокладки кабелей на местности.

Рытье траншей.

- Рытье траншеи может проводиться механизированным способом, с применением так называемых средств большой механизации или вручную, при небольшом объеме земляных работ или невозможности применения техники. Чаще всего для рытья траншей используются ковшовые и цепные экскаваторы.
- При выполнении земляных работ следует соблюдать правила, установленные ТКП 45-1.03-44 (действуют в РБ), Межотраслевыми правилами по охране труда при работе в электроустановках (действуют в РБ), СНиП 12-03-99 (действуют в РФ), Правилами охраны электрических сетей до и выше 1000В
- Перед тем как приступать к рытью траншеи место выполнения земляных работ должно быть очищено от строительного мусора, асфальтового покрытия, деревьев, валунов и т.п.
- Если трасса КЛ имеет асфальтовое, плиточное или другое покрытие, разработку его производят с каждой стороны на 100-200 мм шире траншеи для предотвращения падения в траншею элементов покрытия, которые могут нанести повреждение работающим или повредить уложенный в траншею кабель.



Средства большой механизации, применяемые при рытье траншей.

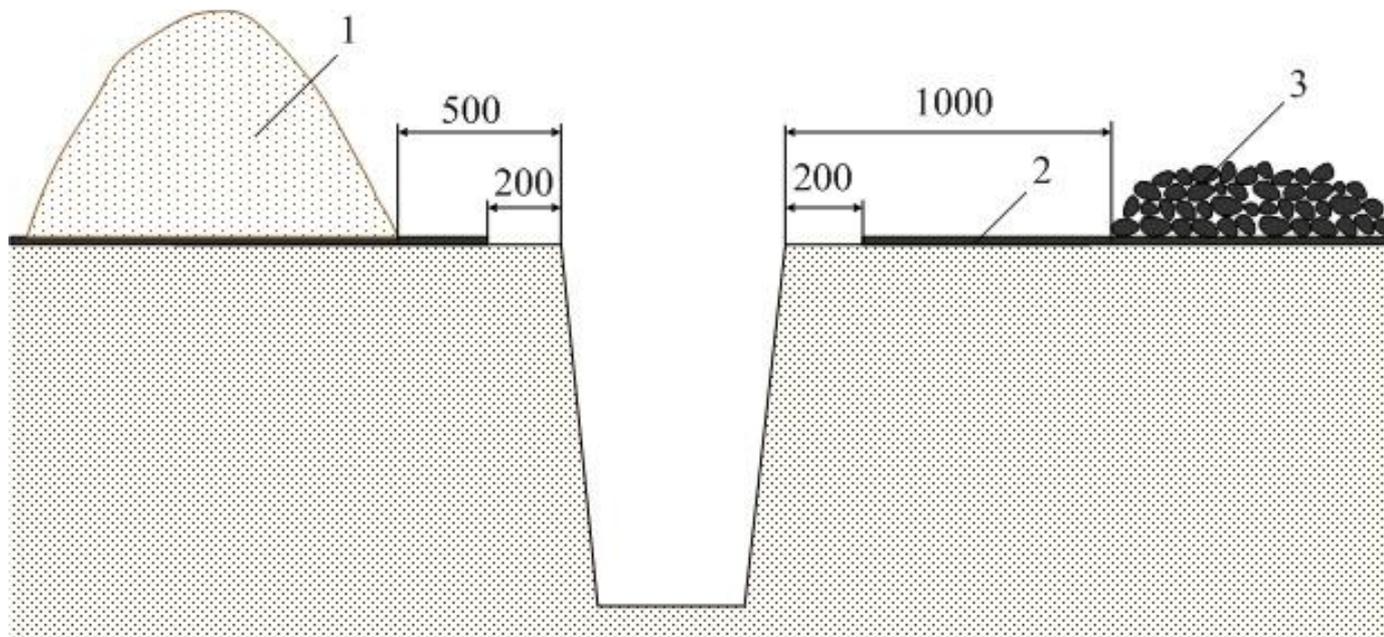
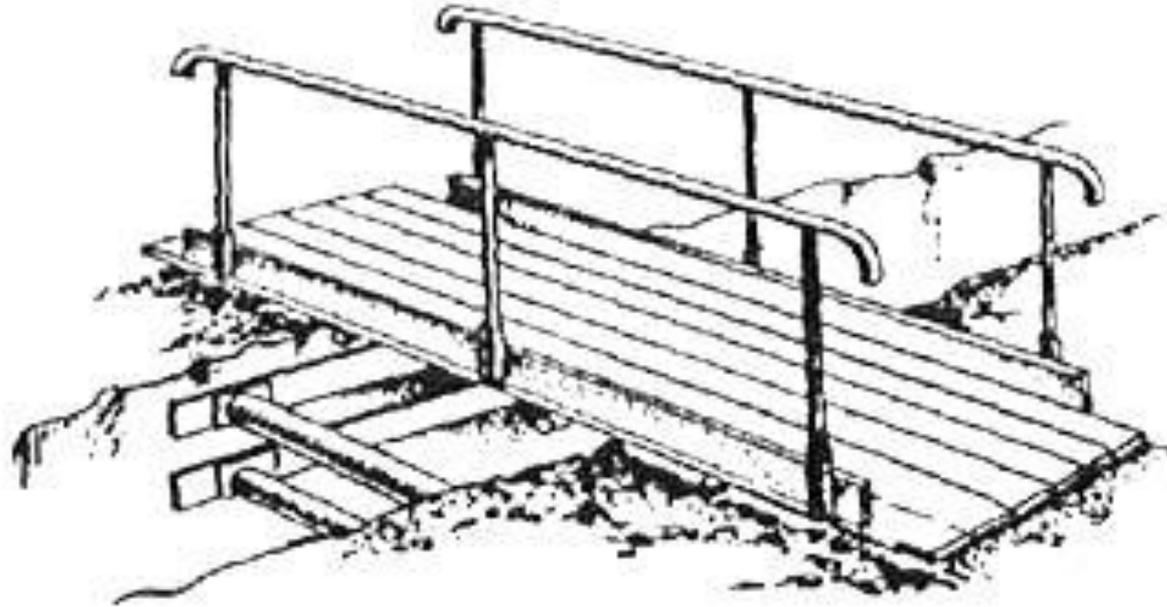


Схема размещения грунта вдоль траншеи: 1 – отвал грунта; 2 – уличное покрытие грунта; 3 – элементы удаленного покрытия.

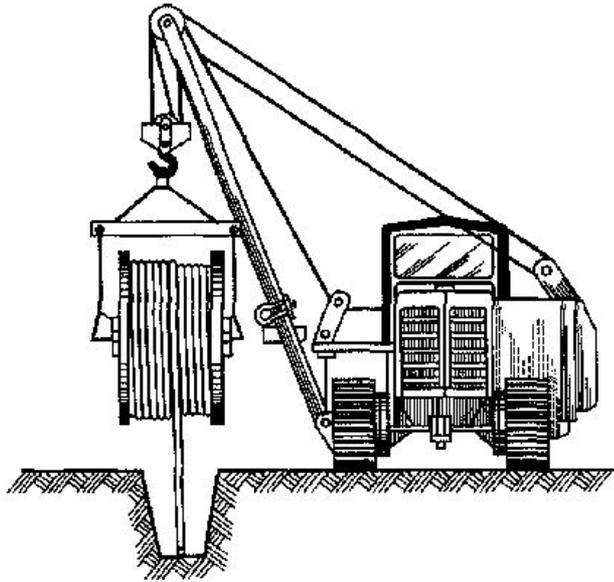
Для свободного прохода рабочих по краю траншеи при разработке грунта выбрасываемую из траншеи землю располагают по одну сторону траншеи на расстоянии не менее 0,5 м от ее края. Элементы уличного покрытия грунта (асфальт, плитку и другие материалы), а также верхние слои почвы (дерн в парках, растительный слой в скверах) во избежание их засыпки и засорения вынимаемым из траншеи грунтом следует складывать на расстоянии не менее 1 м от края траншеи со стороны, противоположной отвалу грунта.

При рытье траншеи следят за тем, чтобы не засыпались дорожные знаки, зеленые насаждения и т. п.



Пешеходный мостик через траншею

После завершения земляных работ по рытью траншей, проходящих по населенной местности, они должны быть ограждены на всем протяжении. На ограждениях устанавливают предупреждающие надписи и знаки. На ограждениях, установленных на проезжей части улиц и дорог, монтируют сигнальное освещение. Для светильников применяют напряжение 12 В. В местах движения пешеходов траншею перекрывают временными мостиками шириной 1 м из прочных досок с ограждающими перилами высотой 1 м.



Способы раскатки кабеля: а – раскатка кабеля с барабана, движущегося вдоль траншеи; б – раскатка кабеля с неподвижно установленным барабаном.

Существует два способа раскатки кабеля в траншее: с движущегося вдоль траншеи барабана с кабелем или с неподвижно установленного на одном из концов трассы барабана.

Раскатка кабеля

- Первый способ является более производительным. Барабан, установленный на платформе кабельного транспортера (автомобиля или с помощью трубоукладчика), перемещается вдоль траншеи со скоростью примерно 1 км в час (или 0,3 м/с). Вращение барабана на платформе производится вручную, как правило, двумя рабочими. Другие монтажники, двигаясь вслед за транспортером, принимают сматываемый с барабана кабель и укладывают его на дно траншеи. При этом расстояние от края траншеи до обода колеса транспортера должно быть не менее 1,25 глубины траншеи.
- При втором способе барабан с кабелем устанавливают на одном из концов трассы на специальном домкрате, который удерживает барабан на весу во время размотки кабеля. Раскатку кабеля и его укладку в траншею производят с применением раскаточных роликов вручную, при монтаже кабельных линий небольшой длины, а так же с помощью лебедки, установленной на конце трассы, или с помощью движущегося вдоль траншеи механизма (автомобиля, трактора).



Домкрат кабельный

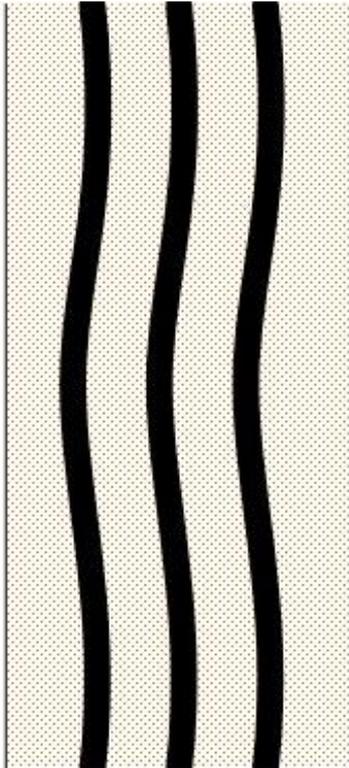


Раскатка кабеля.

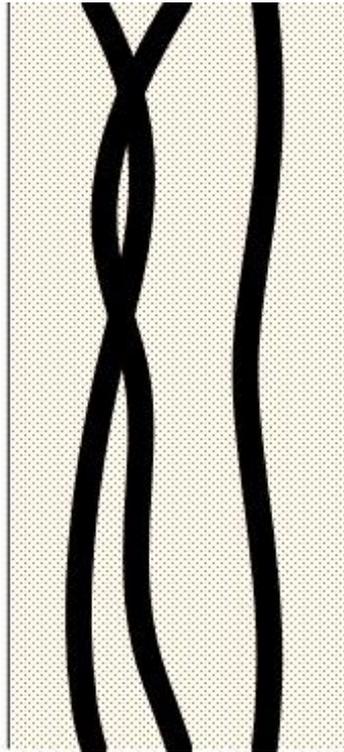
- Раскаточные ролики устанавливают через каждые 3 м на прямых участках трассы и в местах поворота. Кабель раскатывается с помощью каната, который крепится либо к самому кабелю с помощью специального проволочного чулка (для кабелей с алюминиевой оболочкой), либо непосредственно к жилам кабеля с помощью специального зажима (для кабелей с алюминиевой, свинцовой и пластмассовой оболочкой).
- Кабели бронированные круглой проволокой следует тянуть за проволоки брони. Канат к ней крепится специальным захватом, обеспечивающим равномерное распределение нагрузки между проволоками брони. При раскатке кабеля данным способом, контролируют усилие его тяжения, во избежание повреждения кабеля.

Размещение кабелей в траншее.

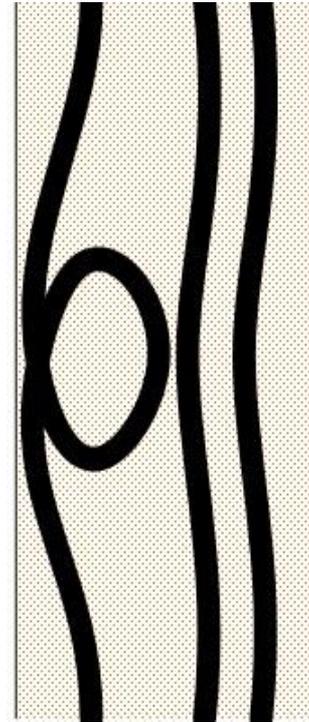
- Для предотвращения повреждения кабелей при смещении почвы, а также при температурных колебаниях их укладывают «змейкой» с запасом по длине 1-3%, запрещается выполнять запас кабеля в виде витков (колец). При размещении кабелей следует избегать перекрещиваний их между собой, с трубопроводами и пр.
- Кабели в траншеях укладывают на глубине не менее: 0,7 м для линий напряжением до 20 кВ; 1 м — 35 кВ; 1,5 м — выше 35 кВ. Кабели в траншее должны прокладываться на определенном, минимально допустимом расстоянии друг относительно друга. Несоблюдение расстояний между кабелями вызывает во время эксплуатации недопустимый их нагрев, что может служить причиной выхода кабелей из строя.
- Кабели в траншее должны размещаться на подушке, которая представляет собой подсыпку слоем мелкой земли толщиной не менее 100 мм, не содержащей камней, строительного мусора и шлака. Сверху кабели должны иметь засыпку толщиной не менее 100 мм слоем земли также не содержащей камней, строительного мусора и шлака.



правильно

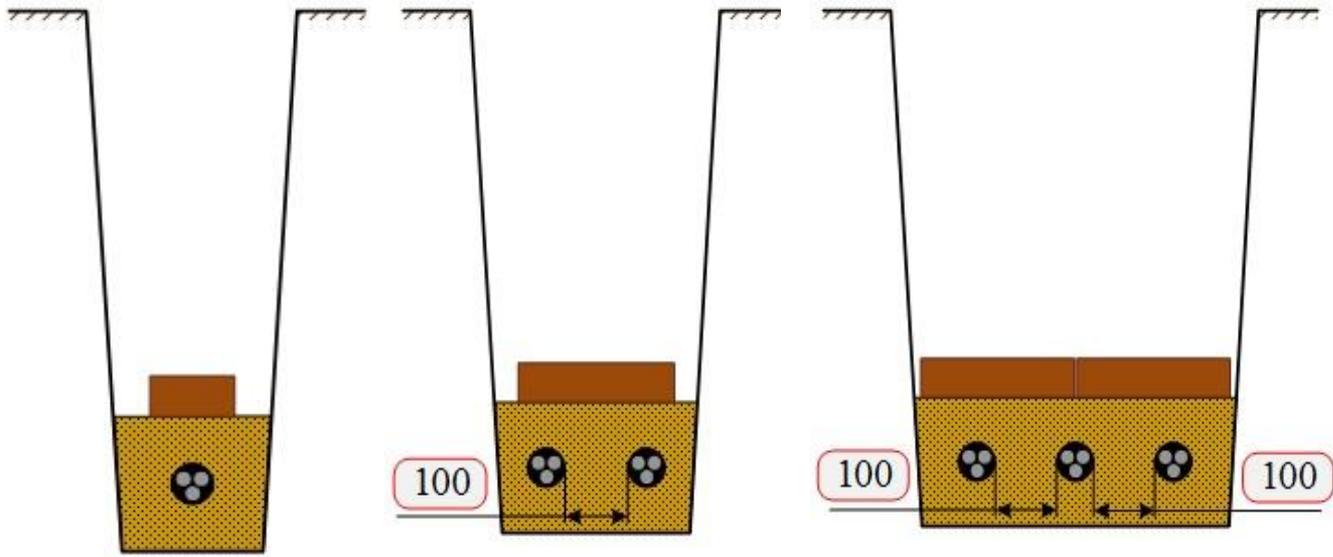


неправильно



неправильно

Размещение кабелей 10кВ в траншее



а б в
Размещение кабелей 10кВ в траншее: а – один кабель; б – два кабеля; в – три кабеля.

Соединение участков кабелей.

- Для соединения отдельных участков кабелей применяется специальная кабельная арматура – соединительные муфты. Для вновь строящихся кабельных линий число соединительных муфт на 1 км должно быть не более:
- для трехжильных кабелей 1-10 кВ сечением до 95 мм² – 4 шт.
- для трехжильных кабелей 1-10 кВ сечением 120-240 мм² – 5 шт.
- для одножильных кабелей – 2 шт.
- При прокладке в траншее нескольких кабелей соединительные и стопорные муфты располагают со сдвигом не менее 2 м.
- Расстояние в свету между корпусом кабельной муфты и ближайшим кабелем должно быть не менее 250 мм.
- Для обеспечения возможности ремонта муфт в случае их повреждения на кабельной линии с обеих сторон муфт выполняют так называемые компенсаторы – кабель укладывают с запасом.

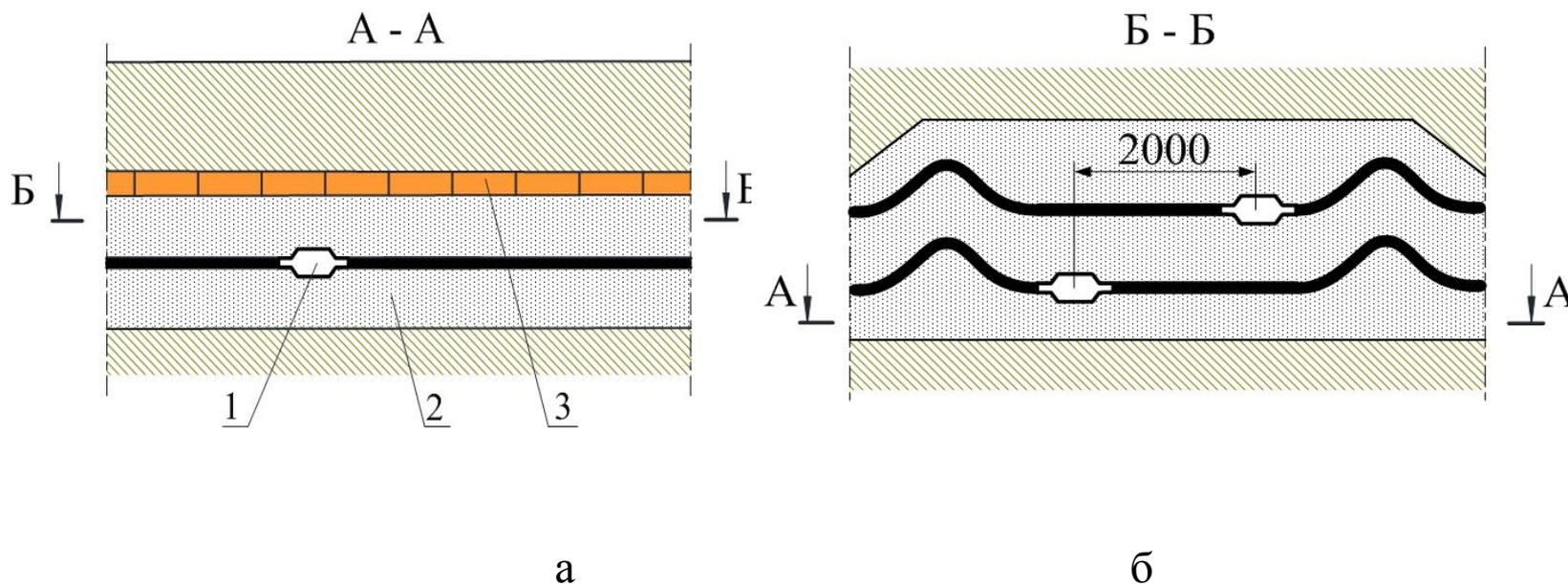


Схема расположения соединительных муфт в траншее с расположением компенсаторов в горизонтальной плоскости: а – вид сбоку; б – вид сверху; 1 – соединительная муфта; 2 – подсыпка слоем мелкой, чистой земли; 3 – механическая защита кабелей (например, кирпич).

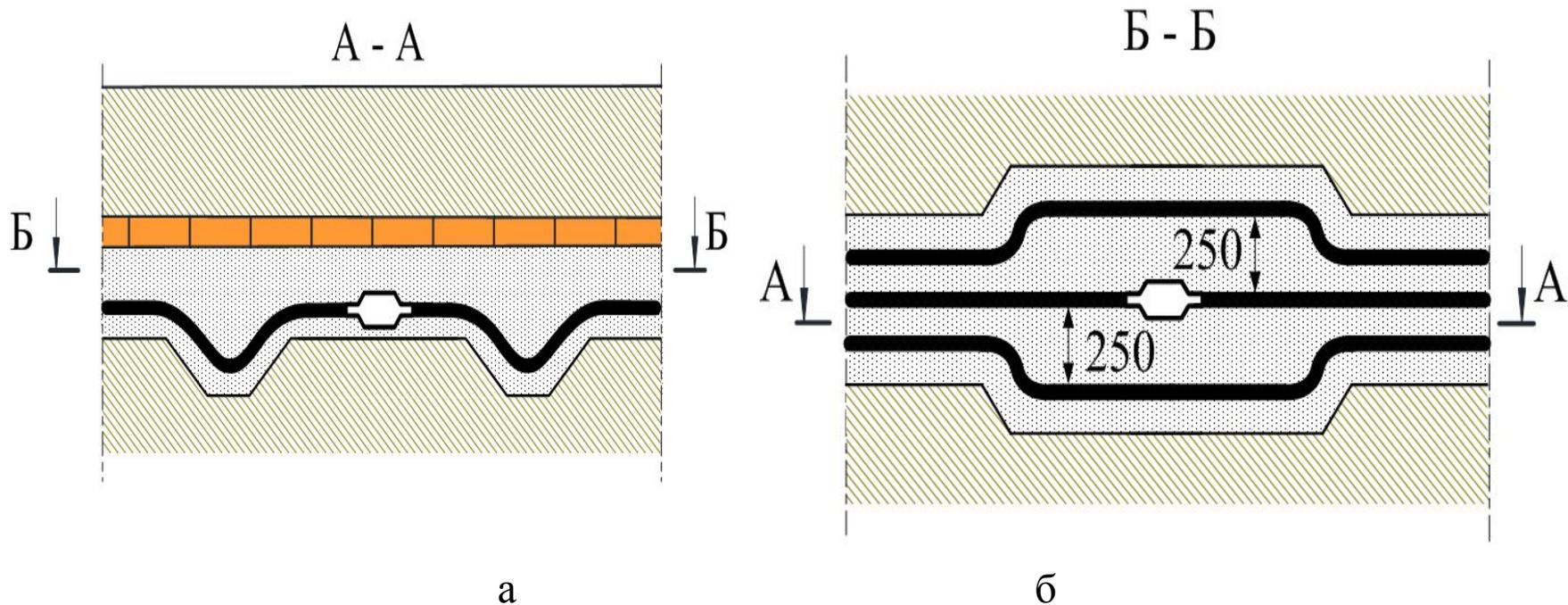


Схема расположения соединительных муфт в траншее с расположением компенсаторов в вертикальной плоскости: а – вид сбоку; б – вид сверху.

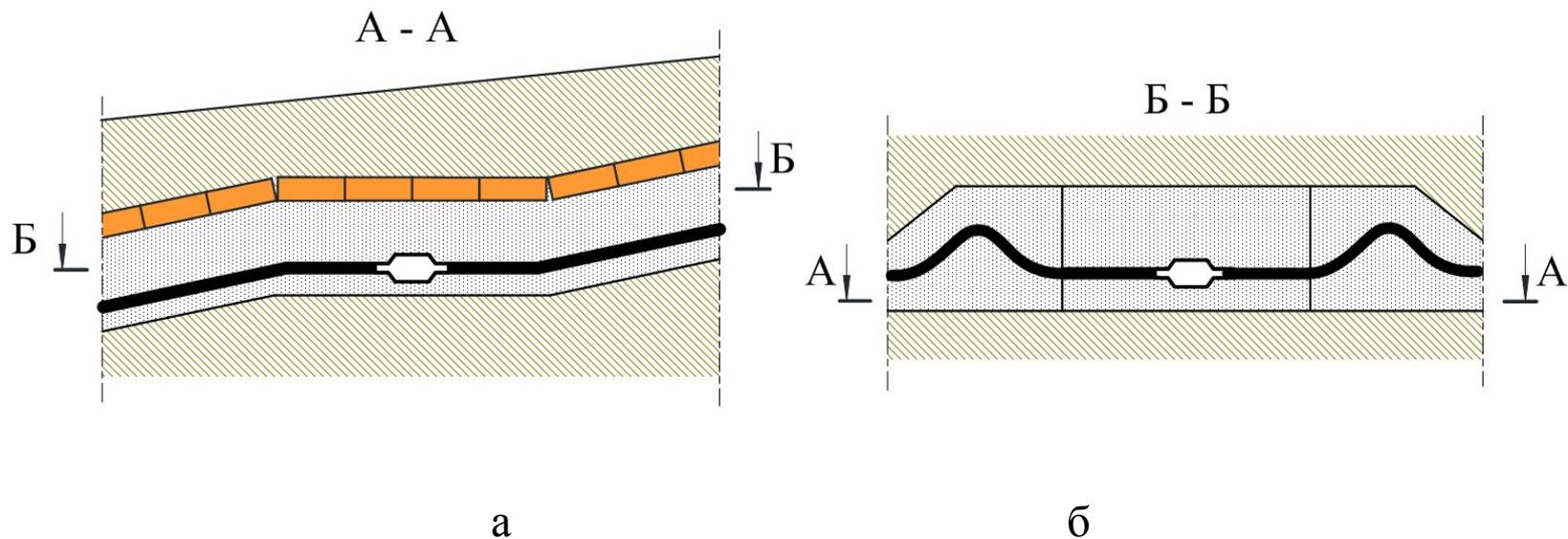


Схема расположения соединительных муфт в траншее на наклонном участке.

При прокладке кабельных линий на круто наклонных трассах установка на них кабельных муфт не рекомендуется. При необходимости установки на таких участках кабельных муфт под ними должны выполняться горизонтальные площадки.

