

Глава 3

Конструктивное исполнение линий электропередачи

§1 Воздушные линии электропередачи

§2 Кабельные линии электропередачи

§1 Воздушные линии электропередачи

Воздушная линия (ВЛ) — это устройство для передачи электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам инженерных сооружений.



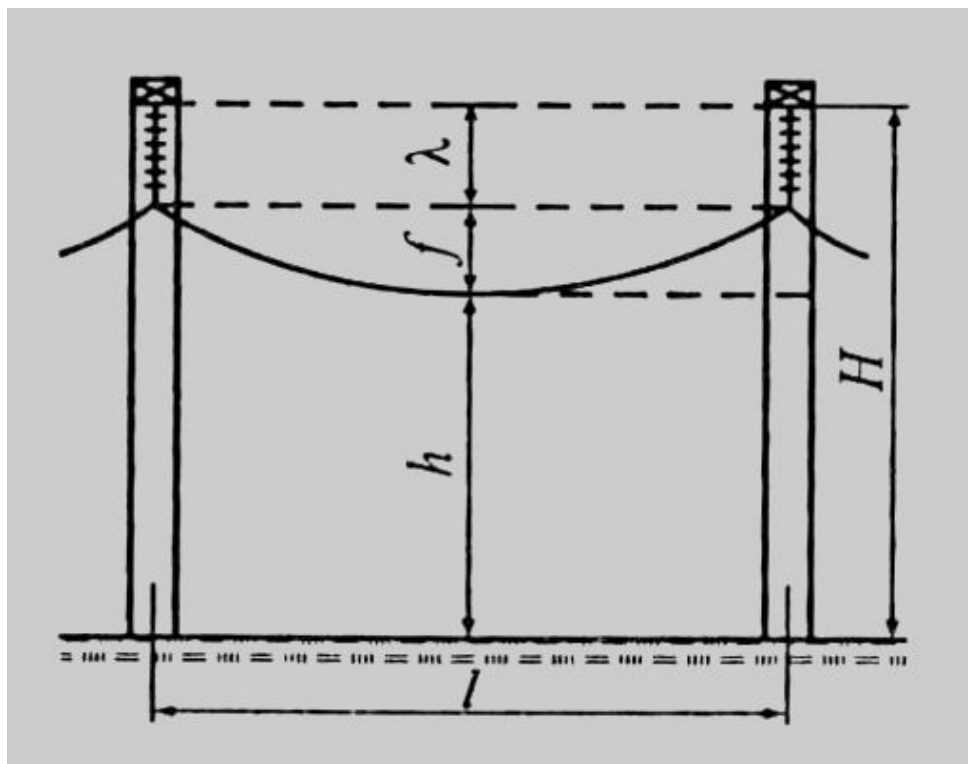


Главные элементы ВЛ:

- провода фаз;
- грозозащитные тросы;
- опоры ВЛ;
- изоляторы;
- линейная арматура;
- фундаменты опор ВЛ.

Основные габаритные размеры ВЛ:

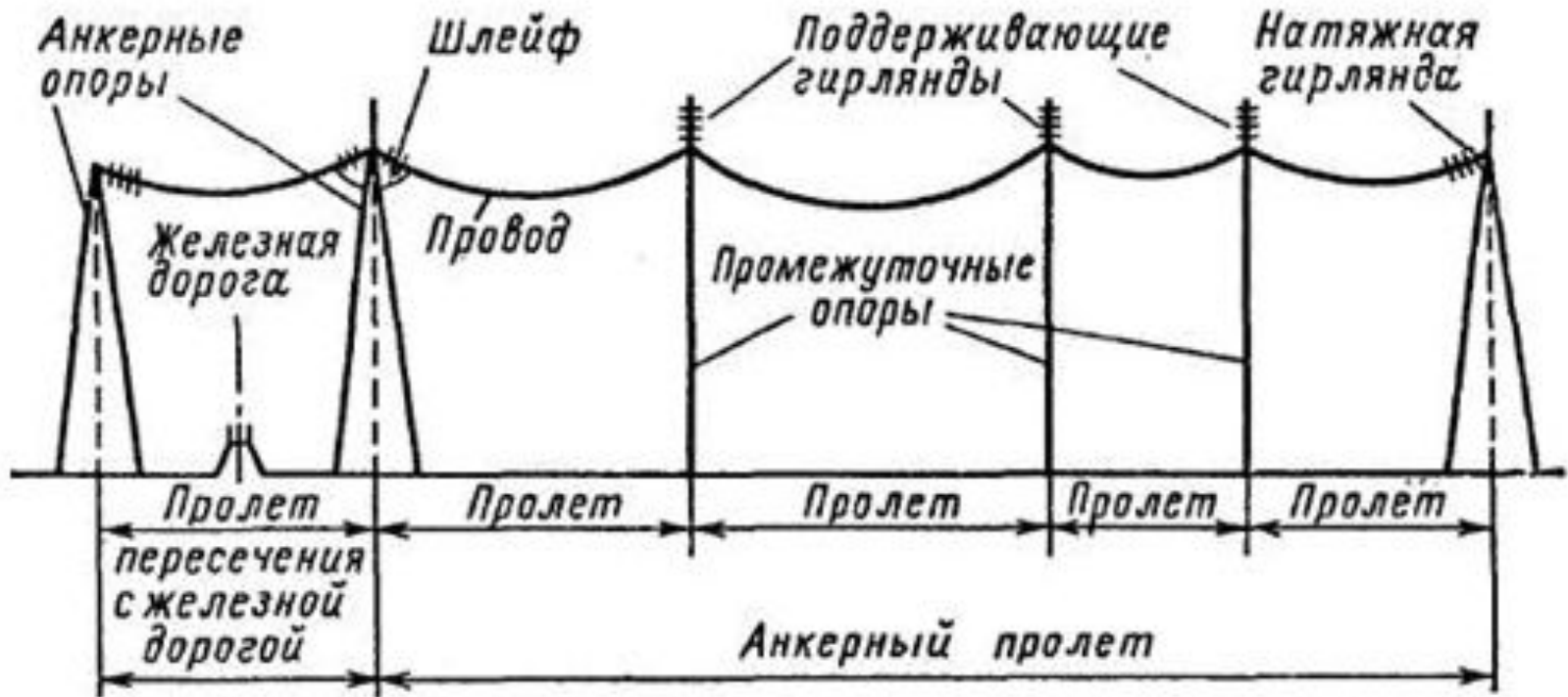
- стрела провеса провода — f
- габарит линии — h
- длина гирлянды изоляторов — λ
- высота опоры ВЛ — H



Конструктивные параметры ВЛ (35—750 кВ)

| U, кВ | 35 | 110 | 220 | 330 | 500 | 750 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| l , м | 150-200 | 170-250 | 250-350 | 300-400 | 350-450 | 450-750 |
| $D_{\text{мф}}$, м | 3,0 | 4,0 | 6,5 | 9,0 | 12,0 | 17,5 |
| λ , м | 0,7 | 1,2-1,4 | 2,2-2,3 | 3,0-3,2 | 4,5-4,9 | 6,7-7,5 |
| H , м | 10 | 13-14 | 22-26 | 25-30 | 27-32 | 30-41 |
| h , м | 6-7 | 6-7 | 7-8 | 7,5-8 | 8 | 10-12 |
| n | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| F , мм ² | 50-185 | 70-240 | 240-400 | 240-500 | 300-500 | 400-500 |

Схема анкерного пролёта воздушной линии и пролёта пересечения с железной дорогой.



Элементы ВЛ работают в сложных и разнообразных географических и климатических условиях. Кроме того, они должны противостоять действию сил, обусловленных:

- весом всех элементов линии;
- весом гололедных отложений на проводах, тросах и опорах;
- давлением ветра на провода, тросы и опоры;
- тяжением по проводам и тросам ;
- воздействием вибрации проводов;
- динамическим воздействием от пляски проводов.



Провода ВЛ

Проводниковые материалы, из которых изготавливаются провода воздушных линий электропередачи должны удовлетворять ряду технических и экономических требований:

- невысокое удельное электрическое сопротивление ρ ;
- плотность этих материалов γ не должна быть высокой;
- высокая механическая прочность, оцениваемая по пределу прочности на разрыв σ_p ;
- стойкость к атмосферным воздействиям и химическим реагентам, находящимся в воздухе;
- материал не должен быть дефицитным или дорогим.

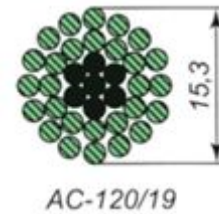
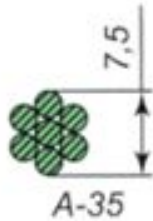
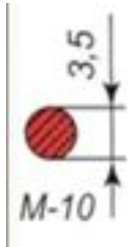
Основные характеристики проводниковых материалов

| Материал | ρ Ом • мм ² /км | γ кг/м ³ | σ_p Н/мм ² |
|------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Медь | 17,8—18,5 | 8700 | 390 |
| Алюминий | 30,0—32,5 | 2750 | 160 |
| Сплав АВ-Е | Тоже | 2790 | 300 |
| Сталь | — | 7850 | 1200 |

Классификация проводов ВЛ:

□ неизолированные провода:

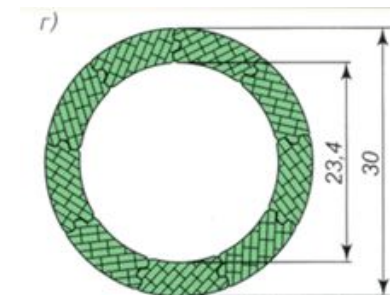
- монометаллические (медь, алюминий, сталь) и биметаллические (сталеалюминиевые);



AC 120/19, АСК 240/56;

$$k_F = \frac{F_{ал}}{F_{ст}} = (0,64 \div 18,1)$$

- однопроволочные и многопроволочные;
- расширенные и полые;



□ изолированные (СИП)

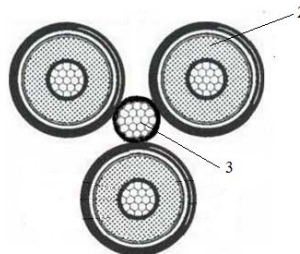
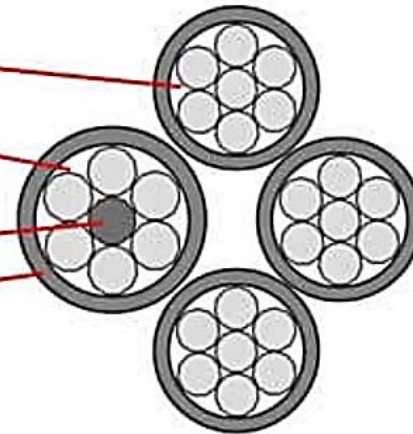


Фазная токопроводящая жила

Нулевая жила, несущая,
изолированная

Стальной сердечник

Изоляция



Классификация опор ВЛ:

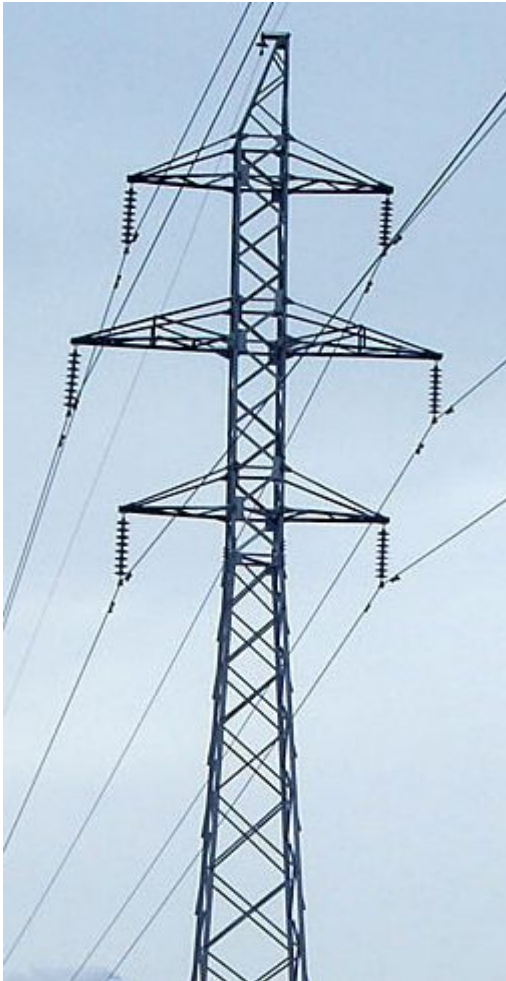
□ по количеству трехфазных цепей:

- одноцепные;
- двухцепные;
- многоцепные.



□ по способу крепления проводов:

- промежуточные;
- анкерные.



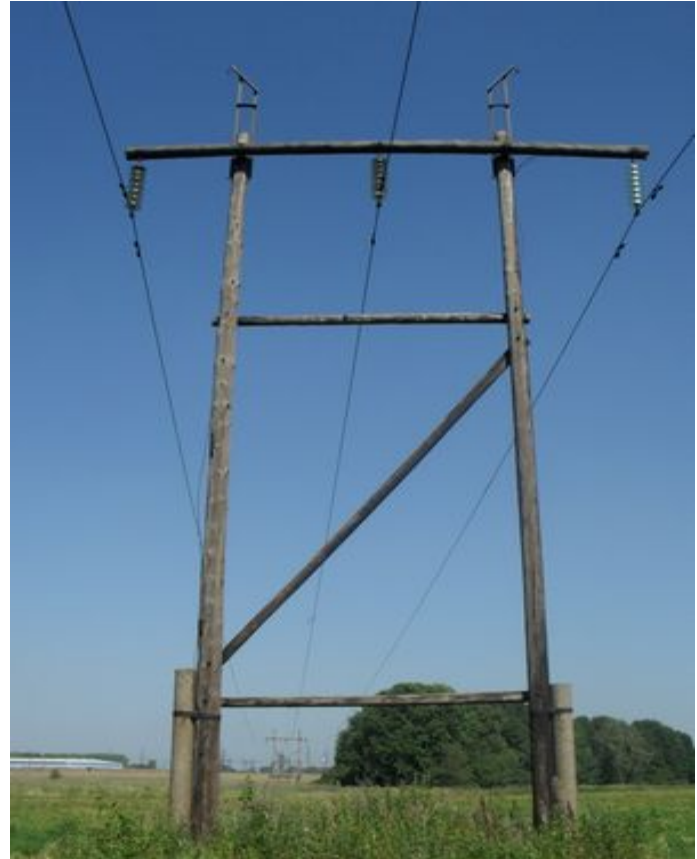
□ по положению на трассе:

- расположенные на прямых ее участках;
- угловые.



□ по материалу опор :

- деревянные;



- железобетонные;



- металлические, (стальные), решетчатые



- стальные, нового поколения, на базе стальных многогранных стоек.



Преимущества использования многогранных опор ЛЭП:

1. Небольшие сроки строительства.

Железобетонные и решетчатые аналоги возводятся в 2-4 раза медленнее, чем многогранные опоры ЛЭП.

2. Низкие материальные затраты.

Исследования показали, что экономия при возведении многогранных металлических опор ЛЭП составляет около 12-15%, если сравнивать их с бетонными аналогами, и 40-50%, если сравнивать с решетчатыми опорами.

Это объясняется несколькими причинами:

- Увеличенным межопорным расстоянием;
- Меньшими расходами на транспортировку и СМР;
- Увеличенными сроками использования;
- Низкими затратами на утилизацию и демонтаж;
- Экономический эффект увеличивается, если монтаж или замена опор происходит в удаленных и труднодоступных районах.

3. Низкая стоимость и удобная транспортировка.

4. Уменьшенные расходы на постоянный и временный землеотвод.

5. Надежность.

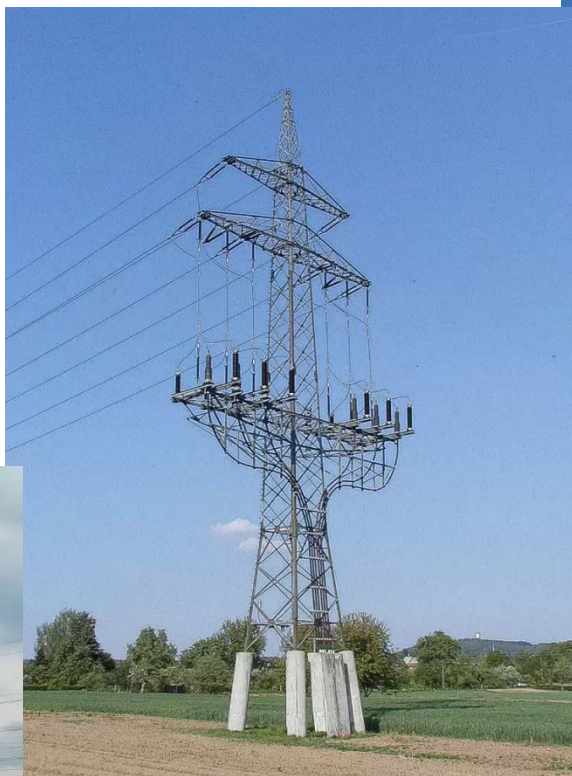
Высокая надежность многогранных опор ЛЭП складывается из нескольких факторов:

- Долговечность. Оцинкованные многогранные опоры могут прослужить порядка 70 лет, обычные многогранные без оцинкования – не меньше 50, против 30 лет у бетонных опор и 35-45 решетчатых.
- Безотказность. Как показывает многолетняя практика и наблюдения, многогранные стальные опоры ЛЭП выходят из строя значительно реже своих аналогов.
- Ремонтопригодность. Катастрофические разрушения принести опоре практически невозможно, а чтобы заменить вышедшие из строя узлы нужно минимум времени.
- Сохраняемость. Работоспособность сохраняется в норме даже при многократных погрузо-разгрузочных работах или длительном хранении.

6. Вандалоустойчивость.

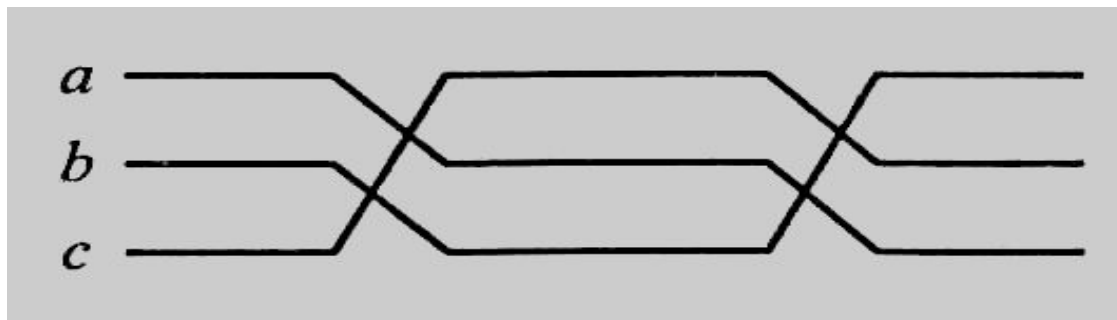
□ по назначению (специальные):

- ответвительные;
- концевые;
- переходные;



- транспозиционные.

Цикл транспозиции



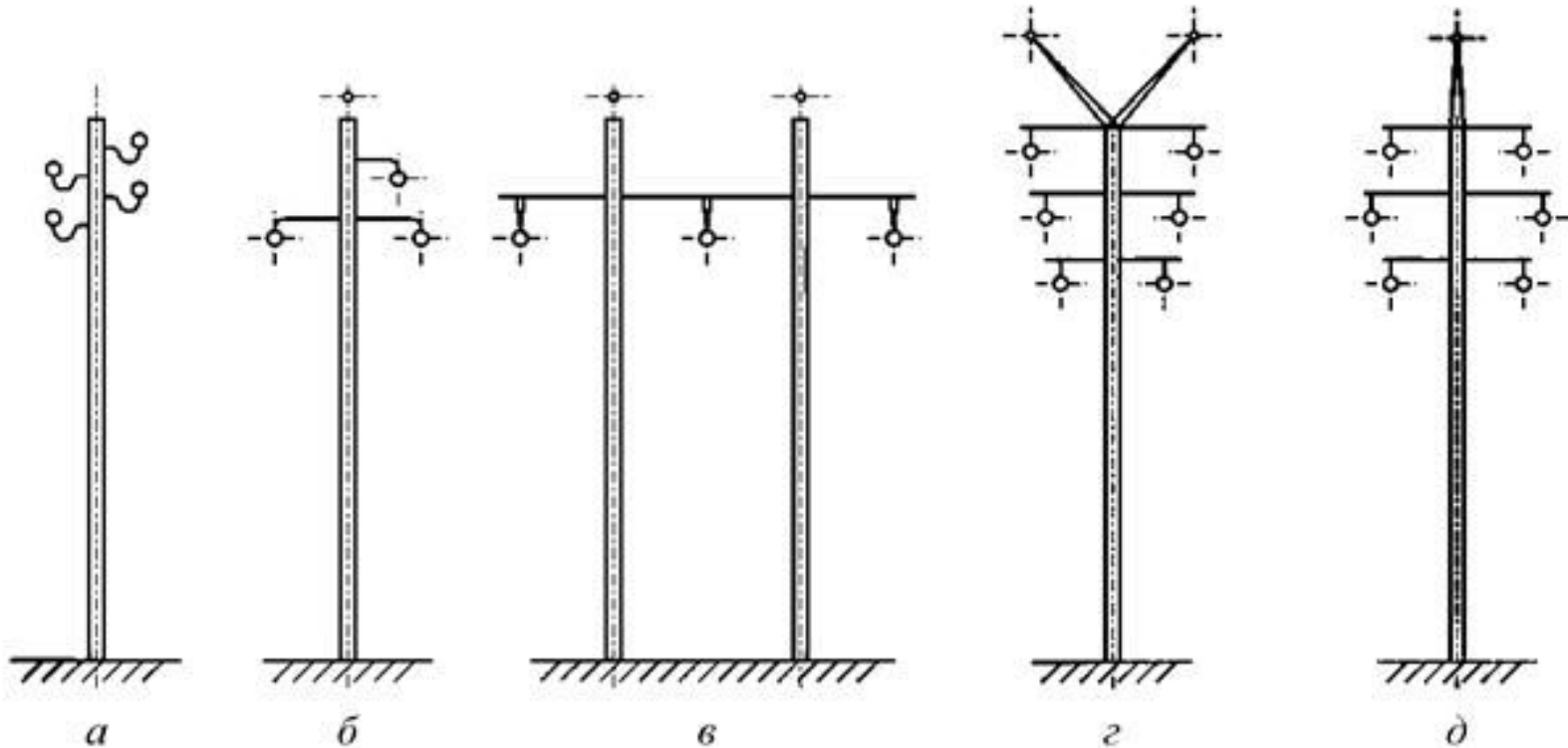
Расположение проводов на опорах

□ На одноцепных опорах:

- по вершинам равностороннего треугольника (а,б);
- горизонтально (в).

□ На двухцепных опорах:

- обратной ёлкой (г);
- по вершинам шестиугольника(д).



Изоляторы

□ штыревые:

- фарфоровые;
- стеклянные.



□ подвесные:

- фарфоровые;



- стеклянные;



- полимерные (из стеклопластика).



Грозозащитные тросы — стальные оцинкованные

многопроволочные канаты сечением 35, 50 и 70 мм².

Линейная арматура — устройства, обеспечивающие:

- надежное сочленение отдельных элементов конструкции ВЛ;
- защиту гирлянд подвесных изоляторов от повреждения электрической дугой при пробое;
- фиксацию взаимного расположения в пространстве расщепленных фаз и соседних фаз по отношению друг к другу.

§2 Кабельные линии электропередачи

Кабелем называется провод, заключенный в герметическую оболочку, который можно прокладывать в воде, земле и на воздухе. Это готовое заводское изделие, состоящее из изолированных токоведущих жил, заключенных в защитную герметичную оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки может находиться защитный покров.





Классификация кабелей:

- **по материалу токопроводящих жил** – кабели с алюминиевыми и медными жилами;
- **по материалу изоляции токоведущих жил** – кабели с бумажной, пластмассовой (поливинилхлоридной), резиновой и из сшитой полиэтиленовой изоляцией;
- **по материалу защиты изоляции жил кабелей от влияния внешней среды** – кабели в металлической, пластмассовой и резиновой оболочке;
- **по способу защиты от механических повреждений** – бронированные и небронированные;
- **по количеству жил** – одно-, двух-, трех- и четырехжильные.

Основные конструктивные элементы кабелей:

□ токопроводящие жилы:

- основные и нулевые;
- алюминиевые и медные;
- однопроволочные и многопроволочные;
- круглого и сегментного сечений.

□ изоляция - для необходимой электрической прочности жил кабеля по отношению друг к другу и к заземленной оболочке:

- изоляция жил и поясная изоляция.

□ защитные герметичные оболочки предохраняют изоляцию от вредного воздействия влаги, света, газов, кислот и механических повреждений:

- из свинца, алюминия, резины и пластмассы.

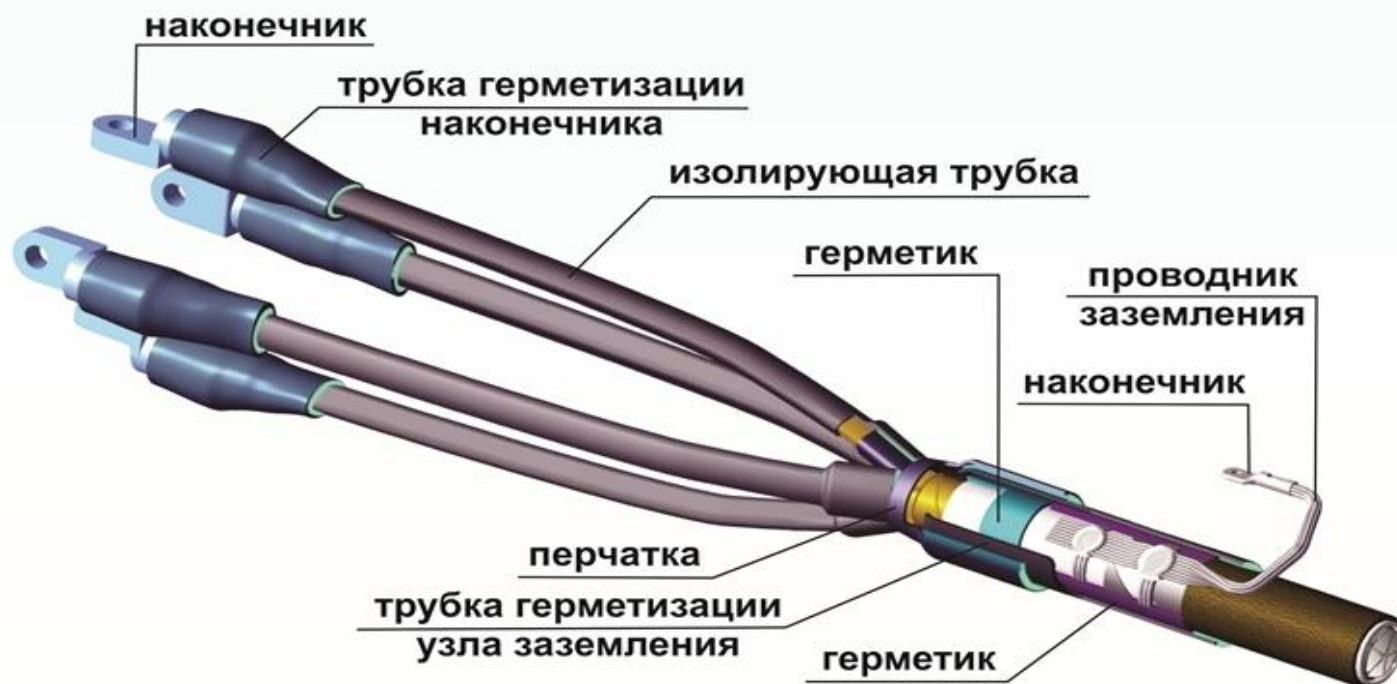
□ защитные покровы для защиты оболочек кабеля от внешних воздействий и в зависимости от конструкции могут состоять из:

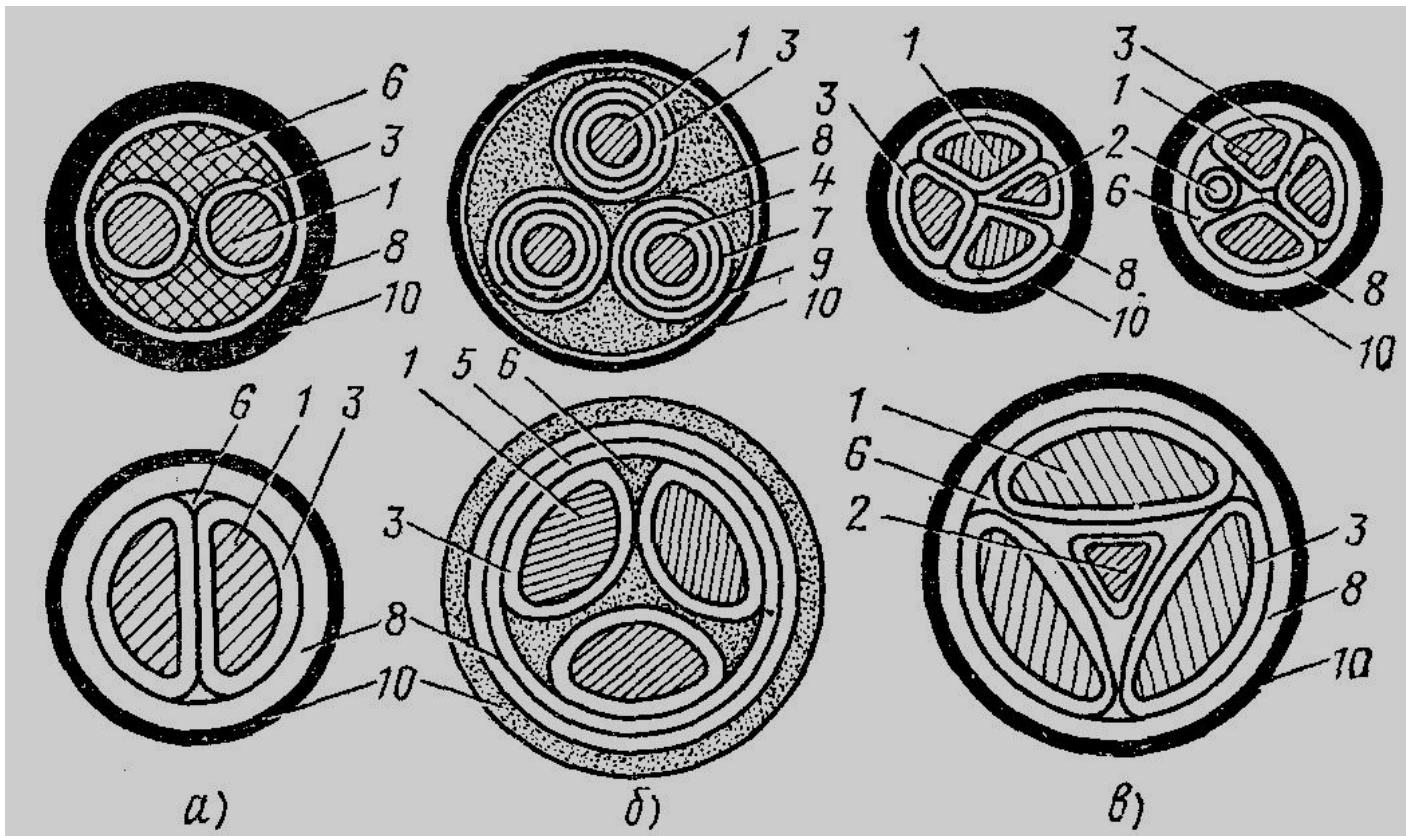
- подушки , которая накладывается на оболочку для ее предохранения от механических повреждений лентами и проволоками брони;
- бронипокрова, который защищает кабель от внешних механических воздействий;
- наружного покрова, предназначенного для для защиты брони от коррозии.

- **электропроводящие экраны** для выравнивания электрического поля силовых кабелей;
- **жила защитного заземления;**
- **заполнители** для устранения свободных промежутков между конструктивными элементами кабеля с целью герметизации, придания кабелю необходимой формы и механической прочности.
- **кабельная арматура** – для соединения отдельных отрезков (строительных длин) кабеля (соединительные муфты) и для присоединения концов кабеля к аппаратуре или шинам распределительных устройств (концевые муфты).

Марки кабеля состоят из начальных букв слов, характеризующих их конструкцию.

Рядом с маркой кабеля указывают число и сечение токоведущих жил.

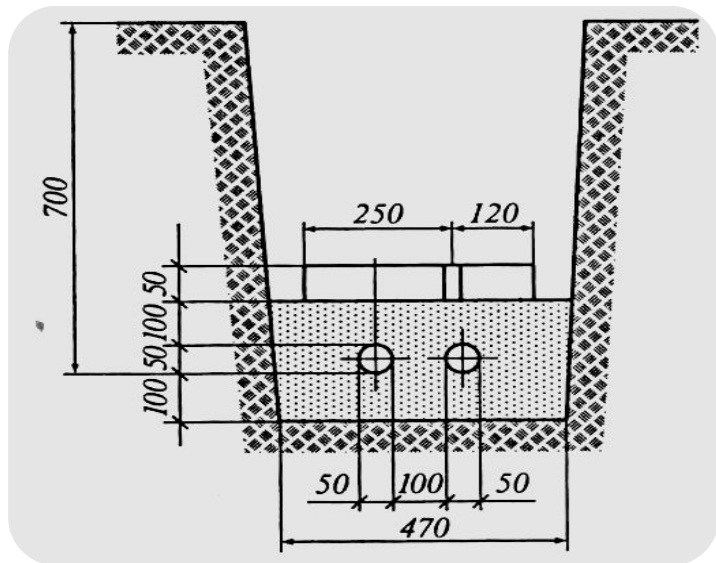




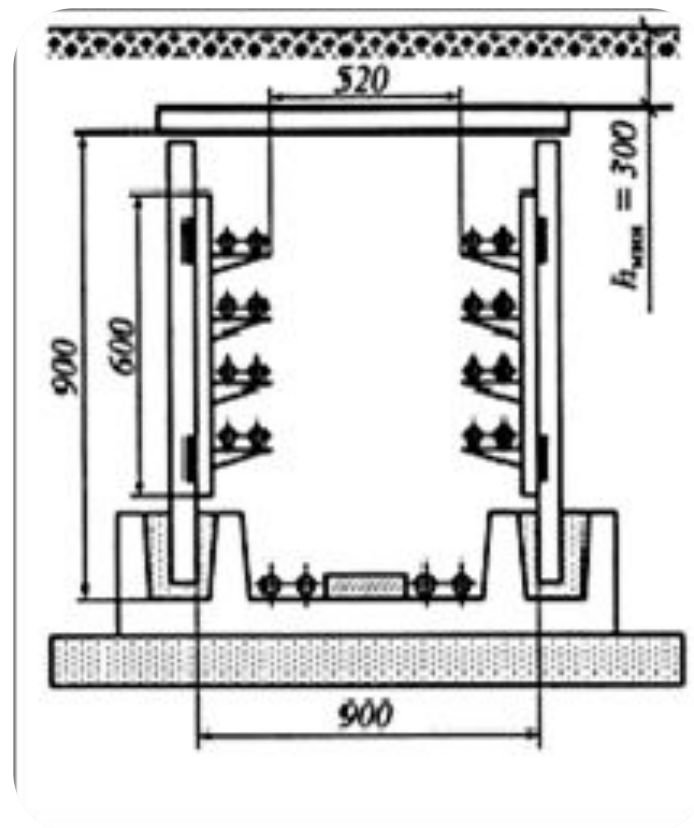
Сечения: а) двухжильных кабелей с круглыми и сегментными жилами б)
 трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками
 в) четырехжильные кабели а нулевой жилой круглой, секторной и
 треугольной формы.

1 - токопроводящая жила; 2 – нулевая жила; 3 – изоляция жилы; 4 – экран на токопроводящей жилы; 5 – поясная изоляция; 6 – наполнитель; 7 – экран на изоляции жилы; 8 – оболочка; 9 – бронепокров; 10 – наружный защитный покров.

Способы прокладки кабелей:



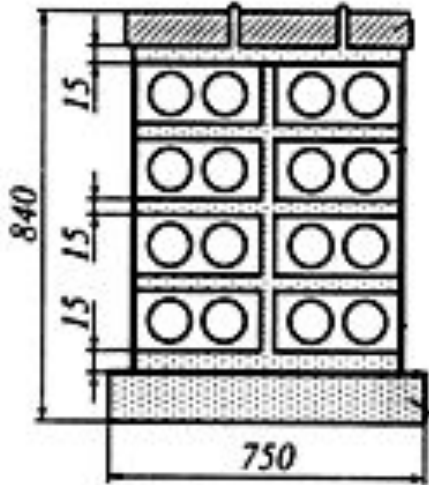
2. в трубах;



3. в каналах;

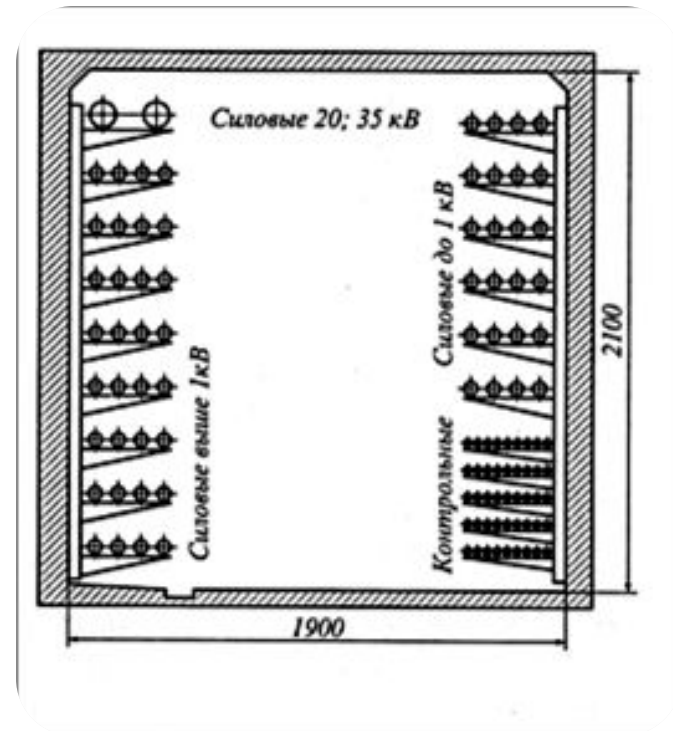
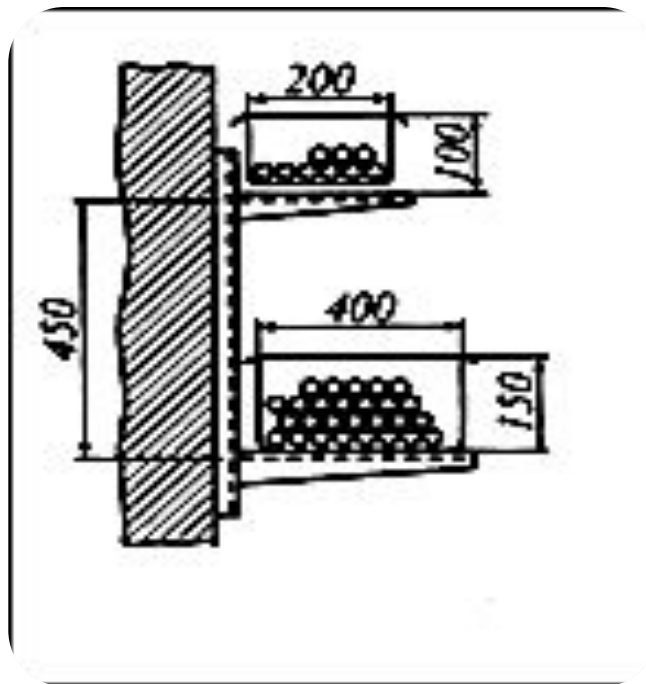


4. в блоках;

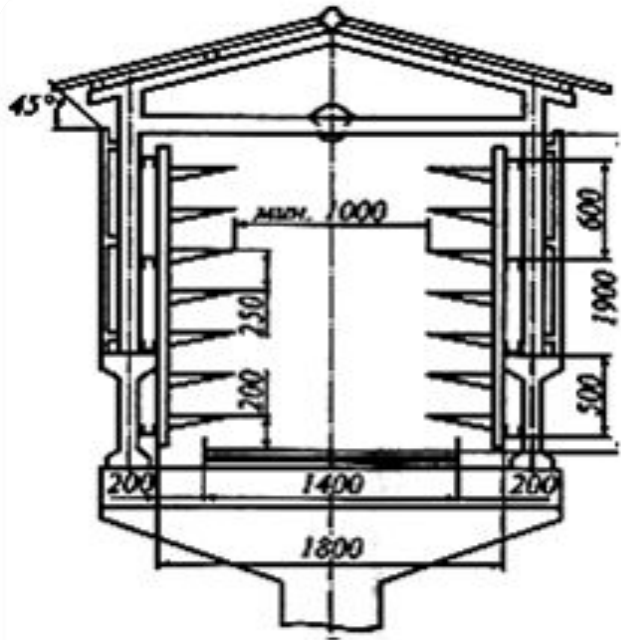


5. в туннелях и коллекторах;

6. на лотках;



7. на лестницах и в галереях;



. Прокладки кабелей на тросах.

Прокладка кабельных линий в туннеле.



Прокладка кабельных линий в коллекторах

