



Уральский федеральный университет – УПИ
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

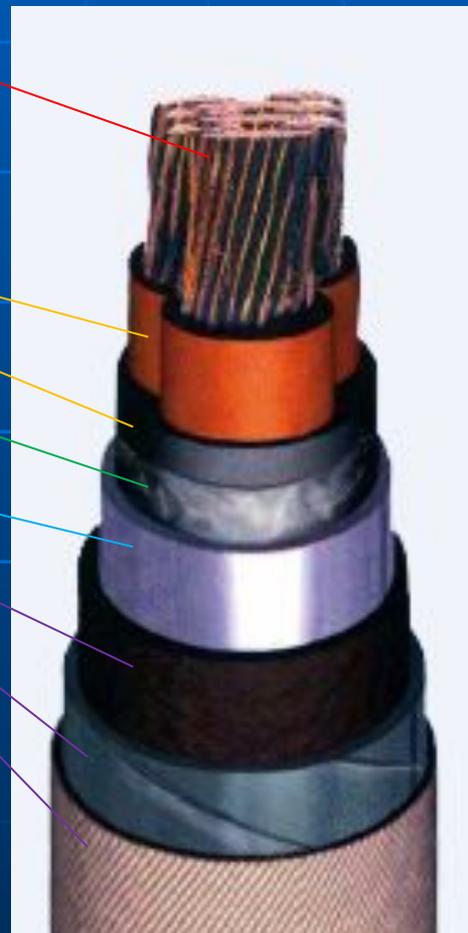


Кафедра «Автоматизированные электрические системы»

Элементы конструкции кабелей

Силовые кабели состоят из следующих элементов

1. Токопроводящие жилы
2. Изоляция
3. Оболочка
4. Экран
5. Защитный покров



1. Токопроводящие жилы

Назначение – фазные, нулевые.

Материал - медные (рис. 1), алюминиевые (рис. 2 и 3).

Конструкция - круглые (рис. 1), фасонные (рис. 2),
однопроволочные (рис. 1), многопроволочные (рис. 3).



Рис. 1



Рис. 2

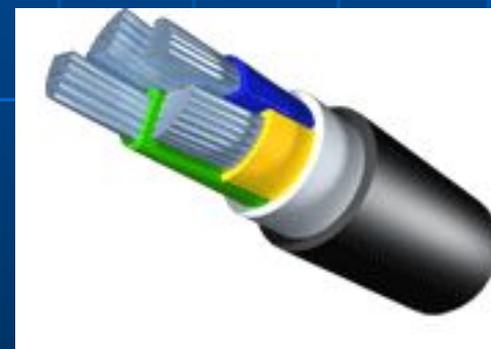


Рис. 3

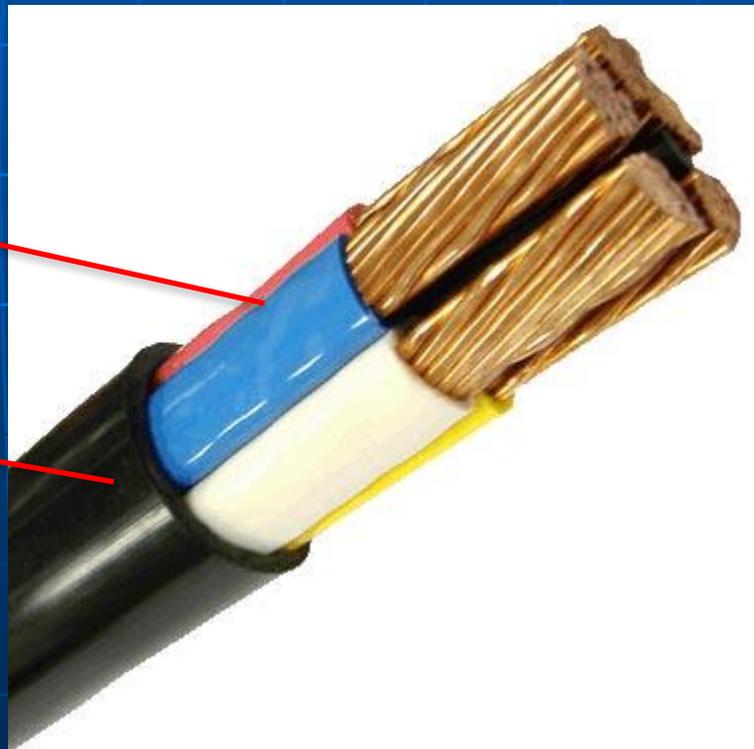
2. Изоляция

Назначение – обеспечения электрической прочности жил кабеля.

Виды изоляции – непосредственно на жиле - изоляция жилы, поверх жил – поясная.

Изоляция жилы

Поясная изоляция

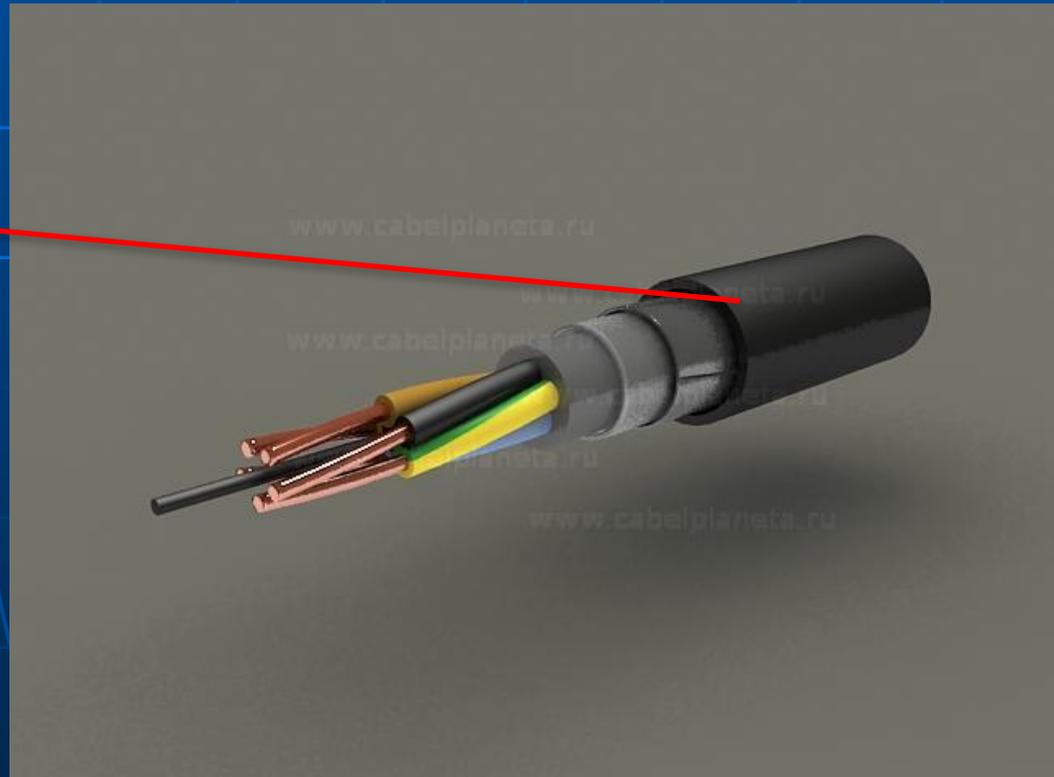


3. Оболочки

Назначение – защита внутренних элементов кабеля от влаги, света, химических веществ и механических воздействий.

Материал - алюминий, свинец, пластмасса.

Оболочка

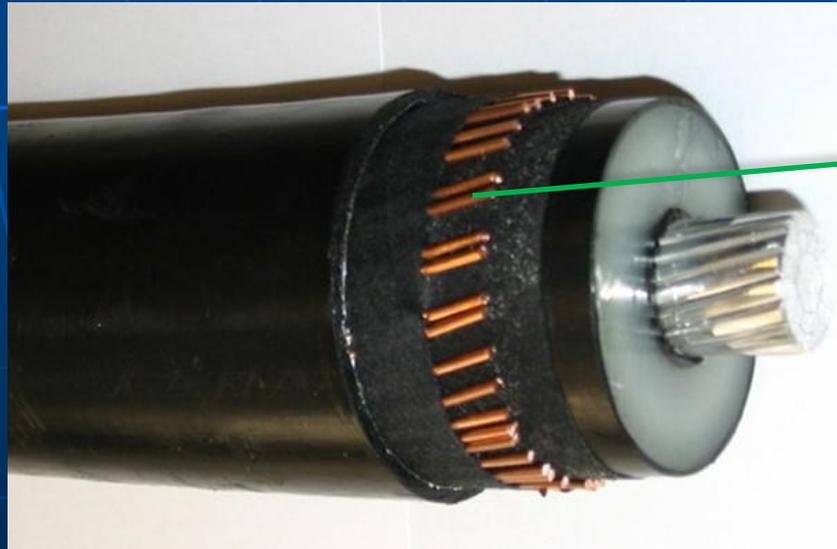


4. Экраны

Назначение – защита цепей систем электроснабжения от электромагнитного влияния токов кабелей.

Расположение – на поясной изоляции.

Материал - электропроводящая бумага, оплетка из медных проволочек и лент, электропроводящий полиэтилен.



Экран

5. Защитный покров

Назначение – защита оболочек кабеля от внешних воздействий.

Состав - подушка, бронепокров, наружный покров.

Подушка - защита оболочки от механических повреждений.

Наружный покров - защита брони от коррозии.

Защитный покров



Силовые кабели

Кабель четырехжильный
напряжением 380 В



(c) ele.okis.ru

Кабель трехжильный с бумажной
изоляцией напряжением 10 кВ

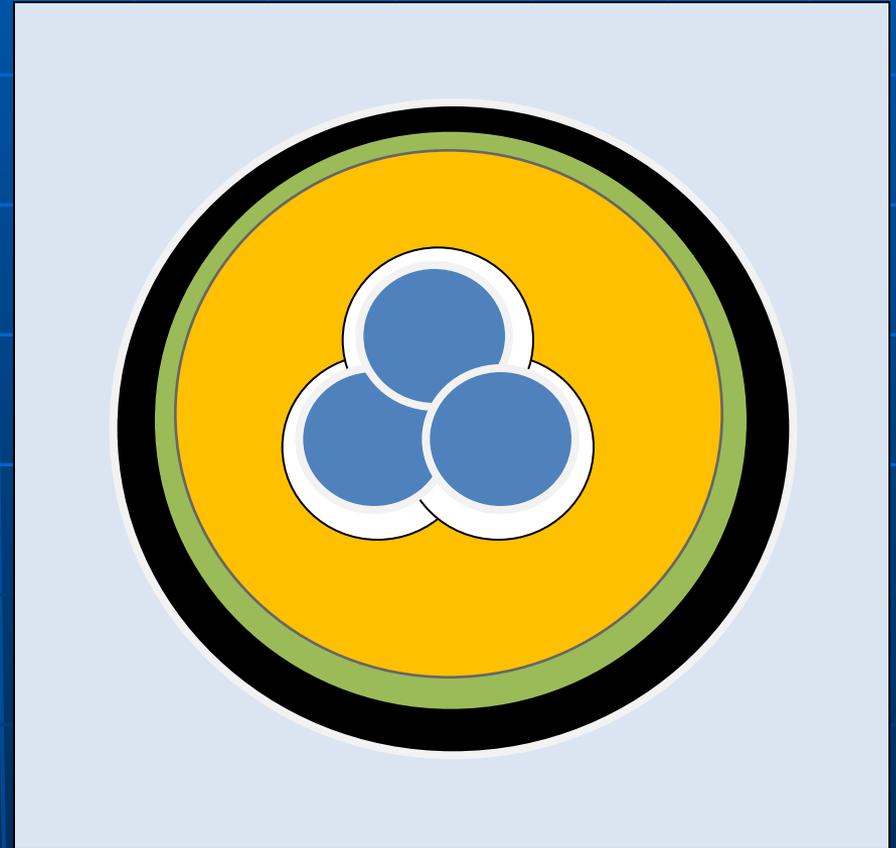


Силовые кабели

Кабель трехжильный
напряжением 35кВ



Кабель маслонаполненный
высокого давления 110 кВ



Силовые кабели

**Кабель одножильный с
пластмассовой изоляцией**



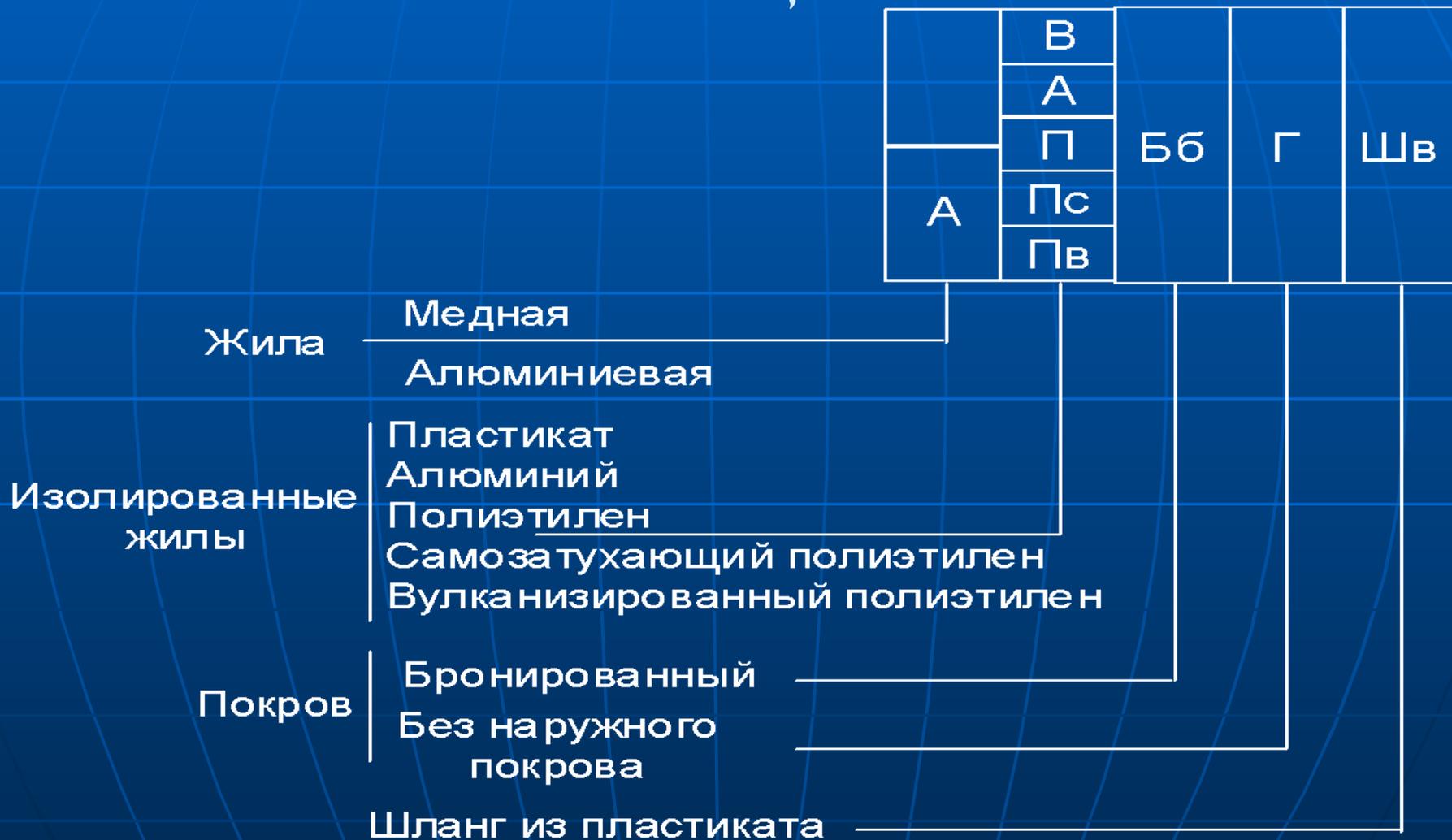
**Кабель многожильный с
пластмассовой изоляцией**



Маркировка кабелей с бумажной изоляцией

			С	С	
	Ц	А	О	А	Б, Бл, Б2П, П, Пл, Шв, Шпс
Изоляция	Обычная	Пропитанная нестекающим			
Жила	Медная	Алюминиевая			
Изолированные жилы	Совместно	Отдельно			
Оболочка	Свинцовая	Алюминиевая			
Покров	Без наружного покрова	Тип покрова			
Усовершенствованный с повышенной температурой нагрева					

Маркировка кабелей с пластмассовой изоляцией

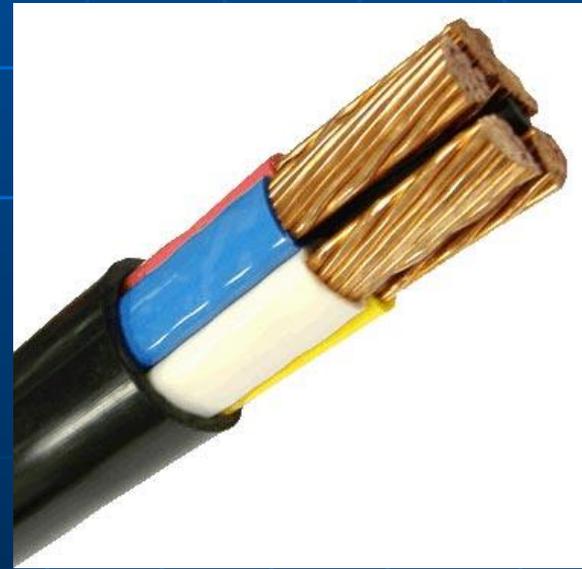


Маркировка жил кабелей

(А) - в начале марки - жила кабеля алюминиевая ,
отсутствие буквы (А) – жилы медные.

АВВГ – алюминиевая жила

ВВГ – медная жила



Маркировка изоляции жил кабелей

При отсутствии маркировки изоляции - изоляция бумажная с вязкой пропиткой;

В – (в конце обозначения через дефис) – бумажная с обедненной пропиткой (например, ААБУ-В);

Ц – (впереди обозначения) – бумажная с нестекающей пропиткой церезином (ЦАСБ);

В – (после индекса жил) – из поливинилхлорида (АВВГ);

П – (после индекса жил) – из полиэтилена (АПВГ);

У – (в конце обозначения) – бумажная с повышенной температурой нагрева (ААБЛУ);

Пс – (в середине обозначения) – из самозатухающего полиэтилена (АПсВГ);

Пв - (в середине) - из вулканизированного самозатухающего полиэтилена (АПвВГ);

Р - (в середине марки) - из резины (АРГ);

Рт - (в середине марки) - из резины повышенной теплостойкости (НРтГ)

Пример маркировки изоляции

АПвП2Г – изоляция из сшитого полиэтилена



Маркировка оболочек

А - (на первом или втором месте) - алюминиевая оболочка (ААБЛУ);

С - (на первом или втором месте) - свинцовая (АСБУ);

В - (в середине обозначения) - поливинилхлоридная (АВВГ);

П - (в середине обозначения) - полиэтиленовая (АВПГ);

Г - (после индекса оболочки) - кабель без защитного покрова (АСГУ);

Н - (на первом или втором месте) - оболочка резиновая, не распространяющая горения (АНРГ);

О - (на первом или втором месте) - отдельная оболочка каждой жилы (АОСБУ).

При отсутствии буквы оболочка выполнена из крепированной бумаги, пропитанной битумом (АСБУ),

Маркировка оболочек

- л - (после индекса брони)- крепированная бумага, пропитанная битумом и одна пластмассовая лента (АСБЛУ);
- 2л - (после индекса брони) - то же, две пластмассовые ленты (ААБ2ЛУ);
- в - (после индекса брони) - прессованный поливинилхлоридный шланг (ААБВУ);
- п - (после индекса брони) - прессованный полиэтиленовый шланг (ААБПУ);
- б - (после индекса брони) - без подушки (ААББУ).
- Б - (после индекса оболочки) - плоские стальные ленты (ААБЛУ);
- П - (то же) - стальные плоские оцинкованные проволоки (ААПЛУ);
- К - (то же) - стальные круглые оцинкованные проволоки (АСКУ).

Пример маркировки оболочек

АВВГ – поливинилхлоридная оболочка



Маркировка покровов.

- При отсутствии буквы покров выполнен из пропитанной битумом кабельной пряжи (ААБЛУ);
- Г – (после индекса брони) – без наружного покрова на броне (АСБГУ);
- н – (после индекса брони или ленты) - негорючий состав из стеклянной пряжи (АСБнУ);
- Шп - (то же) - полиэтиленовый шланг (ААШпУ);
- Шв - (то же) - поливинилхлоридный шланг (ААШвУ);
- Шпс - (то же) - шланг из самозатухающего полиэтилена (ААШпсУ).

Пример маркировки покрова

АПвШп – полиэтиленовый шланг



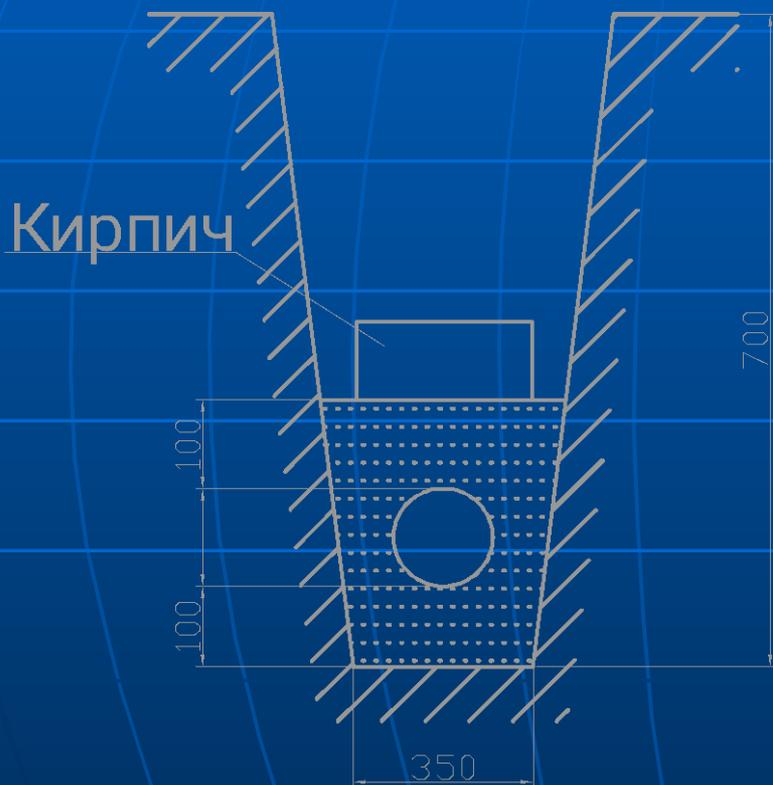
Область применения кабелей

- Т - (в конце обозначения через дефис) - для эксплуатации в тропическом климате (АСБУ-Т);
- С - (то же) - для сельского хозяйства (АВВГ-С).

Способы прокладки кабелей

1. Прокладка кабельных линий в траншеях
2. Прокладка кабелей в трубах
3. Прокладка кабелей в каналах
4. Прокладка кабелей в блоках
5. Прокладка кабелей в туннелях и коллекторах
6. Прокладка кабелей на лотках
7. Прокладка кабелей на эстакадах и в галереях
8. Прокладка кабелей на тросах

1. Прокладка кабельных линий в траншеях



Глубина траншей:
для КЛ до 20 кВ - 0,7 м;
35 кВ - 1 м.

Ширина траншей по дну для
КЛ до 10 кВ:

при прокладке одного
кабеля - 350/250 мм;
при двух - 500/300 мм.

2. Прокладка кабелей в трубах

Назначение - защита кабелей от агрессивных грунтов, механических повреждений, блуждающих токов.

Материал труб - сталь, чугун, асбоцемент, керамика, пластмасса.

Внутренний диаметр труб - не менее 2 – 1,5 наружных диаметров кабеля.



3. Прокладка кабелей в каналах

Назначение – внутрицеховая и внецеховая прокладка кабелей с оболочками, не распространяющими горение.

Материал - унифицированные железобетонные лотки с перекрытиями, из железобетонных плит с основаниями, и перекрытиями из монолитного железобетона, а также из кирпича.



4. Прокладка кабелей в блоках

Назначение - прокладка в местах пересечений с железными и автомобильными дорогами, при стесненности по трассе, при возможности пролива расплавленного металла, при агрессивных средах, при необходимости защиты от блуждающих токов.

Материал - двух- и трехканальные железобетонные панели. При изменении направления трассы и на прямых участках большой длины сооружаются кабельные колодцы из кирпича или сборного железобетона.

5. Прокладка кабелей в туннелях и коллекторах

Назначение - прокладка кабелей в городах, на предприятиях, на территории при большом насыщении инженерными коммуникациями.

Исполнение - круглые проходные (диаметр 2,6м) для двусторонней прокладки кабелей; прямоугольные проходные и полупроходные - для двусторонней и односторонней укладки кабелей.



6. Прокладка кабелей на лотках

Назначение - открытая прокладка небронированных кабелей напряжением до 1000 В.

Конструкция - металлические корытообразного сечения, сплошные, перфорированные, решетчатые. Кабели укладываются однослойно и многослойно.

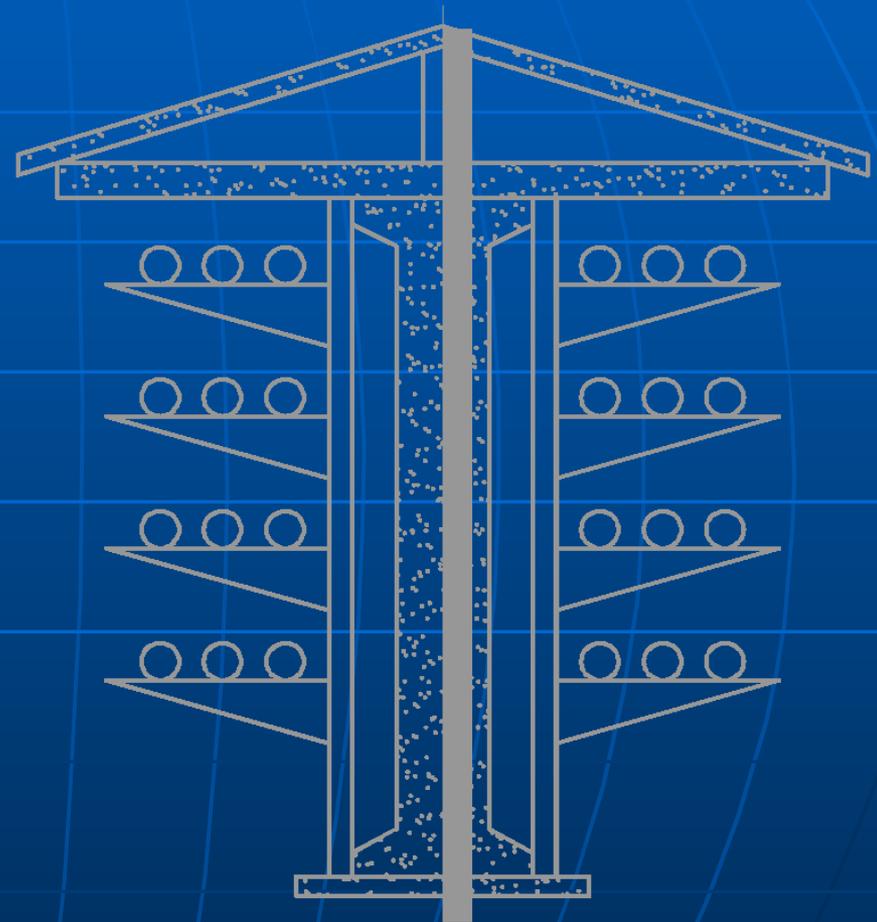


7. Прокладка кабелей на эстакадах и в галереях

Назначение - прокладка кабелей напряжением до 10 кВ между цехами по территории предприятий.

Галерея - закрыта полностью или частично от внешних воздействий.

Эстакада - открыта, применяется для прокладки кабелей с антикоррозионной защитой без горючих покровов.

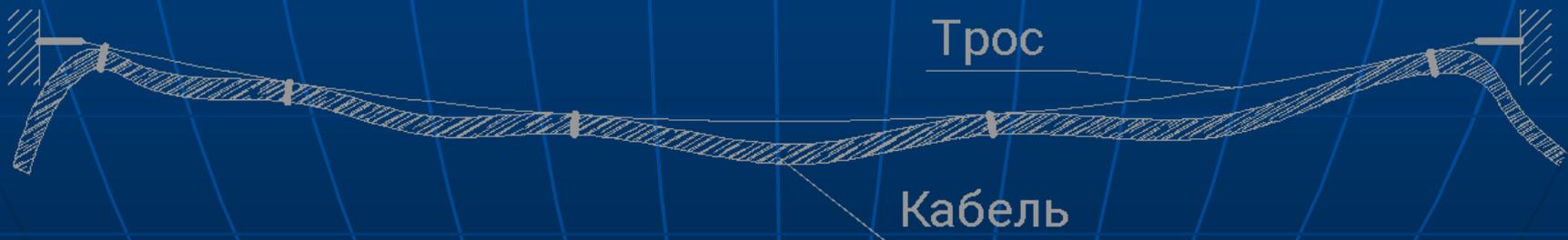


8. Прокладка кабелей на тросах

Назначение - прокладка кабелей напряжением до 1 кВ внутри и вне помещений.

Вне помещений – прокладка кабелей с негорючим наружным покрытием.

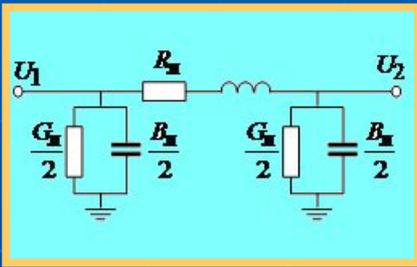
Трос – сплетенные из стальных оцинкованных проволок канаты или круглая стальная проволока.



Выводы

- Кабельные линии электропередачи применяются на напряжениях от 0,4 кВ до 500 кВ.
- Современные тенденции развития кабельных линий связаны с повышением классов напряжений и увеличением качества изоляционных материалов.
- При проектировании новых кабельных линий отдается предпочтение прокладке кабелей в специальных сооружениях, что позволяет повысить надежность электроснабжения и облегчить доступ к кабелю обслуживающего персонала.

Схемы замещения кабельных линий электропередачи



Активное сопротивление линии, Ом:

$$R_{\text{э}} = \frac{R_0 \ell}{n}$$

Индуктивное сопротивление линии, Ом:

$$X_{\text{э}} = \frac{X_0 \ell}{n}$$

Удельная активная проводимость, См/км :

$$G_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{ym}}}{U_{\text{н}}}$$

Активная проводимость линии, См

$$G_{\text{э}} = G_0 \ell n$$

Емкостная проводимость линии, См :

$$B_{\text{э}} = B_0 \ell n$$

Упрощенные схемы замещения кабельной линии

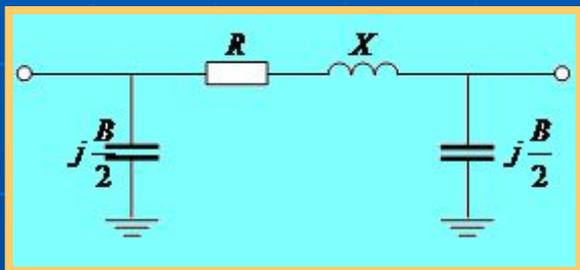


Схема замещения без учета потерь в изоляции с емкостными шунтами

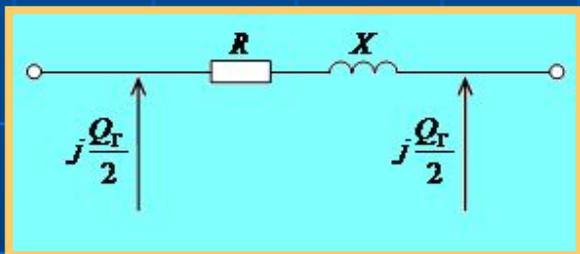


Схема замещения без учета потерь в изоляции с указанием емкостной генерации ЛЭП

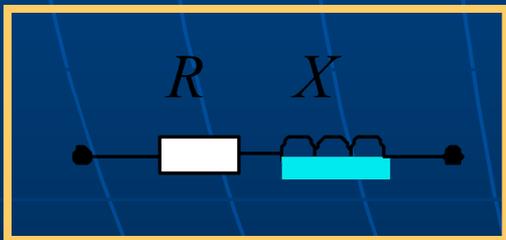


Схема замещения кабельной линии напряжением до 35 кВ

Спасибо за внимание !