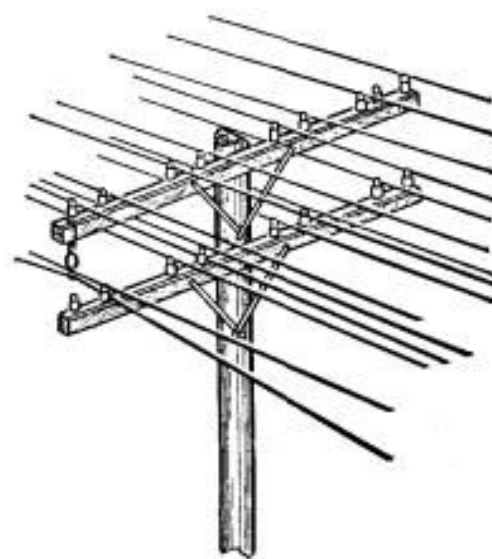
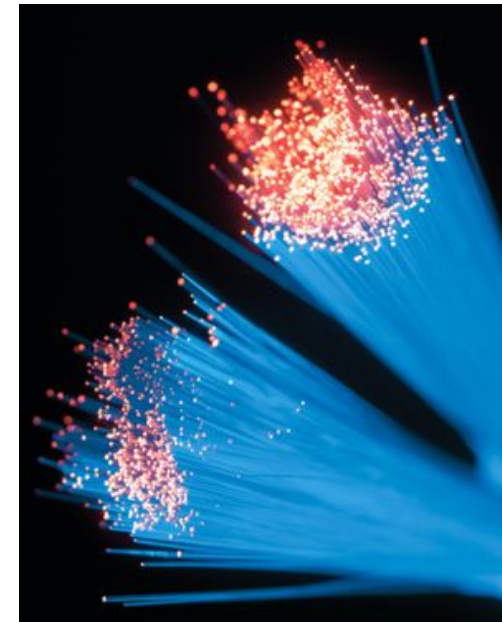


Применение материалов в кабельных изделиях



Кабельные изделия электроэнергетического назначения:

1. Провода воздушных ЛЭП до 750 кВ.

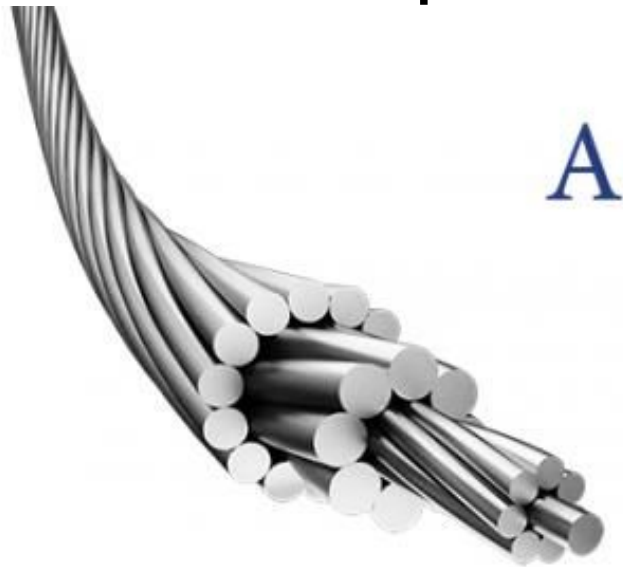


ЛЭП Чебоксарской ГЭС



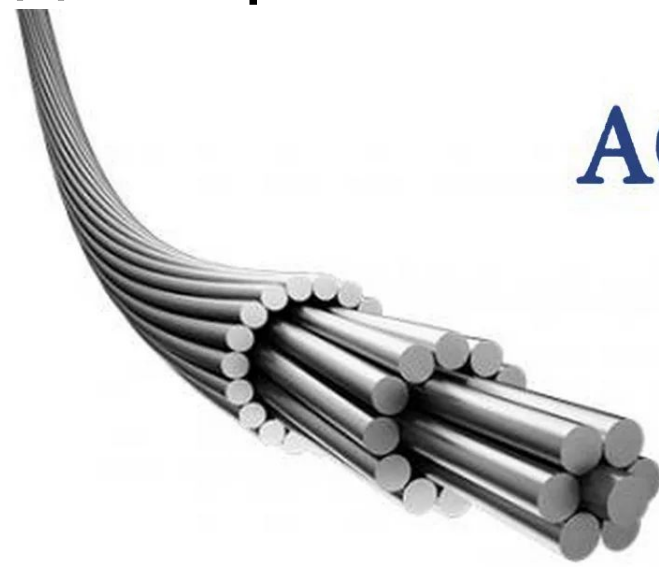
Трансформатор 13,8 / 500 кВ

Неизолированные провода марок А, АС:



А

10 — 630
мм²



АС

10/1,8 — 1000/56
мм²

ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи

- марки М, А, АКП, АС, АСКС, АСКП, АСК, АН, АНКП, АЖ, АЖКП.

Правила устройства: ВЛ в ПУЭ7 глава 2.5

2. Провода воздушных ЛЭП 0,66 — 35 кВ.



Правила устройства: ВЛИ, ВЛЗ в ПУЭ7 главы 2.4, 2.5

ГОСТ 31946-2012 Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи

Самонесущие изолированные провода (СИП):

2.1 Марка СИП-1 с неизолированной нулевой несущей жилой на напряжение 0,6/1 кВ



СИП-1 1x16 + 1x25 - 1,
СИП-1 1x25 + 1x35 - 1,
СИП-1 1x35 + 1x50 - 1

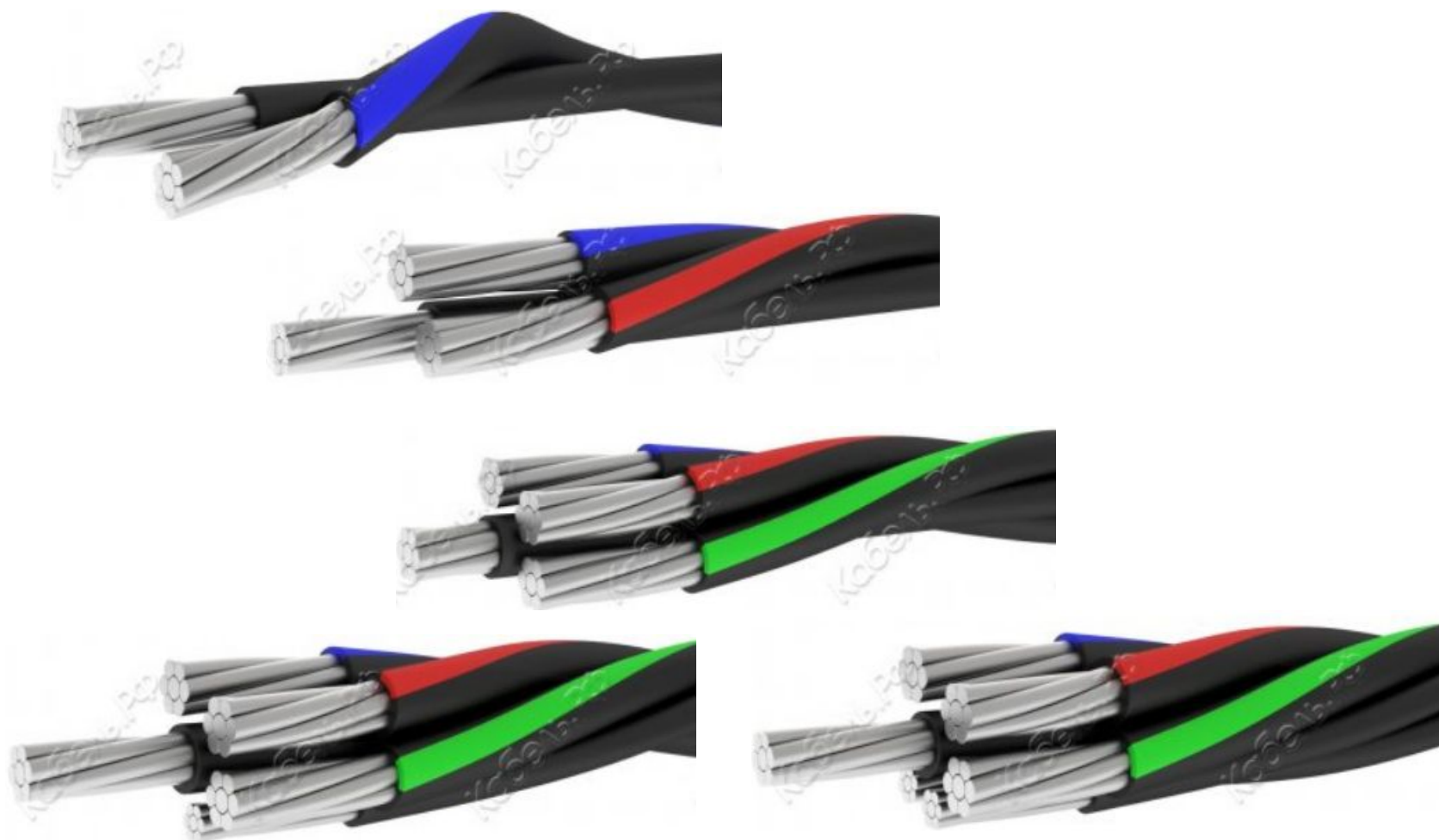


от СИП-1 3x16 + 1x25 - 1
до СИП-1 3x240 + 1x95 - 1



+ 1 (или 2) жилы
сечением 16 мм² или 25 мм²,
например, СИП-1 3x35+1x50+1x16 - 0,66/1

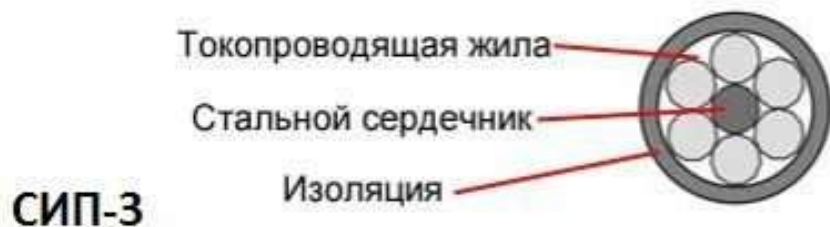
2.2 Марка СИП-2 с изолированной нулевой несущей жилой на напряжение 0,6/1 кВ



2.3 Марка СИП-3 с защитной изоляцией на напряжение 20 кВ (6, 10, 15, 20 кВ) и 35 кВ



от СИП-3 1x16 - 20
до СИП-3 1x240 - 35

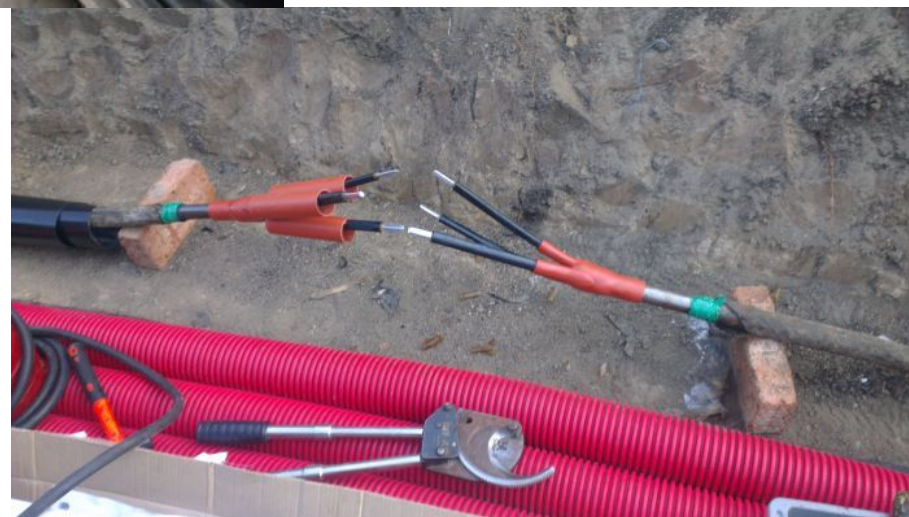


ПУЭ7 рекомендует на ВЛ, как правило, применять СИП.

2.4 Марка СИП-4 (и СИП-5) без нулевой несущей жилы на напряжение 0,6/1 кВ



3. Силовые кабели на напряжение 0,66 — 500 кВ



ГОСТ 31996-2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ

3. 1 Силовые кабели на напряжение 0,66 — 35 кВ.

- маркировка:

например, **АВВГнг(А)-LS 3x70ос+1x35ос(N)-1:**

- 1-ая буква — материал жилы

(А — алюминий; без буквы — медь);

- 2-ая буква — материал изоляции

(В — поливинилхлорид;

П — полимеры, не содержащие галогенов;

Пв — сшитый полиэтилен);

- 3-я буква — материал оболочки или защитного шланга

(В — оболочка из ПВХ;

Шв — шланг из ПВХ;

Шп — шланг из полиэтилена;

П — безгалогенная оболочка).



например, **ПвБШп-Т 5х240мс (N, PE) - 1:**

- 3-я буква «Б» — наличие брони
(Б — из стальных оцинкованных лент;
Ба — из лент алюминия или алюминиевого сплава;
К — из круглых стальных оцинкованных проволок;
Ка — по аналогии с Ба ... ;
Г — небронированный);
- буква «Э» при наличии экрана;
- буква «Т» - тропическое исполнение.



Прокладка кабеля под водой



например, **ППГнг(А)-HF 4х6ок (РЕ) - 0,66:**

- показатели пожарной опасности

(нг — не распространяющие горение при групповой прокладке;

нг(А) - ... по категории испытаний А;

нг-LS — то же + с пониженным дымо- и газовыделением
(Less Smoke);

нг-HF — не выделяющие галогенов при горении (Halogen Free);

нг-FRLS — огнестойкие (Flame Retardant) ...;

нг-FRHF — аналогично

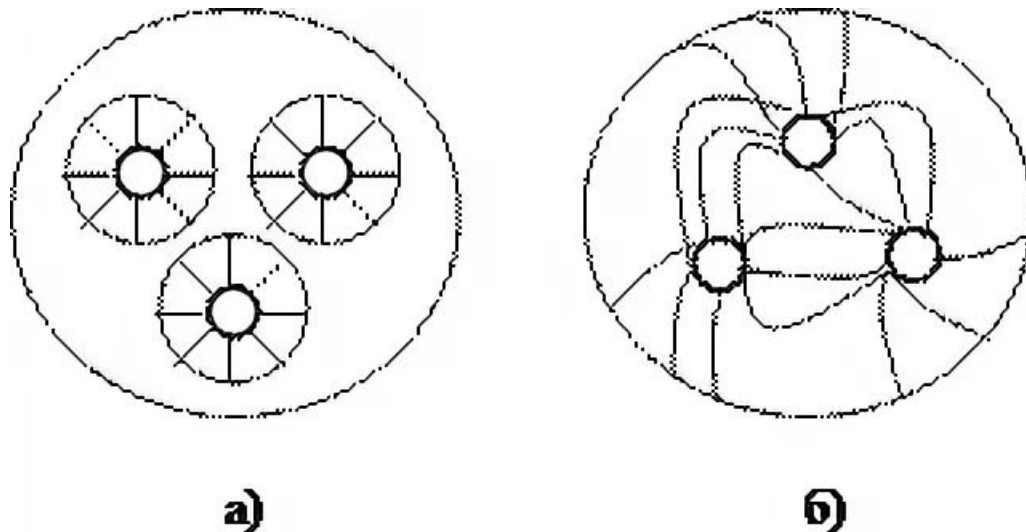


ГОСТ Р 55025-2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно

например, **ПвПу-Т 1х70мк/16 - 35:**

Пу — усиленная оболочка из полиэтилена;

/16 — с медным экраном сечением 16 мм².



Электрическое поле в кабеле:

а) — с экранированными жилами;

б) — с поясной изоляцией.

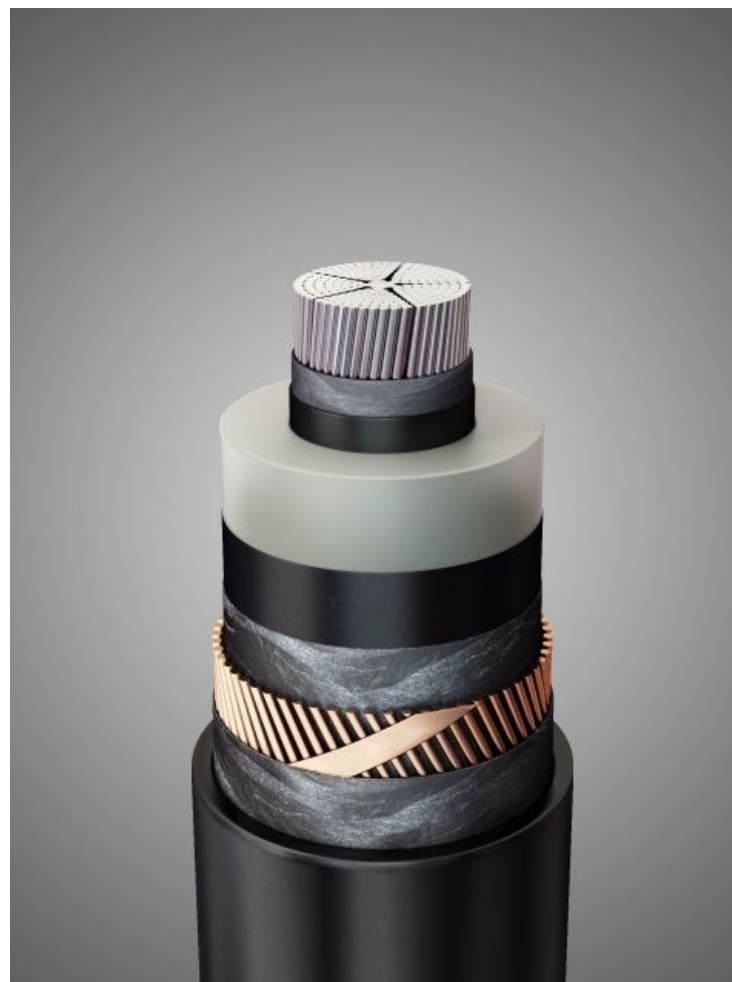
ГОСТ 18410-73 Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией на напряжение 1 — 35 кВ.



- Камкабель;
- Саранскабель;
- Рыбинскабель;
- Казэнергокабель.



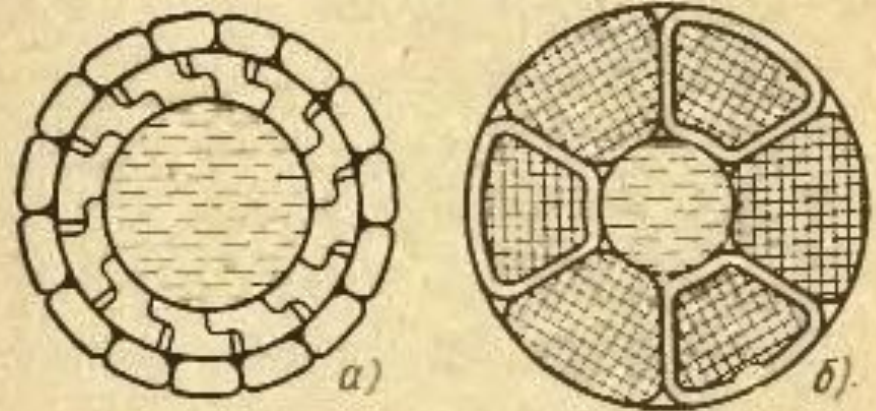
3.2. Силовые кабели на напряжение 110 — 330 кВ



Высоковольтные силовые кабели завода «ТАТКАБЕЛЬ»

Газо- и маслонаполненные низкого давления

Рис. 1.9. Конструкция жил одно-
жильных маслонаполненных кабе-
лей



а) $F \leq 500 \text{ мм}^2$; б) $F \geq 625 \text{ мм}^2$

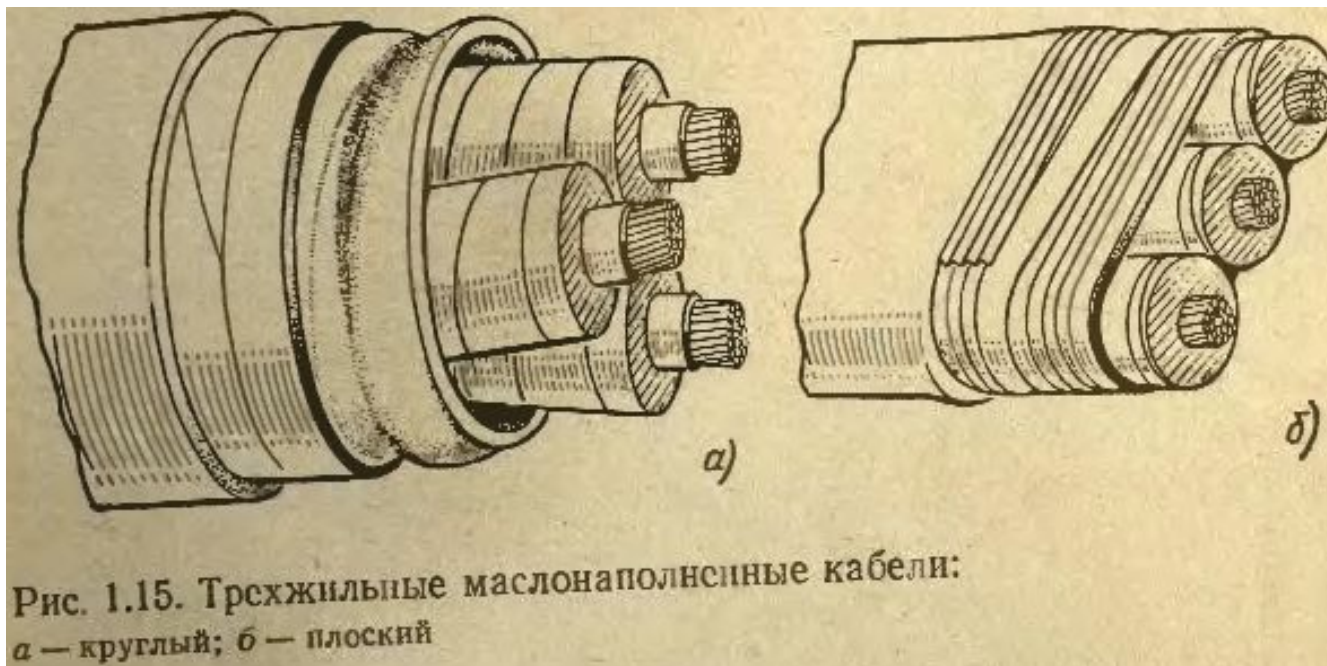


Рис. 1.15. Трехжильные маслонаполненные кабели:
а — круглый; б — плоский

Давление
0,02 – 0,5
МПа
(масло)
0,7 – 3 МПа
(газ)
Температур
а
от -20 до
+85

Газо- и маслонаполненные высокого

Давление 1,5 МПа

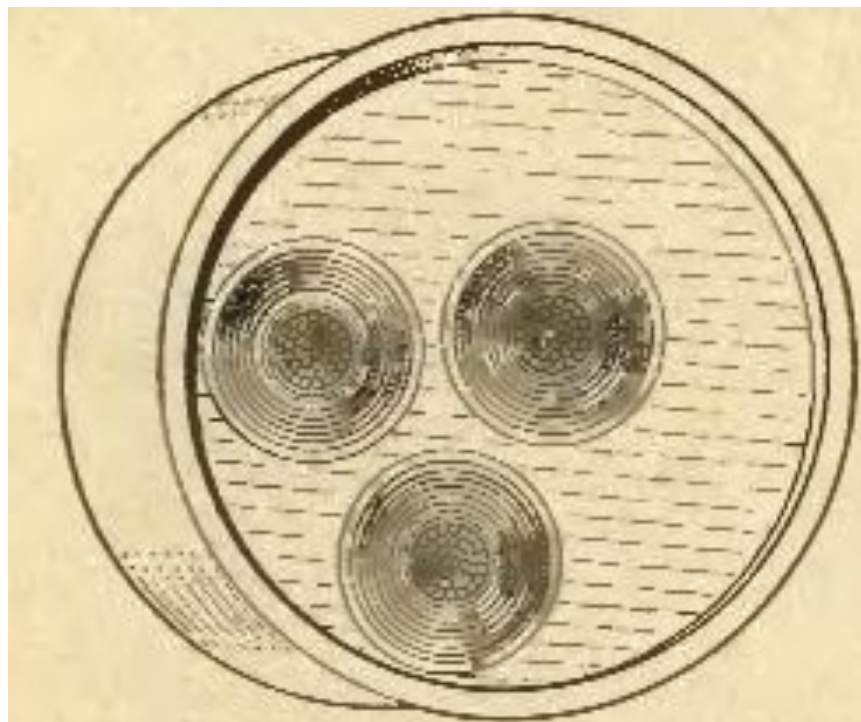


Рис. 1.16. Кабель в стальном трубопроводе с маслом под давлением

Температура от -20 до +75

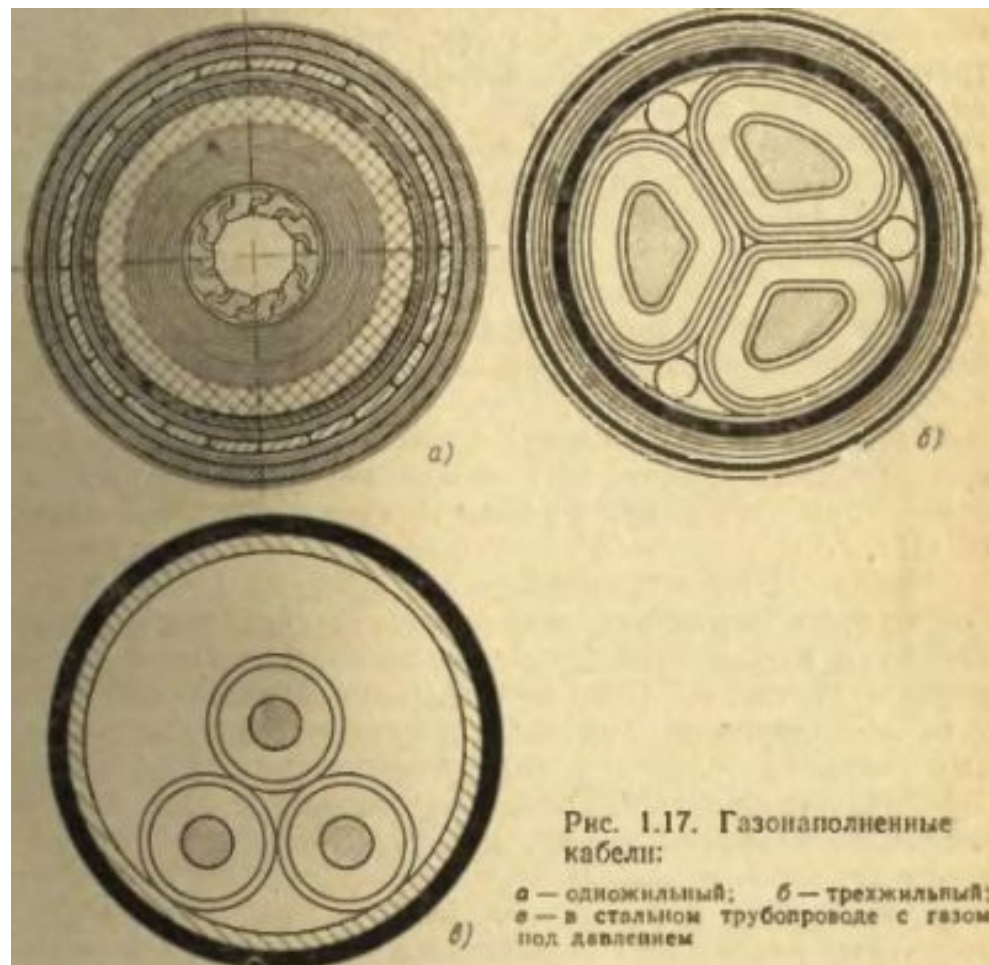
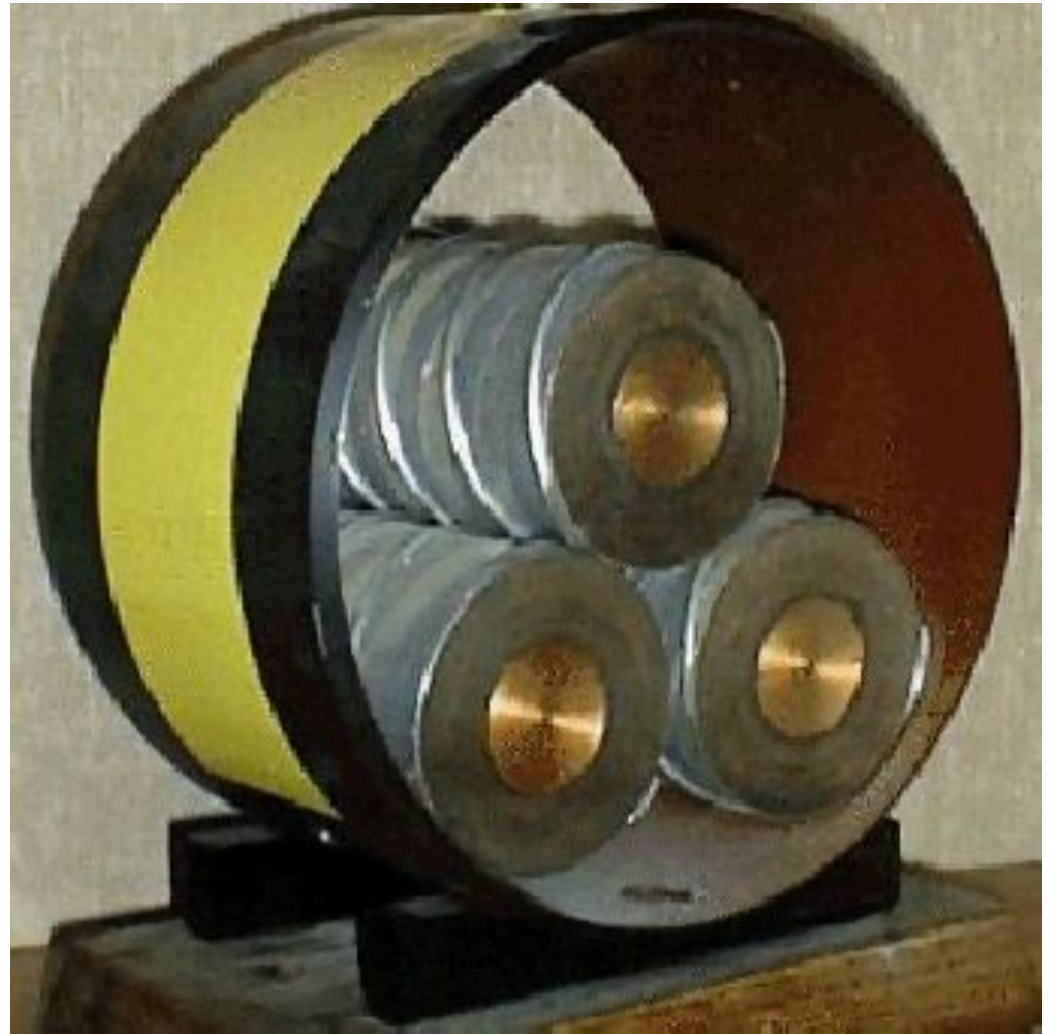


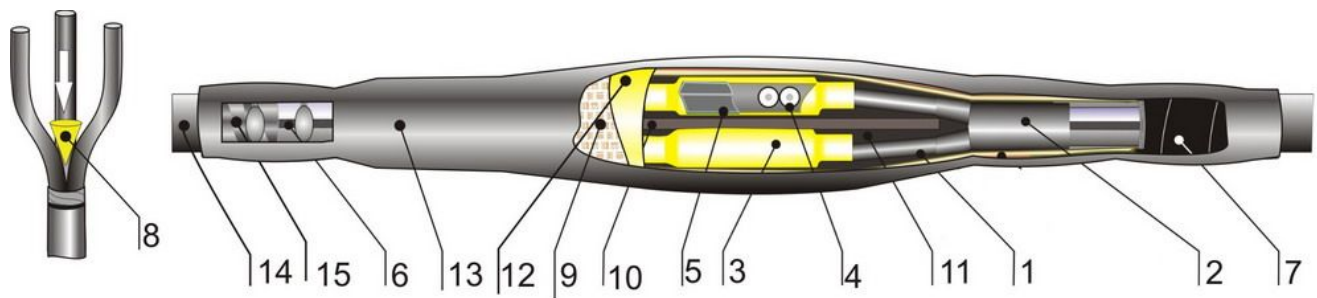
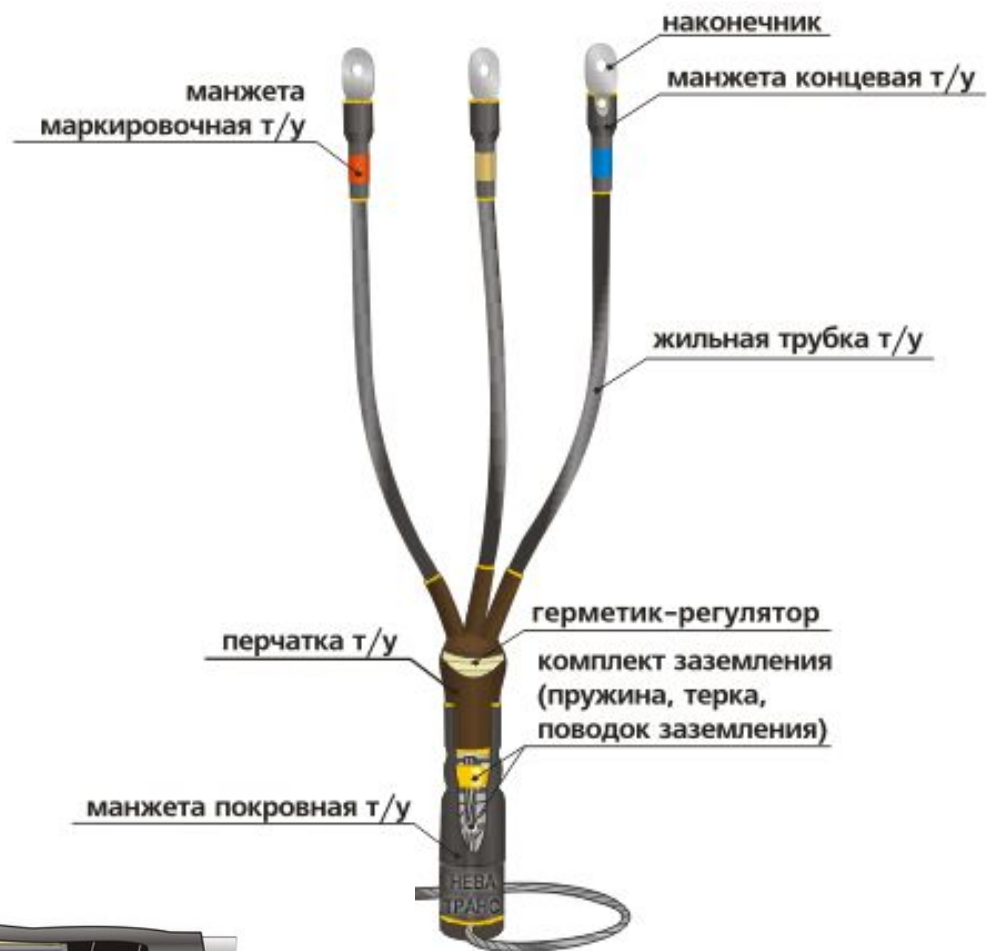
Рис. 1.17. Газонаполненные кабели:

а — одножильный; б — трехжильный;
в — в стальном трубопроводе с газом под давлением



4. Соединительная кабельная арматура.





1. Трубка изолирующая
2. Перчатка изолирующая
3. Манжета толстостенная изолирующая
4. Соединитель болтовой, под опрессовку или пайку
5. Пластина выравнивания электрического поля
6. Провод заземления
7. Лента герметик
8. Конус наполнитель

9. Экран (сетка медная)
10. Распорка
11. Межфазный наполнитель
12. Труба внутренняя
13. Труба наружная
14. Кабель
15. Бронеленты

5. Установочные провода для распределительных сетей низкого напряжения до 660 В

Марка провода	Конструктивные особенности
АПВ	Провод с алюминиевой жилой с поливинилхлоридной изоляцией
ПВ1	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией
ПВ2	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, гибкий
ПВ3	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией повышенной гибкости
ПВ4	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, особо гибкий



Провод установочный ПВ-3 (ПуГВ) 1,5 синий ГОСТ 31947 (ПВ-3 1,5 синий)

9,10 Р (Компания ВДЛ)

Провод установочный ПВ-3 (ПуГВ) 1,5 синий ГОСТ 31947 ПВ-3 1,5 синий Электрокабель НН Медный монтажный установочный провод ПВ-3 ...

Марка провода	Конструктивные особенности
АППВ	Провод с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией, плоский с разделительным основанием
ППВ	Провод с медными жилами с поливинилхлоридной изоляцией, плоский с разделительным основанием
АПБПП	Провод плоский с двумя алюминиевыми жилами с пластмассовой изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика
ПБПП	Провод плоский с двумя медными жилами с пластмассовой изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика
ПБППз	То же с заземляющей жилой
ПУНП *	Провод плоский с медными жилами с пластмассовой изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика
ПРКА	Провод с медной жилой с изоляционно-защитной оболочкой из кремнийорганической резины

Правила устройства: ПУЭ7 глава 2.1

6. Автотракторные провода



ПВА

1 – токопроводящая жила медная круглая многопроволочная;

2 – изоляция из ПВХ пластиката

от -40 °С до +105 °С

Изоляция проводов имеет сплошную или комбинированную **расцветку**, которая оговаривается в заказе

ПГВА(Э) – повышенной гибкости

от -40 (-60 ХЛ) до +70 °С

ПВАМ(Т)



ПВАМЭ



ПВАМЭ



3

2

1

ПВАМТ – до +125 °С (ПВХ ИТ-125)

КВВА КВУА (без системы ABS)



Комбинированный:

1 – провод марки ПВАМ;

2 – вторая изоляция из ПВХ для КВВА
или полиуретана для КВУА (до +130 °С)

Стойкие к воздействию бензина, дт, масла,
охлаждающей и тормозной жидкости, паров.

ПГВАД, ПГВАДу

(гибкий (Г) с двумя (Д) параллельно
уложенными жилами)



ПГВАД до +70 °С

ПГВАДу до +105 °С

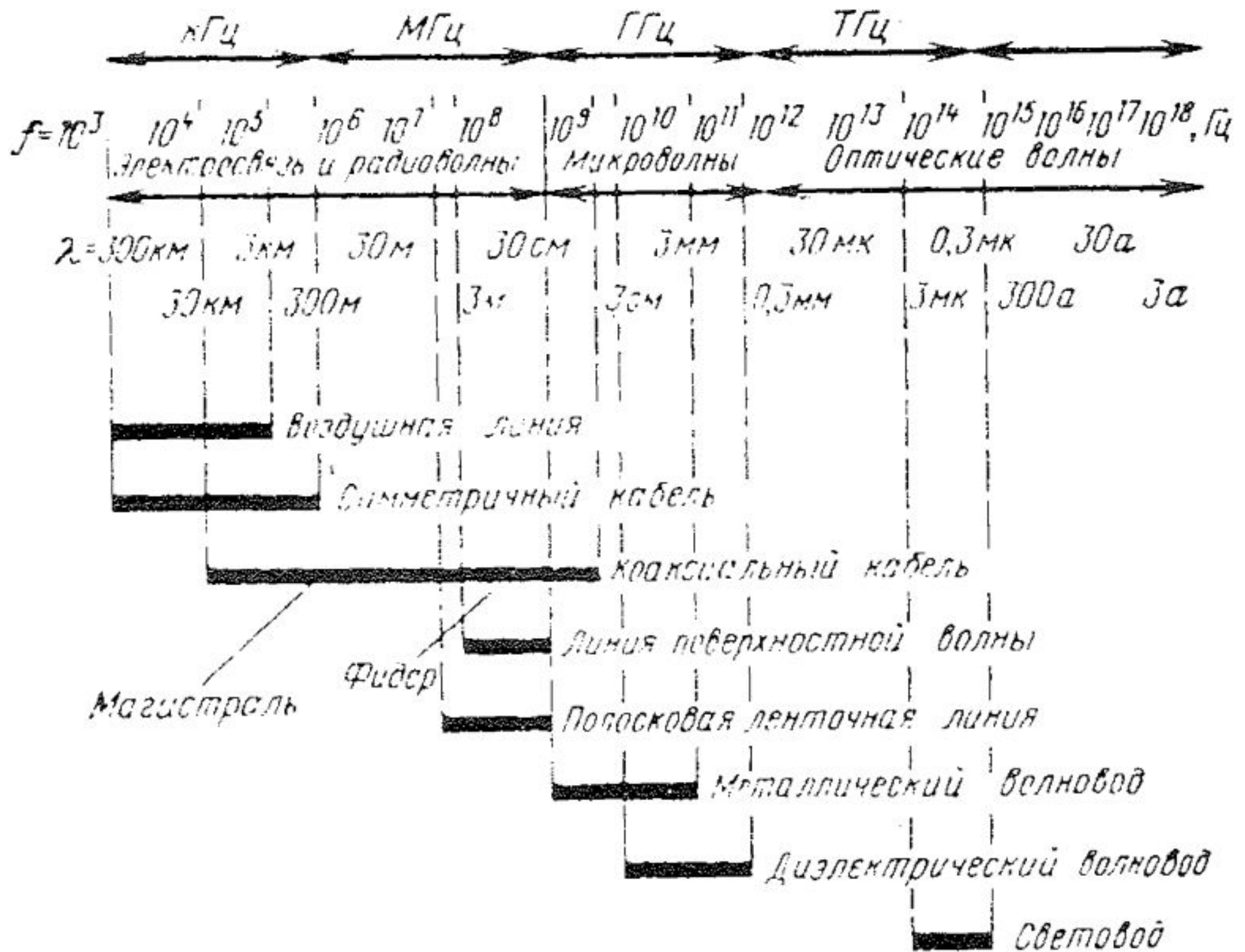


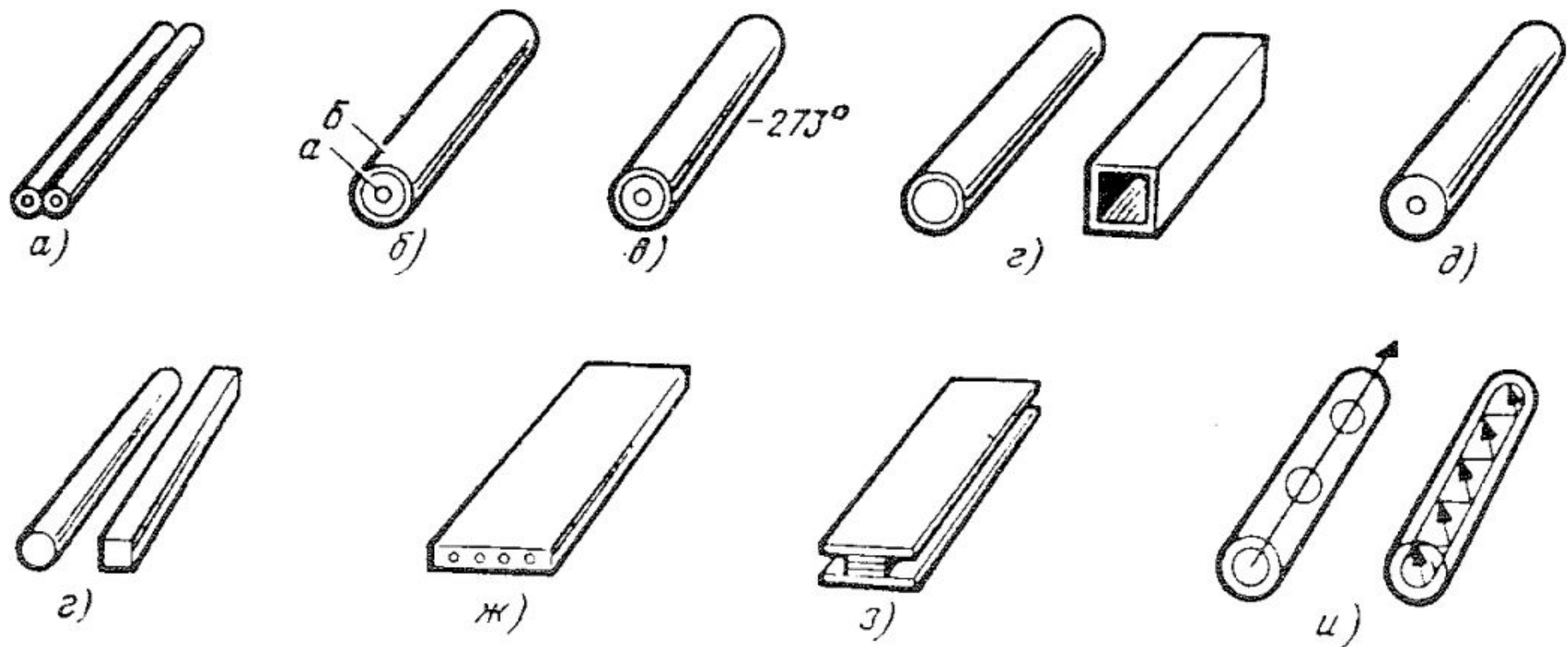
Кабельные изделия для передачи информации:

Направляющая система	Частота, Гц	Длина волны
Воздушные линии	10^5	км
Симметричный кабель	10^6	100 м
Коаксиальный кабель	10^8	м
Волновод	$10^{10} - 11$	мм
Световод (оптический кабель)	$10^{14} - 15$	мкм

$$\lambda = c / f$$

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

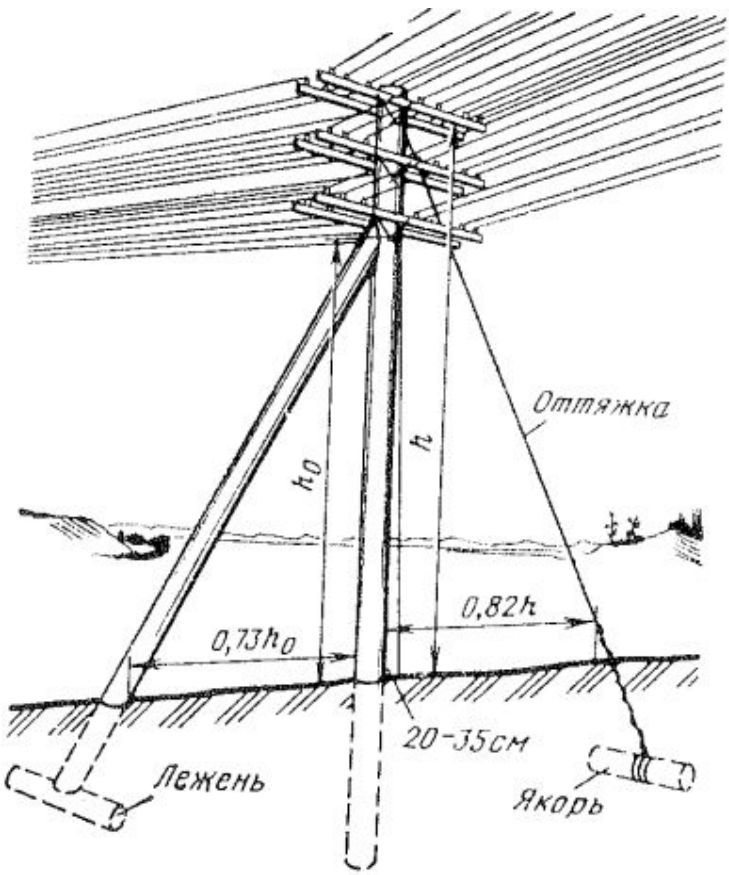




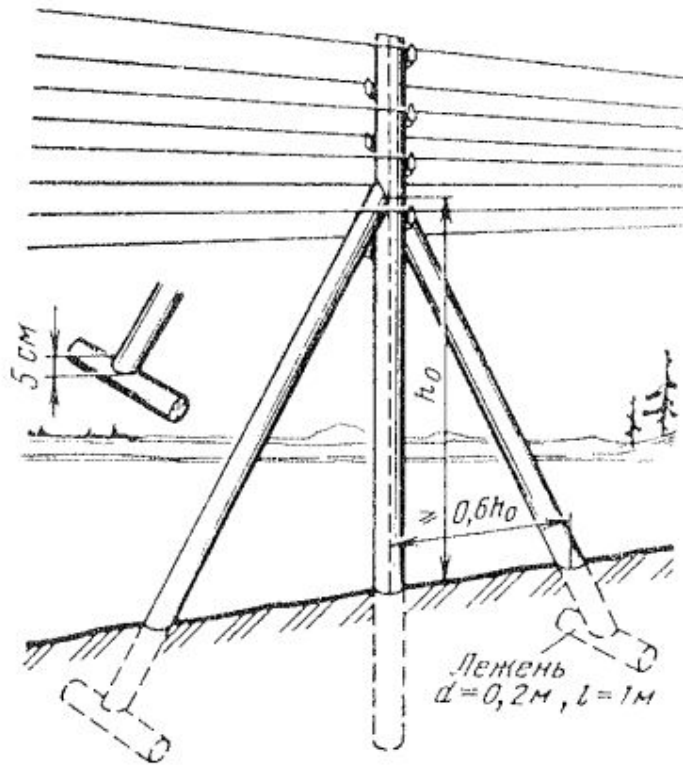
Конструкции направляющих систем:

а) симметричная цепь; б) коаксиальный кабель; в) сверхпроводящий кабель; г) волноводы; д) линия поверхностной воды; е) диэлектрические волноводы; ж) ленточный кабель; з) полосковая линия; и) световоды (линзовый, волоконный)

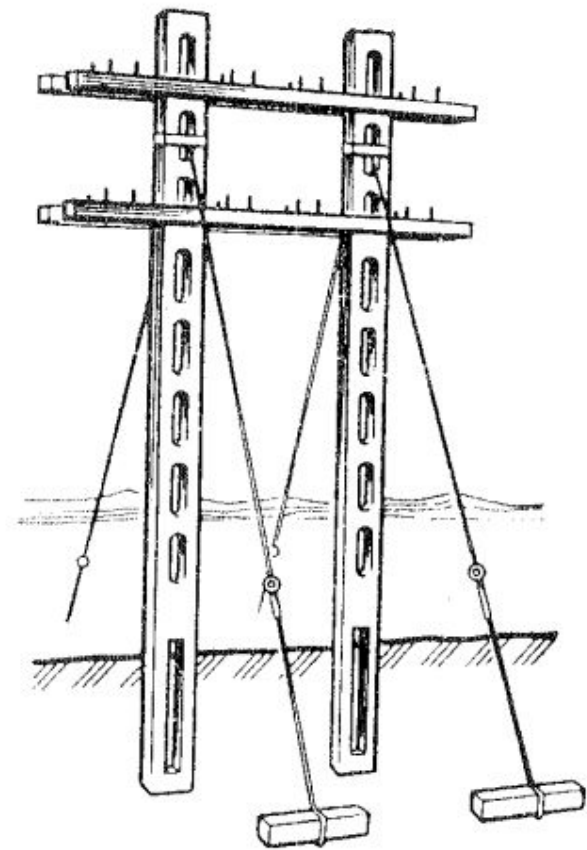
Воздушные линии связи (1 — 100 кГц)



Угловая опора

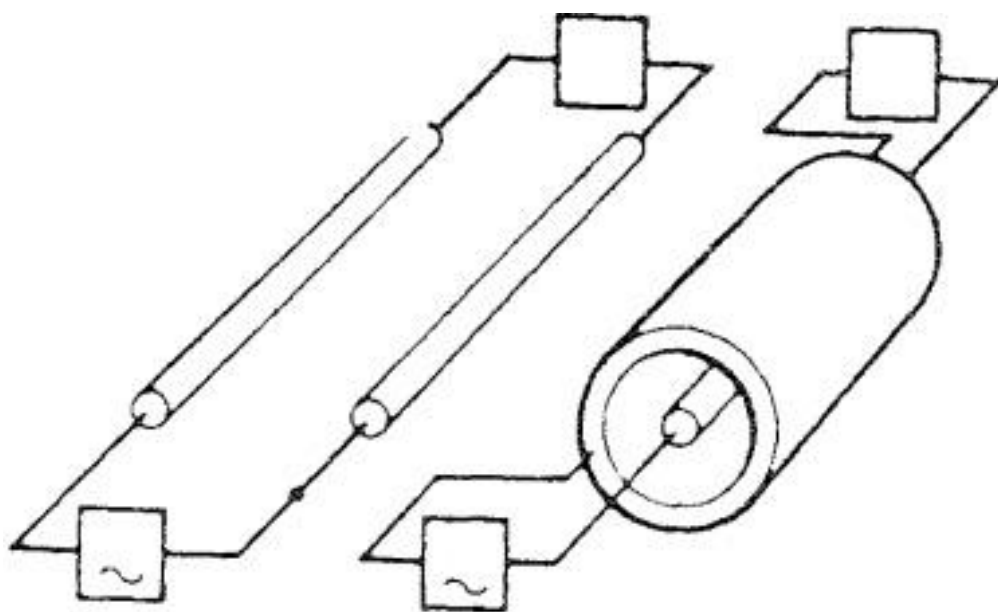


Усиленная опора



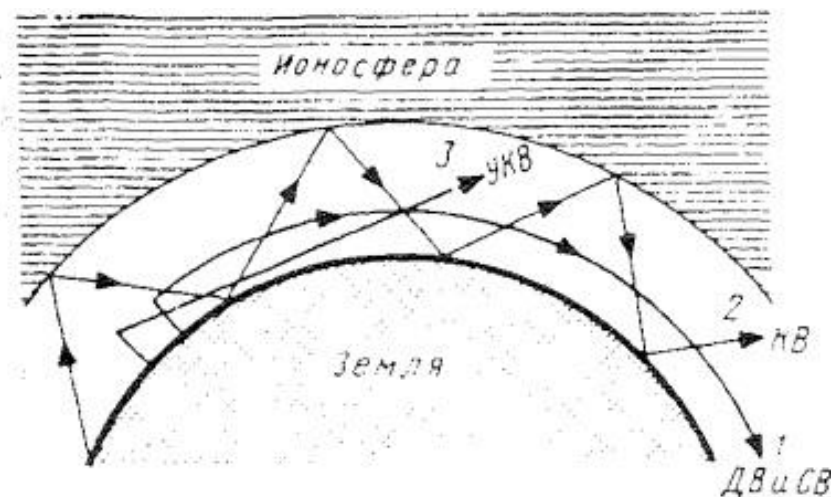
Анкерная железобетонная опора

Коаксиальные радиочастотные кабели (10^4 — 10^{10} Гц)



Кабельные цепи:

а) симметричная; б) коаксиальная



Распространение различных типов радиоволн

- Сверхдлинные волны (СДВ) — 100 ... 10 км (3 ... 30 кГц)
- Длинные волны (ДВ) — 10 ... 1 км (30 ... 300 кГц)
- Средние волны (СВ) — 1,0 ... 0,1 км (0,3 ... 3 МГц)
- Короткие волны (КВ) 100 ... 10 м (3 ... 30 МГц)
- Ультракороткие волны (УКВ) — 10 ... 1 м (30 ... 300 МГц)
- Дециметровые волны (ДЦМ) — 1 ... 0,1 м (300 ... 3000 МГц)

Радиочастотные кабели

- телевидение;
- системы видеонаблюдения;
- соединения радиотехнических устройств



Важные параметры:
)затухание / дальность
передачи сигнала;
)защищённость сигнала

ГОСТ 11326.0-78

Марки радиочастотных кабелей

✓ РК ... нг(А)НФ

1 Внутренний проводник

2 Изоляция

3 Внешний проводник

4 Термический барьер

5 Оболочка



Например:

РК 50-2-19нг(А)-НФ (для
АЭС)

Марки радиочастотных кабелей

✓ РК повышенной
теплостойкости

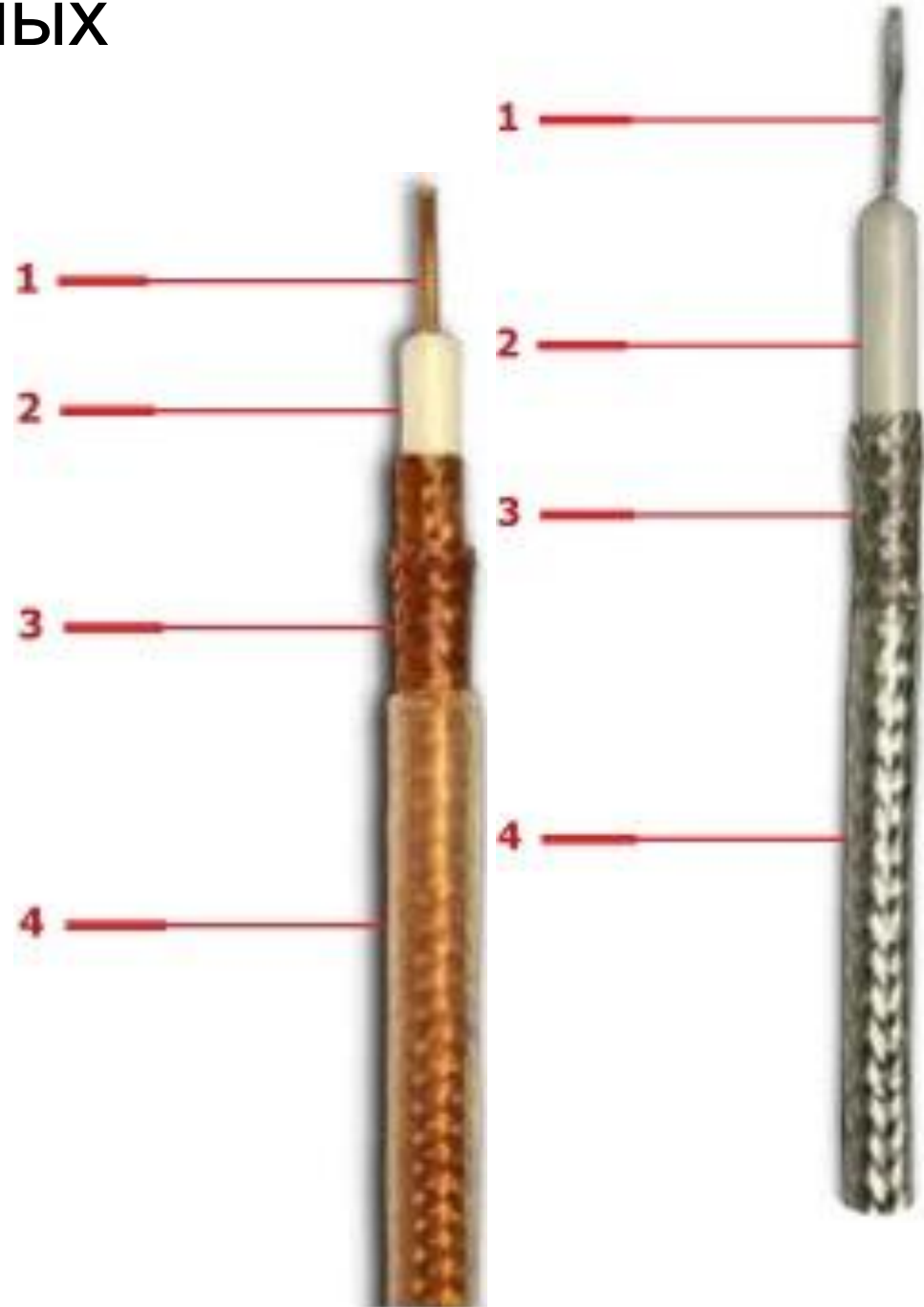
Например:

РК 50-4-22М;

РК 75-4-21М

Изоляция:

Фторопласт-4



Марки радиочастотных кабелей

✓ КВОС (комбинированный для систем видеонаблюдения)

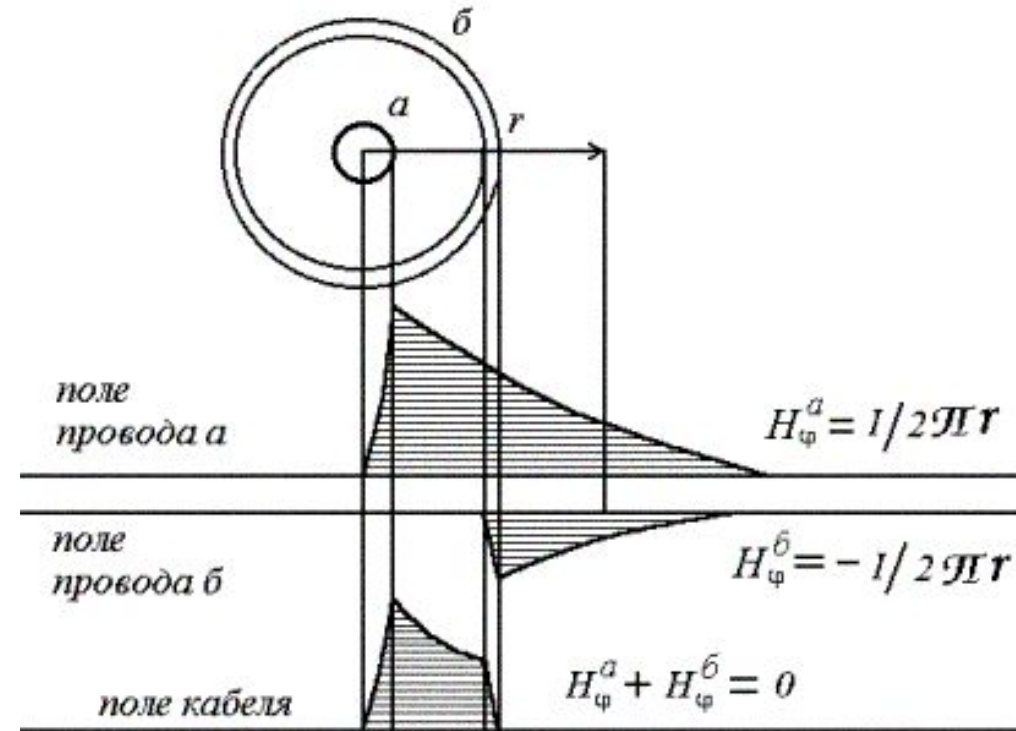
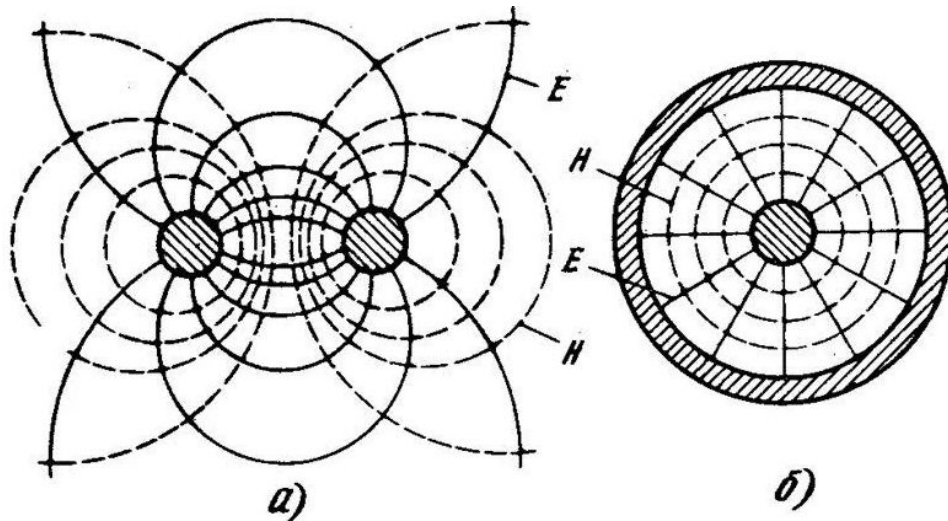
1 Радиочастотный кабель

2,3 Провод питания марки НВ

4 Оболочка



Электромагнитное поле коаксиальных и симметричных цепей



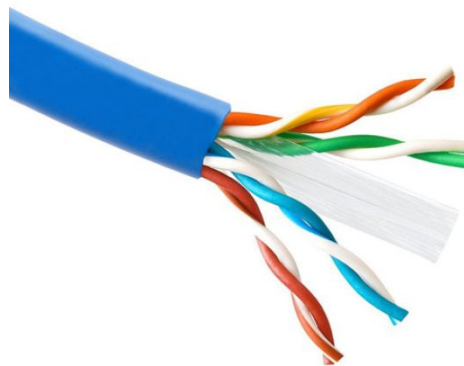
Магнитное поле коаксиальной цепи

D/d	$z_B = \sqrt{L/C}$	Свойства конструкции
3,6	$76,6 \sqrt{\epsilon_r}$	Минимум затухания
2,718	$59,9 \sqrt{\epsilon_r}$	Максимум электрической прочности на пробой
1,65	$30 \sqrt{\epsilon_r}$	Максимум передаваемой мощности

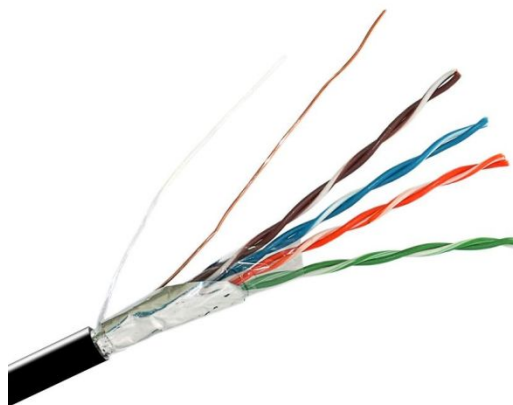
Симметричные провода и кабели (twisted pair)

Типы симметричных витых пар:

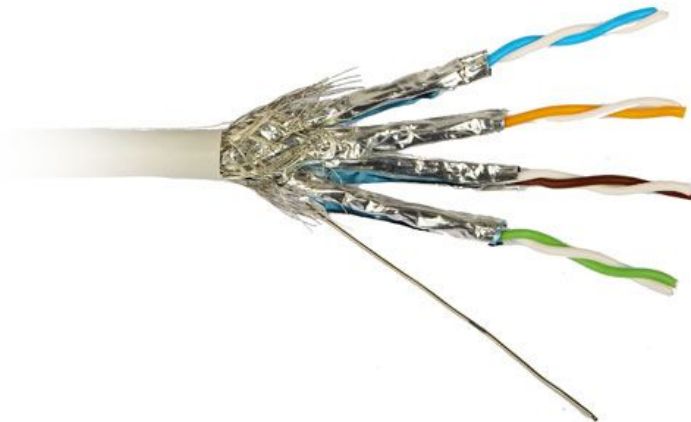
- неэкранированная витая пара (UTP — Unshielded twisted pair)



- фольгированная витая пара (FTP, F/UTP — Foiled twisted pair)



- экранированная витая пара (STP, S/UTP — Shielded twisted pair)

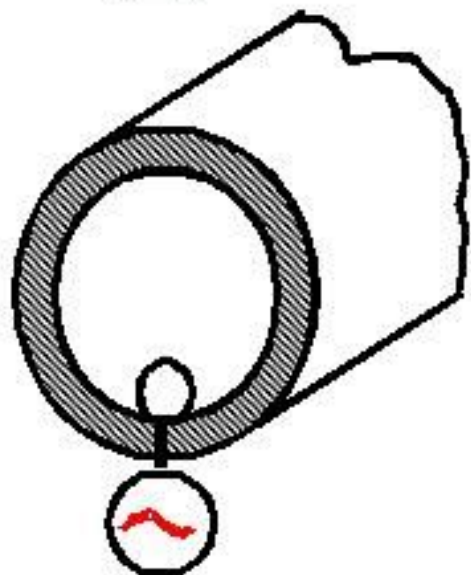
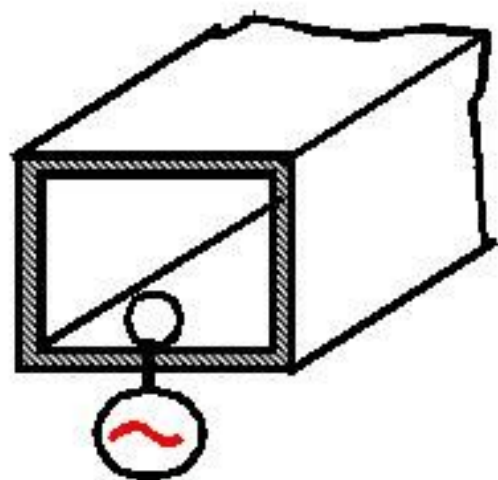


- защищенная экранированная витая пара (SF/UTP — Screened Foiled Unshielded twisted pair)



ГОСТ Р 54429-2011

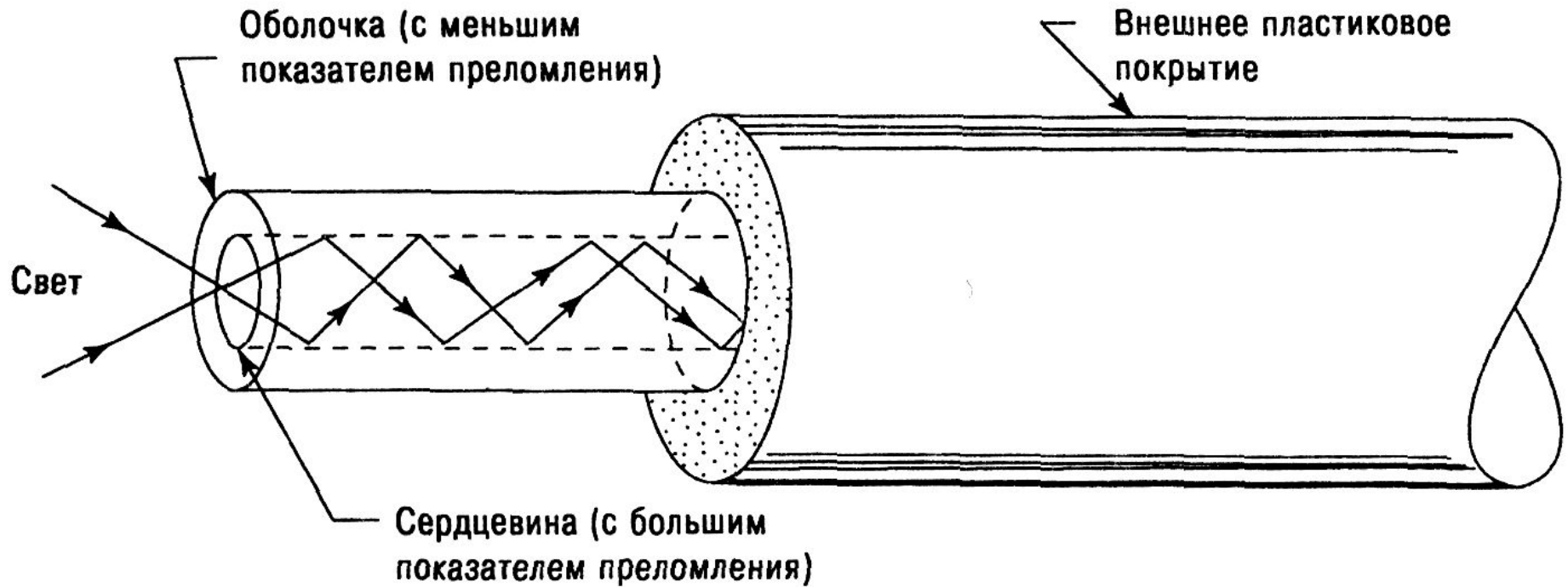
Волноводы



- При частотах больше 10^9 Гц электромагнитную энергию передают по волноводам.
- Волновод представляет собой полую трубу прямоугольного или круглого сечения.
- Энергия внутрь волновода доставляется с помощью небольшого стержня или петли, помещенной в волноводе. Петля с помощью коаксиального кабеля соединяется с генератором высокой частоты.
- С другого конца волновода отводят энергию с помощью такого же устройства.

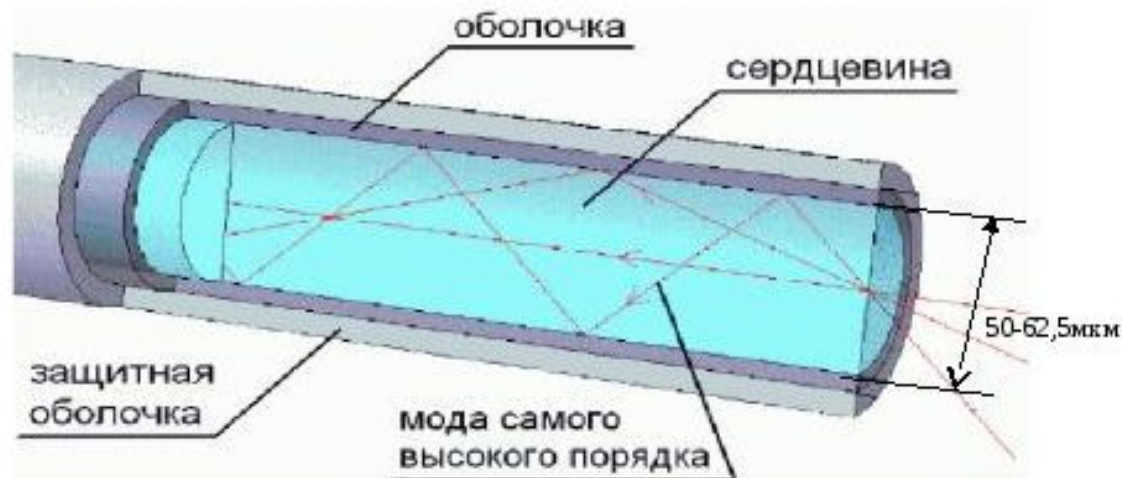


Оптические кабели

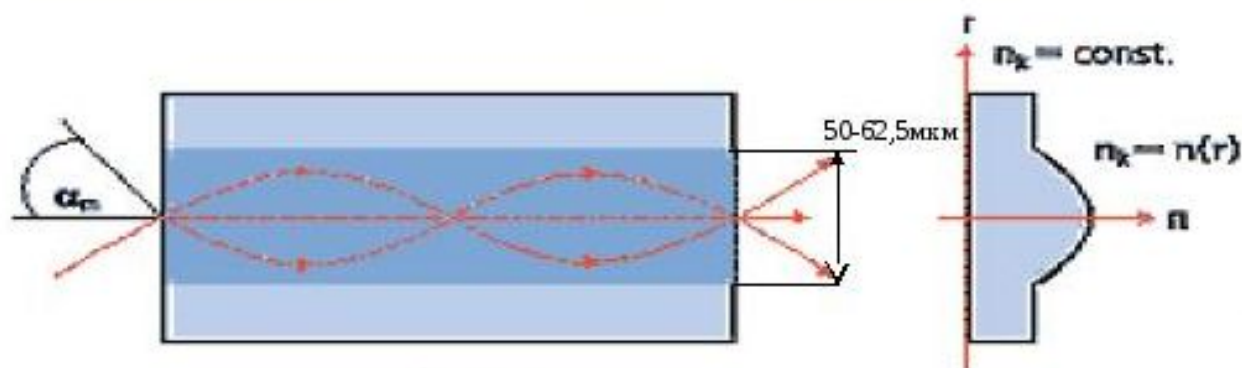


Оптическое волокно

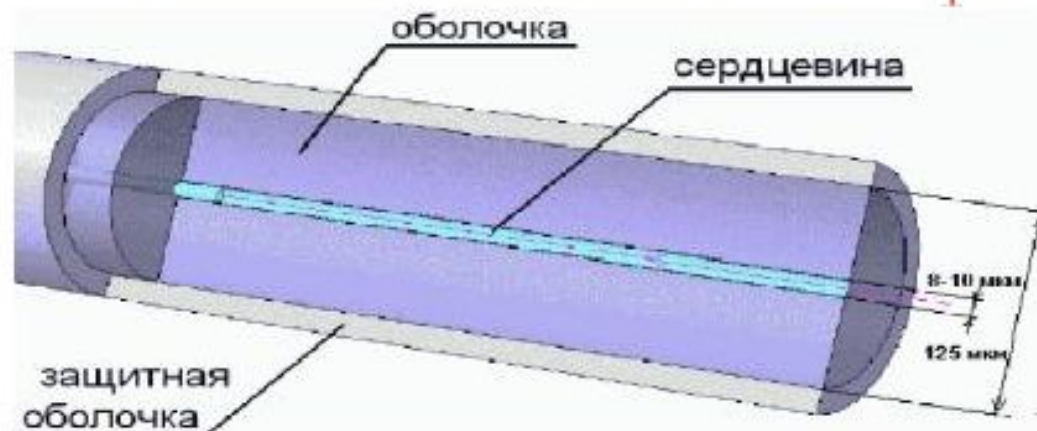
ТИПЫ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН



Многомодовое ступенчатое оптическое волокно



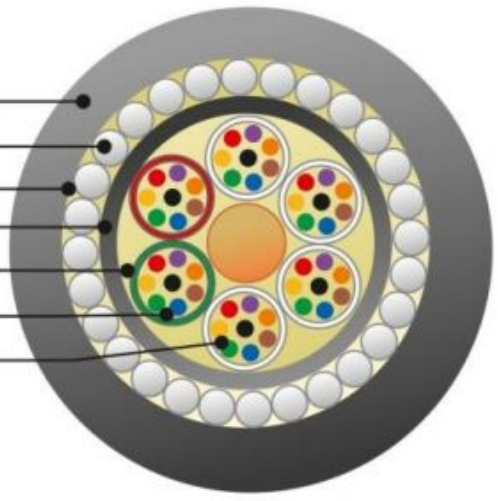
Многомодовое оптическое волокно с градиентным показателем преломления



Одномодовое оптическое волокно



- Наружная оболочка ①
- Броня из стальных оцинкованных проволок ②
- Гидроизоляция бронирующего слоя ③
- Промежуточная оболочка ④
- Гидроизоляция сердечника ⑤
- Оптический модуль, заполненный гидрофобным гелем ⑥
- Оптическое волокно ⑦
- Центральный силовой элемент ⑧



АлтайОптикаКабель™
Производство волоконно-оптического кабеля