

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. РАЗЗАКОВА**

**Кафедра «Электроснабжение»**

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ, ВЫБОР СЕЧЕНИЙ  
КАБЕЛЕЙ, ПРОВОДОВ И ШИН**

**Методические указания для выполнения лабораторной работы  
№2 по «Электроснабжению»**

**БИШКЕК – 2011**

«Рассмотрено»  
на заседании кафедры  
«Электроснабжение»  
Протокол № 3 от 21.10.2010 г.

«Одобрено»  
методической комиссией  
энергетического факультета  
Протокол № 7 от 15.03.2011 г.

Составители: КУРЖУМБАЕВА Р.Б., АБДИЕВА З.Э., ДЖУМАЕВА А.И.

Изучение конструкций, выбор сечений кабелей, проводов и шин. Методические указания / КГТУ им. И. Раззакова; сост.: Р.Б.Куржумбаева, З.Э.Абдиева, А.И.Джумаева. – Б.: ИЦ «Текник», 2011. – 24 с.

Содержат методические указания для выполнения лабораторной работы №2 по «Электроснабжению».

Предназначены для студентов направления 551701 «Электроэнергетика»

Рецензент профессор Суеркулов М.А.

---

Изучение конструкций, выбор сечений кабелей, проводов и шин  
Методические указания  
Составители: *Куржумбаева Р.Б., Абдиева З.Э., Джумаева А.И.*

Тех. редактор *Субанбердиева Н.Е.*

---

Подписано к печати 16.05.2011 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офс. Печать офс. Объем 1,75 п.л. Тираж 50 экз. Заказ 167. Цена 17,1 с.  
Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ «Текник» КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43  
e-mail: beknur@mail.ru

## Изучение конструкций, выбор сечений кабелей, проводов и шин

### Цели работы:

1. Ознакомление студентов с конструктивными элементами проводов, кабелей и шинопроводов.
2. Выбор типа, марки проводов, кабелей и шинопроводов в зависимости от условий окружающей среды
3. Расчет сечения кабелей и проводов в зависимости от условий прокладки, передаваемой мощности и типа коммутационно-защитной аппаратуры
4. Определение типа кабелей и проводов по сокращенным условиям и обозначениям.

### Материальное оснащение

На лабораторном стенде представлены кабели и провода различного сечения, а также отдельные их конструктивные элементы. При выполнении лабораторной работы с помощью сигнальных ламп можно узнать отдельные элементы кабелей и проводов.

#### 1. Общие сведения

Определяющим фактором при выборе схемы цеховой сети является расположение технологического оборудования на плане цеха, степень его ответственности, номинальное напряжение и мощности электроприемников, расстояние от центра питания до электроприемника, характер нагрузки (спокойная, резкопеременная) и ее распределение по площади цеха. По структуре схемы внутрицеховых электрических сетей могут быть радиальными, магистральными и смешанными. По конструктивным признакам классификация сетей приведена на рис.1.1. Выбор конструкции сетей, способа канализации электрической энергии и типа проводников осуществляется с ориентацией на условия окружающей среды помещений цехов. В цеховых сетях напряжением до 1000 В наиболее широкое распространение получили электропроводки, кабельные линии комплектные шинопроводы. Воздушные линии имеют крайне ограниченное применение.

#### 1.1. Кабельные линии и электропроводки

Кабельную продукцию в зависимости от конструкции делят на кабели, провода и шнуры.

**Кабель** – одна (или более) изолированная жила (проводник), заключенная, как правило, в металлическую или неметаллическую оболочку поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации имеется соответствующий защитный покров, в который может входить броня.

**Провод** – одна или несколько неизолированных или изолированных жил поверх, которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься неметаллическая оболочка, обмотка.

**Шнур** – две или более изолированных гибких или особо гибких жил сечением до  $1,7 \text{ мм}^2$ , скрученных или уложенных параллельно, покрытие которых в зависимости от условий эксплуатации могут быть неметаллическая оболочка и защитный покров.

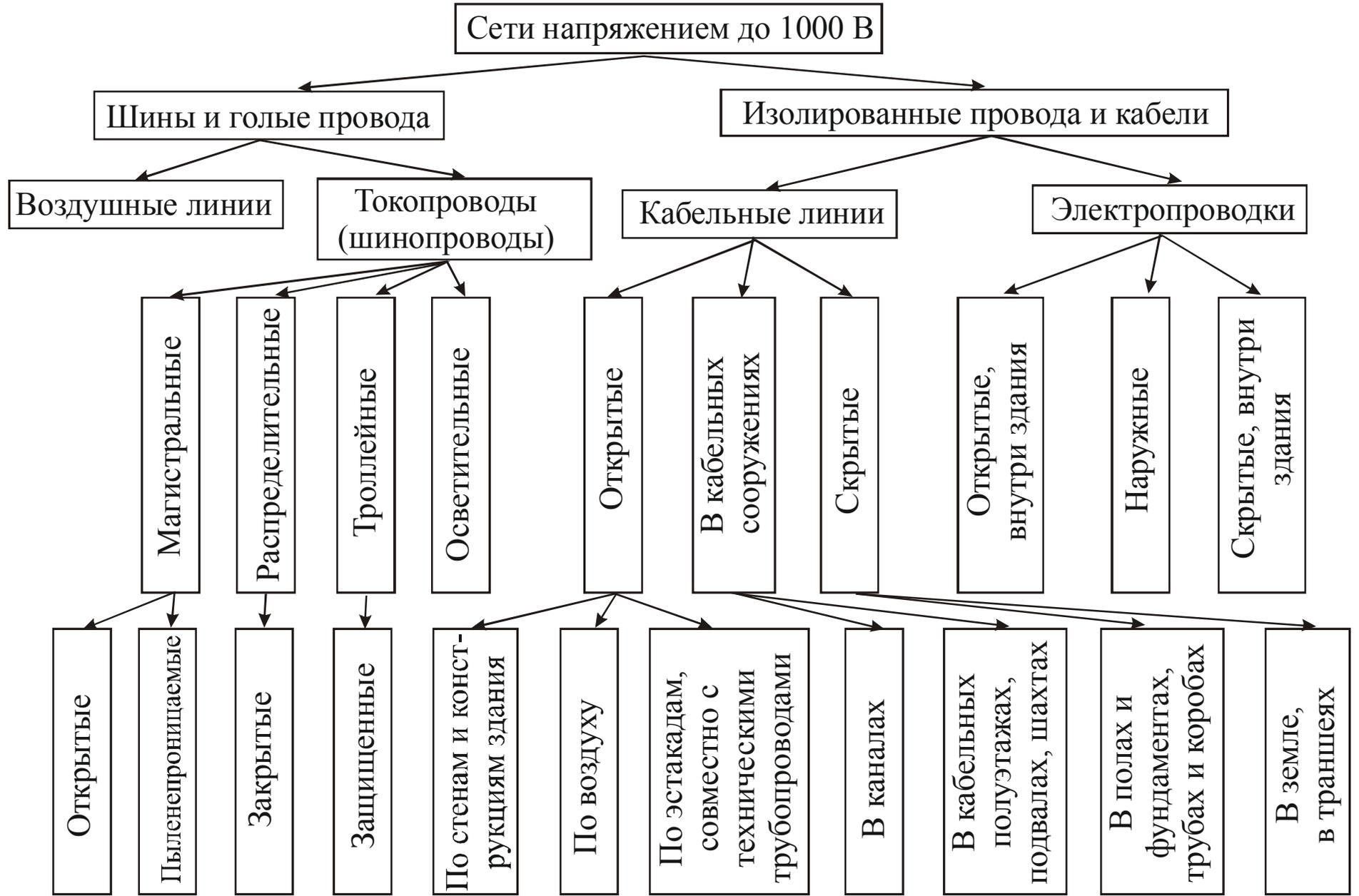
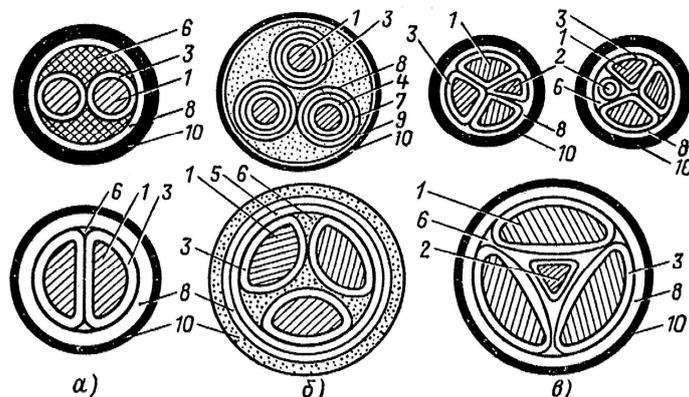


Рис.1.1. Классификация сетей по конструктивным признакам

Основными элементами всех типов кабелей, проводов и шнуров является токопроводящие жилы, изоляция, экраны, оболочка и наружные покрытия (рис. 1.2). В зависимости от назначения и условий эксплуатации кабелей и проводов экран и наружные покрытия могут отсутствовать.



**Рис. 1.2. Сечения силовых кабелей:**

*а – двухжильные кабели с круглыми и сегментными жилами; б – трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками; в – четырехжильные кабели с нулевой жилой круглой, секторной и треугольной формы; 1 – токопроводящая жила; 2 – нулевая жила; 3 – изоляция жилы; 4 – экран на токопроводящей жиле; 5 – поясная изоляция; 6 – наполнитель; 7 – экран на изоляции жилы; 8 – оболочка; 9 – бронепокров; 10 – наружный защитный покров*

В качестве токопроводящей жилы используются алюминий и медь. Токопроводящие жилы силовых кабелей с бумажной пропитанной и пластмассовой изоляцией на переменное напряжение до 35 кВ и постоянное до 75 кВ могут быть одно, многопроволочными, круглыми, сегментными или секторными.

Трехжильные кабели имеют только основные жилы (для передачи электрической энергии), а четырехжильные – три основные и одну нулевую. Для каждой марки кабелей установлена определенная шкала сечений [4]. Нулевая жила, как правило, имеет сечение, уменьшенное по сравнению с основными жилами (табл.1.1).

Таблица 1.1

**Соотношение сечений, мм<sup>2</sup>, основных и заземляющих (нулевых) жил**

Сечение основной токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Сечение жилы защитного заземления, мм <sup>2</sup> , для кабелей		
	с пластмассовой изоляцией	с резиновой изоляцией	с бумажной пропитанной изоляцией
1	—	1	—
1,5	1	1	—
2,5	1,5	1,5	—
4	2,5	2,5	—
6	4	4	—
10	6	6	6
16	10	10	10
25, 35	16	16	16
50, 70	—	25	25
95, 120	—	35	35
150, 185	—	50	50
240, 300	—	70	—

Применение секторных и сегментных жил вместо круглых приводит к уменьшению диаметра кабеля на 20-25% и соответственно к сокращению расхода материалов на изоляцию, оболочку и защитные покровы.

Уплотнение жил также дает экономию материалов.

Секторные и сегментные жилы изготавливаются трех основных конструкций: а) секторная – сечением 25-70 мм<sup>2</sup>, параллельный пучок из 3 проволок и один повив из 12 проволок одинакового диаметра (см. стенд); б) сегментная – параллельный пучок из 7 проволок и повив из 13 проволок одинакового диаметра; в) секторная и сегментная сечением 70-120 мм<sup>2</sup> – скрученная заготовка из 7 проволок, 2 продольные проволоки и повив из 15 проволок одинакового диаметра, сечением 15-240 – скрученная заготовка из 7 проволок, 2 продольные проволоки и 2 повива из 15-21 проволок одинакового диаметра.

Медная проволока, применяемая для изготовления жил, соответствует марке ММ, а алюминиевая круглая проволока сечением до 70 мм<sup>2</sup> – марке АТ. Однопроволочные алюминиевые жилы сечение 70 и более изготавливаются из алюминия марок АЕ, А6, А7 или А8.

Изоляция бывает бумажная, полиэтиленовая, из политетрафторэтилена, поливинилхлоридного пластика, резиновая и из кремний – органической резины.

Изоляция проводов выполняется из резины и пластмассы, но возможны и другие виды изоляции в зависимости от области применения.

Для защиты изоляции жил от воздействия света, влаги, а также предохранения от механических повреждений кабеля снабжаются оболочкой. Оболочки выполняются из свинца (С), алюминия (А), поливинилхлоридного пластика (В), резины (Р), полиэтилена (П).

Кабели в металлических и неметаллических оболочках в зависимости от условий монтажа и эксплуатации изготавливают небронированными стальными лентами или стальными оцинкованными проволоками с различными наружными защитными покровами. Кабели небронированные и без наружного защитного покрова (ЗП) поверх оболочки, маркируют буквой Г. Защитный покров кабелей, состоит из подушки, брони и наружного покрова.

Перечень типов ЗП и сочетание различных ЗП с различными оболочками приведены в виде таблицы на стенде или их можно найти в [1].

В настоящее время в целях снижения пожарной безопасности кабелей применяются огнезащитные покрытия. Покрытие защищает горючие защитные покровы и оболочки кабелей от воспламенения и распространения горения при воздействии локального источника огня с температурой +800<sup>0</sup>С в нормальной среде в течение не менее 0,5 ч.

Огнезащитное покрытие рекомендуется применять для защиты силовых и контрольных кабелей, кабелей связи, имеющих ЗП и оболочки из пластмассы и металла, эксплуатируемых в закрытых сухих и влажных электропомещениях при температуре от +5 до +50<sup>0</sup>С.

Выравнивание электрического поля в высоковольтных кабелях с пропитанной бумажной изоляцией осуществляют с помощью экрана из перфорированной металлизированной бумаги. Для экранов кабелей с пропитанной бу-

мажной изоляцией на напряжение 10-35 кВ применяют электропроводящую кабельную бумагу.

Основные технические данные наиболее распространенных проводов приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

**Основные технические данные наиболее распространенных проводов**

Марка	Характеристика	Напряжение, В	Количество жил	Площадь сечения жилы, мм <sup>2</sup>
<i>Провода с алюминиевыми жилами</i>				
АПР	Установочный, с резиновой изоляцией в пропитанной оплетке	660	1	2,5–240
АПВ	С поливинилхлоридной изоляцией	660, 380	1	2,5–120
АППВ	С поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием	500	2; 3	2,5–6
АППВС	То же, но без разделительного основания	500	2; 3	2,5–6
АПРФ	С резиновой изоляцией в фальцованной оболочке из сплава АМЦ	660	1; 2; 3	2,5–4
АПРТО	С резиновой изоляцией в оплетке хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом, для прокладки в трубах	660	1 2; 3 4; 7; 10; 14 4; 7	2,5–240 2,5–120 2,5 4–10
АПН	С резиновой изоляцией, не распространяющей горения, без оплетки	500	1 2; 3	2,5–6 2,5–4
АРТ	Установочный, с резиновой изоляцией, с алюминиевыми жилами, с несущим тросом	660	2 3 4	2,5-4 4 и 6 4–35
АВТ	С поливинилхлоридной изоляцией, с несущим тросом	380; 660	2; 3 4	2,5–4 2,5–16
АВТУ	То же, с усиленным несущим тросом	380; 660	2; 3	2,5–4
АВТВ и АВТВУ	То же, что и провода АВТ и АВТУ, но для внутренней прокладки	—	—	—
АПРВ	С резиновой изоляцией в оболочке из поливинилхлоридного пластика	660	1	2,5–6
АПРИ	С резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	660	1	2,5–120
АПРН	С резиновой изоляцией в негорючей резиновой оболочке	660	1	2,5–120
АППР	Плоский с резиновой изоляцией, не распространяющей горения, с разделительным основанием	660	2; 4	2,5–10
<i>Провода с медными жилами</i>				
ПР	С резиновой изоляцией в оплетке, пропитанной противогнилостным составом	660 3000	1 1	0,75–240 1,5–185
ПРГ	То же, но с гибкой жилой	660	1	0,75–240

ПВ-1	С поливинилхлоридной изоляцией	660; 380	1	0,5–95
ПВ-2	То же, но с гибкой жилой	660; 380	1	0,5–95
ПРД	С резиновой изоляцией в непропитанной оплетке	380	2	0,75–6
ППВ	С поливинилхлоридной изоляцией, с разделительными основанием	500	2; 3	0,75–4
ППВС	То же, но без разделительного основания	500	2; 3	0,75–4
ПРЛ	С резиновой изоляцией, в оплетке, покрытой лаком, одножильный	660	1	0,75–6
ПРГЛ	То же, но с гибкой жилой	660	1	0,75–70
КРПТ	Кабель с резиновой изоляцией, переносный, в резиновой оболочке	660	1 2 и 3 2 и 3 с заземляющей жилой	2,5–120 0,75–120 0,75–120
ПРП	С резиновой изоляцией, в оплетке из стальных проволок	660	1; 2; 3	1–95
			4; 6; 7; 8; 10	4–10
			4; 5; 6; 7; 8; 10; 14; 19; 24; 30	1–2,5
ПРРП	То же, но в резиновой оболочке	660	1; 2; 3	1–95
			4; 6; 7; 8; 10	4–10
			4; 5; 6; 7; 8; 10; 14; 19; 24; 30	1–2,5
ПРФ	С резиновой изоляцией, в фальцованной оболочке из сплава АМЦ	660	1; 2; 3	1–4
ПРФЛ	То же, но в латунной оболочке	660	1; 2; 3	1–4
ПРТО	С резиновой изоляцией, в хлопчатобумажной оплетке, пропитанной противогнилостным составом, для прокладки в трубах	660	1 2; 3 4; 7; 10; 14 4 и 7	1–240 1–120 1,5 и 2,5 4–10
ПРВ	С резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	660	1	1–6
ПРГВ	То же, но с гибкой жилой	660	1	1–6
ПРВД	С резиновой изоляцией в оболочке из поливинилхлоридного пластиката, двухжильный, скрученный	380	2	1–6
ПРИ	С резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	660	1	0,75–120
ПРТИ	Такие же, как ПРИ, но с гибкой жилой	660	1	0,75–120
ПРН	С резиновой изоляцией в негорючей резиновой оболочке	660	1	1,5–120
ПРГН	Такие же, как ПРН, но с гибкой жилой	660	1	1,5–120

*Примечание.* Стандартный ряд сечений проводов: 0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240 мм<sup>2</sup>. Для каждой марки проводов установлена определенная шкала сечений. Сечения 0,35; 0,5 и 0,75 мм<sup>2</sup> – только для медных жил.

Каждая конструкция кабелей имеет свое обозначение и марку. Марка кабеля составляется из начальных букв слов, описывающих конструкцию кабеля (табл.1.3).

Таблица 1.3

### Буквенные обозначения марок кабелей

Символ	Место написания в обозначении марки	Значение
А	Впереди обозначения	Материал жил – алюминий
Не имеет символа	–	Материал жил – медь
А	Впереди обозначения (для кабелей с алюминиевыми жилами после символа материала жил)	Оболочка – алюминий
С	То же	Оболочка – свинец
СТ	То же	Оболочка – стальная гофрированная
В	То же	Оболочка – поливинилхлорид
Н	То же	Оболочка – наирит (негорючая резина)
П	То же	Оболочка – полиэтилен
Р	В середине обозначения	Изоляция жил – теплостойкая резина
В	То же	Изоляция жил – поливинилхлорид
П	То же	Изоляция жил – полиэтилен
Пс	То же	Изоляция жил – самозатухающий полиэтилен
Пв	То же	Изоляция жил – вулканизированный полиэтилен
Не имеет символа	То же	Изоляция жил – бумажная, нормально пропитанная
В	В конце обозначения через дефис	Изоляция жил – бумажная, бедно-пропитанная
Ц	В начале обозначения	Изоляция жил – бумажная, пропитанная нестекающей массой на основе церезина
Б	В конце обозначения	Защитный покров – броня из стальной ленты
П	В конце обозначения	Защитный покров – броня из плоской стальной оцинкованной проволоки
К	То же	Защитный покров – броня из круглой стальной оцинкованной проволоки
Г	То же	Указывает на отсутствие джутовой оплетки поверх брони
О	Перед символом С	Характеризует кабели с отдельно освинцованными жилами
О	Перед символом В	Характеризует кабели с отдельно экранированными жилами под поливинилхлоридной оболочкой каждой жилы
Шв	В конце обозначения	Указывает на наличие шланга из поливинилхлоридного пластиката
Шп	В конце обозначения	Указывает на наличие шланга из полиэтилена
в	После буквы, обозначающей тип брони	Указывает на наличие усиленной подушки под броню, накладываемой поверх алюминиевой оболочки для защиты ее от коррозии
б	То же	Отсутствие подушки у защитного покрова
л	То же	Усиленная подушка у защитного покрова
2л	То же	Особо усиленная подушка у защитного покрова

н	То же	Негорючий наружный покров у защитного покрова
-1к, -2к	В конце обозначения, после тире	С одной или двумя контрольными жилами
Т, ТС	То же	В тропическом исполнении

Область применения силовых кабелей зависит от конструктивного выполнения электрической сети, способа прокладки кабелей и воздействия на них агрессивной и взрыво- или пожароопасной окружающей среды. Марки кабелей, рекомендуемых для прокладки в земле (траншеях), приведены в таблице 1.4, а для прокладки в воздухе – в таблице 1.5. Марки кабелей в этих таблицах расположены в убывающей последовательности, начиная с наиболее предпочтительных.

Таблица 1.4

**Марки кабелей, рекомендуемых для прокладки в земле (траншеях)**

Область применения	Кабель прокладывается на трассе	С бумажной пропитанной изоляцией		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой <sup>1</sup>
		В процессе эксплуатации не подвергается растягивающим усилиям	В процессе эксплуатации подвергается растягивающим усилиям	В процессе эксплуатации не подвергается растягивающим усилиям
В земле (траншеях) с низкой коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, АСБ <sup>1</sup>	ААПл, АСПл <sup>1</sup>	АВВГ <sup>2</sup> , АПсВГ <sup>2</sup> , АПвВГ <sup>2</sup> , АПВГ <sup>2</sup>
	С наличием блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБ2л, АСБ <sup>1</sup>	ААП2л, АСПл <sup>1</sup>	АВВБ, АПвБ, АПсвБ, АППБ, АПвПБ, АПббШв, АПвббШв, АВббШв, АВббШп, АПсббШв
В земле (траншеях) со средней коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, ААБ2л, АСБ <sup>1</sup> , АСБл <sup>1</sup>	ААПл, АСПл <sup>1</sup>	АПАШп, АПАШв, АВАШв, АПсАШв, АВРБ, АНРБ, АВАБл, АПАБл
	С наличием блуждающих токов	ААШп, ААШв <sup>3</sup> , ААБ2л, ААБв, АСБл <sup>1</sup> , АСБ2л <sup>1</sup>	ААП2л, АСПл <sup>1</sup>	
В земле (траншеях) с высокой коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШп, ААШв <sup>3</sup> , ААБ2л, ААБ2лШв, ААБ2лШп, ААБв, АСБл <sup>1</sup> , АСБ2л <sup>1</sup>	ААП2лШв, АСП2л <sup>1</sup>	АПАШп, АПАШв, АВАШв, АПсАШв, АВРБ, АНРБ, АВАБл, АПАБл
	С наличием блуждающих токов	ААШп, ААБв, АСБ2л <sup>1</sup> , АСБ2лШв <sup>1</sup>	ААП2лШв, АСП2л <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> Применение кабелей в свинцовой оболочке должно быть в каждом конкретном случае технически обосновано в проектной документации.

<sup>2</sup> Кабели на номинальное напряжение до 1 кВ включительно.

<sup>3</sup> Подтверждается опытом эксплуатации.

<sup>4</sup> Для прокладки на трассах без ограничения разности уровней.

Таблица 1.5

**Марки кабелей, рекомендуемых для прокладки в воздухе**

Область применения	С пропитанной бумажной изоляцией		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой	
	при отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации	при опасности механических повреждений в эксплуатации	при отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации	при опасности механических повреждений в эксплуатации
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Прокладка в помещениях (туннелях), каналах, кабельных полуэтажах, шахтах, коллекторах, производственных помещениях и др.:</i>				
сухих	ААГ, ААШв	ААБЛГ		
сырых, частично отапливаемых при наличии среды с низкой коррозионной активностью	ААШв	ААБЛГ	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПвВГ <sup>2</sup> , АПВГ <sup>2</sup> , АПвсВГ, АПсВГ	АВВБГ, АВРБГ, АВБбШв, АВАШв, АПвсБбШв, АПсВБГ, АПвсБГ, АПВБГ <sup>2</sup> , АНРБГ, АПвВБГ <sup>2</sup> , АПАШв, АПвБбШв <sup>2</sup>
сырых, частично отапливаемых при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью	ААШв, АСШв <sup>1</sup>	ААБвГ, ААБ2лШв, ААБЛГ, АСБЛГ <sup>1</sup> , АСБ2ЛГ <sup>1</sup> , АСБ2лШв <sup>5</sup>		
Прокладка в пожароопасных зонах	ААГ, ААШв	ААБвГ, ААБЛГ, АСБЛГ <sup>1</sup>	АВВГ, АВРГ, АПсВГ, АПвсВГ, АНРГ, АСРГ <sup>1</sup>	АВВБГ, АВВБбГ, АВБбШв, АПвсБГ, АВРБГ, АСРБГ <sup>1</sup> , АПсБбШв
<i>Прокладка во взрывоопасных зонах классов:</i>				
В-I, В-Ia	СБГ, СБШв	–	ВВГ <sup>3</sup> , ВРГ <sup>3</sup> , НРГ <sup>3</sup> , СРГ <sup>3</sup>	ВБВ, ВБбШв, ВВБбГ, ВВБГ, НРБГ, СРБГ <sup>1</sup>
В-Iг, В-II	ААБЛГ, АСБГ <sup>1</sup> , ААШв	–	АВВГ, АВРГ, АНРГ	АВБВ, АВБбШв, АВВБбГ
В-Iб, В-IIa	ААГ, АСГ <sup>1</sup> , АСШв <sup>2</sup> , ААШв	ААБЛГ, АСБГ <sup>1</sup>	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АСРГ <sup>1</sup>	АВВБГ, АВРБГ, АНРБГ, АСРБГ <sup>1</sup>
<i>Прокладка на эстакадах:</i>				
технологических	ААШв	ААБЛГ, ААБвГ, ААБ2лШв, АСБЛГ <sup>1</sup>	–	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АПсВБГ, АПвсБГ, АВАШв
специальных кабельных	ААШв, ААБЛГ, ААБвГ <sup>4</sup> , АСБЛГ <sup>1</sup>	–	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПсВГ	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ
по мостам	ААШв	ААБЛГ	АПвВГ, АПВГ, АПвсВГ, АВАШв, АПАШв	АВАШв, АПсВБГ, АПвВБГ, АПВБГ
Прокладка в блоках	СГ, АСГ		АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ	

<sup>1</sup> Применение кабелей в свинцовой оболочке должно быть в каждом конкретном случае технически обоснованно в проектной документации.

<sup>2</sup> Для одиночных кабельных линий, прокладываемых в помещениях.

<sup>3</sup> Для групповых осветительных сетей во взрывоопасных зонах класса В-Ia.

<sup>4</sup> Применяются при наличии химически активной среды.

<sup>5</sup> Кабель марки АСБ2лШв может быть использован в исключительно редких случаях с особым обоснованием.

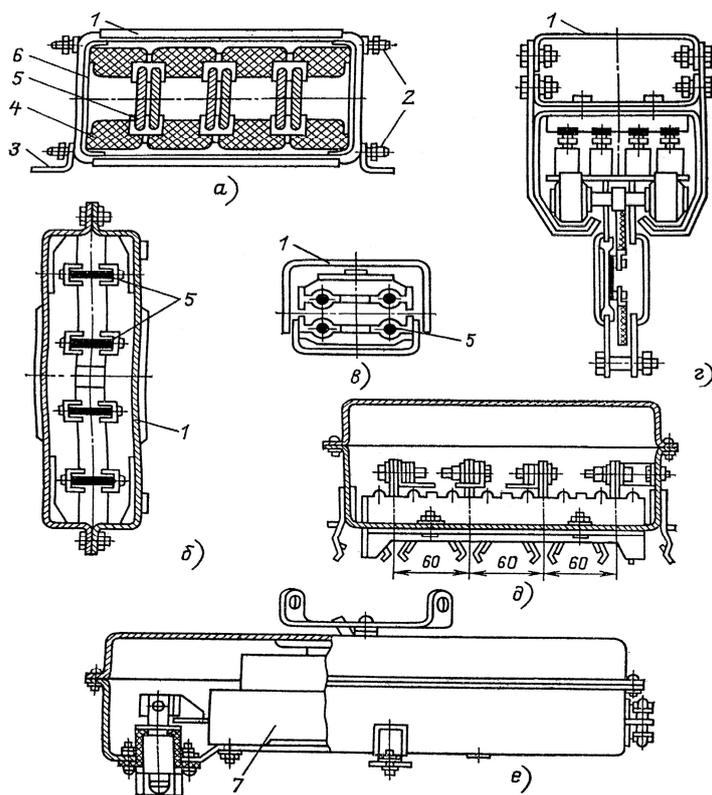
## ***1.2. Комплектные шинопроводы***

**Шинопроводом** называется жесткий токопровод на напряжение до 1000 В заводского изготовления, поставляемый комплектными секциями. По назначению шинопроводы делятся на магистральные, рассчитанные на большой ток, с малым количеством ответвлений, и распределительные, выполненные на меньшие токи и большое количество присоединений, а также на осветительные и троллейные. Конструкции шинопроводов различных типов приведены на рис.1.3.

Магистральные шинопроводы предназначены для магистральных четырехпроводных электрических сетей в системе с глухозаземленной нейтралью, служат для питания распределительных шинопроводов и пунктов, отдельных крупных электроприемников. Их технические данные приведены в таблице 1.6. Магистральные шинопроводы крепят на высоте 3-4 м над полом помещения на кронштейнах или специальных стойках. Это обеспечивает небольшую длину спусков к распределительным магистралям, силовым РП или мощным приемникам электроэнергии.

Распределительные шинопроводы ШРА (с алюминиевыми шинами) и ШРМ (с медными шинами) предназначены для передачи и распределения электроэнергии напряжением 380/220 В при возможности непосредственного присоединения к ним электроприемников в системах с глухозаземленной нейтралью. Технические данные шинопроводов ШРА и ШРМ даны в таблице 1.7. Отдельные приемники подключают к ШРА через ответвительные коробки кабелем или проводом, проложенным в трубах, коробках или металлорукавах. На каждой секции ШРА длиной 3 м имеется восемь ответвительных коробок (по четыре с каждой стороны) с автоматическими выключателями или предохранителями с рубильниками.

Комплектные магистральные и распределительные шинопроводы применяются только для внутренней электропроводки. При необходимости выхода шинопровода за пределы помещения, а также на сложных трассах, в местах пересечения с инженерными сооружениями удобнее заменять секции магистрального шинопровода кабельными вставками марки АВВ на большие токи.



**Рис. 1.3. Конструкции шинопроводов различных серий и их элементы: а – магистральный ШМА; б – распределительный ШРА; в – осветительный ШОС; г – троллейный ШТМ; д – вводная коробка; е – осветительная коробка с автоматическим выключателем; 1 – крышка; 2 – стяжные болты; 3 – алюминиевые уголки; 4 – изоляторы; 5 – шины; 6 – ярмо; 7 – автоматический выключатель**

Таблица 1.6

**Технические данные магистральных шинопроводов переменного тока**

Показатели	Тип шинопровода			
	ШМА-73	ШЗМ-16	ШМА-68-Н	
Номинальный ток, А	1600	1600	2500	4000
Номинальное напряжение, В	660	660	660	660
Электродинамическая стойкость ударному току КЗ, кА	70	70	70	100
Сопротивление на фазу, Ом/км:				
активное	0,031	0,017	0,027	0,013
реактивное	0,017	0,012	0,023	0,020
Сопротивление петли фаза-нуль (среднее), Ом/км:				
активное	0,072	–	–	–
реактивное	0,098	–	–	–
Число и размеры шин на фазу, мм	2(90×8)	2(100×10)	2(120×10)	2(160×10)
Число и сечение нулевых проводников, мм <sup>2</sup>	2×710	–	2×640	2×640

**Примечания.** 1. Шинопровод ШМА-73 заменен на ШМА-16 на тот же номинальный ток.  
2. Номинальный ток шинопроводов ШМА-4: 1250, 1600, 2500 и 3200 А.

Троллейные шинопроводы предназначены для питания подъемно-транспортных механизмов и переносных электрифицированных инструментов.

Изготавливаются с медными шинами (на номинальный ток 100, 200 и 400 А) и с шинами из алюминиевого сплава (на номинальный ток 100, 250 и 400 А).

Осветительные шинопроводы предназначены для питания светильников и электроприемников малой мощности. Их номинальный ток 25, 63 и 100 А. Основные технические данные троллейных и осветительных шинопроводов приведены в [3].

Таблица 1.7

**Технические данные распределительных шинопроводов переменного тока**

Показатели	Тип шинопровода						
	ШРА-4			ШРМ-75			ШРА-74
Номинальный ток, А	250	400	630	100	250	400	630
Номинальное напряжение, В	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220
Электродинамическая стойкость ударному току КЗ, кА	15	25	35	10	15	–	–
Сопротивление на фазу, Ом/км:							
активное	0,20	0,13	0,085	–	0,15	0,15	0,14
реактивное	0,10	0,10	0,075	–	0,20	0,20	0,10
Линейная потеря напряжения, В, на длине 100м при $\cos\varphi=0.8$	–	11.5	12.5	–	9.5	–	–
Размеры шин на фазу, мм	35×5	60×5	80×5	3,6×11,2	35×5	50×5	80×5

**2. Выбор типа, марки проводов, кабелей и шинопроводов**

**2.1. Условия выбора проводов и кабелей**

Основной целью расчета сетей низкого напряжения являются выбор марки проводов, кабелей, комплектных шинопроводов и определение целесообразного сечения.

Расчет сетей включает в себя следующие этапы:

- а) выбор марки проводов, кабелей и шинопроводов по условиям окружающей среды;
- б) выбор сечения по длительному нагреву расчетным (рабочим) током;
- в) выбор сечения по потере напряжения.

**Выбор марки проводов и кабелей.** Электропроводка должна соответствовать условиям окружающей среды, назначению и ценности сооружений, их конструктивным и архитектурным особенностям.

При выборе вида электропроводки и способа прокладки проводов и кабелей следует руководствоваться главой 2.1 ПУЭ, п.1 настоящих МУ.

**Выбор сечения проводников по длительному нагреву расчетным рабочим током.**

$$I_p \leq I_o \tag{2.1}$$

где  $I_p$  – расчетный (рабочий) ток;  $I_o$  – длительно допустимый ток одиночного кабеля (справочное значение).

Если условия прокладки окружающей среды и т.д. отличаются от нормативных значений, то вводятся поправочные коэффициенты. Поэтому в этом

случае определяется расчетное значение длительно допустимого тока  $I_{op}$  с учетом поправочных коэффициентов

$$I_{op} = K_{cp} \cdot K_{np} \cdot I_0 \quad (2.2)$$

где  $K_{cp}$  – коэффициент, учитывающий отличную от расчетной температуры среды;

$K_{np}$  – коэффициент, учитывающий снижение токовой нагрузки при групповой прокладке проводов и кабелей.

Числовые значения этих коэффициентов приведены в виде таблиц 3.5-3.6.

При использовании кабелей марки ВВБ, АВСВ и групповой прокладке этих кабелей в лотках, коробах на конструкциях коэффициент  $K_{np}$  можно вычислить по следующим выражениям:

При однослойной прокладке

$$K_{np1} = 1.08 \sqrt{1 + \lg \cdot n} \quad (2.3)$$

При двухслойной прокладке

$$K_{np2} = 0.882 \sqrt{1 + \lg \cdot n / 2} \quad (2.4)$$

при трехслойной прокладке

$$K_{np3} = 0.773 \sqrt{1 + \lg \cdot n / 3} \quad (2.5)$$

то же, при  $n > 6$

$$K_{np2} = 0.882 \sqrt{1 + \lg \cdot n} \quad (2.6)$$

при  $m > 3$

$$K_{npm} = 1.15 \sqrt{(1 + \lg \cdot n)(1 + 2.3 \lg \cdot n)}, \quad (2.7)$$

где  $n$  – общее число кабелей в группе;  $m$  – количество слоев укладки.

Если провод или кабель предназначен для питания приемников электроэнергии при повторно-кратковременном режиме, то в этом случае поправочный коэффициент для медных проводников сечением 10 мм<sup>2</sup> и более и алюминиевых 10 мм<sup>2</sup> и более определяется

$$K_{нкр} = \frac{0.875}{\sqrt{ПВ}}, \quad (2.8)$$

где  $ПВ$  – продолжительность включения, о.е.

С учетом вышеизложенного уравнение (2.1) имеет вид:

$$I_P \leq I_{0.p.} \quad (2.9)$$

### **Выбор сечения проводов и кабелей по потере напряжения.**

Выбранное сечение проводников должно соответствовать как экономическим требованиям, так и условиям обеспечения потребителей качественной электроэнергией. С этой целью электрическая сеть проверяется по потере напряжения.

$$\Delta U_{расч} \leq \Delta U_{доп}, \quad (2.10)$$

где  $\Delta U_{расч}$  и  $U_{доп}$  – расчетное и допустимое значение потери напряжения,

$$\Delta U_{доп} = \pm \Delta U_{ном}$$

$$\Delta U_{расч} = \sqrt{3} I_P \cdot l \cdot (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \frac{100}{U_H}, \quad (2.11)$$

где  $l$  – длина участка, м;  $r_0$ ,  $x_0$  – погонное активное и индуктивное сопротивление Ом/м;  $U_H$  – номинальное напряжение, В (задается преподавателем).

Если электрическая сеть состоит из нескольких участков, то потери определяются суммой потерь на каждом участке.

Допустимое значение потери напряжения определяется исходя из следующих требований:

- а) обеспечения требований производства, например, требуемый момент для запуска асинхронных двигателей;
- б) соблюдение допустимых отклонений напряжения на зажимах приемников электроэнергии.

При выборе сечения проводников по потере напряжения задаются удельным индуктивным сопротивлением и определяют реактивную составляющую потерь

$$\Delta U_{расч.р.} = \sqrt{3} I_m l x_0 \sin \varphi \quad (2.12)$$

здесь  $x_0$  - для сетей почти не зависит от сечения проводников, поэтому можно принять:

$x_0 = 0,07$  - для проводов, проложенных в трубах и кабелей;

$x_0 = 0,25$  - для проводов, проложенных открыто;

$x_0 = 0,4$  - для воздушных линий напряжением до 1000 В.

Вычисляем активную составляющую допустимой потери напряжения

$$\Delta U_{расч.а.} = \Delta U_{доп} - \Delta U_{расч.р.} \quad (2.13)$$

Сечение, удовлетворяющее допустимой потере напряжения, вычислим по формуле

$$S = \sqrt{3} I_m l \cdot \cos \varphi / (\Delta U_{расч.а.} \cdot \gamma) \quad (2.14)$$

где  $\gamma$  - удельная проводимость (м/Ом мм<sup>2</sup>), которая принимается:

$\gamma = 31,7$  - для алюминиевых проводников;

$\gamma = 53$  - для медных проводников.

Полученное значение сечения округляют до ближайшего большего стандартного сечения. Выбранное сечение согласуется с номинальным током расцепителя автомата или током плавкой вставки предохранителя (см. ПУЭ-3.1.9. 3.1.11, 3.1.12)

Выбранный кабель проверяем по термической стойкости к токам КЗ по формуле, мм<sup>2</sup>

$$S_T = I_\infty \sqrt{t_{II}} / K_T \quad (2.15)$$

где  $I_\infty$  – установившееся значение тока КЗ, А;  $t_{II}$  - приведенное время КЗ;

$K_T$  - температурный коэффициент, учитывающий ограничение допустимой температуры нагрева жил кабеля, значения которого приведены в [6 табл. 3.4].

### **Определение расчетных рабочих токов:**

номинальный ток двигателя

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cos \varphi \cdot \eta} \quad (2.16)$$

где  $P_H$  – номинальная мощность двигателя, кВт;  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности;  $\eta$  – КПД двигателя.

Расчетный ток индивидуального приемника (ПР-2):

$$I_P = K_3 \cdot I_H \quad (2.17)$$

Расчетный ток одной питающей линии (ПР-1)

$$I_p = \frac{I_{p\Sigma}}{K} \quad (2.18)$$

где  $I_{p\Sigma}$  - суммарный расчетный ток по ПР-1 (см. табл. 2);  $K$  – число отходящих линий (не включая ПЭЭ № 10).

Расчетный ток ПЭЭ №10 в зависимости от исходных данных определяется:

1. Трехфазный приемник

$$I_p = \frac{S\sqrt{ПВ} \cdot 10^3}{\sqrt{3}U_A} \quad (2.19)$$

$$I_p = \frac{P\sqrt{ПВ} \cdot 10^3}{\sqrt{3}U_A \cdot \cos \varphi} \quad (2.20)$$

2. Однофазный приемник

$$I_p = \frac{S\sqrt{ПВ} \cdot 10^3}{U_\phi} \quad (2.21)$$

$$I_p = \frac{P\sqrt{ПВ} \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi} \quad (2.22)$$

где  $S$  или  $P$  – полная и активная мощность, кВА или кВт;  $ПВ$  – продолжительность включения;  $U_\phi$  – фазное напряжение, В.

После окончательного выбора сечения или провода допустимый ток выбранного сечения согласуется с номинальным током расцепительной коммутационно-защитной аппаратуры. Этот пункт в данной работе не выполняется.

Для расчета сечения кабелей и проводов предлагаются исходные данные, сведенные в таблицу 4.1-4.3, применительно к рисунку 4.1.

## 2.2. Выбор комплектных шинопроводов

Комплектные шинопроводы выбираются следующим образом:

- а) выбор по допустимому нагреву расчетным рабочим током
- б) по потере напряжения.
- в) по электродинамической устойчивости.

Выбор по допустимому нагреву осуществляется аналогично выбору проводов и кабелей. Если шинопровод обеспечивает нагрузку в аварийном режиме, сечение шинопровода должно выбираться еще и по аварийному режиму:

$$I_{ав.} \leq 1,3I_{дон} \quad (2.23)$$

где  $I_{ав}$  - нагрузка в аварийном режиме, А.

Выбор сечения по потере напряжения определяется аналогично. В этом случае также учитывается нормальный и аварийный режимы, в аварийном режиме допустимые потери напряжения снижаются еще на 5%

По электродинамической устойчивости

$$i_{p.y.} \leq i_{y.d.} \quad (2.24)$$

где  $I_{p.y.}$  - расчетное значение ударного тока к.з.,

$i_{y.d.}$  - допустимое ударное значение тока к. з., кА.

## 3. Токовые нагрузки на провода и кабели

Длительно допустимые токовые нагрузки на неизолированные провода приведены в таблице 3.1. Они приняты исходя из допустимой температуры их нагрева до 70° С при температуре окружающей среды 25° С.

Таблица 3.1

**Длительно допустимый ток для неизолированных проводов**

Сечение, мм <sup>2</sup>	Наружный диаметр, мм		Сечение (алюминий/сталь), мм <sup>2</sup>	Ток $I_d$ , А, для проводов марок						Сопротивление постоянному току при 20° С, $r_0$ , Ом/км	
	А и М	АС		АС, АСКС, АСК, АСКП		М	А и АКП	М	А и АКП	М	АС, АСК, АСКП
				вне помещ.	внутри помещ.	вне помещений		внутри помещений			
						вне помещ.	внутри помещ.	вне помещений	внутри помещений		
10	3,5	4,4	10/1,8	84	53	95	–	60	–	1,79	3,16
16	5,1	5,4	16/2,7	111	79	133	105	102	75	1,13	1,80
25	6,3	6,6	25/4,2	142	109	183	136	137	106	0,72	1,176
35	7,5	8,3	35/6,2	175	135	223	170	173	130	0,515	0,79
50	9,6	9,9	50/8	210	165	275	215	219	165	0,36	0,6
70	10,6	11,7	70/11	265	210	337	265	268	210	0,27	0,43
95	12,4	13,9	95/16	330	260	422	320	341	255	0,19	0,30
120	14,0	15,3	120/19 120/27	390 375	313 –	485	375	395	300	0,154	0,245 0,249
150	15,8	17	150/19 150/24 150/34	450 450 450	365 365 –	570	440	465	355	0,122	0,195 0,194 0,196
185	17,5	19,1	185/24 185/29 185/43	520 510 515	430 425 –	650	500	540	410	0,099	0,154 0,159 0,156
240	20,1	21,5	240/32 240/39 240/56	605 610 610	505 505 –	760	590	685	490	0,077	0,118 0,122 0,12
300	22,2	24,4	300/39 300/48 300/66	710 690 680	600 585 –	880	680	740	570	0,063	0,096 0,098 0,10
400	25,6	27,8	400/22 400/51 400/64	830 825 860	713 705 –	1050	815	895	690	0,047	0,073 0,073 0,074
500	–	–	500/27 500/64	960 945	830 815	–	980	–	820	–	–
600	–	–	600/72	1050	920	–	1100	–	955	–	–
700	–	–	700/86	1180	1040	–	–	–	–	–	–

Таблица 3.2

**Токовая нагрузка на силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле**

S, мм <sup>2</sup>	Ток, А											
	Медные жилы						Алюминиевые жилы					
	1 жи- ла до 1 кВ	2 жи- лы до 1 кВ	3 жилы			4 жи- лы до 1 кВ	1 жи- ла до 1 кВ	2 жи- лы до 1 кВ	3 жилы			4 жи- лы до 1 кВ
			до 3 кВ	6 кВ	10 кВ				до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	
6	–	80	70	–	–	–	–	60	55	–	–	–
10	140	105	95	80	–	85	110	80	75	60	–	65

16	175	140	120	105	95	115	135	110	90	80	75	90
25	235	185	160	135	120	150	180	140	125	105	90	115
35	285	225	190	160	150	175	220	175	145	125	115	135
50	360	270	235	200	180	215	275	210	180	155	140	165
70	440	325	285	245	215	265	340	250	220	190	165	200
95	520	380	340	295	265	310	400	290	260	225	205	240
120	595	435	390	340	310	350	460	335	300	260	240	270
150	675	500	435	390	355	395	520	385	335	300	275	305
185	755	–	490	440	400	460	580	–	380	340	310	345
240	880	–	570	510	460	–	675	–	440	390	355	–
300	1000	–	–	–	–	–	770	–	–	–	–	–
400	1220	–	–	–	–	–	940	–	–	–	–	–
500	1400	–	–	–	–	–	1080	–	–	–	–	–
625	1520	–	–	–	–	–	1170	–	–	–	–	–
800	1700	–	–	–	–	–	1310	–	–	–	–	–

Таблица 3.3

**Токовая нагрузка на силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в воздухе**

S <sub>2</sub> мм <sup>2</sup>	Ток, А											
	Медные жилы						Алюминиевые жилы					
	1 жила до 1 кВ	2 жилы до 1 кВ	3 жилы			4 жилы до 1 кВ	1 жила до 1 кВ	2 жилы до 1 кВ	3 жилы			4 жилы до 1 кВ
			до 3 кВ	6 кВ	10 кВ				до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
6	–	55	45	–	–	–	–	42	35	–	–	–
10	95	75	60	55	–	60	75	55	46	42	–	45
16	120	95	80	65	60	80	90	75	60	50	46	60
25	160	130	105	90	85	100	125	100	80	70	65	75
35	200	150	125	110	105	120	155	115	95	85	80	95
50	245	185	155	145	135	145	190	140	120	110	105	110
70	305	225	200	175	165	185	235	175	155	135	130	140
95	360	275	245	215	200	215	275	210	190	165	155	165
120	415	320	285	250	240	260	320	245	220	190	185	200
150	470	375	330	290	270	300	360	290	255	225	210	230
185	525	–	375	325	305	340	405	–	290	250	235	260
240	610	–	430	375	350	–	470	–	330	290	270	–
300	720	–	–	–	–	–	555	–	–	–	–	–
400	880	–	–	–	–	–	675	–	–	–	–	–
500	1020	–	–	–	–	–	785	–	–	–	–	–
625	1180	–	–	–	–	–	910	–	–	–	–	–
800	1400	–	–	–	–	–	1080	–	–	–	–	–

Таблица 3.4

**Токовая нагрузка на трехжильные силовые кабели с обедненно-пропитанной изоляцией, в общей свинцовой оболочке, на напряжение 6 кВ, прокладываемые в земле и воздухе**

S, мм <sup>2</sup>	Ток, А					
	Медные жилы			Алюминиевые жилы		
	В земле	В воде	В воздухе	В земле	В воде	В воздухе
16	90	100	65	70	75	50
25	120	140	90	90	110	70
35	145	175	110	110	135	85
50	180	220	140	140	170	110
70	220	275	170	170	210	130
95	265	335	210	205	260	160
120	310	385	245	240	295	190
150	355	450	290	275	345	225

Таблица 3.5

**Поправочные коэффициенты на допустимые длительные токи для кабелей, проложенных в земле, в зависимости от удельного сопротивления земли**

Характеристика земли	Удельное тепловое сопротивление земли, Ом·град/Вт	Поправочный коэффициент
Песок с влажностью более 9 %, песчано-глинистая почва с влажностью более 1 %	80	1,05
Нормальная почва и песок с влажностью 7–9%, песчано-глинистая почва с влажностью 12–14%	120	1
Песок с влажностью 7 %, песчано-глинистая почва с влажностью 8–12 %	200	0,87
Песок с влажностью до 4 %, каменистая почва	300	0,75

При прокладке нескольких кабелей в земле (в том числе и при прокладке в трубах) длительно допустимые нагрузки необходимо уменьшать, применяя коэффициенты, приведенные в таблице 3.6, без учета резервных кабелей. Прокладка нескольких кабелей в земле при расстоянии между ними менее 100 мм не рекомендуется.

Таблица 3.6

**Поправочные коэффициенты на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле (в трубах или без труб)**

Расстояние между кабелями в свету, мм	Коэффициент при количестве кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблица 3.7

**Значения сопротивлений кабелей**

Сечение, мм <sup>2</sup>	Активное сопротивление кабелей при 20°С жилы, мОм/м		Индуктивное сопротивление кабелей, мОм/м	
	Алюминиев.	медной	С бумажной изоляцией	С резиновой и пластмассовой
2,5	12,5	7,4	0,104	0,116
4	7,81	4,63	0,095	0,107

6	5,21	3,09	0,09	0,1
10	3,12	1,84	0,073	0,099
16	1,95	1,16	0,0675	0,095
25	1,25	0,74	0,0662	0,091
35	0,89	0,53	0,0637	0,088
50	0,625	0,37	0,0625	0,085
70	0,447	0,265	0,0612	0,082
95	0,329	0,195	0,0602	0,081
120	0,261	0,154	0,0602	0,08
150	0,208	0,124	0,0596	0,079
185	0,169	0,1	0,0596	0,078
240	0,130	0,077	0,0587	0,077

#### 4. Порядок выполнения работы

1. Внимательно прочитать методические указания.
2. Взять указанную литературу и получить имеющиеся материалы на кафедре.
3. Домашняя подготовка заключается в следующем:

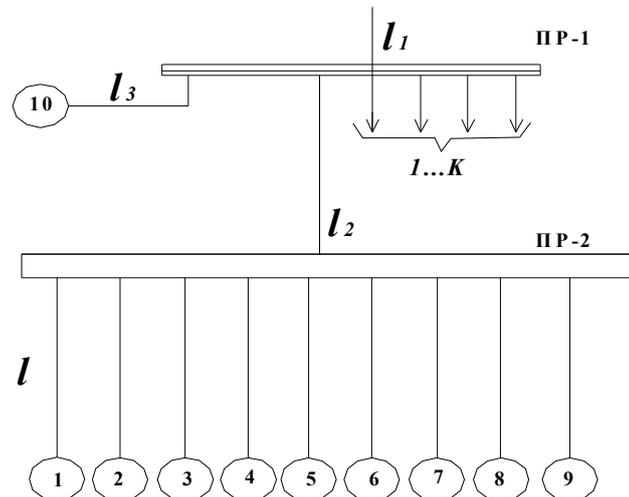


Рис.4.1

- а) Ознакомиться по рекомендуемой литературе с физико-техническими характеристиками элементов конструкции кабелей и проводов;
  - б) Усвоить условные обозначения кабелей и проводов;
  - в) Изучить методы расчета сечения;
  - г) Вычертить необходимую расчетную таблицу.
4. Выполнить лабораторную работу в следующей последовательности:
    - а) Ознакомиться и изучить конструкции кабелей и проводов, установленных на стенде;
    - б) Изучить и кратко описать конструктивные элементы;
    - в) Указать области применения этих кабелей;
    - г) По заданию преподавателя быстро и четко расшифровать условные обозначения кабелей и проводов;
    - д) Получить задание у преподавателя и выбрать марку кабелей и проводов, определить сечения согласно исходным данным, заносить расчетные данные в табл. 4.4;
    - е) Оформить отчет, сделать соответствующие выводы.

## Исходные данные для расчета распределительной сети

Таблица 4.1

№ варианта	№ двигателя	Мощность двигателя	Коэффициент мощности	Коэффициент загрузки	КПД	Потребители, участвующие в технологическом процессе	Длина участка	Характеристика окружающей среды				
								Номер варианта				
								1	2	3	4	5
1	5	5	0,6	0,4	0,8		8	Взрывоопасная В-1	Нормальная	Жаркая	Химически активная	Сырая
	2	6	0,65	0,7	0,85	10						
	3	7	0,7	0,65	0,84	11						
	4	10	0,8	0,75	0,95	4						
	5	Резерв										
	6	2,5	0,7	0,3	0,85	7						
	7	4	0,65	0,5	0,85	15						
	8	12	0,8	0,75	0,95	9						
	9	7,5	0,75	0,65	0,92	8						
2	1	6	0,65	0,7	0,85		18	Особо сырая	Пожароопасная П-1	Нормальная	Нормальная	Пожароопасная П-П
	2	10	0,8	0,75	0,95	5						
	3	8	0,75	0,6	0,9	15						
	4	2,5	0,7	0,4	0,82	8						
	5	5	0,6	0,4	0,8	10						
	6	12	0,8	0,75	0,95	4						
	7	3,5	0,7	0,7	0,87	9						
	8	7,5	0,65	0,65	0,93							
	9	7	0,7	0,65	0,84	7						
3	1	10	0,8	0,75	0,95		15	Нормальная	Особо сырая	влажная	влажная	Влажная
	2	7	0,7	0,65	0,84	4						
	3	6	0,65	0,7	0,85	8						
	4	5	0,6	0,4	0,8	10						
	5	12	0,8	0,75	0,95	9						
	6	3,5	0,7	0,7	0,87	7						
	7	7,5	0,75	0,65	0,92	20						
	8	5	0,6	0,4	0,8	14						
	9	2,5	0,7	0,3	0,82	6						

Таблица 4.2

## Исходные данные

Число отходящих линий (К)	Суммарный расчетный ток линии (I...K)	Номинальное напряжение сети, В	Коэффициент мощности для линий		Длина линий, м			Условия окружающей среды
			$I_2$	$I_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	
3	99.5	380	0.85	-	24	27	16	Нормальная
5	296	380	0.87	0.5	42	12	18	Пожароопасная П-1
4	145	380	0.8	0.5	30	28	14	Пыльная
9	576	380	0.7	-	10	32	15	Взрывоопасная В-1 <sub>а</sub>
6	270	380	0.75	0.4	45	18	20	Сырая

Таблица 4.3

№ варианта	Мощность		cosφ	ПВ, %	Число фаз	V, В	Окружающая среда
	кВт	кВт					
1	25	-	-	40	3	380	нормальная
2	40	-	-	40	1	220	
3	-	10	0,6	60	3	380	
4	-	25	0,7	25	1	220	
5	-	40	0,55	25	1	220	

Таблица 4.4

№ приемника	Номинальный ток двигателя	Расчетный ток	Допустимый ток	Поправочный коэффициент	Расчетный допустимый ток	Тип и сечение проводника	Способ прокладки
1							
2							
3							

## Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены кабели, провода?
2. Из каких основных элементов состоит кабель, провод?
3. Какую функцию выполняет изоляция, оболочка и защитный покров? Назовите материалы, используемые в качестве изоляции оболочки и защитных покровов.
4. Как влияют условия окружающей среды на выбор кабелей, проводов?
5. Для чего производится экранирование кабелей?
6. Каковы преимущества использования кабелей и проводов вместо голых проводов?
7. Как производить условные обозначения кабелей, проводов?
8. Для чего нужно огнезащитное покрытие?
9. Для чего вводится поправочный коэффициент?
10. С какой целью выбирается сечение токопроводов по потере напряжения?
11. Что понимают под электродинамическими действиями токов КЗ и что такое электродинамическая стойкость?
12. К чему сводится проверка проводников и токопроводящих частей аппаратов на электродинамическую стойкость?
13. Запишите критерии проверки жестких шин на электродинамическую стойкость?
14. В каком случае требуется проверка гибких проводников на электродинамическую стойкость?
15. К чему приводит применение секторных и сегментных жил?
16. По каким условиям выбирают марки проводов и кабелей до 1 кВ?
17. Для чего вводятся поправочные коэффициенты?
18. Для чего кабели прокладывают в стальных трубах?
19. Для чего проводят кабели на термическую стойкость?
20. Перечислите достоинства и недостатки кабельных линий.
21. Расшифруйте марки кабелей: ААШв, АПВГ, ААблУ, АРГ, АВПГ, АВВГ, ААшвУ, АНРГ.
22. Расшифруйте марки проводов: АПВ, ПВ, ППВ, АППВ.

## Литература

1. Белорусов Н.И., Саакян А.Е., Яковлева А.И. Электрические кабели, провода, шнуры. Справочник. – М.: Энергия, 1979 (разделы 1,3-5, 0,10,29).
2. Справочник по электротехническим материалам. /Под ред. Ю.В. Корицкого и др. Т.1,2. – М.: Энергия, 1974.
3. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2-х т. / Под общей ред. А.А. Федорова. Т.1: Электроснабжение. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 568с.
4. Белорусов Н.И., Саакян А.Е., Яковлева А.И. Электрические кабели, провода и шнуры / Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 536с.
5. Правила устройства электроустановок / Министерство топлива и энергетики Российской Федерации. –6-ое изд. – М.: Главгосэнергонадзор России, 1998. – 607с.