

ПРОВОДА ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

10.1. НОМЕНКЛАТУРА

Провода силовые изолированные, изготавливаемые с пластмассовой, резиновой и другими видами изоляции, предназначены для распределения электрической энергии в силовых и осветительных сетях при стационарной и нестационарной прокладке на открытом воздухе и внутри помещений, а провода некоторых марок при скрытой прокладке под штукатуркой. Эти провода используют также для питания электродвигателей, различной промышленной и лабораторной переносной аппаратуры и приборов.

Провода изготавливают на переменное напряжение 380, 660, 1100 В и более. По числу токопроводящих жил провода выпускают одно-, двух-, трех-, четырех- и многожильными.

Номенклатура проводов, приведена в табл. 10.1, а их сортамент — в табл. 10.2.

Таблица 10.1. Номенклатура проводов для электротехнических установок

Марка (код ОКП)	Провод	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
Провода с резиновой изоляцией			
ПРД (3553541000)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, двухжильный	Прокладка в осветительных сетях сухих помещений	ТУ 16.505.904-76
ПРТО (3551141100)	То же, но в оплетке, пропитанной противогнильным составом, многожильный	Прокладка в несгораемых трубах	ГОСТ 20520-80
ПРГ-6000 (3551142000)	То же, гибкий, высоковольтный	Монтаж электротехнических установок на переменное напряжение 6 кВ или постоянное напряжении 12 кВ	ТУ 16.505.439-73
АПРТО (3551340400)	То же, но с алюминиевой жилой, многожильный	Прокладка в несгораемых трубах	ГОСТ 20520-80
ПРН (3551140700)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке	Прокладка в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и на открытом воздухе	То же
АПРН (3551340200)	То же, но с алюминиевой жилой То же, но с медной гибкой жилой	То же	“ ”
ПРГН (3551140800)	То же, но с медной гибкой жилой	Прокладка в условиях гибкого монтажа и для соединения подвижных частей электрических машин на открытом воздухе	“ ”
ПРИ (3551200000)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	Прокладка в сухих и сырых помещениях	“ ”
ПРГИ (3551200000)	То же, но с медной гибкой жилой	Прокладка в условиях гибкого монтажа и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях	“ ”
АПРИ (3551200000)	То же, но с алюминиевой жилой	Прокладка в сухих и сырых помещениях	“ ”
АППР (3551340600)	С алюминиевой жилой, с резиновой изоляцией, не распространяющей горение, с разделительным основанием, двух-, трех-, четырехжильный	Прокладка по деревянным основаниям и конструкциям жилых и производственных помещений, в том числе животноводческих и птицеводческих помещений	“ ”
ПРП	С медной жилой, с	Монтаж стационарных установок	ГОСТ

(3551141200)	резиновой изоляцией в оплетке из стальных оцинкованных проволок, многожильный	в электрических сетях переменного напряжения до 660 В	1843-78
ПРПП (3551141400)	То же, в резиновой оболочке	То же	ГОСТ 20520-80
ПРФ (3551142500)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в фальцованной оболочке из сплава АМЦ; одно-, двух-, трехжильный	“ ”	“ ”
АПРФ (3551340800)	То же, с алюминиевой жилой, одно-, двух-, трехжильный	“ ”	“ ”
ПРФл (3551142600)	То же, что марка ПРФ, но в латунной оболочке	“ ”	“ ”
АРТ (3551330200)	С алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией, с несущим тросом, одно-четырёхжильный	Прокладка внутри помещений в сетях, где требуется повышенная механическая прочность	ГОСТ 14175-78
ПРВД (3553541100)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, в ПВХ оболочке, гибкий двухжильный	Неподвижная прокладка в осветительных сетях в сухих и сырых помещениях	ТУ 16.505.904-78
Провода с пластмассовой изоляцией			
ПВ-1 (3551130100)	С медной жилой, с ПВХ изоляцией	Монтаж вторичных цепей, прокладка в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций, монтаж силовых и осветительных сетей	ГОСТ 6323-79
ПВ-2 (3551130200)	То же, гибкий	Монтаж вторичных цепей, гибкий монтаж цепей, гибкий монтаж при скрытой и открытой прокладках	То же
ПВ-3 (3551130300)	То же, повышенной гибкости	То же	“ ”
ПВ-4 (3551132100)	То же, особо гибкий	Особо гибкий монтаж вторичных цепей при скрытой и открытой прокладках	ГОСТ 6323-79
АПВ (3551330100)	С алюминиевой жилой, с ПВХ изоляцией	Монтаж вторичных цепей, прокладка в трубах, пустотных каналах несгораемых конструкций и монтаж силовых и осветительных сетей	
АППВ (3553330100)	То же, плоский, с разделительным основанием двух- и трехжильный	Монтаж силовых и осветительных сетей в машинах и станках и неподвижная открытая прокладка	То же
ППВ (3553130100)	То же, но с медными жилами	Монтаж силовых и осветительных цепей в машинах и станках при открытой неподвижной прокладке	“ ”
АМППВ (3551830100)	Алюмомедной жилой, с ПВХ изоляцией	Монтаж вторичных цепей, прокладка в трубах, пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и монтаж силовых и осветительных цепей в машинах и станках	ТУ 16.705.145-80
АМППВ (3553830300)	То же, плоский, с разделительным основанием	Неподвижная открытая прокладка силовых и осветительных цепей в машинах и станках	То же
ВПВ (3551120900)	С медной жилой, с ПЭ изоляцией, в ПВХ оболочке для водопогружных электродвигателей	Присоединение к электрической сети водопогружных электродвигателей	ТУ 16.705.077-79
ВПП	То же в ПЭ оболочке	То же	То же

(3551121000)			
АВТ (3551330200)	С алюминиевыми жилами, с ПВХ изоляцией, с несущим тросом	Наружная прокладка (для ввода в жилые дома и хозяйственные постройки) в сетях переменного напряжения 380 В в I и II районах гололедности	ГОСТ 14175-78
АВТУ (3551330300)	То же, с усиленным тросом	То же в III и IV районах гололедности	То же
АВТВ (3551330400)	То же что марка АВТ, для внутренней прокладки	Прокладка внутри помещений (в том числе животноводческих) в сетях переменного напряжения 380 В	“ ”
АВТВУ (3551330500)	То же, с усиленным тросом	То же, где требуется повышенная механическая прочность	“ ”
ПСВЛ (3551130800)	С медной жилой, с ПВХ изоляцией, в хлопчатобумажной обмотке, лакированный	Стационарное соединение обмоток электрических приборов, аппаратов и машин	ТУ 16.505.660-74
ПСВЛУ (3551130700)	То же, с утоненной изоляцией	То же	То же
ПВ-Л (3551130200)	С медной луженой жилой, с ПВХ изоляцией	Изготовление шинопроводов осветительных сетей переменным напряжением до 380 В	ТУ 16.505.362-72
СПП (3576110600)	С медной жилой, с ПЭ изоляцией, саперный, одно-, двухжильный	Передача импульсов постоянного напряжения до 1000 В или переменного напряжения до 380 В	ГОСТ 2190-77
Провода с нагревостойкой изоляцией с медной жилой			
ПАЛ (3551180200)	С асбестопленочной изоляцией, лакированный	Межприборный монтаж при температурах от –50 до +250°C	ТУ 16.505.656-79
ПАЛО (3551180400)	То же, облегченный	То же	То же
ПСАЛ (3551180500)	То же, что марка ПАЛ, но со стеклоасбестовой изоляцией	То же, но до +200°C	“ ”
ПРКА (3553150200)	С изоляционно-защитной оболочкой из кремнийорганической резины повышенной твердости	Эксплуатация при окружающей температуре от –50 до +180°C при фиксированном монтаже внутри осветительной арматуры, электроплит, жарочных шкафов и других бытовых электронагревательных приборов	ТУ 16.505.317-76
ПСУ-155 (3551170100)	С изоляцией из эскапоновой стеклоткани и дельта-асбеста, подклеенного кремнийорганическим лаком и пропитанного водно-эмульсионным лаком на основе кремнийорганического лака	Соединение выводов нагревательных электропечей и трубчатых электронагревательных элементов, выводов в электрических машинах, монтаж пускорегулирующей аппаратурой с рабочей температурой до 155°C	ТУ 16.505.523-78
ПСУ-180 (3551170200)	То же	То же с рабочей температурой до 180°C	То же
Провода с луженой жилой для выводов электродвигателей			
ПВВТ (3551131800)	С ПВХ изоляцией, нагревостойкий	Работа при переменном напряжении до 380 В в условиях агрессивных сред, масел и дизельного топлива при температуре от –40 до +105°C	ГОСТ 16036-79
ПВБЛ (3551141500)	С изоляцией из резины на основе бутилкаучука, в оплетке из лавсановой нити	Работа при переменном напряжении 660 В частоты до 400 Гц при отсутствии воздействия агрессивных сред и масел, при температуре от –40 до +105°C	То же

ПВКВ (3551150400)	С изоляцией и оболочкой из кремнийорганической резины	Работа при переменном напряжении 380 В частоты до 400 Гц при отсутствии воздействия агрессивных сред и масел, при температуре от –60 до +180°C	“ ”
ПВКФ (3551150500)	То же, но во фторсилоксановой оболочке	То же в условиях агрессивных сред и смазочных масел, при температуре от –60 до +155°C	“ ”
ПВКФ-6 (3551151800)	То же, высоковольтный на 6 кВ	Выводные концы высоковольтных электродвигателей и трансформаторов работающих при переменном напряжении до 6 кВ и температуре от –60 до +180°C	ТУ 16.505.565-74
ПВКФЭ-10 (3551152000)	То же, на 10 кВ экранированный полупроводящей резиной	То же при переменном напряжении до 10 кВ	То же
ПВФС (3551154540)	С изоляцией из фторсилоксановой резины	Для работы при переменном напряжении 660 В частоты до 400 Гц и 1140 В частоты до 60 Гц в условиях агрессивных сред, масел и дизельного топлива	ГОСТ 16036-79
РКГМ (3551150100)	С изоляцией из кремнийорганической резины, в оплетке из стекловолокна, пропитанной эмалью или нагревостойким лаком	Выводные концы электродвигателей, работающих при переменном напряжении до 660 В частоты до 400 Гц при отсутствии воздействия агрессивных сред и масел	То же
РКГМПТ (3551150200)	То же повышенной нагревостойкости	То же	“ ”
ПВП ОК (3551150500)	С ПЭТФ изоляцией, оплетенной лавсановой нитью	Выводные концы герметичных хладоновых электродвигателей, работающих при переменном напряжении до 660 В и температуре от –40 до +105°C	ТУ 16.505.802-81
ПВПФ (3551150700)	С полиамидной пленочной изоляцией, в оплетке нитью фенилон	Выводные концы электродвигателей, работающих при переменном напряжении до 660 В, температуре от –60 до +180°C	ТУ 16.705.079-79
ПВФР (3551150100)	С изоляцией из ленточного фторопласта-4, в оболочке из нитрильной резины	Выводные концы электродвигателей серии ПЭД и электробуров, работающих в трансформаторном масле или водомасляной эмульсии при температуре –40 до +130°C при переменном напряжении до 2000 В	ТУ 16.505.521-73
ПВЭН (3551142800)	С резиновой изоляцией на основе этиленпропиленового каучука	Выводные концы электродвигателей машин и аппаратов на переменное напряжение до 660 В частоты до 400 Гц или постоянное напряжение до 1000 В	ТУ 16.505.283-83
ПДПВ (3551121100)	С двухслойной ПЭ изоляцией	Выводные концы погружных электродвигателей, работающих при переменном напряжении до 3 кВ в воде под давлением не выше $1,47 \cdot 10^7$ Па при температуре до 80°C	ТУ 16.505.617-74
ПДПВМ (3551121200)	То же, модернизированный	То же при температуре до 90°C	То же
ПКФВТ (3551151200)	С изоляцией из кремнийорганической резины во фторсилоксановой оболочке	Выводные концы тяговых электродвигателей для присоединения к подвижным токоприемникам тепловозов	ТУ 16.705.289-83

ПКФМТ (3551151300)	То же	Межкатушечные соединения тяговых электрических машин (монтаж с ограниченной подвижностью в тепловозах)	То же
-----------------------	-------	--	-------

Таблица 10.2. Сортамент проводов для электротехнических установок

Марка	Число жил	S, мм ² , при напряжении, В	
		380	660
Провода с резиновой изоляцией			
АППР	2 и 4	-	2,5-1,0
	3	-	2,5
АПРИ и АПРН	1	-	2,5-120
ПРИ и ПРГИ	1	-	0,75-120
ПРН и ПРГН	1	-	1,5-120
ПРТО	1	-	0,75-120
	2 и 3	-	1,0-120
	7	-	1,5-10
	10 и 14	-	1,5 и 2,5
АПРТО	1,2 и 3	-	2,5-120
	7	-	2,5-10
	10 и 14	-	2,5
АПРФ	1,2 и 3	-	2,5-4
ПРФ и ПРФл	1,2 и 3	-	1,0-4
ПРП и ПРРП	1,2 и 3	-	1,0-95
	4, 6, 7, 8 и 10	-	4-10
	4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 19, 24 и 30	-	1,0-2,5
АРТ	2	2,5 и 4	2,5 и 4
	3	4 и 6	4 и 6
	4	4-35	4-35
ПРД	2	0,75-6	-
ПРВД	2	1,0-6	-
ПРГ-6000	1	-	-
Провода с пластмассовой изоляцией			
АВТ, АВТВ, АВТУ	2 и 3	2,5-4	-
АВТВУ	2 и 3	2,5-4	2,5 и 4
	4	-	2,5-16
АМПВ	1	1,0-10	1,5-10
АМППВ	2 и 3	1,5-6	-
АПВ	1	2,0-120	2,0-120
АПВУ	1	2,5-120	2,5-120
ПВ-1 и ПВ-3	1	0,5-95	0,5-95
ПВ-2	1	2,0-95	2,0-95
ПВ-4	1	0,5-10	0,5-10
АППВ	2 и 3	2,0-6	-
ППВ	2 и 3	0,75-4	-
ВПВ и ВПП	1	1,5-70	1,5-70

ПВ-Л	1	6	-
ПСВЛ и ПСВЛУ	1	0,75-6	0,75-6
СПП	1 и 2	0,5	-
Провода с нагревостойкой изоляцией			
ПАЛ, ПАЛО и ПСАЛ	1	-	0,75-50
ПСУ-155	1	1,5-95	2,5
ПСУ-180	1	1,0-16	2,5
ПРКА	1	0,5-2,5	0,5-2,5
Провода для выводов электродвигателей			
ПВБЛ	1	-	2,5-50
ПВВТ	1	0,75-10	-
ПВКВ, ПВКФ	1	0,75-95	0,75-120
РКГМ, РКГМПТ	1	-	0,75-120
ПВПОК	1	-	1,0
ПВПФ	1	-	0,75-4
ПВФС	1	-	0,75-120
ПВЭп	1	-	0,75-120
ПКФМТ	1	-	1,0-300
Примечание. Одножильные провода ПСВЛ и ПСВЛУ сечением 0,75-6 мм ² применяются на напряжение 1000 В и более; ПВФР сечением 6-25 мм ² – на 2000 В; ПДПВ и ПВПВМ сечением 16-35 мм ² – на 3000 В; ПРГ-6000 сечением 6-95 мм ² , ПВКФ-6 сечением 10-120 мм ² – на 6000 В; ПВКФЭ-10 сечением 120 мм ² – на 10000 В; ПКФМТ сечением 10-300 мм ² – на 1500			

10.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И МОНТАЖНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОВОДОВ

Токопроводящие жилы проводов изготавливают из медных, алюминиевых или алюмомедных проволок различных типов скрутки по ГОСТ 22483-77.

Провода изготавливают с изоляцией из резины на каучуковой или кремнийорганической основе, ПВХ пластика, ПЭ и его разных модификаций (самозатухающего и др.) или других нагревостойких материалов. Провода с изоляцией из резины типов РТИ-1 и РТИ-2 допускают длительный нагрев токопроводящих жил до +65°C, а провода с ПВХ и ПЭ (в том числе с изоляцией из самозатухающего ПЭ) до +70°C. Провода нагревостойкостью до 85°C изготавливают с резиновой изоляцией на основе этиленпропиленового каучука и бутилкаучука, а до 180°C - с кремнийорганической или фторсилоксановой изоляцией. Допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции в большинстве случаев - 10%.

Для защиты проводов с резиновой изоляцией от механических воздействий и действия света и влаги применяют оболочки из шланговых резин, ПВХ пластика и из металлических лент с фальцованным швом. Применяют также оплетку хлопчатобумажной пряжей, пропитанной противогнильным составом или покрытой нитро- или этилцеллюлозным лаком; стеклопряжей, покрытой кремнийорганическим лаком, или стальной оцинкованной проволокой. Допустимое отклонение от номинальной толщины резиновой и пластмассовой оболочки -20%. Допустимое отклонение от расчетных диаметров проводов +10%.

Монтаж всех видов проводов допускается при температуре не ниже -15°C. Эксплуатационные показатели проводов приведены в табл. 10.3.

Преимущественные области применения некоторых проводов указаны в табл. 10.1.

Выводные провода выпускаются следующих классов нагревостойкости:

А - ПВБЛ, ПВВТ, ПВПОК, ПВФР;

В – ПВКФ, ПВКФ-6, ПВКФЭ-10, ПДПВ, ПДПВМ;

Н - ПВКВ, РКГМ, ПВПФ, ПКФВТ, ПКФМТ, ПВКФ-6, ПВКФ-10, ПВКФ, ПВКФЭ-10;

С - РКГМПТ.

Нагревостойкость проводов ПДПВ, ПДПВМ, ПВЭп 80-90°С.

Таблица 10.3. Эксплуатационные показатели проводов для электротехнических установок

Марка	Классы гибкости жил	Температура окружающей среды, °С		Предельный радиус изгиба провода	Строительная длина, м		
		плюс	минус		нормальная	маломеры	% к партии
Провода с резиновой изоляцией							
ПРГИ, ПРГН	2, 3, 4	40	50	5 D	100	20	10
ПРТО, АПРТО, АПРИ, ПРИ, ПРН	1, 2	40	50	5 D	100	20	10
АПРФ, ПРФ, ПРФл	1	50	40	10 D	50	15	10
АПРН	1, 2	40	50	5 D	100	20	10
ПРП, ПРРП	2, 3, 4	50	40	10 D	50	15	10
ПРД, ПРВД	2, 4	50	40	10 D	100	20	10
ПРГ-6000	4	55	50	10 D	50	3	20
АРТ	1, 2	50	40	10 D	110	25	10
Провода с пластмассовой изоляцией							
АВТ, АВТУ, АВТВ, АВТВУ	1, 2	50	40	-	110	25	10
АМПВ, АМППВ	1, 2, 3	40	50	-	100	20	20
АПВ, АППВ	1, 2	40	50	10 D	100	20	20
ВПВ, ВПП	2, 3	50	40	-	70-600	7	7
ПВ-1	1, 2	40	50	10 D	100	20	10
ПВ-2	2, 3	40	50	5 D	100	20	10
ПВ-3	2, 3, 4	40	50	5 D	100	20	10
ПВ-4	4, 5	40	50	5 D	100	25	10
ПВ-Л	1	50	40	-	50	10	20
ВПВ	1, 2	40	50	10 D	100	20	10
ПСВЛ	2, 3, 4	70	40	-	15	8	25
ПСВЛУ	2, 3, 4	70	40	-	100	25	30
СПП	4	60	50	-	1ж-200-1300	200	5
					2ж-520±20	200	5
Провода с нагревостойкой изоляцией							
ПАЛ, ПАЛО, ПСАЛ	4, 5	200	50	(6-15)/D	10	1,5	15
ПСУ-155	1, 2, 4	155	60	(8, 10)/D	15	По соглашению	
ПСУ-180	1, 4	180	60	(8, 10)/D	15	То же	
ПРКА	2, 4	180	50	10 D	20	5	10
Провода для выводов электродвигателей							
ПВБЛ	4	105	40	-	50	1,5	25
ПВВТ	4	105	40	-	50, 100	20	25
ПВКВ	4, 5	180	60	-	50, 100	20	25

ПВКФ	4, 5	155	60	-	50, 100	3,5	25
ПВКФ-6, ПВКФЭ-10	2, 3	155, 180	60	5 D	15	3	15
ПВПОК	4, 5	105	50	-	100	20	20
ПВПФ	5	180	60	2 D	50	5	20
ПВФР	4	130	40	-	20	По соглашению	
ПВФС	4	180	60	-	50, 100	20	25
ПВЭп	3, 4	105	40	-	50	1,5	25
ПДВП, ПДВМ	1	90	40	10 D	10	По соглашению	
ПДПВ, ПДПВМ	3, 4	90	40	-	10	То же	
ПКФВТ	5	80	60	5 D	50	5	20
ПКФМТ	3	80	60	5 D	50	5	20
РКГМ	4	180	60	-	50, 100	20	25
РКГМПТ	4	200	60	-	50, 100	20	25

10.3. ПРОВОДА С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Провода с резиновой изоляцией для электротехнических установок отличаются токопроводящими жилами (алюминиевые или медные), видом изоляции, степенью гибкости проводов, материалом оболочек или защитных покрытий (резиновая или пластмассовая оболочка, оплетка пряжей или проволоками, металлическая оболочка).

В табл. 10.4 приведено соотношение сечений основных и заземляющих жил. Трехжильные провода ПРТО (рис. 10.1) и АПРТО могут иметь заземляющую или нулевую жилу. Данные о толщинах резиновой изоляции и оболочек указаны в табл. 10.5. Предельно допустимое отклонение от толщины изоляции — 10%, оболочки — 20%.

Несущий трос провода АРТ сечением от 2*2,5 до 4*6 мм² состоит из 19 стальных проволок диаметром 0,5 мм, а сечением от 4*10 до 4*35 мм² — из 49 проволок диаметром 0,5 мм. На скрученные тросы накладывают резиновую изоляцию. Разрывное усилие — соответственно 6 и 12 кН. Изолированные жилы скручивают вокруг троса с шагом от 10 до 12 D в правом направлении.

На изолированные резиной жилы провода ПРД (рис. 10.2) накладывают оплетку крученой хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 96%, а на жилы провода ПРВД (рис. 10.3) сечением до 2,5 мм² - оболочку из ПВХ пластика любого цвета толщиной 0,2 мм, и для остальных сечений толщиной 0,25 мм. Жилы провода ПРД и ПРВД скручивают между собой в пару с шагом не более 10 D.

Провод АППР имеет разделительное основание, размеры которого приведены ниже:

Число жил и сечение, мм ²	2*2,5	2*4	2*6	2*10	3*2,5
Ширина и толщина, мм	4*1,2	4*1,2	5*1,4	5*1,6	4*1,2

Поверх токопроводящей жилы провода ПРГ-6000 (рис. 10.4) допускается наложение ПЭТФ пленки. Жилу изолируют резиной типа РТИ-1, причем допускается обмотка ее лентой из прорезиненной ткани или пленкой из синтетического материала. На изолированные жилы накладывают оплетку из хлопчатобумажной пряжи плотностью не менее 70% и пропитывают противогнилостным составом.

Жилы проводов ПРП и ПРПП скручивают с шагом не более 16 D, жилы остальных проводов укладывают параллельно. На скрученные или параллельно уложенные жилы провода ПРП (рис. 10.5) последовательно накладывают: две прорезиненные ленты и оплетку стальными оцинкованными проволоками диаметром 0,3 мм; в проводе ПРПП (рис. 10.6) — резиновую оболочку, прорезиненную тканевую ленту и оплетку стальными оцинкованными проволоками диаметром 0,3 мм.

Допускается: в одножильных проводах ПРП дополнительное наложение обмотки одной прорезиненной тканевой лентой с перекрытием не менее 50%; в проводах ПРПП по скрученным жилам дополнительное наложение лент ПЭТФ или другой равноценной пленки или обмотки прорезиненной тканевой лентой или хлопчатобумажной пряжей; наложение оплетки стальными оцинкованными

проводами диаметром 0,3 мм поверх резиновой оболочки; применение лент из ПЭТФ или другой равноценной пленки взамен прорезиненной тканевой ленты; в проводах АПРФ, ПРФ и ПРФл (рис. 10.7) - замена ПЭТФ пленки другой равноценной пленкой или прорезиненной тканевой лентой, в проводах всех марок — заполнение резиновыми жгутами или кабельной пряжей. Ленты накладывают с перекрытием не менее 20%, плотность оплетки не менее 80%.

В проводах всех марок, выпускаемых по ГОСТ 20520-80, допускаются токопроводящие жилы с числом проволок, превышающим стандартное. Скрутка проволок в жилах производится в противоположные стороны, но допускается и скрутка в одну сторону.

В проводах ПРГН и ПРГИ (рис. 10.8, 10.9) сечением свыше 16 мм² при наложении изоляции на АНВ между токопроводящей жилой и изоляцией накладывают сепаратор из ПЭТФ или другой равноценной синтетической пленки. В проводах остальных марок прокладка сепаратора допускается. В параллельно уложенных двух- и трехжильных проводах АППР имеется разделительное основание для крепления проводов (размеры указаны в табл. 10.5). Изолированные жилы четырехжильных проводов скручивают с шагом не более 13 D.

Изолированные жилы проводов ПРТО и АПРТО скручивают с шагом не более 20 D и обматывают или продольно накладывают ПЭТФ или другую равноценную синтетическую пленку. В многожильных (свыше четырех) проводах в каждом повиве две смежные жилы имеют расцветку, отличающуюся друг от друга и от расцветки остальных жил, или нумерацию. Заземляющие жилы имеют зелено-желтую расцветку. Поверх изолированной жилы в одножильных проводах и поверх обмотки в многожильных проводах ПРТО и АПРТО накладывают оплетку или два слоя обмотки хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 70% в противоположные стороны и пропитывают противогнилостным составом.

Внешний диаметр и масса проводов с резиновой изоляцией приведены в табл. 10.6 - 10.11. Допустимые отклонения внешнего диаметра +10%.

Таблица 10.4. Соотношение сечений основных жил и жил заземления проводов для электротехнических установок

Сечение жил, мм ²		Сечение жил, мм ²		Сечение жил, мм ²	
основных	заземления	основных	заземления	основных	заземления
0,75	0,75	6,0	4	50	16
1,0	1,0	10	6	70	25
1,5	1,0	16	6	95	35
2,5	1,5	25	10	120	35
4,0	2,5	35	10	150	50

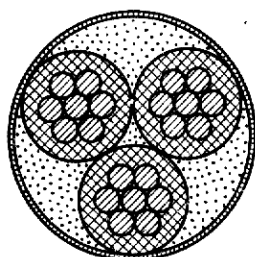


Рисунок 10.1. Схема провода марки ПРТО

Таблица 10.5. Толщина изоляции и оболочки проводов для электротехнических установок

S, мм ²	Толщина изоляции проводов, мм									Толщина оболочки, мм, ПРН, АПРН, ПРГН
	ПРП, ПРТО, АПРТО	ПРИ, АПРИ, ПРГИ,	ПРН, АПРН, ПРГН	АППР	ПРРП, АПРФ, ПРФ, ПРФл	ПВБЛ, ПВКФ, ПВКВ	РКГМ, РКГМПТ	АРТ	ПРВД, ПРД	ПРГ- 6000
						380 В	660 В			

0,75	1,0	1,2	-	-	1,0	0,6	1,0	0,8	-	0,6	-	-
1,0	1,0	1,2	-	-	1,0	0,6	1,0	0,8	-	0,6	-	0,4
1,5	1,0	1,2	0,8	-	1,0	0,6	1,0	0,8	1,2	0,6	-	0,4
2,5	1,0	1,2	0,8	1,6	1,0	0,8	1,0	0,9	1,2	0,6	-	0,4
4	1,0	1,2	0,8	1,6	1,0	0,8	1,0	1,0	1,2	0,6	-	0,4
6	1,0	1,2	0,8	1,6	1,0	0,8	1,0	1,0	1,2	0,6	3,2	0,4
10	1,2	1,4	1,0	1,8	1,2	1,0	1,2	1,2	2,0	-	3,4	0,4
16	1,2	1,4	1,0	-	1,2	1,0	1,2	1,2	2,0	-	3,4	0,4
25	1,4	1,7	1,2	-	1,4	1,2	1,4	1,4	2,0	-	3,6	0,5
35	1,4	1,7	1,2	-	1,4	1,2	1,4	1,4	2,0	-	3,6	0,5
50	1,6	2,0	1,4	-	1,6	1,4	1,6	1,6	-	-	3,8	0,6
70	1,6	2,0	1,4	-	1,6	1,4	1,6	1,6	-	-	3,8	0,6
95	1,8	2,2	1,5	-	1,8	1,6	1,8	1,8	-	-	3,8	0,7
120	1,8	2,2	1,5	-	1,8	-	1,8	1,8	-	-	-	0,7



Рисунок 10.2. Провод с резиновой изоляцией марки ПРД

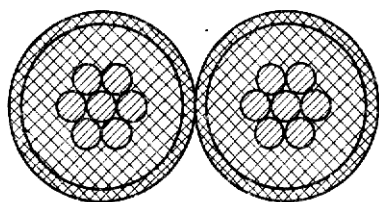


Рисунок 10.3. Схема провода марки ПРВД

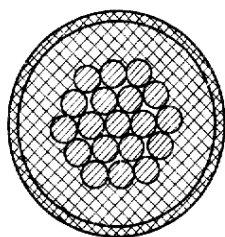


Рисунок 10.4. Схема провода марки ПРГ-6000



Рисунок 10.5. Провод марки ПРП с резиновой изоляцией

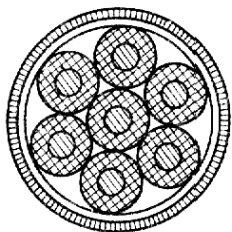


Рисунок 10.6. Схема провода марки ПРП

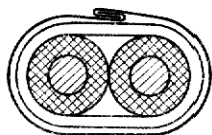


Рисунок 10.7. Схема провода марки АПРФ



Рисунок 10.8. Провод с резиновой изоляцией марки ПРГН

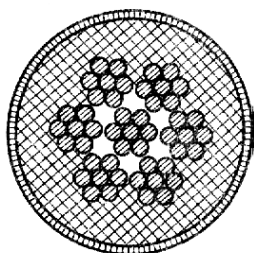


Рисунок 10.9. Схема провода марки ПРГН

Таблица 10.6. Внешний диаметр и масса проводов ПРП

S, мм ²	Число жил														
	1	2	2+1	3	3+1	4	5	6	7	8	10	14	19	24	30
D, мм															
1	5,8	9,1	-	9,6	-	10,5	11,4	12,4	12,4	13,4	15,7	17,0	19,0	22,3	23,6
1,5	6,1	9,7	10,2	10,2	11,2	11,2	12,2	13,3	13,3	14,4	16,9	18,4	20,5	24,1	25,6
2,5	6,6	10,7	11,3	11,3	12,4	12,4	13,6	14,8	14,8	16,0	18,9	20,5	23,0	27,1	28,8
4	7,1	11,7	12,4	12,4	13,6	13,6	-	16,3	16,3	17,7	20,9	-	-	-	-
6	7,7	12,9	13,7	13,7	15,0	15,0	-	18,1	18,1	19,7	23,3	-	-	-	-
10	8,9	15,3	16,3	16,3	17,9	17,9	-	21,7	21,7	23,7	28,1	-	-	-	-
16	10,7	18,9	18,9	20,1	20,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	13,0	23,5	23,5	25,1	25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	14,0	25,5	25,5	27,3	28,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	15,9	29,3	29,3	31,3	32,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	19,3	36,1	36,1	38,7	40,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	21,1	39,7	39,7	42,5	44,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
g, кг/км															
1	74	124	-	156	-	186	218	252	272	304	377	480	616	755	903

1,5	78,7	145	175	181	214	220	258	299	327	362	459	602	754	934	1127
2,5	103	189	220	234	277	287	341	402	442	501	620	805	1048	1308	1583
4	121	227	276	293	346	362	-	509	569	646	795	-	-	-	-
6	148	287	351	376	461	485	-	684	761	864	1070	-	-	-	-
10	215	432	516	591	690	753	-	1070	1212	1346	1711	-	-	-	-
16	298	585	669	799	888	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	433	877	1012	1210	1367	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	541	1091	1223	1526	1673	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	704	1435	1636	2025	2235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	966	1953	2279	2710	3116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	1266	2579	3002	3729	4162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 10.7. Внешний диаметр и масса проводов ПРРП

S, мм2	Число жил															
	1	2	2+1	3	3+1	4	5	6	7	8	10	14	19	24	30	
D, мм																
1	7,6	11,4		12,0		12,8	13,8	14,8	14,8	16,4	18,7	20,0	22,4	25,7	27,6	
1,5	7,9	12,1	12,6	12,6	13,6	13,6	14,6	16,3	16,3	17,4	19,9	21,8	23,9	28,1	29,6	
2,5	8,4	13,1	13,7	13,7	14,8	14,8	16,6	17,8	17,8	19,0	22,3	23,9	27,0	31,1	33,2	
4	8,9	14,1	14,8	14,8	16,6	16,6		19,3	19,3	21,1	24,3					
6	9,5	15,9	16,7	16,7	18,0	18,0		21,5	21,5	23,1	27,3					
10	11,3	18,3	19,3	19,3	21,3	21,3		25,1	25,1	27,6	32,5					
16	13,1	22,3	22,3	23,5	24,2											
25	16	27,5	27,5	29,1	29,9											
35	17	29,5	29,5	31,3	32,6											
50	18,9	33,7	33,7	35,7	36,8											
70	22,7	40,5	40,5	43,1	44,4											
95	24,5	44,1	44,1	46,9	48,4											
g, кг/км																
1	106	216		239		273	309	361	374	433	549	647	802	1009	1181	
1,5	115	241	267	272	309	314	365	440	459	508	644	778	961	1213	1427	
2,5	137	293	326	335	392	398	485	558	593	681	848	1036	1316	1613	1910	
4	158	346	408	412	506	513		671	729	827	1010					
6	194	471	534	550	656	670		872	1026	1077	1358					
10	292	680	741	832	928	1003		1362	1502	1646	2083					
16	365	885	935	1084	1155											
25	548	1344	1426	1646	1763											
35	657	1627	1705	2019	2158											
50	840	2127	2245	2651	2844											
70	1133	2925	3113	3658	3945											
95	1411	3741	3988	4727	5078											

Таблица 10.8. Внешний диаметр и масса проводов с резиновой изоляцией АПРФ, ПРФ и ПРФл

n*S, мм ²	АПРФ		ПРФ		ПРФл	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
1*1,0			4,3	40	4,2	64,6

2*1,0			7,5	75,1	7,4	113
2*2,0 + 1*1,0			7,9	96,0	7,8	137
3*1,0			7,9	96,0	7,8	137
3*1,0 + 1*1,0			8,7	118,0	8,6	159
1*1,5			4,6	45,3	4,5	70,3
2*1,5			7,9	88	7,8	131
2*1,5 + 1*1,0			8,5	108	8,3	149
3*1,5			8,5	131	8,4	154
3*1,5 + 1*1,0			9,3	113	9,2	180
1*2,5	5,0	43	5,0	138	4,9	85,6
2*2,5	8,7	81,5	8,7	58	8,6	153
2*2,5 + 1*1,5		103	9,3	112	9,2	181
2*2,5 + 1*2,5	9,3			137		
3*2,5	9,3	103	9,3	148	9,2	192
3*2,5 + 1*1,5		129	10,3	178	10,2	227
3*2,5 + 1*2,5	10,5	129				
1*4,0	5,4	51	5,4	75,3	5,3	104
2*4,0	9,7	99,2	9,7	148	9,6	194
2*4,0 + 1*2,5	10,3	120	10,3	184	10,2	239
3*4,0	10,3	127	10,3	200	10,2	249
3*4,0 + 1*2,5	11,4	153	11,4	241	11,3	294

Таблица 10.9. Внешний диаметр проводов с резиновой изоляцией ПРТО, АПРТО и АРТ

S, мм2	ПРТО и АПРТО								АРТ		
	Число жил										
	1	2	3	3+1	4	7	10	14	2	3	4
0,75	3,7										
1,0	3,8	7,5	7,9	9,0							
1,5	4,1	8,0	8,8	9,6	9,6	11,6	15,0	16,4			
2,5	4,5	9,0	9,6	10,6	10,6	12,8	16,5	18,6	9,0		
4,0	5,0	10,0	10,6	11,7	11,7	14,2			10,1	11,3	12,7
6,0	5,5	11,0	11,7	12,9	12,9	15,7				12,5	14,0
10,0	6,7	13,4	14,3	15,8	15,8	19,9					20,5
16,0	8,4	17,7	18,9	21,0							24,6
25,0	10,1	21,1	22,5	25,1							28,1
35,0	11,3	23,4	25,0	27,8							31,3
50,0	13,2	27,5	29,5	32,9							
70,0	14,8	30,7	32,9	36,7							
95,0	17,1	35,3	37,9	42,3							
120,0	19,3	38,9	41,6	46,4							

Таблица 10.10. Внешние размеры, мм, проводов с резиновой изоляцией ПРН, ПРИ, ПРГН, ПРГИ, АПРН, АПРИ и АППР

S, мм ²	ПРН, ПРИ	ПРГН, ПРГИ	АПРН, АПРИ	АППР		
				двухжильные	трехжильные	четырёхжильные

0,75	3,4	3,5	-	-	-	-
1,0	3,5	3,6	-	-	-	-
1,5	3,8	3,9	-	-	-	-
2,5	4,2	4,4	4,2	5*14,0	5*19,0	12,1
4,0	4,7	5,0	4,7	5,6*15,2	-	13,5
6,0	5,2	5,6	5,2	6,0*17,0	-	14,5
10,0	6,4	6,8	6,4	7,2*19,4	-	17,3
16,0	7,9	8,6	7,9	-	-	-
25,0	9,8	11,9	9,8	-	-	-
35,0	11,0	12,1	11,0	-	-	-
50,0	12,9	14,8	13,1	-	-	-
70,0	14,7	16,6	14,7	-	-	-
95,0	17,0	19,2	17,0	-	-	-
120,0	18,6	21,4	18,7	-	-	-

Таблица 10.11. Внешний диаметр и масса проводов с резиновой изоляцией ПРД, ПРВД и ПРГ-6000

S, мм ²	ПРД		ПРВД		ПРГ-6000	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
0,75	6,0	3,2	-	-	-	-
1,0	6,4	39,0	5,8	21,1	-	-
1,5	7,0	50,4	6,5	27,7	-	-
2,5	8,0	74,5	7,5	41,1	-	-
4,0	9,0	108	8,8	59,4	-	-
6	10,2	153	10,0	81,9	11,9	224
10	-	-	-	-	12,9	247
16	-	-	-	-	14,8	336
25	-	-	-	-	17,4	489
35	-	-	-	-	18,5	597
50	-	-	-	-	20,6	770
70	-	-	-	-	25,0	1056
95	-	-	-	-	31,1	1355

10.4. ПРОВОДА С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Большинство силовых проводов с пластмассовой изоляцией изготавливают без оболочки и защитных покрытий, так как пластмассовая изоляция не нуждается в защите от действия света, влаги и устойчива к легким механическим воздействиям (рис. 10.10, 10.11), в двух- и трехжильных проводах с пластмассовой изоляцией общего назначения жилы укладывают параллельно в одной плоскости. Изоляцию накладывают так, чтобы между двумя жилами образовалось разделительное основание шириной 5 мм и толщиной 0,65 мм, предназначенное для крепления провода к стенам и потолкам с помощью гвоздей. В трехжильных проводах две жилы примыкают друг к другу, а между второй и третьей жилами имеется разделительное основание.

Провода с пластмассовой изоляцией отличаются друг от друга видами и типами токопроводящих жил, а также видами пластмассовой изоляции (ПВХ, ПЭ и ее модификации) и их толщинами (рис. 10.12, 10.13). В табл. 10.12 приведены толщины пластмассовой изоляции и оболочки, а в табл. 10.13 – 10.18 - внешние диаметры и масса проводов пластмассовой изоляцией. Предельно допустимое отклонение от толщины: изоляции - 10%, оболочки - 20%.

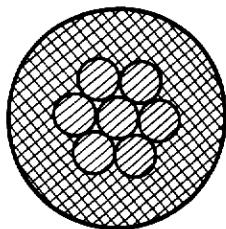


Рисунок 10.10. Схема провода марки ПВ-1

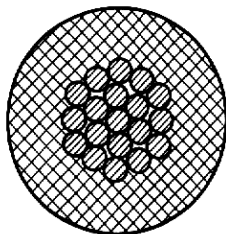


Рисунок 10.11. Схема провода марки ПВ-3

Таблица 10.12 Толщина изоляции и оболочки проводов силовых с пластмассовой и нагревостойкой изоляцией, мм

S, мм2	АПВ, ПВ-1, ПВ-Л		С пластмассовой изоляцией														С нагревостойкой изоляцией													
			Уном, В		ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ППВ, АППВ		АВТ, АВТУ		АВТВ, АВТВУ		ПСВЛ				ПСВЛУ		ВПВ, ВПП		АМПВ		АМППВ		ПСУ-155		ПСУ-180		ПАЛ		ПАЛО	
380	660	Уном, В		Уном, В				Уном, В		Уном, В		Уном, В		Уном, В		Уном, В		Уном, В		Уном, В		Уном, В		Уном, В						
380	660	380	660	220	380	660	1100	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660			
0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,8		
0,75	0,6	0,7	0,6	0,8	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,62	0,6	1,0			
1,0	0,6	0,7	0,7	0,8	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	-	-	0,7	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,62	0,6	1,0						
1,5	0,6	0,7	0,7	0,8	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	0,6	0,7	0,7	1,0	0,7	0,76	-	0,85	-	1,02	0,62	0,6	1,0						
2,5	0,7	0,8	0,7	1,0	1,0	0,7	0,6	0,8	0,9	1,0	0,4	0,6	0,7	0,7	1,0	0,7	0,76	0,93	0,85	1,15	1,02	0,62	0,8	1,0						
4	0,7	0,8	0,8	1,0	1,2	0,8	0,6	0,8	0,9	1,0	0,5	0,7	0,8	0,8	1,0	0,8	0,76	-	0,85	-	1,02	0,62	-	-						
6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,2	0,8	0,6	0,8	0,9	1,0	0,5	0,7	0,8	0,8	1,0	0,8	0,76	-	0,85	-	1,02	0,62	-	-						
10	0,9	1,0	1,0	1,2	1,4	1,0	-	-	-	-	-	0,8	1,0	1,0	1,2	1,0	0,76	-	0,85	-	1,12	0,62	-	-						
16	0,9	1,0	1,0	1,2	1,4	1,0	-	-	-	-	-	0,8	1,0	-	-	-	0,76	-	0,85	-	1,12	0,62	-	-						
25	1,1	1,2	1,2	1,4	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	-	-	-	0,76	-	-	-	1,12	0,62	-	-						
35	1,1	1,2	1,2	1,4	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	-	-	-	0,76	-	-	-	1,61	0,86	-	-						
50	1,3	1,4	1,4	1,6	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	0,76	-	-	-	1,61	0,86	-	-						
70	1,3	1,4	1,4	1,6	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	-	-	-	0,76	-	-	-	-	-	-	-						
95	1,5	1,6	1,6	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	-	-	-	-	-						
120	1,5	1,6	1,6	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	-	-	-	-	-						

Таблица 10.13. Внешний диаметр, мм, проводов АПВ, АПВУ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4

S, мм2	АПВ и ПВ-1		АПВУ		ПВ-2		ПВ-3		ПВ-4	
	Uном, В									
	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660
0,5	2,0	2,2	-	-	-	-	2,1	2,5	2,1	2,5
0,75	2,2	2,4	-	-	-	-	2,3	2,7	2,4	2,8

1,0	2,3	2,5	-	-	-	-	2,6	2,8	2,7	2,9
1,2	2,5	2,7	-	-	-	-	2,8	3,0	3,0	3,6
1,5	2,6	3,0	-	-	-	-	3,0	3,6	3,8	4,4
2,0	2,8	3,2	3,0	3,6	3,2	3,8	3,3	3,9	4,5	4,9
2,5	3,0	3,4	3,4	3,8	3,4	4,0	3,5	4,1	5,6	6,0
3,0	3,3	3,5	3,5	3,9	3,9	4,3	3,9	4,3	6,5	6,9
4,0	3,7	3,9	3,9	4,3	4,2	4,6	4,2	4,6	-	-
5,0	3,9	4,1	4,1	4,5	4,5	4,9	4,5	4,9	-	-
6,0	4,2	4,4	4,4	4,8	4,7	5,1	4,8	5,2	-	-
8,0	5,0	5,2	5,2	5,6	5,6	6,0	5,6	6,0	-	-
10,0	5,4	5,6	5,6	6,0	6,1	6,5	6,0	6,4	-	-
16,0	6,9	7,1	7,1	7,5	7,2	7,6	7,8	8,2	-	-
25,0	8,6	8,8	8,8	9,2	9,2	9,6	10,1	10,5	-	-
35,0	9,8	10,0	10,0	10,4	10,1	10,5	11,1	11,5	-	-
50,0	11,5	11,7	11,7	12,1	11,9	12,3	13,0	13,4	-	-
70,0	13,3	13,5	13,5	13,9	13,5	13,9	15,4	15,8	-	-
95,0	15,6	15,8	15,8	16,2	15,7	16,1	18,2	18,6	-	-
120,0	17,1	17,3	17,3	17,7	-	-	-	-	-	-

10.5. ПРОВОДА С НАГРЕВОСТОЙКОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Широкое развитие техники в последнее время вызвало все более увеличивающуюся потребность в проводах, изолированных более нагревостойкими материалами, чем традиционные. В связи с этим разработаны провода с нагревостойкостью до 200°C, с применением в качестве изоляции обмотки из упрочненной асбестовой ровницы и ориентированной пленки из фторопласта Ф-4 и второго слоя обмотки пленкой из фторопласта Ф-4 с внешней лакировкой (ПАЛ; ПАЛО — облегченный вариант), которые выпускаются серийно.

Так же серийно изготавливают провода ПСУ-155 и ПСУ-200 нагревостойкостью соответственно 155 и 200°C, изолированные стеклолакотканью и дельта-асбестом. Они подклеены к жиле кремнийорганическим лаком и пропитаны водно-эмульсионным лаком на основе кремний органического лака. Поверх изоляции из стеклоткани допускается наложение скрепляющей обмотки стеклянной нитью. В проводах сечением свыше 25 мм² допускается изоляция из дельта-асбеста, подклеенного кремнийорганическим лаком и пропитанного водно-эмульсионным лаком на основе кремнийорганического лака.

В выводных проводах класса нагревостойкости Н в качестве изоляции широко применяется кремнийорганическая резина. В проводах ПРКА, используемых для монтажа осветительной арматуры, электроплит, жарочных шкафов и других электробытовых приборов, применяется кремнийорганическая резина повышенной твердости, что обеспечивает механическую прочность изоляции. По требованию заказчика провода могут быть изготовлены с изоляцией белого, зеленого, красного или желтого цвета. Допускается также изготавливать провода в оплетке лавсановой или стеклянной нитью, но в этом случае нагревостойкость снижается до 130°C и внешний диаметр увеличивается соответственно на 0,7 и 0,4 мм. Данные о толщине изоляции указаны в табл. 10.12, а о внешнем диаметре и массе - в табл. 10.19 и 10.20.

Таблица 10.19 Внешний диаметр и масса нагревостойких проводов ПСУ-155 и ПСУ-180 на напряжение 380 В и ПАЛ, ПАЛО на напряжение 660 В

S, мм ²	ПСУ-155		ПСУ-180		ПАЛ		ПАЛО	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
0,75	-	-	-	-	4,4	27,8	3,8	20,3
1,0	-	-	3,6	17,5	4,5	30,6	4,0	23,7
1,5	3,4	20,6	3,9	23,5	5,2	38,0	4,3	30,2
2,5	3,7	30,4	4,4	35,2	5,8	55,5	5,0	46,0

4,0	4,3	45,3	5,0	50,2	6,4	72,2	5,5	62,2
6	4,7	63,3	5,5	71,7	7,4	103,0	6,6	89,0
10	5,6	102,5	5,8	112	8,5	147,0	7,5	130,0
16	6,9	158,9	7,2	170	9,9	221,0	8,9	197,0
25	8,5	249,7	-	-	11,1	316,0	10,1	287,5
35	10,6	367,2	-	-	13,8	456,0	12,4	404,5
50	12,0	501,3	-	-	15,0	592,2	13,5	539,0
70	13,7	685,0	-	-	-	-	-	-
95	15,7	934,4	-	-	-	-	-	-

Таблица 10.20 Внешний диаметр и масса нагревостойких проводов ПСУ-155 и ПСУ-180 на напряжение 660 В и ПРКА

S, мм ²	ПРКА				ПСУ-155		ПСУ-180	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
	Номинальное напряжение, В							
	380		660		660		660	
0,5	2,1	9,7	2,5	10,8	-	-	-	-
0,75	2,3	11,6	3,1	16,6	-	-	-	-
1,0	2,5	14,0	3,3	19,3	-	-	-	-
1,5	2,8	19,5	3,6	25,4	-	-	-	-
2,5	3,7	14,7	4,1	38,4	4,5	33,5	5,0	41,4

10.6. ПРОВОДА ДЛЯ ВЫВОДОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Провода для выводов электродвигателей изготавливают сечением от 0,75 до 120 мм² всех классов нагревостойкости от 80 до 180°С на переменное напряжение от 380 до 6000 В. Провода изготавливают с резиновой изоляцией различных модификаций, а также с изоляцией из кремнийорганической и фторсилоксановой резины, асбестовой ровницы, резино-стеклоткани, фторопласта. Защитными покрытиями проводов служат резиновые оболочки и оплетка стеклонитью, пропитанные нагревостойким лаком и др.

В табл. 10.21 указаны значения толщин изоляции и оболочек проводов, а в табл. 10.22 - 10.24 — внешний диаметр и масса проводов для выводов электродвигателей, в табл. 10.25 — внешний диаметр и толщины оболочки и изоляции проводов ПВФР, ПДПВ и ПДПВМ.

Таблица 10.21. Толщина изоляции и оболочек проводов для выводов электродвигателей, мм

S, мм2	ПВБЛ, РКГМ, РКГМПТ	ПВВТ	ПВКФ		ПВКВ		ПВКФ-6	ПВКФЭ-10	ПВПОК	ПВПФ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	РКГМ, РКГМПТ	ПВКФВТ, ПКФМТ		
			Уном, В											Уном, В		
			380	660	380	660								220	660	1500
0,35		0,6												0,6		
0,50		0,7												0,6		
0,75		0,7	0,6	1,0	0,6	1,0				0,5			0,8	0,6		
1,0		0,7	0,6	1,0	0,6	1,0			0,35	0,5			0,8	0,6	1,0	
1,5		0,8	0,6	1,0	0,6	1,0				0,5			0,8	0,6	1,0	
2,5	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	1,0				0,5			0,9	0,8	1,0	
4	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0				0,5			1,0	0,8	1,0	
6	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0					0,6/1,4	5,0	1,0	0,8	1,0	
10	1,2	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	5,0/0,6	6,0/0,8			0,6/1,9	5,0	1,2	1,0	1,2	
16	1,2		1,0	1,2	1,0	1,2	5,0/0,6	6,0/0,8			0,7/1,9	5,0	1,2	1,0	1,2	

25	1,4		1,2	1,4	1,2	1,4	5,0/0,6	6,0/0,8			0,8/1,9		1,4	1,2	1,4	
35	1,4		1,2	1,4	1,2	1,4	5,0/1,0	6,0/1,0					1,4	1,2	1,4	
50	1,6		1,4	1,6	1,4	1,6	5,0/1,0	6,0/1,0					1,6	1,4	1,6	
70	1,6		1,4	1,6	1,4	1,6	5,0/1,0	6,0/1,0					1,6	1,4	1,6	2,4
95	1,8		1,6	1,8	1,6	1,8	5,0/1,2	6,0/1,2					1,8	1,6	1,8	
120	1,8		1,8		1,8	5,0/1,2	6,0/1,2						1,8	1,6	1,8	
Примечание. Для проводов ПВКФ-6, ПВКФЭ-10, ПВФР в знаменателе дроби указана толщина оболочки.																

Таблица 10.22. Внешний диаметр и масса проводов для выводов электродвигателей ПВКФ-6, ПВКФЭ-10, ПВПОК, ПВПФ, ПВФР, ПВЭп, ПДПВ, ПДПВМ

S, мм ²	ПВКФ-6		ПВКФЭ-10		ПВПОК		ПВПФ		ПВФР		ПВЭп		ПДПВ и ПДПВМ	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
0,75							2,18	12,1			3,6	20,0		
1,0					2,15	11,4	2,32	14,1			3,7	23,0		
1,5							2,65	20,1			4,1	28,3		
2,5							3,17	31,8			4,5	38,2		
4							3,67	45,5			5,1	53,6		
6									8,0	116,2	5,6	79		
10	16,1	344/346	19,5	485/488					10,0	178,0	7,3	122		
16	17,3	430/432	20,7	581/584					11,4	254,0	8,7	185	15,7	215
25	18,6	555/557	22,0	718/721					13,1	356,0	10,7	280	17,0	341
35	20,7	713/712	24,1	891/895							12,1	394	18,0	475
50	22,2	874/878	25,6	1066/1069							15,1	565		
70	24,6	1130/1134	28,2	1340/1345							16,7	741		
95	26,7	1358/1459	30,5	1694/1699							18,8	998		
120	28,6	1754/1761	32,3	2010/2016							21,0	1036		
Примечание. В числителе указана масса проводов с классом нагревостойкости F, а в знаменателе – с классом нагревостойкости H														

Таблица 10.23. Внешний диаметр проводов для выводов электродвигателей ПВБЛ, ПВВТ, РКГМ, РКГМПТ, ПВКФ, ПВКВ

S, мм ²	ПВБЛ	ПВВТ	РКГМ	РКГМПТ	ПВКФ и ПВКВ	
					380 В	660 В
0,75	-	2,5	3,2	3,2	2,8	3,6
1,0	-	2,7	3,3	3,3	2,9	3,7
1,5	-	3,1	3,7	3,7	3,3	4,1
2,5	4,5	3,5	4,3	4,3	4,1	4,5
4	5,1	4,3	5,1	5,1	4,7	5,1
6	5,6	4,8	5,6	5,6	5,2	5,6
10	7,3	6,5	7,3	7,3	7,1	7,5
16	8,7	-	8,7	8,7	8,5	8,9
25	10,7	10,7	10,7	10,7	10,5	10,9
35	12,1	-	12,1	12,1	11,9	12,3
50	15,1	-	15,1	15,1	14,9	15,3

70	-	-	16,7	16,7	16,5	16,9
95	-	-	18,8	18,8	18,6	19,0
120	-	-	20,8	20,8	-	21,2

Таблица 10.24. Внешний диаметр и масса проводов для выводов тяговых электродвигателей ПКФВТ и ПКФМТ

S, мм ²	D, мм			g, кг/км		
	U _{НОМ} , В					
	220	660	1500	220	660	1500
0,12	1,9	-	-	4,8	-	-
0,20	2,0	-	-	6,1	-	-
0,35	2,2	-	-	8,1	-	-
0,50	2,5	-	-	10,9	-	-
0,75	2,8	-	-	14,1	-	-
1,0	2,9	3,8	4,6	16,9	23	35
1,5	3,5	4,3	4,9	18,4	25	44
2,5	4,5	4,9	5,8	41,5	46	66
4	5,2	5,6	6,4	57,3	62	85
6	5,9	6,3	7,4	79,8	85	111
10	7,9	8,3	8,7	133	140	173
16	8,8	9,2	9,9	194	202	240
25	10,8	11,2	11,6	296	307	352
35	13,0	13,4	14,0	406	418	472
50	15,0	15,4	15,4	573	567	649
70	16,7	17,1	18,5	782	798	865
95	-	19,6	19,5	-	1047	1124
120	-	21,2	22,2	-	1315	1398
150	-	24,5	25,3	-	1641	1737
185	-	26,7	28,8	-	1998	2102
240	-	29,3	30,5	-	2607	2721
300	-	33,9	33,1	-	3256	3387

Таблица 10.25. Данные проводов ПВФР, ПДПВ и ПДПВМ

S, мм ²	Число проволок, диаметр проволоки, мм		Толщина изоляции, мм		Толщина оболочки, мм		Максимальный внешний диаметр, мм	
	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ
6	84*0,30	-	0,6	-	1,4	-	8,0	-
10	140*0,30	-	0,6	-	1,9	-	10,0	-
16	224*0,30	19*1,04	0,7	1,5	1,9	1,5	11,4	11,7
25	342*0,30	19*1,35	0,8	1,5	1,9	1,5	13,1	13,0
35	-	19*1,53	-	1,5	-	1,5	-	14,0

10.7. ПАРАМЕТРЫ ПРОВОДОВ

Провода силовые в процессе производства и при выпуске подвергают обязательным электрическим испытаниям отдельных изолированных жил до наложения оболочки и защитных покрытий или в готовом

виде или дважды (изолированные жилы и готовые провода). В табл. 10.26 приведены нормы электрических испытаний проводов, а в табл. 10.27 — физико-механические и другие свойства.

Токопроводящие алюмомедные жилы в зависимости от сечения имеют следующее значение электрического сопротивления на длине 1 км:

Сечение, мм ²	1,0	1,5	2,5	4,0	6	10
Сопротивление, Ом	28,3	19,25	11,65	7,18	4,84	2,86

Температурный коэффициент алюмомедных жил соответствует температурному коэффициенту алюминиевых жил по ГОСТ 7229-76

Допустимые токовые нагрузки проводов с алюмомедными жилами соответствуют табл.10.28.

Таблица 10.26. Нормы электрических испытаний проводов для электрических установок

Марка	Испытание изолированных жил без защитного покрытия или оболочки	Испытание готовых проводов
Провода с резиновой изоляцией		
ПРТО, АПРТО, АРТ и АППР (четырёхжильные)	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением 3000 В частоты 50 Гц по категории ЭИ-1 (ГОСТ 23286-78) без погружения в воду (кроме одножильных АППР)
ПРН, АПРН, ПРГН, ПРИ, АПРИ, ПРГИ и АППР (двух- и трёхжильные)	-	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)
ПРГ-6000	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	До наложения хлопчатобумажной оплетки переменным напряжением 15 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин после 6 ч пребывания в воде при температуре до 25°С
ПРД, ПРВД	-	Переменным напряжением 2,0 кВ в течение 5 мин без погружения в воду
ПРП, ПРПП, АПРФ, ПРФ, ПРФл	Переменным напряжением по категории ЭИ-1 (ГОСТ 23286-78) в течение 5 мин после 6 ч пребывания в воде. Допускается испытание по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением без погружения в воду. Сопротивление изоляции не менее 50*10 ⁶ Ом*км
Провода с пластмассовой изоляцией		
АПВ, АППВ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ППВ, ПВ-л, АНПВ, АМППВ	-	Переменным напряжением 2,5 кВ в течение 15 мин после 24 ч пребывания в воде проводов на напряжение 380/660 В, переменным напряжением 3 кВ - проводов на напряжение 660/1140 В. Сопротивление изоляции при расчете на 1 км провода, измеренное в воде при +70°С, должно быть не менее указанного ниже: Сечение жил, мм ² Сопротивление изоляции 10 ⁶ Ом АПВ, АППВ, ППВ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-л, АМППВ, АМППВ ПВ-3, ПВ-4 0,5 0,015 0,013 0,75 0,013

		0,011 1,0 0,011 0,10 1,5 0,011 0,10
АВТ, АВТУ, АВТВ, АВТВУ	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением категории ЭИ-1 без погружения в воду
ВПВ, ВПП	-	Переменным напряжением 2 кВ в течение 1 мин после пребывания в воде в течение 3 ч проводов на напряжение 380 В и переменным напряжением 2,5 кВ проводов на напряжение 660 В. Сопротивление изоляции не менее $50 \cdot 10^6$ Ом*км
СПП	Переменным напряжением 6 кВ на АСИ	Переменным напряжением 2 кВ или постоянным напряжением 5 кВ после пребывания в воде в течение 3 ч. Сопротивление изоляции $500 \cdot 10^6$ Ом*км
ПСВЛ, ПСВЛУ	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78) Толщина изоляции, мм Напряжение, кВ 0,4 3,0 0,5 4,0 0,6 5,0 0,7 6,0 0,8 7,0 0,9 7,5 1,0 8,0	Переменным напряжением в течение 5 мин: Переменное напряжение, кВ Номинальное напряжение, В 1,0 127 2,5 220 3,0 380 3,5 660 4,0 1000 Сопротивление изоляции провода ПСВЛ при температуре 20°C не менее $1 \cdot 10^6$ Ом*км
Провода для выводов электродвигателей и провода с нагревостойкой изоляцией		
ПВБЛ, ПВБТ, ПВКФ, ПВКВ, РКГМ, РКГМПТ	-	Переменным напряжением 2,5 кВ проводов РКГМ, РКГМПТ, ПВБЛ (без оплетки) в воде в течение 5 мин; переменным напряжением 2 кВ проводов ПВБТ, ПВКВ, ПВКФ на напряжение 380 В. Измеренное после пребывания в воде в течение 3 ч при +20°C сопротивление изоляции проводов: ПВБТ, ПВКВ, ПВКФ на 380 В и РКГМ, РКГМПТ на $660 \text{ В } 10 \cdot 10^6$ Ом*км; ПВБТ, ПВКВ, ПВКФ на $660 \text{ В } - 20 \cdot 10^6$ Ом*км ; ПВБЛ на $660 \text{ В } - 5 \cdot 10^6$ Ом*км
ПВКФ-6 и ПВКФЭ-10	-	Переменным напряжением соответственно 15 и 21 кВ после 6 ч пребывания в воде при $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ в течение 5 мин. Переменным напряжением соответственно 21 и 35 кВ в нормальных условиях в течение 5 мин. Сопротивление изоляции после 6 ч пребывания в воде при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ проводов обеих марок не менее $200 \cdot 10^6$ Ом*км. Тангенс угла диэлектрических потерь не более 0,1
ПВП ОК	Сопротивление изоляции при температуре 20°C не менее $10 \cdot 10^6$ Ом*км	Переменным напряжением 2,5 кВ частоты 50 Гц в течение 3 мин

ПВПФ	То же	То же в течение 5 мин
ПДПВ, ПДПВМ	Сопротивление изоляции изолированных жил после пребывания в воде в течение 3 ч при температуре $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ не менее $100 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{км}$	Переменным напряжением 9 кВ в течение 1 мин после измерения сопротивления изоляции
ПВФР	Переменным напряжением 3 кВ частоты 50 Гц по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением 7 кВ по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). После 6 ч пребывания в воде при $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ сопротивление изоляции не менее $100 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{км}$
ПВЭн	-	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). Сопротивление изоляции после 3 ч пребывания в воде при $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ не менее $50 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{км}$
ПКФВТ и ПКФМТ	-	Переменным напряжением соответственно 2,5 и 4 кВ в воде проводов на напряжение 660 В и 1,5 кВ. Допускается испытание проводов по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). Переменным напряжением соответственно 3 и 6 кВ в течение 15 мин после 24 ч пребывания в воде проводов на напряжение 660 В и 1,5 кВ. Сопротивление изоляции не менее указанного в табл. 10.27
ПАЛ, ПАЛО, ПСАЛ	-	Переменным напряжением 4 кВ в течение 1 мин проводов ПАЛ и ПАЛО и напряжением 3 кВ проводов ПСАЛ. Сопротивление изоляции не менее: а) в нормальных климатических условиях при $(25 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ ПАЛ и ПАЛО и ПСАЛ $1 \cdot 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{м}$; б) при 200°C ПАЛ и ПАЛО - $1 \cdot 10^9 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, а при 250°C ПСАЛ - $1 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{м}$; в) после выдержки в течение 24 ч при относительной влажности воздуха 98 % и $+20^{\circ}\text{C}$ ПАЛ и ПАЛО - $5 \cdot 10^7 \text{ Ом} \cdot \text{м}$
ПРКА	Переменным напряжением на АСИ: 5 кВ при толщине изоляции 0,6 мм; 8 кВ - 0,8 мм; 10 кВ - 1,0 мм	-
ПСУ-155 и ПСУ-180	-	Переменным напряжением 1,5 кВ в течение 5 мин провода на напряжение 380 В, переменным напряжением 2,5 кВ провода на напряжение 660 В

Таблица 10.27. Физико-механические и другие свойства проводов для электротехнических установок

Марка	Свойства и показатели
Провода с резиновой изоляцией	
АППР, ПРН, АПРН, ПРГН	Изоляция АППР и оболочки ПРН, АПРН и ПРГН не распространяют горение
ПРД, ПРВД	Допустимый радиус изгиба не менее 5 D
АПРФ, ПРФ, ПРФл	Допустимый радиус изгиба не менее 6 D
АПВ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ППВ, АППВ, ПВ-Л	Изоляция проводов не распространяет горение, стойка к растрескиванию при 150°C и деформации при температуре 70°C , к воздействию температуры до -50°C . До и после старения предел прочности при растяжении изоляции не менее 125 МПа и относительное удлинение не менее 125%. После старения эти параметры не

	снижаются более чем на 20 %
ВПП	Выдерживают изгиб на угол 180° вокруг ролика диаметром 10 D
СПП	Разрывное усилие одножильного провода - 225Н, двухжильного – 441 Н
ПСВЛ	Обладает стойкостью к воде, смазке, маслу и бензину, не распространяет горение
ПВБЛ, ПВВТ,ПВКФ, ПВКВ, РКГМ, РКГМПТ	Провода ПВВТ, ПВКВ и ПВКФ выдерживают не менее 20 циклов, остальных марок - не менее 10 циклов изгибов вокруг цилиндра диаметром 2 D Провода ПВКВ, ПВВТ и ПВКФ сечением 0,75-2,5 мм ² включительно выдерживают воздействие раздавливающего усилия: при давлении давящей частью с радиусом закругления 1,5 мм — не менее 196 Н; при давлении давящей частью с режущей кромкой под углом 90°, шириной 300-400 мкм - не менее 78,4 Н. Морозостойкость проводов ПВВТ и ПВБЛ до -40°С, остальных -60°С. Провод ПВКФ на 660 В стоек к воздействию машинного и трансформаторного масел при температуре (20 ± 5) °С в течение 6 ч, Провода ПВКВ, ПВВТ, ПВКФ и ПВБЛ стойки к воздействию лаков и пропиточных составов
ПВКФ-6 и ПВКФЭ-10	Радиус изгиба при монтаже проводов - не менее 5 D. Провода выдерживают не менее 30 циклов двойных перегибов вокруг цилиндра диаметром 10 D. Провода устойчивы в условиях относительной влажности воздуха до (98 ± 2)% при температуре 35°С к воздействию машинного и трансформаторного масел и пропиточного лака
ПВПОК	После 24 ч пребывания провода в среде хладона-22 электрические параметры не изменяются.
ПВПФ	Провод выдерживает не менее 20 циклов двойных перегибов вокруг цилиндра диаметром 2 D. Стоек к прорезанию и воздействию фреономасляной смеси и пропиточных лаков
ПДПВ, ПДПВМ	Изоляция проводов эластична при навивании провода на стержень диаметром 10 D. В навитом состоянии провод в течение 24 ч содержится в воде при температуре (90±5)°С, после чего он сохраняет эластичность
ПВФР	Оболочка провода обладает эластичностью и маслостойкостью. После 24 ч пребывания в трансформаторном масле при 120°С допускается снижение предела прочности оболочки провода при разрыве не более чем на 20% и относительного удлинения - на 25 %
ПКФВТ и ПКФМТ	Провода устойчивы к вибрациям в диапазоне частот от 1 до 100 Гц с ускорением до 196 м/с ² в трех взаимно перпендикулярных направлениях и к многократным ударам с ускорением до 196 м/с ² с длительностью 2-15 мс в вертикальном и одном горизонтальном направлениях. Провода марки ПКФВТ в диапазоне температур от -60 до +80°С выдерживают воздействие изгибов на угол 30° по радиусу 155 мм с одновременным закручиванием на угол ±0,33 ° на длине 1 см. Провода марки ПКФМТ устойчивы к изгибам при температуре не ниже -40°С. Провода марки ПКФВТ устойчивы к продавливанию грузом массой, выраженной в килограммах, численно равной 25-кратной толщине изоляции, выраженной в миллиметрах

Таблица 10.28. Допустимые токовые нагрузки, А, проводов с алюмомедными жилами АМПВ и АМПВВ

S, мм ²	Провода	Провода, проложенные в одной трубе		
		два провода	три провода	четыре провода
1,0	16,7	15,7	14,5	12,3
1,5	22,3	18,7	16,4	14,1
2,5	29,6	24,9	23,7	23,7
4,0	39,6	34,8	34,8	28,8
6,0	51,1	46,1	41,1	38,6
10,0	68,7	57,6	54,3	45,4