



ХОЛДИНГ
**КАБЕЛЬНЫЙ
АЛЬЯНС**



**ИНСТРУКЦИИ И РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОКЛАДКЕ, МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО
ПОЛИЭТИЛЕНА НА НАПРЯЖЕНИЕ 6, 10, 15, 20 И 35 кВ
ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод»**

2014

**Инструкция
по эксплуатации
кабелей с изоляцией
из сшитого полиэтилена
на напряжение
6, 10, 15, 20 и 35 кВ**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая инструкция распространяется на кабельные линии, выполненные кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена на переменное напряжение 6, 10, 15, 20, 35 кВ частотой 50 Гц типа:

на напряжение 6 кВ:

- ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, ПвПг, АпвПг, ПвПгж, АпвПгж, ПвПуг, АпвПуг, ПвПугж, АпвПугж, ПвП2г, АпвП2г, ПвП2гж, АпвП2гж, ПвПу2г, АпвПу2г, ПвПу2гж, АпвПу2гж, ПвВ, АпвВ, ПвВнг(А)-LS, АпвВнг(А)-LS, в одножильном исполнении с сечением медных и алюминиевых жил 35-800 мм² по ТУ16.К71-359-2005.

- ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, ПвПг, АпвПг, ПвПгж, АпвПгж, ПвПуг, АпвПуг, ПвПугж, АпвПугж, АпвБП, ПвБП, АпвБПг, ПвБПг, АпвБПгж, ПвБПгж, ПвВ, АпвВ, ПвВнг(А)-LS, АпвВнг(А)-LS, ПвБВнг(А)-LS, АпвБВнг(А)-LS в трехжильном исполнении с сечением медных и алюминиевых круглых жил 35-240 мм² по ТУ16.К71-359-2005.

на напряжение 10-35 кВ:

- ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, ПвПг, АпвПг, ПвПгж, АпвПгж, ПвПуг, АпвПуг, ПвПугж, АпвПугж, ПвП2г, АпвП2г, ПвП2гж, АпвП2гж, ПвПу2г, АпвПу2г, ПвПу2гж, АпвПу2гж, ПвВ, АпвВ, ПвВнг(А)-LS, АпвВнг(А)-LS, в одножильном исполнении с сечением медных и алюминиевых жил 35-800 мм² по ТУ16.К71-335-2004.

- ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, ПвПг, АпвПг, ПвПгж, АпвПгж, ПвПуг, АпвПуг, ПвПугж, АпвПугж, АпвБП, ПвБП, АпвБПг, ПвБПг, АпвБПгж, ПвБПгж, ПвВ, АпвВ, ПвВнг(А)-LS, АпвВнг(А)-LS, ПвБВнг(А)-LS, АпвБВнг(А)-LS в трехжильном исполнении с сечением медных и алюминиевых круглых жил 35-300 мм² по ТУ16.К71-335-2004.

на напряжение 6-35 кВ в исполнении нг(В)-LS:

- ПвВнг(В)-LS и АпвВнг(В)-LS в одножильном исполнении с сечением медных и алюминиевых жил 35-800 мм² по ТУ16.К73-112-2013.

на напряжение 6 и 10 исполнения нг(А)-ХЛ:

- ПвВнг(А)-ХЛ, АпвВнг(А)-ХЛ в одножильном исполнении с сечением медных и алюминиевых жил 35-800 мм² по ТУ16.К01-61-2009

- ПвВнг(А)-ХЛ, АпвВнг(А)-ХЛ, ПвБВнг(А)-ХЛ, АпвБВнг(А)-ХЛ в трехжильном исполнении с сечением медных и алюминиевых круглых жил 35-300 мм² по ТУ16.К01-61-2009.

Кабели соответствуют требованиям ГОСТ Р 55025-2012. Кабели по конструктивному исполнению, техническим характеристикам и эксплуатационным свойствам соответствуют международному стандарту МЭК 60502-2, гармонизированным документам HD 620 S2 и HD 605 S2.

Примеры условного обозначения одножильных и трехжильных кабелей:

кабеля марки АпвП с одной многопроволочной жилой сечением 150 мм², с медным экраном сечением 25 мм², на напряжение 35 кВ:

“Кабель АпвП 1х150мк/25-35”;

то же, с тремя круглыми многопроволочными жилами сечением 150 мм², с медным экраном сечением 25 мм², на напряжение 35 кВ:

“Кабель АпвП 3х150мк/25-35”;

кабеля марки ПвВнг(А)-ХЛ с одной многопроволочной токопроводящей жилой сечением 50 мм², с медным экраном сечением 16 мм², на напряжение 6 кВ:

“Кабель ПвВнг(А)-ХЛ 1х50мк/16-6”;

кабеля марки АпвБВнг(А)-ХЛ с тремя многопроволочными токопроводящими жилами сечением 150 мм², с медным экраном сечением 25 мм², бронированного, на напряжение 10 кВ:

“Кабель АпвБВнг(А)-ХЛ 3х150мк/25-10”

Инструкция составлена в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства», учитывает положения «Инструкции по эксплуатации силовых кабельных линий. Часть 1. Кабельные линии напряжением до 35 кВ», ТУ16.К71-335-2004, ТУ16.К71-359-2005, ТУ16.К01-61-2009.

1. Общие положения по эксплуатации кабельных линий.

После приемки кабельной линии в эксплуатацию эксплуатирующая организация должна оформить техническую документацию по данной кабельной линии согласно Приложению 1. На каждую кабельную линию должен быть заведен паспорт, содержащий все необходимые технические данные по линии и систематически пополняемый сведениями по ее испытаниям, ремонту и эксплуатации.

1.1. Климатические воздействия на кабельные линии и условия прокладки.

1.1.1. Кабели выпускаемые по ТУ 16.К71-335-2004, ТУ16.К71-359-2005 при эксплуатации являются стойкими к воздействию температуры окружающей среды до плюс 50°С. Кабели марок ПвВнг-LS, АпвВнг-LS, ПвБВнг-LS, АпвБВнг-LS, АпвВ, ПвВ, АпвБВ, ПвБВ должны быть стойкими к воздействию пониженной температуры окружающей среды до минус 50°С, марок ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, АпвБП, ПвБП (также в исполнении “г”, “2г”, “2гж”, “гж”) – до минус 60°С (климатическое исполнение У, УХЛ, категории размещения 1 и 2 по ГОСТ 15150-69, включая прокладку в почве и в воде)

1.1.2. Кабели марок ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, АпвБП, ПвБП (также в исполнении “г”, “2г”, “2гж”, “гж”) предназначены для эксплуатации в стационарном состоянии при прокладке в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов.

Допускается прокладка кабелей ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, АпвБП, ПвБП (также в исполнении “г”, “2г”, “2гж”, “гж”) на воздухе, в том числе в кабельных сооружениях, при условии обеспечения дополнительных мер противопожарной защиты, например, нанесения огнезащитных покрытий.

Кабели с индексом “г”, “2г”, “гж”, “2гж” предназначены для прокладки в земле, а также, в воде (в несудоходных водоемах) – при соблюдении мер, исключающих механические повреждения кабеля.

Кабели марок ПвПу, АпвПу, АпвБП, ПвБП (также в исполнении “г”, “2г”, “2гж”, “гж”) предназначены для прокладки на сложных участках кабельных трасс, содержащих более 4 поворотов под углом свыше 30 градусов или прямолинейные участки с более чем 4 переходами в

трубах длиной свыше 20 м или с более чем 2 трубными переходами длиной свыше 40 м.

1.1.3. Кабели марок ПвВ, АПвВ, ПвБВ, АПвБВ, предназначены для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях, а кабели марок ПвВнг-LS, АПвВнг-LS, ПвБВнг-LS и АПвБВнг-LS – там же, но для групповой прокладки.

Для кабелей марок ПвВнг-LS, АПвВнг-LS, ПвБВнг-LS и АПвБВнг-LS в зависимости от предела нераспространения горения к обозначению марки добавляются индексы:

А – предел нераспространения горения по ГОСТ Р МЭК 60332-3-22-2005, например ПвВнг(А)-LS;

В – предел нераспространения горения по ГОСТ Р МЭК 60332-3-23-2005, например АПвВнг(В)-LS

Кабели марок ПвВ, АПвВ, ПвВнг-LS, АПвВнг-LS, ПвБВ, АПвБВ, ПвБВнг-LS, АПвБВнг-LS могут быть проложены в сухих грунтах (песок, песчано-глинистая и нормальная почва с влажностью менее 14 %).

Кабель марки ПвВнг-LS, ПвБВнг-LS может быть использован для прокладки во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia; кабель марки АПвВнг-LS, АПвБВнг-LS – во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa.

1.1.4. Кабели выпускаемые по ТУ 16.К01-61-2009 марок ПвВнг(А)-ХЛ, АПвВнг(А)-ХЛ, ПвБВнг(А)-ХЛ, АПвБВнг(А)-ХЛ предназначены для эксплуатации в стационарном состоянии и являются стойкими к воздействию температуры окружающей среды от минус 60 °С до плюс 40°С, т.е. соответствуют виду климатического исполнения ХЛ, категории размещения 1 и 2 по ГОСТ 15150-69.

Кабели марок ПвВнг(А)-ХЛ, АПвВнг(А)-ХЛ предназначены для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях и производственных помещениях, прокладки на эстакадах.

Кабели марок ПвБВнг(А)-ХЛ, АПвБВнг(А)-ХЛ предназначены для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях и производственных помещениях, прокладки на эстакадах, при наличии опасности механических повреждений при эксплуатации.

Кабели марок ПвВнг(А)-ХЛ и ПвБВнг(А)-ХЛ могут применяться для прокладки во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, кабели марок АПвВнг(А)-ХЛ и АПвБВнг(А)-ХЛ – во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa

1.1.5. Кабели предназначены для прокладки на трассах без ограничения разности уровней.

Кабели могут быть проложены без предварительного подогрева при температуре не ниже минус 20°С – марок АПвП, ПвП, ПвПу, АПвПу, АПвБП, ПвБП (также в исполнении “г”, “2г”, “2ж”, “гж”), не ниже минус 15°С – марок ПвВ, АПвВ, ПвВнг-LS и АПвВнг-LS, ПвБВ, АПвБВ, ПвБВнг-LS, АПвБВнг-LS, ПвВнг(А)-ХЛ, АПвВнг(А)-ХЛ, ПвБВнг(А)-ХЛ, АПвБВнг(А)-ХЛ

1.1.6. Тяжение кабелей во время прокладки должно осуществляться при помощи кабельного чулка или за токопроводящие жилы при помощи клинового захвата.

Усилия, возникающие во время тяжения кабеля с алюминиевой жилой, не должны превышать 30 Н/мм² сечения жилы, кабеля с медной жилой – 50 Н/мм².

1.1.7. Радиус изгиба кабеля при прокладке и монтаже одножильных кабелей должен быть не менее 15 Dн, трехжильных - не менее 12 Dн. Число изгибов кабеля под углом 90° на трассах прокладки должно быть не более 8 на строительную длину кабеля.

При монтаже с использованием специального шаблона допускается минимальный радиус изгиба кабеля 7,5 Dн.

1.2. Класс пожарной безопасности.

Марка кабеля	Обозначение класса пожарной опасности
АПвП, ПвП, АПвПу, ПвПу, ПвБП, АПвБП (также в исполнении “г”, “2г”, “2ж”, “гж”)	O2.8.2.5.4
ПвВ, АПвВ, АПвБВ, ПвБВ	O1.8.2.5.4
ПвВнг(А)-LS, АПвВнг(А)-LS, ПвБВнг(А)-LS, АПвБВнг(А)-LS	П16.8.2.2.2
ПвВнг(В)-LS, АПвВнг(В)-LS, ПвБВнг(В)-LS, АПвБВнг(В)-LS	П2.8.2.2.2
ПвВнг(А)-ХЛ, АПвВнг(А)-ХЛ, ПвБВнг(А)-ХЛ, АПвБВнг(А)-ХЛ,	П16.8.2.5.4

1.3. Срок службы кабелей.

1.3.1. Срок службы кабелей должен быть не менее 30 лет при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, прокладки (монтажа) и эксплуатации.

Фактический срок службы кабелей не ограничивается указанным сроком службы, а определяется техническим состоянием кабеля.

1.4. Транспортирование, хранение, упаковка и маркировка.

1.4.1. Транспортирование и хранение кабелей должны соответствовать требованиям ГОСТ 18690 и ТУ на кабель. Для транспортирования и хранения кабели должны быть намотаны на барабаны рядами без ослабления и перепутывания витков. При выборе размеров (номеров барабанов) необходимо соблюдать минимально-допустимый радиус изгиба кабеля.

1.4.2. Хранение барабанов с кабелями может осуществляться на открытых, специально оборудованных площадках, в закрытых помещениях и под навесом. Срок хранения кабелей на открытых площадках - не более двух лет, под навесом - не более пяти лет, в закрытых помещениях - не более 10 лет. Кабели должны храниться в потребительской таре предприятия-изготовителя. Концы кабеля при хранении должны быть защищены от попадания влаги.

1.4.3. Упаковка кабелей должна соответствовать требованиям ГОСТ 18690 и ТУ на кабель. Кабели должны поставляться на деревянных или металлических барабанах. Барабан с кабелем должен иметь полную или частичную обшивку. Ярлык и сопроводительная документация должны быть помещены в водонепроницаемую упаковку и прикреплены к щеке барабана.

1.4.4. Маркировка кабелей, должна соответствовать требованиям ГОСТ 18690 и ТУ на кабель. На оболочке кабеля с интервалом не более 1000 мм должны быть нанесены марка кабеля, наименование предприятия изготовителя, год выпуска кабеля. Допускается в содержание маркировки указывать дополнительную информацию, например число и сечение жил, номинальное напряжение, длину.

2. Токи кабельных линий.

2.1. Длительно допустимые токи кабелей рассчитаны при коэффициенте нагрузки $K=1$ для температуры окружающей среды 15°C - при прокладке в земле и 25°C – при прокладке на воздухе.

При прокладке в земле токи рассчитаны при глубине прокладки 0,7м и удельном термическом сопротивлении почвы $1,2 \text{ K} \cdot \text{м/Вт}$.

Токи кабелей рассчитаны для случая заземления медных экранов с двух концов кабеля.

Для одножильных кабелей токи рассчитаны при прокладке треугольником – вплотную, при прокладке в плоскости - при расстоянии между кабелями в свету, равном диаметру кабеля. При этом металлические экраны кабелей соединены с двух сторон кабелей и заземлены

2.2. Токи одножильных кабелей при прокладке в земле должны соответствовать указанным в таблице 1 для кабелей на 6, 10, 15 кВ, в таблице 2 - для кабелей на напряжение 20 и 35 кВ, при прокладке на воздухе соответственно в таблицах 3 и 4.

Таблица 1.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, А (кабели 6, 10, 15 кВ)			
	кабель с медной жилой при расположении		кабель с алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треуг-ком	в плоскости	треуг-ком
35	220	193	172	147
50	250	225	195	170
70	310	275	240	210
95	336	326	263	253
120	380	370	298	288
150	416	413	329	322
185	466	466	371	364
240	531	537	426	422
300	590	604	477	476
400	633	677	525	541
500	697	759	587	614
630	762	848	653	695
800	825	933	719	780

Таблица 2.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, А (кабели 20, 35 кВ)			
	кабель с медной жилой при расположении		кабель с алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треуг-ком	в плоскости	треуг-ком
50	230	225	185	175
70	290	270	225	215
95	336	326	263	253
120	380	371	298	288
150	417	413	330	322
185	466	466	371	365
240	532	538	426	422
300	582	605	477	476
400	635	678	526	541
500	700	762	588	615
630	766	851	655	699
800	830	942	722	782

Таблица 3.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке на воздухе, А (кабели 6, 10, 15 кВ)			
	кабель с медной жилой при расположении		кабель с алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треуг-ком	в плоскости	треуг-ком
35	217	192	189	150
50	290	240	225	185
70	360	300	280	230
95	448	387	349	300
120	515	445	403	346
150	574	503	452	392
185	654	577	518	450
240	762	677	607	531
300	865	776	693	609
400	959	891	787	710
500	1081	1025	900	822
630	1213	1166	1026	954
800	1349	1319	1161	1094

Таблица 4.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке на воздухе, А (кабели 20, 35 кВ)			
	кабель с медной жилой при расположении		кабель с алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треуг-ком	в плоскости	треуг-ком
50	290	250	225	190
70	365	310	280	240
95	446	389	348	301
120	513	448	402	348
150	573	507	451	394
185	652	580	516	452
240	760	680	605	533
300	863	779	690	611
400	957	895	783	712
500	1081	1027	897	824
630	1213	1172	1023	953
800	1351	1325	1159	1096

2.3. Длительно допустимые токи трехжильных бронированных и небронированных кабелей должны соответствовать указанным в таблицах 5 и 6.

Таблица 5.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, А					
	кабель с медной жилой			кабель с алюминиевой жилой		
	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ
35	164	175	-	126	136	-
50	192	207	207	148	156	161
70	233	253	248	181	193	199
95	279	300	300	216	233	233
120	316	340	341	246	265	265
150	352	384	384	275	300	300
185	396	433	433	311	338	339
240	457	500	500	358	392	392
300	528	563	563	420	456	456

Таблица 6.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке на воздухе, А					
	Кабель с медной жилой			кабель с алюминиевой жилой		
	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ
35	179	173	-	138	134	-
50	213	206	215	165	159	163
70	263	255	264	204	196	204
95	319	329	331	248	255	256
120	366	374	376	285	291	292
150	413	423	426	321	329	331
185	417	479	481	368	374	375
240	550	562	564	432	441	442
300	618	630	630	480	490	490

2.4. При определении допустимых токов для кабелей, эксплуатирующихся при температуре окружающей среды, отличающейся от приведенной в п.2.1., следует применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 7.

Таблица 7

Условия прокладки	Поправочные коэффициенты при температуре окружающей среды, °С											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Земля	1,13	1,1	1,06	1,03	1,0	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,77	0,73
Воздух	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,0	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

2.5. Допустимые токи кабеля в режиме перегрузки при прокладке в земле и на воздухе могут быть рассчитаны путем умножения значений, указанных в таблицах 1, 2, 5 на коэффициент 1,17 и указанных в таблицах 3, 4, 6 на коэффициент 1,20.

2.6. Допустимые токи кабелей, проложенных в земле в трубах длиной более 10 м, должны быть уменьшены путем умножения значений токов, указанных в таблицах 1 и 2, на коэффициент 0,94, если одножильные кабели проложены в отдельных трубах, и на коэффициент 0,9, если три одножильных кабеля проложены в одной трубе. Допустимые токи трехжильных кабелей, проложенных в земле в трубах, указаны в таблице 8.

Таблица 8.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле в трубе, А					
	кабель с медной жилой			кабель с алюминиевой жилой		
	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ
35	143	152	-	109	118	-
50	168	180	180	129	135	140
70	203	220	215	159	170	175
95	246	264	264	190	205	205
120	280	303	303	217	233	233

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле в трубе, А					
	кабель с медной жилой			кабель с алюминиевой жилой		
	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ	6 кВ	10 и 15 кВ	20 и 35 кВ
150	313	342	342	244	267	267
185	353	385	385	277	300	300
240	411	450	450	321	353	353
300	450	507	507	380	410	410

Допустимые токи нескольких кабелей проложенных в земле, включая проложенные в трубах, должны быть уменьшены путем умножения значений токов, указанных в таблицах 1 и 2 на коэффициенты приведенные в таблице 9.

Таблица 9.

Расстояние между кабелями в свету, мм	Поправочные коэффициенты при количестве кабельных линий, шт					
	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

2.7. Поправочные коэффициенты к длительно допустимым токам для кабелей в зависимости от удельного теплового сопротивления грунта приведены в таблице 10.

Таблица 10.

Удельное тепловое сопротивление грунта, °С см/Вт	Поправочный коэффициент
250	0,80
200	0,85
150	0,93
120	1,00
100	1,05
80	1,13

2.8. Поправочные коэффициенты, уточняющие изменение токов для кабелей в зависимости от количества линий и их расположения в кабельных сооружениях и на стенах, приведены в Приложении 2.

При других условиях прокладки расчет допустимых токов следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 60287:2009 (все части).

2.9. Допустимый нагрев жил и металлических экранов кабелей в эксплуатации не должен превышать следующих значений:

- допустимый нагрев жилы в нормальном режиме нагрузки 90 °С;
- допустимый нагрев жилы в режиме перегрузки не более 130 °С;
- предельная допустимая температура жил кабеля при коротком замыкании – 250 °С;
- предельная допустимая температура нагрева жил кабеля при коротком замыкании по условию невозгораемости – 400 °С;
- предельно допустимая температура медного экрана при коротком замыкании 350 °С;

Продолжительность протекания тока короткого замыкания в указанных режимах КЗ до 4 с.

2.10. Допустимые токи односекундного короткого замыкания кабелей должны быть не более указанных в таблице 11.

Таблица 11.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Допустимый ток 1- секундного короткого замыкания, кА, кабеля	
	с медной жилой	с алюминиевой жилой
35	5.0	3.3
50	7.15	4.7
70	10.0	6.6
95	13.6	8.9
120	17.2	11.3
150	21.5	14.2
185	26.5	17.5

Номинальное сечение жилы, мм ²	Допустимый ток 1- секундного короткого замыкания, кА, кабеля	
	с медной жилой	с алюминиевой жилой
240	34.3	22.7
300	42.9	28.2
400	57.2	37.6
500	71.5	47.0
630	90.1	59.2
800	114.4	75.2

Токи короткого замыкания рассчитаны при температуре жилы до начала короткого замыкания 90°С и предельной температуре жилы при коротком замыкании 250°С.

2.11. Допустимые токи односекундного короткого замыкания в медных экранах приведены в таблице 12.

Таблица 12.

Сечение медного экрана, мм ²	Допустимый ток односекундного короткого замыкания, кА, не более
16	3.1
25	4.8
35	6.7
50	9.6
70	13.4

Сечение медного экрана, мм ²	Допустимый ток односекундного короткого замыкания, кА, не более
95	18.1
120	22.9
150	28.7
185	35.3
240	45.8

Для других значений сечения медного экрана допустимый ток односекундного короткого замыкания рассчитывают по формуле:

$$I_{к.з.} = k \times S_{э},$$

где $I_{к.з.}$ – допустимый ток односекундного короткого замыкания в медном экране, кА;

k – коэффициент, равный 0,191 кА/мм²;

$S_{э}$ – номинальное сечение медного экрана, мм².

Для продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 с, значения тока короткого замыкания, указанные в таблице 11 и 12, необходимо умножить на поправочный коэффициент K , рассчитанный по формуле:

$$K = 1/\sqrt{t}$$

где t – продолжительность короткого замыкания, с.

2.12. В условиях эксплуатации длительно допустимые токи для каждой кабельной линии должны устанавливаться с учетом следующих конкретных условий, в которых они работают;

- вид прокладки;
- температура окружающей среды (земли, воздуха);
- количество рядом проложенных кабелей;
- тепловое сопротивление грунта для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения;
- прокладка кабелей в земле в трубах на длине более 10 м.

Нагрузки определяются по участку трассы кабельной линии с наихудшими условиями охлаждения, если длина участка более 10 м.

2.13. Продолжительность перегрузки не должна превышать 8ч в сутки и быть не более 1000 ч за срок службы.

2.14. При определении пропускной способности кабелей при прокладке их в одной плоскости следует учитывать неравномерность распределения токов по отдельным кабелям.

2.15. При неравномерности распределения токов более 10%, когда отдельные кабели лимитируют пропускную способность группы кабелей, должны быть приняты меры по выравниванию токов по фазам одним из следующих способов:

- перекладка кабелей;
- пересоединение (перезаводка) концов кабелей.

2.16. Расчетные длительно допустимые значения токов и допустимые значения перегрузок должны быть записаны в паспорте кабельной линии.

2.17. Измерение температуры окружающего воздуха в кабельных сооружениях и в производственных помещениях, температуры грунта в местах пересечения кабелей с теплопроводами производится в сроки, устанавливаемые местными инструкциями.

2.18. Если в результате измерений и проверок будет обнаружено превышение допустимых токов или температур, то рекомендуется:

- улучшить вентиляцию в туннелях и каналах;
- заменить траншейные прокладки с большим количеством кабелей прокладками в туннелях и каналах хотя бы простейших типов (с технико-экономическим обоснованием);
- применить вставки кабелей большего сечения, применить дополнительную теплоизоляцию теплопроводов в местах пересечений их с кабелями;
- увеличить расстояния между кабелями в траншеях для уменьшения взаимного теплового влияния;
- засыпать траншеи более теплопроводящим грунтом.

2.19. Необходимая информация о расчетных значениях сопротивления жил, индуктивности кабеля и емкости приведена в Приложении 5, 6, 7 соответственно.

3. Испытания кабельных линий, определение мест повреждения и рекомендации по ремонту кабелей.

3.1. Испытания кабельных линий, периодичность испытаний.

3.1.1. Кабели после прокладки и монтажа арматуры рекомендуется испытывать переменным напряжением $3U_0$ частотой 0,1 Гц в течение 60 мин или переменным напряжением U_0 номинальной частотой 50 Гц в течение 24 ч или переменным напряжением $2U_0$ номинальной частотой 50 Гц в течение 60 минут, приложенным между жилой и металлическим экраном, где U_0 – номинальное напряжение кабеля между жилой и экраном в нормальном режиме эксплуатации, кВ.

При испытании изоляции кабелей напряжение прикладывается поочередно к каждой жиле кабеля. При этом остальные жилы и все экраны должны быть заземлены. Допускается одновременное испытание всех трех фаз кабельной линии.

3.1.2. Оболочка кабеля, проложенного в земле, должна быть испытана постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 мин. Испытательное напряжение должно быть приложено между металлическим экраном или броней и заземлителем.

После испытания постоянным напряжением необходимо заземлить или соединить их с медным экраном и броней на время не менее 1 ч. Пластмассовые оболочки кабелей, проложенных на воздухе, не испытывают.

3.1.3. Кабельные линии 6, 10, 15, 20, 35 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена, включая кабельные вставки, испытываются:

- перед включением КЛ в эксплуатацию,
- после ремонтов КЛ,
- периодически 1 раз в 5 лет после включения в эксплуатацию.

Испытания защитных пластмассовых оболочек кабелей 6, 15, 10, 20, 35 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена, проложенных в земле, осуществляются:

- перед включением КЛ в эксплуатацию,
- после ремонтов основной изоляции КЛ,
- в случае проведения раскопок в охранной зоне КЛ и связанного с этим возможного нарушения целостности оболочки,
- периодически 1 раз в 5 лет после включения в эксплуатацию.

Величина испытательного напряжения для изоляции принимается в соответствии с п. 3.1.1., для оболочки – п. 3.1.2

3.1.4. До начала испытаний производится осмотр всех элементов кабельной линии, кабельных каналов и туннелей в которых проложена линия.

При обнаружении дефектов муфт и заделок испытания должны производиться после их ремонта.

3.1.5. При испытаниях напряжение должно плавно подниматься до максимального значения и поддерживаться неизменным в течение всего периода испытаний. Отсчет времени приложения следует производить с момента установления его максимального значения.

3.1.6. Кабельная линия считается выдержавшей испытание, если во время испытаний:

- а) не произошло пробоя или перекрытия по поверхности муфт
- б) не наблюдалось резких толчков тока.

3.1.7. При испытаниях вместе с кабелями испытываются муфты и опорные изоляторы. Кабельные вводы и вставки на воздушных линиях испытываются без отсоединения от воздушной линии. При этом вентиляльные разрядники и ограничители перенапряжения на опоре линии электропередачи должны быть отсоединены.

3.1.8. В городских кабельных сетях испытанию при одновременном отключении могут подвергаться несколько кабельных линий, отходящих от подстанции, или цепочка последовательно соединенных кабельных линий с распределительными устройствами. При этом трансформаторы напряжения, вентиляльные разрядники и ограничители перенапряжения должны быть отсоединены.

3.1.9. После выполнения работ по ремонту кабельных линий должны производиться внеочередные испытания в соответствии с указанными в п. 3.1.1., п. 3.1.2.

3.1.10. Место пробоя кабельной линии должно быть обследовано и должна быть выяснена причина повреждения. При обследовании, которое производится в стационарной лаборатории, производится разборка, осмотр и обмер поврежденного образца кабеля (или кабельной муфты).

Кроме того, при осмотрах пластмассовых оболочек следует обращать внимание на задиры, порезы, надрезы, трещины, сквозные отверстия, оплавления и другие повреждения.

При вскрытиях и разборке кабельных муфт определяются основные конструктивные размеры и соответствие их требованиям действующей технической документации на муфты.

Результаты вскрытий и разборок и заключение о причине повреждения оформляются протоколом.

3.1.11. При наличии в кабеле заводского дефекта, зафиксированного соответствующим актом, может быть предъявлена рекламация изготовителю.

3.1.12. Если для ремонта линии не требуется производить вырезки поврежденного участка, то анализ причин повреждения может производиться на месте ремонта.

3.1.13. Образцы кабелей с разными видами повреждений, в том числе с заводскими дефектами, рекомендуется сохранять в лаборатории для использования в качестве наглядных пособий при обучении персонала, а также для представления их экспертам (при предъявлении рекламаций, арбитражных разбирательствах и т.д.).

3.1.14. Результаты испытаний кабельных линий, причины их повреждения и выполненные мероприятия по ремонтам должны заноситься в паспорт кабельной линии.

3.2. Определение мест повреждений на кабельных линиях.

3.2.1. Работы по определению мест повреждения (ОМП) подразделяются на следующие три этапа;

- диагностика повреждений, определение характера повреждения, выполнение предварительных измерений расстояний до места повреждения.

На этой стадии ОМП устанавливается необходимость предварительного прожигания;

- определение зоны предполагаемого повреждения одним из относительных методов;

- уточнение местонахождения повреждения одним из абсолютных методов.

3.2.2. При определении места повреждения изоляции и оболочки рекомендуется пользоваться ниже перечисленными методами и оборудованием.

3.2.3. Метод ОМП кабельной линии выбирается в зависимости от характера повреждения. Повреждения кабелей могут быть подразделены на следующие виды:

- повреждения изоляции, вызывающее замыкание одной фазы на землю;

- обрыв одной, двух и трех фаз (с заземлением или без заземления фаз);

- сложные повреждения, представляющие комбинации из вышеупомянутых видов повреждений.

3.2.4. Измерения производятся на кабельной линии, которая отсоединена от источника питания и от которой отсоединены все электроприемники.

3.2.5. Трасы кабельных линии, отключившихся аварийно, должны быть осмотрены. При необходимости производится уточнение трассы кабельной линии.

3.2.6. Производится осмотр кабельных линий в кабельных сооружениях в целях обнаружения явного повреждения. Осмотру подлежат также муфты.

3.2.7. Для установления характера повреждения кабельной линии следует:

- измерить сопротивление изоляции каждой токопроводящей жилы по отношению к земле;

- определить целостность (отсутствие обрыва) токопроводящих жил;

- при необходимости прибором Р5-5 (или ему подобным) уточнить характер повреждения и проверить длину поврежденных жил кабеля.

3.2.8. Измерение сопротивления изоляции производится мегаомметром на напряжение 2500 В.

3.2.9. Если мегаомметром не удастся определить характер повреждения, то необходимо снизить сопротивление изоляции в месте повреждения, что может быть достигнуто дополнительным поочередным испытанием высоким напряжением (от испытательной установки) изоляции токоведущих жил по отношению к контуру заземления и экрана по отношению к контуру заземления.

3.2.10. Результаты измерений в целях установления характера повреждения должны быть занесены в протокол измерений и на рабочую схему ОМП и используются для выбора методов и технологии ОМП.

3.2.11. После определения характера повреждения кабельной линии выбирается метод, наиболее подходящий для определения места повреждения в данном конкретном случае. Рекомендуется в первую очередь определить зону, в границах которой расположено повреждение. Определение зоны повреждения производится одним из следующих относительных методов

- импульсным (локационным);

- колебательного разряда (волновым).

После определений зоны повреждений производится определение места повреждения непосредственно на трассе кабельной линии одним из следующих абсолютных методов:

- индукционным;
- акустическим;
- методом накладной рамки.

Для точного определения места повреждения, как правило, пользуются сочетанием относительного и абсолютного методов.

3.2.12. ОМП защитных оболочек кабеля, проложенного в земле.

3.2.12.1. С целью исключения повреждения изоляции жилы кабеля при ОМП оболочек категорически запрещается прожигание оболочек в месте повреждения.

3.2.12.2. При ОМП оболочек первоначально производится определение

зоны повреждения методом падения напряжения, а затем точное определение места повреждения импульсно- контактным методом.

3.2.12.3. Перед проведением работ по ОМП оболочек необходимо предварительно ознакомиться с паспортными данными линии и результатами испытаний оболочек напряжением.

3.2.12.4. Схема определения зоны повреждения пластмассовых оболочек кабеля методом падения напряжения дана на рис. 1 Приложения 3.

Регулируемый источник постоянного напряжения подключается между металлическим экраном и землей, при этом экран перед измерением должен быть отсоединен от контура заземления.

При присоединении вывода источника к экрану поврежденного кабеля (точка 1) измеряется напряжение от начала кабеля до места повреждения (U_1), а при присоединении вывода источника к жиле второго кабеля (точка 2)- напряжение от конца кабеля до места повреждения (U_2).

При обоих измерениях устанавливается одна и также величина тока, значение которого не должно превышать 0,4 А. Время каждого измерения должно быть не более 1 мин.

3.2.12.5. Расстояние от начала кабеля до места повреждения определяется по формуле:

$$L_x = L_k \cdot \frac{U_1}{U_1 + U_2}$$

где

L_x – расстояние от начала кабеля до места повреждения оболочки, м;

L_k – общая длина кабеля, м;

U_1 – напряжение на участке от начала кабеля до места повреждения, мВ;

U_2 – напряжение на участке от конца кабеля до места повреждения, мВ.

3.2.12.6. Точное определение места ОМП оболочек производится импульсно-контактным методом.

3.2.12.7. Схема ОМП пластмассовых оболочек кабеля импульсно-контактным методом дана на рис. 2 Приложения 3.

3.2.12.8. Металлический экран поврежденной фазы кабеля перед измерением должен быть отсоединен от контура заземления.

3.2.12.9. В качестве источника напряжения используется импульсный генератор, состоящий из выпрямительной установки с максимальным выпрямленным напряжением не менее 10 кВ, батареи конденсаторов и разрядника с регулируемым воздушным промежутком для получения импульсов до 10 кВ.

3.2.12.10. При ОМП конденсатор заряжается до определенного напряжения и разряжается на искровой промежуток, включенный между металлическим экраном и конденсатором.

При этом происходит пробой от экрана на землю в месте повреждения пластмассовой оболочки и возникновение поля растекания тока вокруг места повреждения.

3.2.12.11. Энергия разряда конденсатора $W = 1/2 \times (C \times U^2)$ достаточная для обнаружения места повреждения оболочек и не вызывающая повреждения изоляции жил кабеля, находится в пределах от 54 до 450 Дж.

3.2.12.12. В качестве индикатора должен применяться многопредельный прибор для измерения постоянного тока и напряжения со средней нулевой точкой и большим входным сопротивлением, например, ампер-вольтметр М231.

3.2.12.13. Индикатор подсоединяется к металлическим зондам, которые при измерении втыкаются в почву вдоль оси кабеля точно по трассе на глубину 5-8 см на расстоянии 2-3 м друг от друга. Расстояние между зондами во время измерения поддерживается постоянным. Измерение необходимо начинать с точки трассы, заведомо находящейся до места повреждения. До места повреждения стрелка прибора будет отклоняться в одну сторону, в месте повреждения показание прибора будет равно 0, а за местом повреждения стрелка прибора будет отклоняться в противоположную сторону.

3.3. Рекомендации по ремонту кабельных линий.

3.3.1. Ремонт кабельных линий производится по плану-графику, утвержденному руководством предприятия, эксплуатирующим кабельную линию.

3.3.2. План-график ремонтов составлен на основе записей в журналах обходов и осмотров, результатов испытаний и измерений, а также по данным диспетчерских служб.

Объем ремонтов уточняется на основании дополнительной проверки на месте инженерно-техническим персоналом всех выявленных неисправностей кабелей и трасс кабельных линий, что позволяет своевременно подготовить необходимые материалы и механизмы для выполнения ремонта.

В план-график включаются ремонтные работы, не требующие срочного их выполнения. Очередность производства таких работ устанавливается руководством района (участка, службы) электрической сети и цеха электростанции. Очередность выполнения срочных ремонтов определяется руководством предприятия.

3.3.3. Ремонт находящихся в эксплуатации кабельных линий производится эксплуатационным персоналом или персоналом специализированных организаций.

3.3.4. Вскрытие кабеля для ремонта производится после сверки на месте соответствия расположения кабеля с расположением его на плане трассы, а также после проверки отсутствия напряжения на этом кабеле и прокалывания его в соответствии с требованиями действующих правил техники безопасности.

3.3.5. При ремонте кабельной линии должны применяться вставки из предварительно испытанного напряжением отрезка кабеля соответствующей марки и сечения.

3.3.6. Перед монтажом соединительных муфт при ремонте кабельной линии фазировку рекомендуется производить непосредственно на месте монтажа. Допускается производить фазировку на концевых заделках после монтажа соединительных муфт.

Фазировка может производиться с применением мегаомметра с фазировочным приспособлением или с использованием телефонных трубок.

3.3.7. При выполнении ремонта открыто проложенных кабелей при необходимости производится также ремонт кабельных сооружений (туннелей, колодцев, каналов, шахт и пр.).

Одновременно с ремонтом кабелей производится проверка и восстановление бирок, предупредительных и опознавательных надписей и пр.

3.3.8. При повреждении оболочки кабеля осмотр дефекта должен производиться при обязательном присутствии шеф-инженера, с составлением акта. Вопрос о возможности ремонта оболочки решает шеф-инженер.

Для ремонта оболочки должна применяться ремонтная термоусаживаемая манжета или термоусаживаемая трубка (при наличии возможности перемещения трубки вдоль кабеля до места повреждения). При ремонте с помощью термоусаживаемых трубок важно сохранить чистоту внутренней поверхности трубки при ее перемещении вдоль кабеля. Поверхность оболочки в месте ремонта зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном. Термоусаживаемую трубку или манжету расположить симметрично относительно дефекта, края трубки или манжеты после усадки должны отступать от места дефекта не менее, чем на 100 мм в обе стороны. Прогрев термоусаживаемой трубки или манжеты следует начинать с середины при помощи электрического фена или газовой горелки.

3.3.9. По окончании ремонтных работ на кабельной линии должен быть составлен исполнительный эскиз. По этому эскизу должны быть произведены все исправления в технической документации (планы трасс, схемы, паспортные карты и пр.). На вновь смонтированные муфты должны быть установлены маркировочные бирки.

3.3.10. После капитального ремонта кабельной линии должны быть произведены испытания и измерения в соответствии с установленными нормами.

3.3.11. После ремонтов на кабельных линиях, не связанных с отсоединением концов кабеля (восстановление лакового покрытия на фазах, исправление заземлений, обновление, или смена маркировочных бирок), фазировка линии и испытание ее напряжением не производится.

3.3.12. При выполнении ремонтных работ на кабельных линиях, проложенных в земле, и особенно в кабельных сооружениях должны соблюдаться следующие меры пожарной безопасности:

- при пользовании открытым огнем (газовая горелка, паяльная лампа и т.п.) на месте работ должны быть огнетушители (не менее двух), ведра с сухим мелким песком, кошма или брезент, листы асбеста для ограждения работающих кабелей и плотно закрывающийся металлический ящик с крышкой для сбора отходов: разделки кабеля и других горючих материалов;
- бензин на месте работы должен храниться в металлической посуде с пробкой на резьбе;
- заправка и доливка паяльных ламп должны производиться вне помещений;
- разжигаемая лампа должна быть обращена на огнеупорную стену или лист асбеста.

4. Надзор за состоянием кабельных линий.

4.1. Надзор за трассами кабельных линий, кабельными сооружениями и кабельными линиями в целях проверки их состояния и соблюдения правил охраны электрических сетей производится периодическим обходом и осмотром оперативным персоналом или специально выделенными для этого монтерами, инженерно-техническим персоналом в сроки, предусмотренные ПТЭ и местными инструкциями.

4.2. Внеочередные обходы и осмотры производятся в период паводков и после ливней, а также при отключении линий релейной защитой.

4.3. При обходах и осмотрах трасс кабельных линий, проложенных на открытых территориях, необходимо:

- проверять, чтобы на трассе не производились не согласованные с энергопредприятием работы (строительство сооружений, раскопка земли, посадка растений, устройство складов, забивка свай, столбов и т.п.), а также чтобы не было завалов трасс снегом, мусором, шлаком, отбросами, не было провалов и оползней грунта;
- осматривать места пересечения кабельных трасс с железными дорогами, обращая внимание на наличие предупредительных плакатов и на надежное металлическое соединение рельсов электрифицированных железных дорог в местах стыков;
- осматривать места пересечения кабельных трасс шоссейными дорогами, канавами и кюветами;
- осматривать состояние устройств и кабелей, проложенных по мостам, дамбам, эстакадам и другим подобным сооружениям;
- проверять в местах выхода кабелей на стены зданий или опоры воздушных линий электропередачи наличие и состояние защиты кабелей от механических повреждений, исправность концевых муфт.

4.4. При обходах и осмотрах трасс закрытых территориях, кроме выполнения рекомендаций п. 4.3, необходимо:

- при выявлении нарушений правил охраны электрических сетей на трассах линий вручать предписание об их устранении;
- в случае выявления не устраненных, в установленный при предыдущем осмотре срок недостатков составлять протокол о нарушении.

4.5. Осмотр кабельных сооружений и кабельных линий, проложенных в кабельных сооружениях, должен производиться специально выделенным персоналом электростанции или электрической сети.

При осмотре кабельных сооружений и кабельных линий, проложенных в кабельных сооружениях, необходимо:

- проверять внешнее состояние соединительных муфт и концевых муфт;

- проверять, нет ли смещений и провисов кабелей, соблюдены ли предусматриваемые ПУЭ расстояния между кабелями;
- проверять исправность освещения;
- измерять температуру воздуха в помещениях;
- проверять исправность устройств сигнализации и пожаротушения;
- проверять состояние строительной части, дверей, люков и их запоров, крепежных конструкций, наличие разделительных несгораемых перегородок и плотности заделки кабелей в местах прохода через стены, перекрытия и перегородки;
- проверять наличие и правильность маркировки кабелей;
- проверять, нет ли посторонних предметов, строительных и монтажных материалов, обтирочных концов, тряпок, мусора и пр.;
- проверять, не проникают ли грунтовые и сточные воды, нет ли технологических отходов производства.

4.6. В случаях, когда кабельные сооружения и распределительные устройства или подстанции принадлежат разным организациям, осмотр конечных участков и конечных муфт кабельных линий в РУ и КС должен производиться представителями этих организаций.

4.7. Результаты обходов и осмотров оформляются следующим образом:

4.7.1. Результаты обходов и осмотров кабельных линий, их трасс и кабельных сооружений регистрируются в журнале по обходам и осмотрам. Кроме того, все обнаруженные дефекты на трассах кабельных линий должны быть записаны в журнал дефектов и неполадок или в карты дефектов.

4.7.2. При выявлении дефектов, требующих немедленного устранения, производящий обход и осмотр обязан немедленно сообщить об этом своему непосредственному начальнику, дежурному персоналу организации, эксплуатирующей кабельную линию и ответственному персоналу предприятия (организации) - владельца электроустановки.

4.7.3. Результаты осмотра трасс кабельных линий инженерно-техническим персоналом регистрируются в журнале дефектов и неполадок или в карте дефектов.

4.7.4. При обнаружении на трассе кабельных линий производства земляных работ, выполняемых без разрешения предприятия (организации) владельца кабельной сети, а также других нарушений действующих правил охраны электрических сетей производящий обход и осмотр должен принять меры по предотвращению выше указанных нарушений, сообщить об этом своему непосредственному начальнику и сделать запись в журнале обходов и осмотров.

4.7.5. Результаты осмотров открыто проложенных кабельных линий и кабельных сооружений регистрируются инженерно-техническим персоналом, производящим осмотр, соответственно в паспортах данного сооружения и в журнале дефектов и неполадок кабельных линий.

4.7.6. При обнаружении дефектов в результате осмотров конечных участков кабелей и конечных муфт в распределительных устройствах электростанций и подстанций сведения о них передаются владельцу.

Приложение 1.

Документация на кабельную линию.

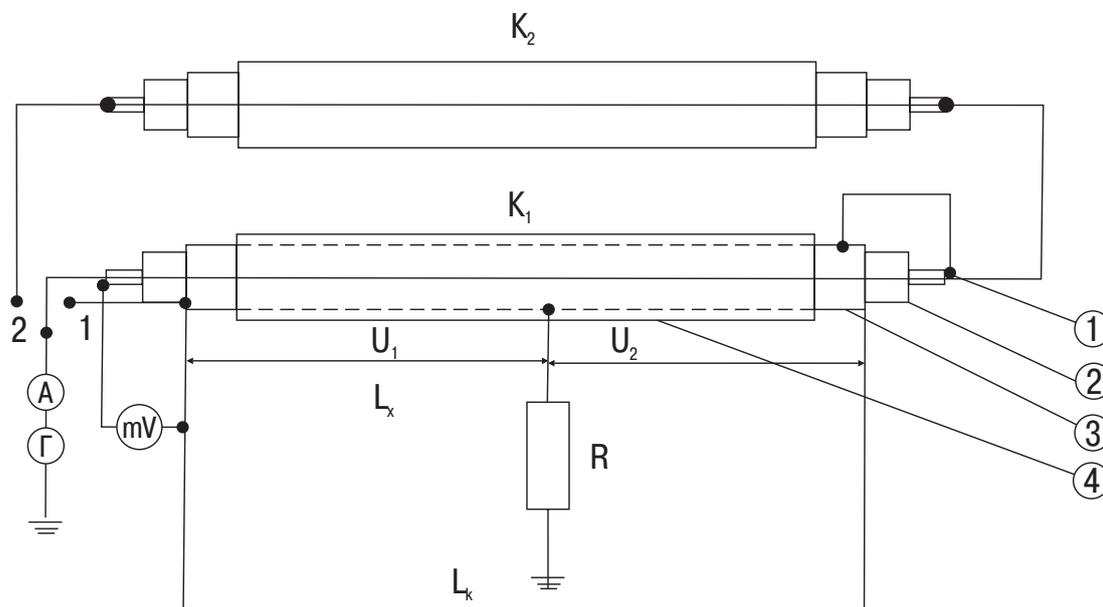
1. Проект кабельной линии со всеми согласованиями, перечнем отклонений от проекта и указанием, с кем и когда эти отклонения согласованы.
2. Исполнительный чертеж трассы, выполненный в масштабе 1:200 или 1:500 в зависимости от развития сети в районе трассы и насыщенности территории коммуникациями.
По всей длине трассы линии на исполнительной документации должны быть обозначены координаты трассы и муфт по отношению к существующим капитальным сооружениям или к специально установленным знакам.
3. Кабельный журнал и контрольно учетный паспорт на соединительные муфты кабельной линии, при прокладке двух кабелей и более в траншее требуется план их раскладки.
4. Акты на вскрытые работы, в том числе акты и исполнительные чертежи на пересечения и сближения кабелей со всеми подземными коммуникациями, акты на монтаж кабельных муфт и акты на осмотр кабелей, проложенных в траншеях и каналах, перед закрытием.
5. Акты приемки траншей, каналов, туннелей, блоков коллекторов и т.п. под монтаж кабелей.
6. Протокол заводских испытаний кабелей.
7. Протокол осмотров и проверки изоляции кабелей на барабанах перед прокладкой.
8. Диаграмма тяжения во время механизированной прокладки кабеля.
9. Протокол испытаний кабельной линии после прокладки.
10. Протокол подогрева кабелей на барабане перед прокладкой при низких температурах.
11. Документация на оборудование и кабельную арматуру.
12. Схема фазировки линий (соединение одноименных фаз оборудования, присоединяемого к концевым муфтам линии).
13. Акты на монтаж муфт.
14. Паспорт кабельной линии, составленный по установленной форме.

Приложение 2

Коэффициенты, учитывающие изменение токов кабелей в зависимости от количества кабелей и условий прокладки в кабельных сооружениях.

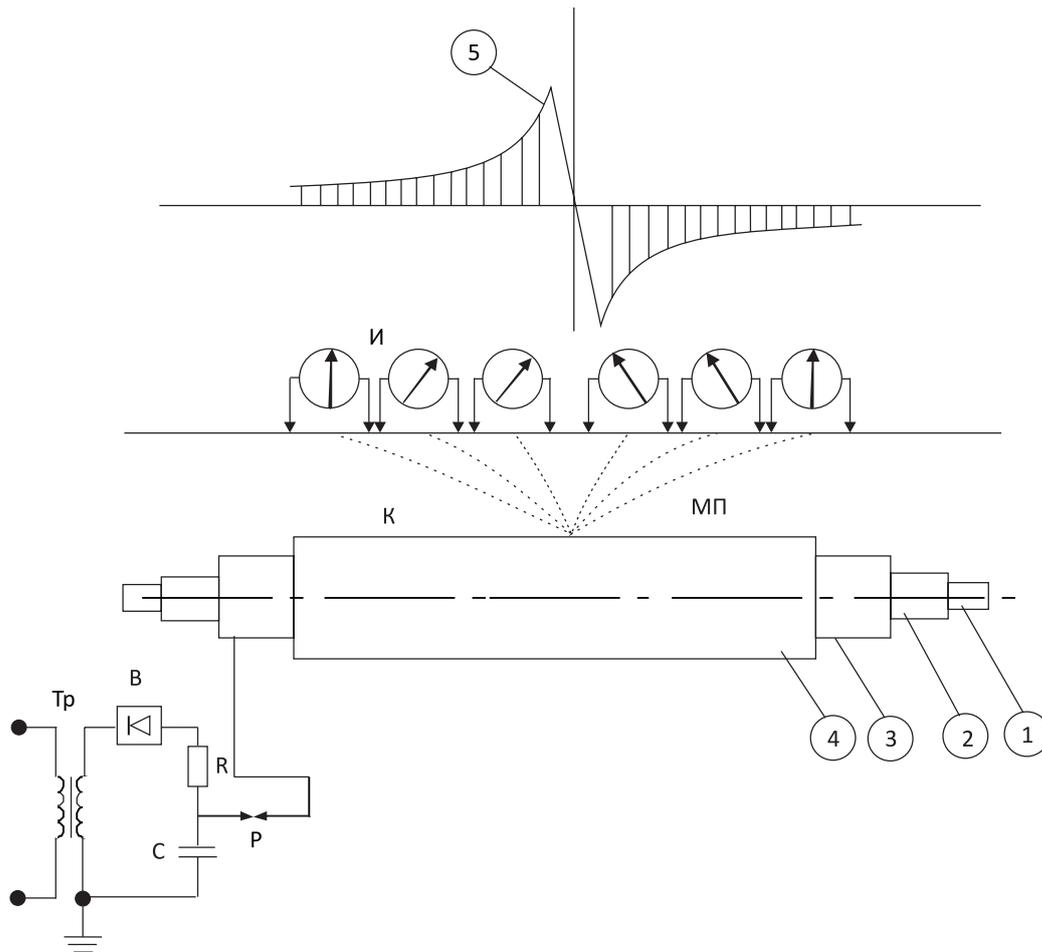
Вид прокладки	Количество горизонтальных рядов кабелей	Размещение кабелей	Коэффициент снижения тока при количестве цепей в горизонтальном ряду.		
			1	2	3
Прокладка в кабельном канале на полу	1		0,92	0,89	0,88
Прокладка в кабельном лотке (без циркуляции воздуха).	1		0,92	0,89	0,88
	2		0,87	0,84	0,83
	3		0,84	0,82	0,81
	4-6		0,82	0,80	0,79
Прокладка в кабельном лотке (свободная циркуляция воздуха).	1		1,00	0,97	0,96
	2		0,97	0,94	0,93
	3		0,96	0,93	0,93
	4-6		0,94	0,91	0,90
Кабели закреплены на стенах.	3		0,94	0,91	0,89
Расстояния между кабелями = диаметру кабеля, расстояние от стены a ≥ 20 мм.			1,00	1,00	1,00

Вид прокладки	Количество горизонтальных рядов кабелей	Размещение кабелей	Коэффициент снижения тока при количестве цепей в горизонтальном ряду.		
			1	2	3
Прокладка в кабельном канале на полу	1		0,95	0,90	0,88
Прокладка на полках без циркуляции воздуха	1		0,95	0,90	0,88
	2		0,90	0,85	0,83
	3		0,88	0,83	0,81
	4-6		0,86	0,81	0,79
Прокладка в каб. конструкциях с циркуляцией воздуха	1		1,00	0,98	0,96
	2		1,00	0,95	0,93
	3		1,00	0,94	0,92
	4-6		1,00	0,93	0,90
Кабели закреплены на стенах	3		0,89	0,86	0,84
Расстояния между кабелями =2d, расстояние от стены a ≥ 20 мм.			1,00	1,00	1,00

Приложение 3
Схема определения расстояния до места повреждения (зоны повреждения) пластмассовых оболочек кабеля методом падения напряжения.


- Г – источник постоянного тока;
- А – амперметр;
- mV – милливольтметр;
- В – переходное сопротивление в месте повреждения;
- К₁ – кабель с повреждённой оболочкой;
- К₂ – кабель с неповреждённой оболочкой;
- 1 – токопроводящая жила;
- 2 – изоляция кабеля;
- 3 – металлический экран кабеля;
- 4 – пластмассовая оболочка.

Схема определения точного места повреждения пластмассовых оболочек кабеля импульсно-контактным методом:



- Тр – трансформатор;
- В – выпрямитель;
- В – ограничивающее сопротивление;
- С – конденсатор;
- Р – разрядник;
- К – кабель;
- МП – место повреждения оболочки;
- И – прибор, и щупы для измерения пиковых значений шагового напряжения;
- 1 – токопроводящая жила;
- 2 – изоляция кабеля;
- 3 – металлический экран;
- 4 – пластмассовая оболочка;
- 5 – принимаемый сигнал в зависимости от расстояния от места повреждения.

Приложение 4
Основные расчетные конструктивные размеры кабелей на напряжение 6, 10, 15, 20, 35 кВ.

Таблица 13.

Одножильные кабели на номинальное напряжение 6 кВ											
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм					
						АПвП,ПвП, АПвВ,ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПг, ПвПг	АПвПу, ПвПу	АПвПуг, ПвПуг, АПвП2г, ПвП2г	АПвПу2г, ПвПу2г	ПвВнг(А)-ХЛ, АПвВнг(А)-ХЛ
35	6.8	0.6	2.5	13.0	0.6	22.2	23.2	23.4	24.3	24.9	27.9
50	7.9	0.6	2.5	14.1	0.6	23.6	24.4	24.6	25.4	26.0	29.0
70	9.4	0.6	2.5	15.6	0.6	25.1	25.9	26.1	26.9	27.5	30.5
95	11.3	0.6	2.5	17.5	0.6	26.6	27.6	27.8	28.8	29.4	32.4
120	12.8	0.6	2.5	19.0	0.6	28.0	29.1	29.3	30.3	30.9	33.9
150	14.6	0.6	2.5	20.8	0.6	30.3	31.1	31.3	32.1	32.7	35.7
185	16.2	0.6	2.5	22.4	0.6	32.0	32.7	33.1	33.7	34.3	37.3
240	18.4	0.6	2.6	24.8	0.6	34.5	35.3	35.5	36.4	37.0	40.0
300	21.0	0.6	2.8	27.8	0.6	37.0	38.0	38.1	38.9	39.5	42.7
400	23.8	0.6	3.0	31.0	0.6	40.6	41.3	41.6	42.3	43.1	45.9
500	26.6	0.6	3.2	34.2	0.6	43.7	44.5	44.7	45.7	46.8	49.7
630	29.8	0.6	3.2	37.4	0.6	47.4	47.5	47.9	49.5	50.1	53.4
800	34.2	0.6	3.2	41.8	0.6	51.1	51.5	51.7	53.1	55.3	58.3

Таблица 14.

Одножильные кабели на номинальное напряжение 10 кВ											
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм					
						АПвП,ПвП, АПвВ,ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПг, ПвПг	АПвПу, ПвПу	АПвПуг, ПвПуг, АПвП2г, ПвП2г	АПвПу2г, ПвПу2г	ПвВнг(А)-ХЛ, АПвВнг(А)-ХЛ
35	6,8	0,6	3,4	14,8	0,6	-	-	-	-	-	30,7
50	7.9	0.6	3.4	15.9	0.6	25.5	26.2	26.5	27.2	28.2	31.8
70	9.4	0.6	3.4	17.4	0.6	27.0	27.7	28.0	28.7	29.7	33.3
95	11.3	0.6	3.4	19.3	0.6	28.9	29.6	29.9	30.6	31.6	35.2
120	12.8	0.6	3.4	20.8	0.6	30.4	31.1	31.4	32.1	33.1	36.7
150	14.6	0.6	3.4	22.6	0.6	32.2	32.9	33.2	33.9	34.9	38.5
185	16.2	0.6	3.4	24.2	0.6	33.8	34.5	34.8	35.5	36.5	40.1
240	18.4	0.6	3.4	26.4	0.6	36.3	36.7	37.3	38.0	39.0	42.6
300	21.0	0.9	3.4	29.6	0.6	39.0	39.7	40.0	40.7	41.7	45.5
400	23.8	0.9	3.4	32.4	0.6	42.0	42.7	43.0	43.7	44.7	48.7
500	26.6	0.9	3.4	35.2	0.6	45.0	45.7	46.0	46.7	47.7	51.7
630	29.8	0.9	3.4	38.4	0.6	49.4	49.8	50.4	51.1	52.1	55.4
800	34.2	0.9	3.4	42.8	0.6	53.1	53.5	53.8	54.5	56.5	60,3

Таблица 15.

Одножильные кабели на номинальное напряжение 15 кВ											
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм					
						АПвП,ПвП, АПвВ,ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПг, ПвПг	АПвПу, ПвПу	АПвПуг, ПвПуг, АПвП2г, ПвП2г	АПвПу2г, ПвПу2г	
35	6,8	0,6	4,5	17,0	0,6	-	-	-	-	-	
50	7.9	0.6	4.5	18.1	0.6	27.7	28.4	28.7	29.4	30.4	
70	9.4	0.6	4.5	19.6	0.6	29.2	29.9	30.2	30.9	31.9	
95	11.3	0.6	4.5	21.5	0.6	31.1	31.8	32.1	32.8	33.8	
120	12.8	0.6	4.5	23.0	0.6	32.6	33.3	33.6	34.3	35.3	
150	14.6	0.6	4.5	24.8	0.6	34.4	35.1	35.4	36.1	37.1	
185	16.2	0.6	4.5	26.4	0.6	36.0	36.7	37.0	37.7	38.7	
240	18.4	0.6	4.5	28.6	0.6	38.5	38.9	39.5	40.2	41.2	
300	21.0	0.9	4.5	31.8	0.6	41.2	41.9	42.2	42.9	43.9	
400	23.8	0.9	4.5	34.6	0.6	44.2	44.9	45.2	45.9	46.9	
500	26.6	0.9	4.5	37.4	0.6	47.2	47.9	48.2	48.9	49.9	
630	29.8	0.9	4.5	40.6	0.6	51.6	52.0	52.6	53.3	54.3	
800	34.2	0.9	4.5	45.0	0.6	55.3	55.7	56.0	56.7	58.7	

Таблица 16.

Одножильные кабели на номинальное напряжение 20 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвП, ПвП, АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПг, ПвПг	АПвПу, ПвПу	АПвПуг, ПвПуг, АПвП2г, ПвП2г	АПвПу2г, ПвПу2г
50	7.9	0.6	5.5	20.1	0.6	29.7	30.4	30.7	31.4	32.4
70	9.4	0.6	5.5	21.6	0.6	31.2	31.9	32.2	32.9	33.9
95	11.3	0.6	5.5	23.5	0.6	33.1	33.8	34.1	34.8	35.8
120	12.8	0.6	5.5	25.0	0.6	34.6	35.3	35.6	36.3	37.3
150	14.6	0.6	5.5	26.8	0.6	36.4	37.1	37.4	38.1	39.1
185	16.2	0.6	5.5	28.4	0.6	38.0	38.7	39.0	39.7	40.7
240	18.4	0.6	5.5	30.6	0.6	40.5	41.2	41.5	42.2	43.2
300	21.0	0.9	5.5	33.8	0.6	43.2	44.9	44.2	44.9	45.9
400	23.8	0.9	5.5	36.6	0.6	46.2	46.9	47.2	47.9	49.3
500	26.6	0.9	5.5	39.4	0.6	49.6	50.3	50.6	51.3	52.3
630	29.8	0.9	5.5	42.6	0.6	53.6	54.3	54.6	55.3	56.7
800	34.2	0.9	5.5	47.0	0.6	57.1	57.9	58.2	58.9	59.9

Таблица 17.

Одножильные кабели на номинальное напряжение 35 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвП, ПвП, АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПг, ПвПг	АПвПу, ПвПу	АПвПуг, ПвПуг, АПвП2г, ПвП2г	АПвПу2г, ПвПу2г
50	7.9	0.6	8.5	26.1	0.6	35.7	36.4	36.7	37.4	38.4
70	9.4	0.6	8.5	27.6	0.6	37.2	37.9	38.2	38.9	39.9
95	11.3	0.6	8.5	29.5	0.6	39.1	39.8	40.1	40.8	41.8
120	12.8	0.6	8.5	31.0	0.6	40.6	41.3	41.6	42.3	43.3
150	14.6	0.6	8.5	32.8	0.6	42.4	43.1	43.4	44.1	45.1
185	16.2	0.6	8.5	34.4	0.6	44.0	44.7	45.0	45.7	46.7
240	18.4	0.6	8.5	36.6	0.6	46.5	47.6	47.5	48.6	49.6
300	21.0	0.9	8.5	39.8	0.6	49.6	50.3	50.6	51.3	52.3
400	23.8	0.9	8.5	42.6	0.6	52.6	53.3	53.6	54.3	55.3
500	26.6	0.9	8.5	45.4	0.6	56.0	56.7	57.0	57.7	58.7
630	29.8	0.9	8.5	48.6	0.6	60.0	60.7	61.0	61.7	62.7
800	34.2	0.9	8.5	53.0	0.6	63.2	63.9	64.2	64.9	66.0

Таблица 18.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 6 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвП, ПвП, АПвПг, ПвПг, АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПу, ПвПу, АПвПуг, ПвПуг	АПвБП, ПвБП, АПвБПг, ПвБПг, АПвБВ, ПвБВ, АПвБВнг-LS, ПвБВнг-LS	ПвВнг(А)-ХЛ, АПвВнг(А)-ХЛ	ПвБВнг(А)-ХЛ, АПвБВнг(А)-ХЛ
35	6.8	0.6	2.5	13,0	0.6	44.0	45.0	48.4	44.2	48.6
50	7.9	0.6	2.5	14.1	0.6	47.6	48.2	51.2	47.7	51.4
70	9.4	0.6	2.5	15.6	0.6	50.4	51.4	54.4	50.6	54.5
95	11.3	0.6	2.5	17.5	0.6	54.2	55.2	58.6	54.5	58.7
120	12.8	0.6	2.5	19,0	0.6	57.6	58.6	61.6	57.8	61.8
150	14.6	0.6	2.5	20.8	0.6	60.8	61.8	64.8	61.1	64.9
185	16.2	0.6	2.5	22.4	0.6	64.2	65.2	69.4	64.5	69.6
240	18.4	0.6	2.6	24.8	0.6	70,9	70.7	74.9	71,2	75.1
300	21,0	0,6	2,8	27,8	0,6	-	-	-	76.8	81.0

Таблица 19.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 10 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвП, ПвП АПвПг, ПвПг АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПу, ПвПу, АПвПуг ПвПуг	АПвБП, ПвБП, АПвБПг, ПвБПг, АПвБВ, ПвБВ, АПвБВнг-LS ПвБВнг-LS	ПвВнг(А)-ХЛ АПвВнг(А)-ХЛ	ПвБВнг(А)-ХЛ АПвБВнг(А)-ХЛ
35	6,8	0,6	3,4	14,8	0,6	-	-	-	45,7	51,7
50	7,9	0,6	3,4	15,9	0,6	48,9	52,1	54,0	49,9	54,1
70	9,4	0,6	3,4	17,4	0,6	52,1	55,7	57,6	53,1	57,7
95	11,3	0,6	3,4	19,3	0,6	56,6	59,5	61,7	57,6	61,8
120	12,8	0,6	3,4	20,8	0,6	59,8	62,5	64,9	60,8	65,0
150	14,6	0,6	3,4	22,6	0,6	63,7	66,0	68,8	64,7	68,9
185	16,2	0,6	3,4	24,2	0,6	67,1	70,2	72,2	68,1	72,3
240	18,4	0,6	3,4	26,4	0,6	72,5	75,4	77,6	73,5	77,7
300	21,0	0,9	3,4	29,6	0,6	81,1	81,3	86,3	79,4	83,6

Таблица 20.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 15 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвП, ПвП АПвПг, ПвПг АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПу, ПвПу, АПвПуг ПвПуг	АПвБП, ПвБП, АПвБПг, ПвБПг, АПвБВ, ПвБВ, АПвБВнг-LS ПвБВнг-LS	ПвВнг(А)-ХЛ АПвВнг(А)-ХЛ	ПвБВнг(А)-ХЛ АПвБВнг(А)-ХЛ
50	7,9	0,6	4,5	18,1	0,6	56,6	57,6	53,6		
70	9,4	0,6	4,5	19,6	0,6	59,8	60,8	57,2		
95	11,3	0,6	4,5	21,5	0,6	63,2	64,2	60,6		
120	12,8	0,6	4,5	23,0	0,6	67,4	67,6	63,6		
150	14,6	0,6	4,5	24,8	0,6	71,4	71,6	67,8		
185	16,2	0,6	4,5	26,4	0,6	75,1	75,3	71,5		
240	18,4	0,6	4,5	28,6	0,6	79,9	80,1	76,3		

Таблица 21.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 20 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвП, ПвП АПвПг, ПвПг АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПу, ПвПу, АПвПуг ПвПуг	АПвБП, ПвБП, АПвБПг, ПвБПг, АПвБВ, ПвБВ, АПвБВнг-LS ПвБВнг-LS	ПвВнг(А)-ХЛ АПвВнг(А)-ХЛ	ПвБВнг(А)-ХЛ АПвБВнг(А)-ХЛ
50	7,9	0,6	5,5	20,1	0,6	60,9	61,9	64,9		
70	9,4	0,6	5,5	21,6	0,6	64,1	65,1	69,3		
95	11,3	0,6	5,5	23,5	0,6	68,7	68,9	72,7		
120	12,8	0,6	5,5	25,0	0,6	72,1	72,3	76,1		
150	14,6	0,6	5,5	26,8	0,6	75,7	75,9	80,9		
185	16,2	0,6	5,5	28,4	0,6	79,4	79,6	84,6		
240	18,4	0,6	5,5	30,6	0,6	84,2	84,4	89,4		

Таблица 22.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 35 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвП, ПвП АПвПг, ПвПг АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS	АПвПу, ПвПу, АПвПуг ПвПуг	АПвБП, ПвБП, АПвБПг, ПвБПг, АПвБВ, ПвБВ, АПвБВнг-LS ПвБВнг-LS	ПвВнг(А)-ХЛ АПвВнг(А)-ХЛ	ПвБВнг(А)-ХЛ АПвБВнг(А)-ХЛ
50	7,9	0,6	8,5	26,1	0,6	72,1	73,1	80,6		
70	9,4	0,6	8,5	27,6	0,6	75,3	76,3	83,8		
95	11,3	0,6	8,5	29,5	0,6	79,4	80,4	87,2		
120	12,8	0,6	8,5	31,0	0,6	82,6	83,6	90,2		

Расчетная масса кабелей.

Таблица 23.

Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Одножильные кабели на номинальное напряжение 6 кВ									
	Расчетная масса, кг/км									
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПвП, АПвПг, АПвП2г	ПвП, ПвПг, ПвП2г	АПвПу, АПвПуг, АПвПу2г	ПвПу, ПвПуг, ПвПу2г	АПвВ	ПвВ	АПВнг(А)-ХЛ	ПВнг(А)-ХЛ
1x35/16	658	877	549	768	591	811	617	836	1009	1222
1x50/16	736	1049	620	933	664	977	692	1005	1087	1373
1x70/16	831	1270	707	1146	754	1193	784	1223	1203	1623
1x95/16	943	1538	810	1405	861	1456	893	1488	1350	1930
1x120/16	1050	1802	909	1661	962	1714	997	1748	1480	2204
1x150/25	1287	2226	1134	2073	1191	2131	1229	2169	1719	2630
1x185/25	1431	2589	1268	2427	1328	2487	1369	2528	1894	3031
1x240/25	1653	3156	1477	2980	1542	3045	1586	3090	2159	3645
1x300/25	1900	3779	1710	3589	1780	3659	1828	3707	2423	4316
1x400/35	2374	4879	2164	4670	2241	4745	2294	4800	2911	5267
1x500/35	2755	5887	2528	5660	2611	5743	2669	5801	3429	6520
1x630/35	3255	7201	2989	6935	3049	6996	3154	7101	3965	7894
1x800/35	3834	8845	3546	8587	3611	8622	3725	8736	4631	9752

Таблица 24.

Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Одножильные кабели на номинальное напряжение 10 кВ									
	Расчетная масса, кг/км									
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПвП, АПвПг, АПвП2г	ПвП, ПвПг, ПвП2г	АПвПу, АПвПуг, АПвПу2г	ПвПу, ПвПуг, ПвПу2г	АПвВ	ПвВ	АПВнг(А)-ХЛ	ПВнг(А)-ХЛ
1x35/16	-	-	-	-	-	-	-	-	1189	1402
1x50/16	820	1120	670	960	710	1000	760	1060	1274	1560
1x70/16	920	1350	760	1180	810	1230	860	1290	1399	1819
1x95/16	1055	1640	880	1460	930	1510	990	1580	1558	2138
1x120/16	1170	1900	980	1710	1040	1760	1110	1830	1696	2421
1x150/25	1390	2300	1200	2110	1250	2160	1320	2230	1947	2857
1x185/25	1555	2690	1340	2480	1400	2540	1480	2610	2131	3268
1x240/25	1780	3240	1555	3040	1620	3100	1700	3180	2396	3883
1x300/25	2000	3890	1755	3650	1820	3710	1910	3800	2644	4538
1x400/35	2430	4780	2160	4520	2230	4590	2330	4680	3168	5523
1x500/35	2820	5910	2540	5630	2610	5700	2720	5810	3615	6706
1x630/35	3390	7240	3030	6960	3140	7040	3270	7170	4164	8094
1x800/35	3880	8830	3580	8530	3660	8610	3760	8780	4847	9997

Таблица 25.

Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Одножильные кабели на номинальное напряжение 15 кВ							
	Расчетная масса, кг/км							
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПвП, АПвПг, АПвП2г	ПвП, ПвПг, ПвП2г	АПвПу, АПвПуг, АПвПу2г	ПвПу, ПвПуг, ПвПу2г	АПвВ	ПвВ
1x 50/16	925	1244	780	1093	833	1146	867	1180
1x 70/16	1039	1467	876	1315	932	1371	969	1407
1x 95/16	1155	1745	989	1585	1048	1643	1087	1682
1x 120/16	1267	2015	1097	1849	1158	1910	1199	1951
1x 150/25	1478	2418	1302	2242	1367	2307	1412	2351
1x 185/25	1630	2781	1447	2606	1515	2674	1563	2721
1x 240/25	1847	3357	1660	3163	1733	3236	1783	3287
1x 300/25	2130	3998	1926	3806	2004	3884	2059	3938
1x 400/35	2585	5087	2378	4883	2462	4967	2521	5027
1x 500/35	2998	6129	2761	5893	2852	5984	2927	6059
1x 630/35	3460	7407	3213	7159	3310	7256	3391	7337
1x 800/35	4044	9063	3790	8801	3894	8905	3981	8993

Таблица 26.

Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Одножильные кабели на номинальное напряжение 20 кВ							
	Расчетная масса, кг/км							
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПВП, АПВПг, АПВП2г	ПВП, ПВПг, ПВП2г	АПВПу, АПВПуг, АПВПу2г	ПВПу, ПВПуг, ПВПу2г	АПВВ	ПВВ
1x50/16	1020	1320	840	1130	890	1180	950	1250
1x70/16	1140	1570	940	1360	1000	1420	1060	1490
1x95/16	1280	1870	1070	1650	1130	1710	1200	1790
1x120/16	1400	2140	1190	1910	1250	1970	1320	2060
1x150/25	1640	2550	1410	2320	1470	2380	1550	2465
1x185/25	1810	2950	1570	2710	1640	2770	1720	2860
1x240/25	2060	3510	1800	3290	1870	3350	1960	3450
1x300/25	2290	4180	2010	3910	2090	3980	2190	4080
1x400/35	2740	5090	2440	4800	2520	4870	2630	4980
1x500/35	3210	6290	2870	5960	2950	6040	3080	6170
1x630/35	3750	7600	3350	7290	3470	7380	3620	7520
1x800/35	4320	9250	3890	8890	4010	9000	4180	9140

Таблица 27.

Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Одножильные кабели на номинальное напряжение 35 кВ							
	Расчетная масса, кг/км							
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПВП, АПВПг, АПВП2г	ПВП, ПВПг, ПВП2г	АПВПу, АПВПуг, АПВПу2г	ПВПу, ПВПуг, ПВПу2г	АПВВ	ПВВ
1x 50/16	1360	1650	1130	1420	1190	1480	1270	1570
1x 70/16	1490	1915	1250	1670	1310	1730	1400	1830
1x 95/16	1650	2240	1400	1980	1460	2040	1555	2140
1x 120/16	1790	2520	1530	2260	1600	2320	1690	2425
1x 150/25	2040	2950	1760	2680	1840	2750	1940	2850
1x 185/25	2230	3370	1950	3080	2020	3160	2120	3260
1x 240/25	2500	3950	2230	3710	2300	3790	2390	3870
1x 300/25	2800	4700	2470	4360	2550	4440	2680	4570
1x 400/35	3280	5635	2920	5280	3010	5360	3150	5500
1x 500/35	3800	6870	3385	6480	3480	6570	3640	6730
1x 630/35	4380	8210	3900	7840	4040	7940	4220	8120
1x 800/35	4950	9900	4480	9440	4680	9660	4840	9800

Таблица 28.

Число сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Трехжильные кабели на номинальное напряжение 6 кВ								
	Расчетная масса, кг/км								
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПВП, АПВПг	ПВП, ПВПг	АПВПу, АПВПуг	ПВПу, ПВПуг	АПВВ	ПВВ	АПВБП, АПВБПг
3x 35/16	2079	2741	1897	2560	1976	2638	2031	2693	2396
3x 50/16	2748	3694	2524	3470	2585	3531	2691	3637	3100
3x 70/16	2949	4274	2723	4048	2785	4109	2892	4216	3306
3x 95/16	3305	5102	3067	4865	3133	4930	3247	5045	3689
3x 120/16	3746	6016	3497	5768	3566	5837	3688	5959	4192
3x 150/25	4454	7292	4165	7004	4242	7081	4387	7226	4878
3x 185/25	5068	8569	4765	8266	4847	8348	5002	8503	5526
3x 240/25	6013	10555	5691	10233	5823	10365	5949	10491	6519

Число сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Трехжильные кабели на номинальное напряжение 6 кВ								
	Расчетная масса, кг/км								
	ПВБП, ПВБПг	АПВБВ	ПВБВ	АПВБВнг-LS	ПВБВнг-LS	ПВВнг(А)-ХЛ	АПВВнг(А)-ХЛ	ПВБВнг(А)-ХЛ	АПВБВнг(А)-ХЛ
3x 35/16	3058	2591	3254	2677	3340	3181	2533	4096	3447
3x 50/16	4046	3337	4284	3438	4384	3700	2828	4664	3792
3x 70/16	4631	3547	4872	3648	4973	4609	3329	5587	4307
3x 95/16	5487	3945	5743	4049	5847	5681	3916	6806	5041
3x 120/16	6463	4479	6750	4595	6866	6698	4492	7830	5624
3x 150/25	7717	5186	8025	5306	8144	7971	5199	9179	6407
3x 185/25	9027	5855	9356	5977	9478	9352	5890	10629	7167
3x 240/25	11061	6876	11417	7000	11542	11523	6997	12916	8389
3x300/25	-	-	-	-	-	13911	8163	15419	9671

Таблица 29.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 10 кВ									
Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Расчетная масса, кг/км								
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПвП, АПвПг	ПвП, ПвПг	АПвПу, АПвПуг	ПвПу, ПвПуг	АПвВ	ПвВ	АПвБП, АПвБПг
3x 50/16	2756	3703	3108	4055	2624	3570	2699	3645	3108
3x 70/16	3227	4551	3615	4940	3086	4411	3169	4494	3615
3x 95/16	3718	5516	4173	5970	3607	5405	3660	5458	4173
3x 120/16	4243	6514	4667	6938	4069	6340	4177	6447	4667
3x 150/25	7928	7763	5384	8223	4743	7582	4859	7697	5384
3x 185/25	5569	9070	6063	9564	5381	8882	5504	9005	6063
3x 240/25	6496	11037	7034	11576	6300	10842	6433	10975	7034

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 10 кВ									
Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Расчетная масса, кг/км								
	ПвБП, ПвБПг	АПвБВ	ПвБВ	АПвБВнг-LS	ПвБВнг-LS	ПвВнг(А)-ХЛ	АПвВнг(А)-ХЛ	ПвБВнг(А)-ХЛ	АПвБВнг(А)-ХЛ
3x35/16	-	-	-	-	-	3641	2991	4439	3789
3x50/16	4055	3346	4292	3446	4393	4185	3311	5176	4303
3x70/16	4940	3873	5198	3978	5302	5068	3788	6189	4909
3x95/16	5970	4464	6262	4581	6379	6240	4474	7384	5618
3x120/16	6938	4975	7246	5094	7365	7233	5021	8441	6230
3x150/25	8223	5713	8552	5835	8673	8535	5763	9821	7048
3x185/25	9564	6412	9913	6536	10037	9952	6485	11306	7838
3x240/25	11576	7409	11951	7534	12076	9952	7574	13562	9034
3x300/25	-	-	-	-	-	12101	8629	15943	10188

Таблица 30.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 15 кВ														
Число и сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Расчетная масса, кг/км													
	АПвВнг-LS	ПвВнг-LS	АПвП, АПвПг	ПвП, ПвПг	АПвПу, АПвПуг	ПвПу, ПвПуг	АПвВ	ПвВ	АПвБП, АПвБПг	ПвБП, ПвБПг	АПвБВ	ПвБВ	АПвБВнг-LS	ПвБВнг-LS
3x50/16	3122	4068	3265	3481	3375	4321	3479	4425	4335	5281	4635	5582	4355	5302
3x70/16	3601	4925	3691	4212	3807	5132	3918	5242	4822	6147	5140	6465	4845	6169
3x95/16	4085	5883	4183	5016	4306	6104	4423	6221	5503	7301	5895	7693	5404	7202
3x120/16	4651	6922	4876	5981	4926	7197	5183	7454	6138	8409	6549	8820	6149	8420
3x150/25	5314	8153	5527	7147	5580	8419	5853	8691	6866	9704	7300	10139	6782	9621
3x185/25	5942	9443	6169	8366	6225	9726	6513	10014	8305	11806	8769	12270	7492	10993
3x240/25	6976	11518	7222	9670	7282	11824	7589	12131	9498	14040	9991	14533	9383	13925

Таблица 31.

Трехжильные кабели на номинальное напряжение 20 кВ														
Число сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Расчетная масса, кг/км													
	АПвВнг-LS	ПвВнг-LS	АПвП, АПвПг	ПвП, ПвПг	АПвПу, АПвПуг	ПвПу, ПвПуг	АПвВ	ПвВ	АПвБП, АПвБПг	ПвБП, ПвБПг	АПвБВ	ПвБВ	АПвБВнг-LS	ПвБВнг-LS
3x50/16	3745	4691	3463	4405	3573	4520	3678	4624	4156	5102	4456	5402	4574	5520
3x70/16	4284	5609	3986	5311	4105	5430	4218	5543	4731	6056	5053	6378	5174	6499
3x95/16	4840	6638	4530	6327	4655	6453	4775	6573	5319	7116	5658	7456	5782	7579
3x120/16	5362	7633	5040	7315	5172	7445	5298	7569	5868	8139	6224	8495	6348	8619
3x150/25	6110	8949	5775	8611	5914	8753	6048	8887	6653	9492	7031	9869	7156	9994
3x185/25	6822	10323	6475	9976	6621	10122	6763	10264	7401	10902	7799	11300	7924	11425
3x240/25	7834	12376	7473	12014	7628	12170	7780	12321	8450	13002	8883	13425	9008	13550

Таблица 32.

Число сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Трехжильные кабели на номинальное напряжение 35 кВ													
	Расчетная масса, кг/км													
	АПВнг-LS	ПВнг-LS	АПвП, АПвПг	ПвП, ПвПг	АПвПу, АПвПуг	ПвПу, ПвПуг	АПВВ	ПВВ	АПвБП, АПвБПг	ПвБП, ПвБПг	АПвБВ	ПвБВ	АПвБнг-LS	ПвБнг-LS
3x50/16	5384	6331	5054	6002	5190	6137	5322	6268	5914	6860	6284	7230	6409	7355
3x70/16	6018	7342	5674	6998	5818	7143	5958	7282	6586	7911	6977	8302	7103	8428
3x95/16	6662	8459	6308	8105	6458	8256	6605	8402	7263	9061	7673	9471	7798	9596
3x120/16	7260	9531	6897	9163	7054	9325	7206	9477	7892	10162	8317	10588	8442	10713

Расчетная масса медного экрана, кг/км.

Таблица 33.

Сечение медного экрана, мм ²						
16	25	35	50	70	95	120
155	240	330	470	645	875	1110

Для определения расчетной массы кабелей с сечением медного экрана не указанного в таблицах 21-31 необходимо из расчетной массы кабеля в таблицах 21-31 вычесть массу стандартного сечения экрана таблицы 32 и прибавить массу требуемого сечения экрана из таблицы 32.

Приложение 5
Электрическое сопротивление постоянному току жил кабелей при температуре 20 °С.

Таблица 34.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Сопротивление медной жилы, Ом	Сопротивление алюминиевой жилы, Ом	Номинальное сечение жилы, мм ²	Сопротивление медной жилы, Ом	Сопротивление алюминиевой жилы, Ом
35	0.524	0.868	240	0.0754	0.125
50	0.387	0.641	300	0.0601	0.100
70	0.268	0.443	400	0.0470	0.0778
95	0.193	0.320	500	0.0366	0.0605
120	0.153	0.253	630	0.0280	0.0464
150	0.124	0.206	800	0.0221	0.0367
185	0.0991	0.164			

Сопротивление проводника зависит от температуры окружающей среды.

Сопротивление при определенной температуре рассчитывается следующим образом:

Медь:
$$R_{\delta} = R_{20} \times \frac{234,5 + \delta}{254,5}$$

Алюминий:
$$R_{\delta} = R_{20} \times \frac{228 + \delta}{248}$$

где δ – текущая температура жилы;

R_{20} – сопротивление проводника при 20 °С (Ом/км);

R_{δ} – сопротивление проводника при δ °С (Ом/км).

Электрическое сопротивление жил кабелей переменному току при температуре 90 °С

Таблица 35.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Электрическое сопротивление переменному току при 90 °С, Ом/км		Номинальное сечение жилы, мм ²	Электрическое сопротивление переменному току при 90 °С, Ом/км	
	медные жилы	алюминиевые жилы		медные жилы	алюминиевые жилы
35	0.668	1.113	240	0.098	0.161
50	0.494	0.822	300	0.079	0.130
70	0.342	0.568	400	0.063	0.102
95	0.247	0.411	500	0.051	0.0804
120	0.196	0.325	630	0.041	0.0639
150	0.159	0.265	800	0.032	0.0505
185	0.128	0.211			

Индуктивность кабелей

Таблица 36.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Индуктивность одножильных кабелей, мГн/км, на номинальное напряжение, кВ							
	6		10		20		35	
	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.
35	0.405	0.54	0.424	0.559	-	-	-	-
50	0.384	0.519	0.400	0.535	0.427	0.563	0.460	0.596
70	0.362	0.496	0.376	0.511	0.402	0.537	0.434	0.569
95	0.339	0.473	0.353	0.487	0.377	0.512	0.407	0.542
120	0.325	0.459	0.338	0.472	0.361	0.495	0.390	0.525
150	0.311	0.444	0.323	0.457	0.345	0.479	0.372	0.507
185	0.300	0.433	0.312	0.445	0.333	0.466	0.359	0.493
240	0.290	0.423	0.300	0.433	0.320	0.453	0.346	0.480
300	0.278	0.410	0.285	0.418	0.304	0.437	0.329	0.462
400	0.271	0.403	0.275	0.407	0.294	0.426	0.316	0.449
500	0.265	0.397	0.267	0.398	0.284	0.416	0.306	0.439
630	0.257	0.388	0.262	0.394	0.278	0.410	0.297	0.430
800	0.250	0.381	0.252	0.383	0.263	0.394	0.281	0.413

Индуктивность рассчитана для следующих условий прокладки: при прокладке треугольником кабели проложены вплотную, при прокладке в плоскости – на расстоянии одного диаметра кабеля.

Расчетная формула:

$$L = \frac{\mu_0}{\pi} \cdot l \cdot \ln\left(\frac{1}{4} + \frac{a}{r}\right)$$

- где:
- α – расстояние между фазами, мм;
 - r – радиус жилы, мм;
 - l – длина кабельной линии, м;
 - μ_0 – магнитная проницаемость воздуха.

Таблица 37.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Индуктивность трехжильных кабелей, мГн/км, на номинальное напряжение, кВ			
	6	10	20	35
35	0.329	0.350	-	-
50	0.313	0.331	0.368	0.411
70	0.295	0.312	0.346	0.387
95	0.278	0.294	0.325	0.363
120	0.268	0.282	0.312	0.348
150	0.257	0.27	0.298	-
185	0.25	0.262	0.288	-
240	0.244	0.254	0.278	-
300	0.225	0.246	-	-

Таблица 38.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Реактивное индуктивное сопротивление одножильных кабелей, Ом/км, на номинальное напряжение, кВ							
	6		10		20		35	
	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.
35	0.127	0.17	0.133	0.175	-	-	-	-
50	0.121	0.163	0.126	0.168	0.134	0.177	0.144	0.187
70	0.114	0.156	0.118	0.16	0.126	0.169	0.136	0.179
95	0.106	0.149	0.111	0.153	0.118	0.161	0.128	0.17
120	0.102	0.144	0.106	0.148	0.113	0.155	0.122	0.165
150	0.098	0.139	0.101	0.143	0.108	0.15	0.117	0.159
185	0.094	0.136	0.098	0.14	0.105	0.146	0.113	0.155
240	0.091	0.133	0.094	0.136	0.100	0.142	0.109	0.151
300	0.087	0.129	0.089	0.131	0.095	0.137	0.103	0.145
400	0.085	0.127	0.086	0.128	0.092	0.134	0.099	0.141
500	0.083	0.125	0.084	0.125	0.089	0.131	0.096	0.138
630	0.081	0.122	0.082	0.124	0.087	0.129	0.093	0.135
800	0.079	0.12	0.079	0.120	0.083	0.124	0.088	0.130

Таблица 39

Номинальное сечение жилы, мм ²	Реактивное индуктивное сопротивление трехжильных кабелей, Ом/км, на номинальное напряжение, кВ			
	6	10	20	35
35	0.103	0.109	-	-
50	0.098	0.104	0.116	0.129
70	0.093	0.098	0.109	0.122
95	0.087	0.092	0.102	0.114
120	0.084	0.089	0.098	0.109
150	0.081	0.085	0.094	-
185	0.079	0.082	0.090	-
240	0.077	0.080	0.087	-
300	0.070	0.077	-	-

Приложение 7
Емкостные характеристики кабелей.

Таблица 40.

Номинальное напряжение, кВ	Номинальное сечение жилы, мм ²	Емкость, мкФ/км	Реактивное емкостное сопротивление, кОм/км	Ток заряда на фазу, А/км	Емкостной ток короткого замыкания на землю, А/км
6	35	0.263	12.11	0.29	0.86
	50	0.292	10.91	0.32	0.95
	70	0.331	9.62	0.36	1.08
	95	0.380	8.38	0.41	1.24
	120	0.418	7.62	0.45	1.36
	150	0.465	6.85	0.51	1.52
	185	0.506	6.29	0.55	1.65
	240	0.543	5.87	0.59	1.77
	300	0.568	5.61	0.62	1.85
	400	0.594	5.36	0.65	1.94
	500	0.617	5.16	0.67	2.01
10	630	0.681	4.68	0.74	2.22
	800	0.769	4.14	0.84	2.51
	35	0.208	15.30	0.38	1,13
	50	0.229	13.91	0.42	1.25
	70	0.258	12.34	0.47	1.40
	95	0.294	10.83	0.53	1.60
	120	0.323	9.86	0.59	1.76
	150	0.357	8.92	0.65	1.94
	185	0.387	8.23	0.70	2.10
	240	0.429	7.42	0.78	2.33
	300	0.478	6.66	0.87	2.60
400	0.531	6.00	0.96	2.89	
500	0.584	5.45	1.06	3.18	
630	0.644	4.95	1.17	3.50	
800	0.727	4.38	1.32	3.95	
15	50	0.186	17.12	0.51	1.52
	70	0.208	15.31	0.57	1.7
	95	0.236	13.49	0.64	1.93
	120	0.257	12.39	0.7	2.1
	150	0.283	11.25	0.77	2.31
	185	0.306	10.41	0.83	2.5
	240	0.338	9.42	0.92	2.76
	300	0.375	8.49	1.02	3.06
	400	0.416	7.66	1.13	3.39
	500	0.456	6.98	1.24	3.72
630	0.501	6.36	1.36	4.09	

20	50	0.161	19.78	0.58	1.75
	70	0.180	17.69	0.65	1.96
	95	0.202	15.77	0.73	2.20
	120	0.220	14.48	0.80	2.39
	150	0.242	13.16	0.88	2.63
	185	0.261	12.20	0.95	2.84
	240	0.287	11.10	1.04	3.12
	300	0.317	10.05	1.15	3.45
	400	0.350	9.10	1.27	3.81
	500	0.383	8.32	1.39	4.17
	630	0.421	7.56	1.53	4.58
35	800	0.472	6.75	1.71	5.13
	50	0.121	26.32	0.77	2.30
	70	0.134	23.77	0.85	2.55
	95	0.149	21.37	0.95	2.84
	120	0.161	19.78	1.02	3.06
	150	0.175	18.20	1.11	3.33
	185	0.187	17.03	1.19	3.56
	240	0.205	15.54	1.30	3.90
	300	0.225	14.15	1.43	4.28
	400	0.246	12.95	1.56	4.68
	500	0.268	11.88	1.70	5.10
630	0.292	10.91	1.85	5.56	
800	0.326	9.77	2.07	6.21	

При составлении данной инструкции была использована инструкция, разработанная авторским коллективом в составе:
 Каменский М.К., Макаров Л.Е., Фурсов П.В., ОАО «ВНИИКП».
 Мирзоев А.Г., АО «Фирма ОРГРЭС»
 Редактор: Королев С.Г., Департамент электрических сетей РАО «ЕЭС России».

**Рекомендации
по прокладке и монтажу
кабелей с изоляцией из
сшитого полиэтилена
на напряжение
6, 10, 15, 20 и 35 кВ**

1. Введение.

1.1. Настоящие рекомендации распространяются на технологический процесс прокладки кабелей с полиэтиленовой изоляцией на напряжения 6 кВ ТУ 16.К71-359-2005 и 10, 15, 20 и 35 кВ ТУ16.К71-335-2004, 6-35 кВ ТУ 16.К73.112-2013.

2. Общие указания.

- 2.1. Прокладку кабеля разрешается начинать только при наличии проекта производства работ (ППР).
- 2.2. Прокладка кабеля должна выполняться специализированной монтажной организацией, имеющей соответствующее оборудование, приспособления, инструменты, материалы и квалифицированных специалистов.
- 2.3. Все операции по прокладке указаны для одной строительной длины кабеля или для трёх кабелей в связке.
- 2.4. Прокладка кабелей должна выполняться с учётом настоящих рекомендаций, а также действующих нормативных документов:
 - а) СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства»;
 - б) «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ).
- 2.5. Рекомендации распространяются на условия и способы прокладки кабелей в земле (траншее), в кабельных помещениях, в трубах, тоннелях и каналах. На подводную прокладку данные рекомендации не распространяются (условия, и способы подводной прокладки кабелей определяются при проектировании кабельной линии с учётом конкретных условий прокладки).

3. Марки кабелей, области применения, основные размеры и масса.

3.1. Марки, наименования и основные области применения кабелей приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Марка кабеля		Наименование элементов конструкции кабеля	Основная область применения
с медной жилой	с алюминиевой жилой		
ПвП	АПвП	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, с оболочкой из полиэтилена	Для стационарной прокладки в земле (в траншеях), если кабель защищен от механических повреждений
ПвПу	АПвПу	То же, в усиленной оболочке из полиэтилена	То же, для прокладки по трассам сложной конфигурации
ПвВ	АПвВ	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката	Для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях
ПвВнг(А)-LS, ПвВнг(В)-LS	АПвВнг(А)-LS, АПвВнг(В)-LS	То же, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожароопасности	Для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях и производственных помещениях
ПвБП	АПвБП	То же, бронированный, в оболочке из полиэтилена	Для прокладки в земле (в траншеях), за исключением пучинистых и просадочных грунтов
ПвБВ	АПвБВ	То же, бронированный, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки в земле (в траншеях), за исключением пучинистых и просадочных грунтов, и для прокладки одиночных кабельных линий в кабельных сооружениях
ПвБВнг(А)-LS	АПвБВнг(А)-LS	То же, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожароопасности	Для групповой прокладки в кабельных сооружениях, помещениях при отсутствии растягивающих усилий в процессе эксплуатации
ПвБВнг(В)-LS	АПвБВнг(В)-LS		

При наличии в конструкции кабеля с полиэтиленовой оболочкой герметизирующих элементов в обозначение добавляют отличительные индексы после обозначения оболочки:

- “Г” - водоблокирующие ленты в герметизации металлического экрана;
- “2Г” - алюмополимерная лента поверх герметизированного экрана.
- “2Гж”, “Гж” - дополнительная продольная герметизация токопроводящих жил водоблокирующими нитями.

3.2. Кабели предназначены для прокладки на трассах без ограничения разности уровней.

3.3. Строительная длина кабелей должна быть согласована при заказе.

3.4. Транспортирование и хранение кабелей должны соответствовать требованиям ГОСТ 18690. Для транспортирования и хранения кабеля должны быть намотаны на барабаны рядами без ослабления и перепутывания витков. При выборе размеров (номеров барабанов) необходимо соблюдать минимально допустимый радиус изгиба кабеля.

3.5. Хранение барабанов с кабелями может осуществляться на открытых, специально оборудованных площадках, в закрытых помещениях и под навесом.

Срок хранения кабелей на открытых площадках - не более двух лет, под навесом - не более пяти лет, в закрытых помещениях - не более 10 лет.

Кабели должны храниться в потребительской таре предприятия-изготовителя.

Концы кабеля при хранении должны быть защищены от попадания влаги.

3.6. Упаковка кабелей должна соответствовать требованиям ГОСТ 18690. Кабели должны поставляться на деревянных или металлических барабанах. Барабан с кабелем должен иметь полную или частичную обшивку. Ярлык и сопроводительная документация должны быть помещены в водонепроницаемую упаковку и прикреплены к щеке барабана.

3.7. Маркировка кабелей, должна соответствовать требованиям ГОСТ 18690 и ТУ на кабель. На оболочке кабеля с интервалом не более 1000 мм должны быть нанесены марка кабеля, наименование предприятия изготовителя, год выпуска кабеля. Допускается в содержание маркировки указывать дополнительную информацию, например число и сечение жил, номинальное напряжение, длину.

4. Условия прокладки.

4.1 Общие требования.

4.1.1. Кабели марок ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу, ПвПг, АПвПг, ПвПуг, АПвПуг, ПвП2г, АПвП2г, ПвПу2г, АПвПу2г, ПвБП, АПвБП, ПвБПг, АПвБПг

(также в исполнении “2гж” и “гж”) могут быть проложены без предварительного подогрева при температуре не ниже -20 °С, кабели марок ПвВ, АпвВ, ПвВнг-LS, АпвВнг-LS, ПвБВнг-LS, АпвБВнг-LS, ПвБВ, АпвБВ при температуре не ниже -15 °С. При более низкой температуре (до -40 °С) прокладка должна осуществляться только после прогрева кабеля. При температуре ниже -40 °С прокладка кабелей не разрешается.

Кабели марок ПвПу, АпвПу, ПвПуг, АпвПуг, ПвПу2г, АпвПу2г, ПвБП, АпвБП, ПвБПг, АпвБПг (также в исполнении “2гж” и “гж”) предназначены для прокладки на сложных участках кабельных трасс, содержащих более 4 поворотов под углом свыше 30 градусов или прямолинейные участки с более чем 4 переходами в трубах длиной свыше 20 м или с более чем 2 трубными переходами длиной свыше 40 м.

Кабели марок ПвВ, АпвВ, ПвБВ, АпвБВ предназначены для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях, а кабели марок ПвВнг-LS и АпвВнг-LS – там же, но для групповой прокладки.

Кабели марок ПвВ, АпвВ, ПвБВ, АпвБВ, ПвВнг-LS, АпвВнг-LS, ПвБВнг-LS, АпвБВнг-LS могут быть проложены в сухих грунтах (песок, песчано-глинистая и нормальная почва с влажностью менее 14 %).

Кабели марок ПвВнг-LS, ПвБВнг-LS, могут быть использованы для прокладки во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia; кабель марки АпвВнг-LS, АпвБВнг-LS – во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa.

Кабели марок ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, с индексом “г”, “2г”, “2гж”, “гж” предназначены для прокладки в земле, а также, в воде (в несудоходных водоемах) – при соблюдении мер, исключающих механические повреждения кабеля.

4.1.2. Тяжение кабеля во время прокладки должно осуществляться при помощи проволочного кабельного чулка (или концевое захвата), закрепляемого на оболочке кабеля, или за токопроводящую жилу при помощи клинового захвата.

4.1.3. Усилия тяжения кабеля Р, возникающие при прокладке, не должны превышать величин, рассчитываемых по формуле:

$$P = \sigma \times S,$$

где Р-усилие тяжения кабеля, Н (кГс);

S – площадь сечения жилы кабеля, мм²;

σ – предельно допускаемое при растяжении механическое напряжение в жиле кабеля, равное:

- 30 Н/мм² (3,06 кГс/мм²) для кабеля с алюминиевой жилой;

- 50 Н/мм² (5,1 кГс/мм²) для кабеля с медной жилой.

4.1.4. Усилия тяжения кабеля при прокладке должны быть рассчитаны при проектировании кабельной линии и учтены при заказе строительных длин кабеля.

4.1.5. Минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке и монтаже одножильных кабелей должен быть не менее 15 Dн, трехжильных - не менее 12 Dн. Количество изгибов кабеля под углом 90° на трассах прокладки должно быть не более 8 на строительную длину кабеля.

При монтаже с использованием специального шаблона допускается минимальный радиус изгиба кабеля 7,5 Dн.

4.1.6. Кабели должны быть уложены с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций самих кабелей и конструкций, по которым они проложены, укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается.

4.1.7. Кабельные металлические конструкции должны быть заземлены.

4.1.8. При прокладке кабельных линий непосредственно в земле кабели должны прокладываться в траншеях и иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем песчано-гравийной смеси или мелкого грунта, не содержащего камней, строительного мусора и шлака. Бестраншейная прокладка кабелей с помощью ножевых кабелеукладчиков не допускается.

Кабели на всем протяжении должны быть защищены от механических повреждений железобетонными плитами, кирпичами или пластмассовыми сигнальными лентами.

Трасса кабельной линии, глубина заложения кабелей, тип покрытий кабелей в траншее, толщина присыпки песчано-гравийной смесью или мелким грунтом, а также расстояние между параллельно прокладываемыми линиями в траншее и на воздухе определяются в соответствии с ПУЭ при проектировании кабельной линии. Примеры расположения кабелей в траншее при наиболее распространенных условиях прокладки приведены на рисунках 1 и 2 в Приложении 1.

4.1.9. При прокладке кабельной линии кабели трёх фаз должны прокладываться параллельно и располагаться треугольником или в одной плоскости.

4.1.10. При расположении треугольником кабели должны скрепляться вместе в треугольник в местах, расположенных по длине кабельной линии с шагом от 1 до 1,5 м (на изгибах трассы на расстоянии не более чем 0,5 м с обеих сторон от изгиба). При выборе шага скрепления кабелей, прокладываемых в земле, следует учитывать, что скреплённые в треугольник кабели не должны менять своего положения при засыпке их грунтом.

Скрепление с указанным выше шагом должно быть по всей кабельной линии, за исключением участков около соединительных и концевых муфт. Скрепление кабелей трёх фаз в треугольник должно осуществляться лентами, стяжками, хомутами или скобами. Шаг, тип, конструкция и материал креплений определяются при проектировании кабельной линии.

Для скрепления кабелей трёх фаз одной кабельной линии в треугольник возможно использование хомутов или скоб из магнитных материалов (например, стали) с обязательным использованием эластичных прокладок для защиты оболочки кабеля.

4.1.11. Отдельные кабели (не связанные в треугольник) должны прокладываться так, чтобы вокруг каждого из них не было замкнутых металлических контуров из магнитных материалов. В связи с этим, запрещается использование магнитных материалов для бандажей, крепёжных или иных изделий (скоб, хомутов, манжет, экранов), охватывающих кабель по замкнутому контуру. Запрещается прокладывать отдельные кабели внутри труб из магнитных материалов (например, стальных или чугунных). Бирки на кабель рекомендуется крепить капроновыми, пластмассовыми нитями или проволоками из немагнитных металлов (например, из нержавеющей стали или меди).

4.1.12. При параллельной прокладке кабелей в плоскости (в земле и на воздухе) расстояние по горизонтали в свету между кабелями отдельной кабельной линии должно быть не менее величины наружного диаметра прокладываемого кабеля.

4.1.13. При прокладке нескольких кабелей в траншее концы кабелей, предназначенные для последующего монтажа соединительных муфт, следует располагать со сдвигом мест соединений на соседних кабелях не менее чем на 2 м. При этом должен быть оставлен запас кабеля длиной, необходимой для монтажа муфты, а также укладки дуги компенсатора (длиной на каждом конце не менее 350 мм для кабелей

напряжением до 15 кВ и не менее 400 мм для кабелей напряжением 20 и 35 кВ). Укладывать запас кабеля в виде колец (витков) не допускается.

В стеснённых условиях при больших количествах кабелей допускается располагать компенсаторы в вертикальной плоскости ниже уровня прокладки кабелей. Муфта при этом остаётся на уровне прокладки кабелей.

4.1.14. Для монтажа соединительных муфт на трассе кабельной линии должны быть подготовлены котлованы, соосные с траншеей, шириной не менее 1,5 м для кабеля 6 - 15 кВ и 1,7 м для кабелей 20 и 35 кВ (для одноцепных линий). Глубина котлована определяется глубиной залегания кабеля в траншее, длина - количеством и расположением муфт (для монтажа трёх муфт в разбежку требуется не менее 5 м для кабеля 6 - 15 кВ и 7 м для кабелей 20 и 35 кВ).

Для многоцепных линий размеры котлованов определяются при проектировании с учётом конкретных условий.

4.1.15. Траншеи и кабельные сооружения перед прокладкой кабеля должны быть осмотрены для выявления мест на трассе, содержащих вещества или мусор, разрушительно действующие на оболочку кабеля, в том числе:

- для кабелей с полиэтиленовой оболочкой - места, загрязнённые нефтяными маслами с высоким содержанием ароматических углеводородов (в том числе, кабельными, трансформаторными) или другими веществами, приведёнными в Приложении 2 (примечание: оболочки кабелей из ПВХ устойчивы к воздействию нефтяных масел);

- насыпной грунт, содержащий шлак или строительный мусор;

- участки, расположенные ближе 2 м от выгребных и мусорных ям.

При невозможности обхода этих мест (при прокладке в траншее) кабель должен быть проложен в чистом нейтральном грунте в безнапорных асбоцементных трубах, покрытых битумным составом, или трубах из ПВХ с герметичными стыками. При засыпке кабеля нейтральным грунтом траншея должна быть дополнительно расширена с обеих сторон на 0,5-0,6 м и углублена на 0,3-0,4 м.

4.1.16. При прокладке кабелей на открытом воздухе должен учитываться возможный нагрев от солнечного излучения. В этом случае необходимо предусмотреть солнцезащитный экран.

4.2. Условия прокладки в кабельных сооружениях, производственных помещениях и на конструкциях.

4.2.1. При прокладке кабелей марок ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу, ПвБП, АПвБП на воздухе, в том числе в кабельных сооружениях в проекте должно быть предусмотрено обеспечение дополнительных мер противопожарной защиты, например, нанесение огнезащитных покрытий.

4.2.2. Кабели в кабельных сооружениях рекомендуется прокладывать целыми строительными длинами, избегая, по возможности, применения в них соединительных муфт.

4.2.3. Соединительные муфты кабелей, прокладываемых в блоках, должны быть расположены в колодцах. Расположение соединительных муфт на эстакадах не рекомендуется.

4.2.4. На трассе, состоящей из проходного туннеля, переходящего в полупроходной туннель или непроходной канал, соединительные муфты должны быть расположены в проходном туннеле.

4.2.5. Перед прокладкой в туннеле (галерее) должны быть установлены конструкции для крепления кабелей и каркасы противопожарных перегородок. Сварка в туннеле (галерее) после прокладки кабелей не допускается. Кирпичная кладка перегородок может быть выполнена после прокладки кабелей.

4.2.6. Расстояния между опорными конструкциями принимаются в соответствии с рабочими чертежами и требованиями ПУЭ. Конструкции, на которые укладывают кабели, должны иметь исполнение, исключающее возможность механического повреждения оболочек кабелей.

4.2.7. При установке соединительных муфт в кабельных сооружениях (помещениях), необходимы отдельные полки на опорной конструкции для каждой муфты.

4.2.8. Кабели, прокладываемые по конструкциям, консолям, эстакадам, стенам, перекрытиям, фермам и т.п., следует закреплять в конечных точках, непосредственно у концевых муфт, у соединительных муфт, на поворотах трассы (с обеих сторон от изгиба на расстоянии не более 0,5 м), на остальных участках трассы в местах, расположенных по длине кабельной линии с шагом от 1 до 1,5 м, с учётом требований, указанных в п.п. 4.1.6, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11 и 4.1.12.

В случае если кабели скреплены между собой в треугольник с шагом 1-1,5 м (например, липкими лентами) и укладываются на сплошные полки, крепление к полкам (например, металлическими хомутами с эластичными прокладками) требуется, ориентировочно, только через каждые 8-10 м.

При укладке кабелей на консоли кабели должны быть закреплены на каждой консоли. Расстояние между консолями должно быть не более 1 м. Полезная длина консоли должна быть не более 500 мм на прямых участках трассы.

Кабели, прокладываемые вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены на каждой кабельной конструкции.

Кабели, проложенные по конструкциям на открытых эстакадах, могут быть на отдельных участках трассы дополнительно закреплены во избежание смещения под действием ветровых нагрузок (в соответствии с указаниями, приведёнными в проекте).

Крепление кабелей должно быть выполнено таким образом, чтобы была предотвращена деформация кабелей и муфт под действием собственного веса кабеля, а также в результате действия механических напряжений, возникающих при циклах «нагрев-охлаждение» и при магнитных взаимодействиях при коротких замыканиях.

Шаг, тип, конструкция и материал креплений определяются при проектировании кабельной линии в зависимости от места расположения кабелей (на лотках, консолях и т.д.), профиля трассы, конструкции кабелей и технических данных кабельной линии.

4.2.9. В местах жёсткого крепления кабелей на конструкциях должны быть проложены прокладки из эластичного материала (например, листовая резина, листовый поливинилхлорид, неопрен). Прокладки должны выступать за края хомутов или скоб по ширине на 5-8 мм.

4.2.10. Варианты креплений кабелей на металлоконструкции с помощью хомутов (скоб) из листового алюминия или алюминиевого сплава приведены на рисунках 3, 4, и 5 в Приложении 1 (хомут для крепления кабелей трёх фаз одной линии, представленный на рисунке 3, может быть изготовлен из стального листа толщиной от 3 до 4 мм с соблюдением требований п. 4.1.10). Возможно использование хомутов (скоб) другой конструкции и из иных материалов (например, специальные хомуты и скобы из полиамида, армированного стекловолокном).

Возможно использование на трассе кабельной линии разных способов крепления. Например, если кабель закрепляется на консолях, расположенных по трассе через 1 метр, то можно крепить кабель к консолям через каждые 8-10 метров металлическими хомутами с эластичными прокладками, а в промежутках между этими узлами крепления крепить кабель к каждой консоли специальными кабельными

стяжками из полиамида с эластичными прокладками между металлоконструкцией и оболочкой кабеля.

При выборе способа крепления на отдельных участках трассы следует руководствоваться тем, что наиболее прочное крепление должно быть обеспечено на вертикальных участках, около муфт, на углах поворота; на остальных участках трассы не реже, чем через каждые 8-10 метров.

Для скрепления кабелей в треугольник рекомендуется использовать специальные липкие полиэфирные ленты, усиленные стекловолокном (например, марки P-162).

4.2.11. Кабели внутри помещений и снаружи в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, грузов и механизмов, доступность для неквалифицированного персонала), должны быть защищены до безопасной высоты, но не менее 2 м от уровня земли или пола и на глубине 0,3 м в земле.

4.2.12. Проходы кабелей через стены, перегородки и перекрытия в производственных помещениях и кабельных сооружениях должны быть осуществлены через отрезки неметаллических труб (асбоцементных безнапорных, пластмассовых и т.п.), отфактурованные отверстия в железобетонных конструкциях или открытые проёмы.

Зазоры в отрезках труб, отверстиях и проёмах после прокладки кабелей должны быть заделаны несгораемым материалом (например, цементом с песком по объёму 1:10, глиной с песком-1:3, глиной с цементом и песком-1,5:1:11, перлитом вспученным со строительным гипсом-1:2 и т.п.) по всей толщине стены или перегородки.

Зазоры в проходах через стены допускается не заделывать, если стены не являются противопожарными преградами.

4.2.13. Вводы кабелей в здания, кабельные сооружения и другие помещения должны быть выполнены в асбоцементных, бетонных, керамических или пластмассовых трубах. Концы труб должны выступать в траншею из стены здания или фундамента (при наличии отмостки за линию последней) не менее чем на 0,6 м, и иметь уклон в сторону траншеи.

Должны быть предусмотрены меры, исключающие проникновение из траншей в здания, кабельные сооружения и другие помещения воды и мелких животных.

4.2.14. Не допускается прокладка кабеля без труб в строительных основаниях.

4.3. Условия прокладки в трубах (при пересечениях с дорогами, инженерными сооружениями и естественными препятствиями, а также в кабельных блоках).

4.3.1. Для защиты кабелей в местах пересечений с дорогами, инженерными сооружениями и естественными препятствиями, а также для изготовления кабельных блоков, должны быть применены трубы. Случаи, когда требуется прокладка кабеля в трубах, перечислены в ПУЭ.

4.3.2. При прокладке в трубах следует располагать или по одному кабелю в трубу (канал блока), или по три кабеля разных фаз одной кабельной линии в одну трубу (канал блока). Прокладка кабелей двух фаз в одну трубу или канал блока не допускается из-за снижения нагрузочных характеристик кабельной линии.

4.3.3. Трубы должны быть асбоцементные, керамические, пластмассовые или из иного немагнитного изоляционного материала.

4.3.4. Допускается применение металлических труб из магнитного материала (сталь, чугун), которые могут быть использованы только в том случае, если в такой трубе будут расположены вместе кабели трёх фаз одной кабельной линии, при этом следует учитывать снижение пропускной способности кабельной линии, связанное с намагничиванием металлической трубы.

Прокладка кабеля одной фазы в металлической трубе из магнитного материала (стали, чугуна) запрещается.

Необходимость заземления металлических труб с проложенным в них кабелем определяется проектной организацией.

4.3.5. Внутренний диаметр трубы для прокладки одного кабеля должен быть не менее $1,5 D$, где D - наружный диаметр кабеля, но не менее 50 мм при длине труб до 5 м и не менее 100 мм при любой длине труб.

Внутренний диаметр трубы для прокладки трёх кабелей (при скреплении фаз в треугольник) должен быть не менее $3 D$, где D - наружный диаметр кабеля, но не менее 150 мм.

4.3.6. Длина труб для прокладки кабеля определяется при проектировании кабельной линии. Длина зависит от необходимой пропускной способности кабельной линии, конструктивных особенностей трассы, наличия изгибов трубы по трассе, диаметра и состояния внутренней поверхности трубы.

4.3.7. Трубы должны быть соединены муфтами, соединительными патрубками или манжетами и, в случае необходимости, скреплены цементным раствором.

Не допускается применять для соединения труб манжеты, муфты и соединительные патрубки из материалов, имеющих свойства намагничивания (например, листовой стали), если они будут охватывать замкнутым контуром кабеля одной фазы, проложенной в соединяемых трубах. Манжеты, муфты и соединительные патрубки из материалов, имеющих свойства намагничивания, допускается применять для соединения труб только в том случае, если в соединяемых трубах будут расположены вместе кабели трёх фаз одной кабельной линии.

Внутренний диаметр муфты, соединительного патрубка или манжеты должен быть не меньше внутреннего диаметра соединяемых труб.

4.3.8. В процессе стыковки труб и сооружения блоков в трубы (каналы блоков) рекомендуется затягивать проволоку, которая впоследствии будет использована для протягивания стального каната (троса), предназначенного для прочистки трубы (канала) и затягивания кабеля.

4.3.9. До затяжки кабеля трубу (канал блока) необходимо очистить от остатков бетонного раствора, строительного мусора, земли, песка и т.д. Это рекомендуется произвести путем протягивания через трубу (канал блока) с помощью лебёдки каната с прикреплённым к нему приспособлением в виде стального контрольного цилиндра и трёх ершей из стальной проволоки.

При прочистке трассы к последнему ершу прикрепляют стальной канат, который одновременно затягивают в канал для последующей протяжки кабеля.

4.4. Одновременная прокладка трёх кабелей.

4.4.1. В случае необходимости (например, при прокладке в трубе), возможна одновременная прокладка трёх кабелей с трёх барабанов. Для одновременного тяжения трёх кабелей на каждый кабель должен быть смонтирован отдельный проволочный чулок или захват (при этом кабельные чулки или захваты должны быть установлены на трёх кабелях в разбежку). Петли для тяжения трёх чулок или захватов должны быть механически соединены между собой и присоединены к одному канату (тросу) с противозакручивающим устройством, предназначенному для тяжения всех трёх кабелей. Возможно использования специального чулка с тремя рукавами для трёх кабелей и одной общей петлёй.

Одновременная протяжка трёх кабелей тремя канатами (тросами), соединёнными с проволочными чулками или захватами, установленными

на каждом отдельном кабеле, не допускается в связи со сложностью синхронизации скорости тяжения трёх кабелей и опасностью повреждения оболочек кабелей канатами (тросами).

4.4.2. При одновременном тяжении трёх кабелей кабели на сходе с барабанов должны собираться вместе с помощью устройства для группирования кабелей и скрепляться в треугольник в соответствии с требованиями, указанными в п. 4.1.10, при этом скорость тяжения должна выбираться такой, чтобы была обеспечена возможность связывания кабелей в треугольник до попадания кабелей на трассу. Кабели в связке, также как и одиночные кабели, на трассе при тяжении должны перемещаться по роликам (за исключением участков в трубах и каналах блоков).

4.4.3. Одновременная протяжка трёх кабелей для укладки по трассе в одной плоскости не допускается в связи со сложностью обеспечения равномерного распределения усилия тяжения на три несвязанных кабеля, а также опасностью схода с роликов и перехлёста кабелей на поворотах.

4.5. Прокладка кабелей в особых условиях.

4.5.1. При особых условиях прокладки: при прокладке в вечномёрзлых грунтах, подводной прокладке, прокладке на стальных канатах, прокладке на пересечениях (с теплотрассами, трубопроводами, автомобильными и железными дорогами и т.д.), прокладке по специальным сооружениям (мостам, плотинам, дамбам, причалам, пирсам), должны соблюдаться специальные требования к трассе и условиям прокладки, приведенные в ПУЭ и СНиП 3.05.06-85, а также общие требования, приведённые в данной рекомендации.

5. Приёмка трассы, требования.

5.1. Перед началом прокладки кабеля трасса должна быть принята от строителей по акту. Допускается приёмку трассы производить участками от муфты до муфты.

5.2. Приёмку трассы должны производить представители заказчика, монтажной организации и шефмонтажной организации.

5.3. При приёмке трассы необходимо обратить особое внимание на соответствие её проектной документации, требованиям ПУЭ, СНиП и данной рекомендации.

5.4. До прокладки кабеля должны быть:

- а) установлены опорные стойки для концевых муфт;
- б) выполнены пересечения с другими коммуникациями;
- в) подготовлены проходы для вводов в здания через фундаменты, стены, и в них вставлены трубы;
- г) в кабельных сооружениях смонтированы опорные конструкции, предусмотренные проектом;
- д) из траншеи откачана вода, удалены камни и прочие посторонние предметы, спланировано дно траншеи;
- е) сделана подсыпка толщиной 100 мм на дне траншеи или в лотках песчано-гравийной смесью или разрыхлённым грунтом, не содержащим камней, строительного мусора, шлака и т.п.;
- ж) заготовлена вдоль трассы песчано-гравийная смесь (песок с размером зёрен не более 2 мм и гравий с размерами частиц от 5 до 15 мм в соотношении 1:1) или просеянный грунт для присыпки кабеля после прокладки;
- з) заготовлены железобетонные плиты, кирпичи или сигнальные ленты для перекрытия кабелей, предусмотренные проектом;
- и) подготовлены котлованы для монтажа соединительных муфт, из них удалена вода;
- к) при необходимости, на заходах в котлованы и колодцы вырыты приямки для укладки кабелей после монтажа муфт.

5.5. В случае использования лотков, они должны быть уложены на дно траншеи на ненарушенную структуру грунта и состыкованы так, чтобы не было смещения лотков относительно друг друга в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

5.6. На углах поворотов стыки между лотками должны быть скреплены бетоном.

5.7. На участках с сыпучими или влажными грунтами стенки траншеи должны быть раскреплены деревянными щитами, при этом высота щитов должна быть не менее, чем на 15 см выше кромки бровки для исключения смыва грунта во время дождей. Крепления не должны мешать последующей прокладке кабеля.

5.8. Асбоцементные, керамические, полиэтиленовые или другие трубы должны быть уложены прямолинейно, без отклонений от оси труб. Заходы труб с внутренней стороны должны быть скруглены с радиусом не менее 5 мм и не иметь выступов, изломов, заусенцев. Соединения труб должны иметь обработанную и очищенную поверхность для предотвращения механических повреждений оболочки кабеля при прокладке и эксплуатации. Проверка прямолинейности и отсутствия пробок производится при помощи просвечивания зажжённой электролампой или фонарём на противоположной стороне перехода.

После закладки труб они с обеих сторон должны быть закрыты заглушками. Перед прокладкой кабеля заглушки должны быть сняты и должно быть проведено тампонирующее устройство труб.

5.9. Проверить траншеи перед входами труб. Для предотвращения попадания песка и гравия в трубы при тяжении кабеля дно траншеи перед входами труб должно быть ниже труб на 10-15 см.

5.10. Трассы блочной канализации для прокладки кабелей должны быть подготовлены с учётом следующих требований:

- выдержана проектная глубина заложения блоков от планировочной отметки;
- обеспечена правильность укладки и гидроизоляция стыков железобетонных блоков и труб;
- обеспечены чистота и соосность каналов (каналы должны быть очищены от крошек бетона, песка, камней, мусора и не должны иметь выступов внутри);
- выполнены двойные крышки (нижняя с запором) люков колодцев, металлические лестницы или скобы для спуска в колодец.

5.11. Согласно ППР должны быть выполнены и тщательно спланированы площадки для установки барабанов с кабелем и тяговой лебёдки.

6. Хранение и транспортирование барабанов с кабелем.

6.1. Барабаны с кабелями надлежит транспортировать и хранить в соответствии с ГОСТ 18690.

6.2. При хранении концы кабелей должны быть герметично заделаны термоусаживаемыми каппами по технологии, приведённой в Приложении 4.

6.3. Порядок погрузки, выгрузки и перевозки барабанов с кабелем определяется в ППР, составленным в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

6.4. Погрузка и разгрузка барабанов с кабелем, а также пустых барабанов, должны производиться кранами или другими грузоподъемными механизмами с соблюдением требований правил техники безопасности при работе с грузоподъемными механизмами.

6.5. Барабаны при подготовке к транспортированию должны быть надежно закреплены чалками или установлены в специальные клетки в грузовом отсеке транспортного средства (в кузове автомобиля, на прицепе, железнодорожной платформе, барже и т. д.). Запрещается перевозка барабанов с кабелем плашмя (на щеке).

6.6. Погрузка, разгрузка и перевозка барабанов с кабелем без обшивки или с нарушенной обшивкой запрещается.

6.7. При погрузке и разгрузке барабанов с кабелем рекомендуется применять грузозахватное приспособление, которое крепится в осевом отверстии щёк барабана.

6.8. Скорость транспортирования должна обеспечивать сохранность барабанов с кабелем при резком торможении.

6.9. Перемещения и установку барабанов с кабелем следует производить, не допуская их ударов. Разгрузка барабанов сбрасыванием с автомобилей и других транспортных средств запрещается.

Запрещаются также разгрузка барабана с кабелем скатыванием с автомобилей и других транспортных средств, а также погрузка барабанов в транспортные средства накатом, за исключением случаев, когда дно кузова автомобиля (или дно железнодорожной платформы и т.д.) находится на одном уровне с полом эстакады, на которую разгружается (или с которой загружается) барабан с кабелем.

6.10. При перекачивании барабанов с кабелем следует соблюдать направление вращения, указанное стрелкой на щеке барабана. Перекатка барабанов с выступающими концами кабеля запрещается. Концы кабеля должны быть закреплены на барабане.

6.11. Условия хранения и транспортирования кабелей в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе ОЖ 3 по ГОСТ 15150-69.

7. Требования к оборудованию для прокладки.

7.1. Тяговая лебедка должна иметь специальные устройства позволяющие:

- контролировать усилие тяжения кабеля;
- производить запись этого усилия на диаграмму в течение всего процесса тяжения кабеля;
- производить автоматическое отключение тяговой лебедки, если усилие тяжения превысит заданную величину;
- устанавливать переносные гусеничные тяги, синхронизированные с лебёдкой (в отдельных случаях на сложных трассах при усилиях тяжения, превышающих допустимые).

7.2. В случае, если требуется одновременная протяжка одним тросом нескольких кабелей, трос тяговой лебёдки должен быть снабжен противозакручивающим устройством. Рекомендуется использовать противозакручивающее устройство и при протяжке отдельных кабелей.

8. Подготовительные работы.

8.1. Доставлять на трассу барабаны с кабелем рекомендуется не более чем за один день до прокладки, чтобы не подвергать кабель возможным повреждениям при длительном хранении на трассе.

8.2. Подготовить необходимые помещения для размещения бригад рабочих, инженерно-технических работников, производственной базы, а также для складирования материалов и инструмента с обеспечением мероприятий по охране труда, противопожарной безопасности и охране окружающей среды.

8.3. Произвести внешний осмотр барабанов с кабелем, подлежащих прокладке. Убедиться в том, что обшивка барабанов не нарушена и не повреждена механическая защита концов кабеля (капы). Проверить записи, которые велись при хранении барабанов с кабелем.

8.4. Привести и установить на трассе барабаны с кабелем, механизмы и приспособления для прокладки в соответствии с ППР.

8.5. Барабаны с кабелем установить на отдающее устройство так, чтобы при размотке конец кабеля сходил сверху барабана. Закладные втулки барабанов должны быть плотно посажены (закреплены) в теле барабана, для этого необходимо подтянуть гайки на шпильках.

8.6. На участке трассы между барабанами и лебедкой установить ролики так, чтобы при протяжке кабель не провисал. Расстояние между роликами на прямолинейных участках должно быть не более 4 м. На поворотах трассы должны быть установлены угловые ролики, обеспечивающие плавный поворот кабеля с радиусом изгиба не менее $15D$, где D —наружный диаметр кабеля, в мм.

Ролики не должны иметь острых граней и заусенцев, которые могут повредить наружный покров кабеля. В местах поворота трассы установить и надежно закрепить угловые ролики. Оси роликов должны быть тщательно смазаны смазкой, ролики должны свободно и легко вращаться.

8.7. При прокладке кабеля в блоках, в тоннеле необходимо установить по трассе согласно ППР ролики (угловые, направляющие, ролики для троса и т.д.) и другое оборудование, необходимое для установки роликов и направления кабеля (распорные крепления, обводные устройства, воронки и т.д.). Направляющие ролики должны быть установлены на входе и выходе тоннеля, канала блока, а также во всех промежуточных колодцах (если они имеются по трассе).

8.8. Для обеспечения плавного спуска кабеля в траншею у барабана установить направляющие ролики, ширина первого из них должна быть не меньше ширины барабана.

8.9. На торце асбоцементных полиэтиленовых или керамических труб в переходах установить входные воронки или специальные направляющие ролики. Для предотвращения образования острых кромок от прохода троса на выходах из труб установить специальные направляющие ролики.

8.10. Установить тяговое устройство (лебёдку) у конца трассы или за кабельным колодцем.

8.11. Установить и проверить телефонную или УКВ связь между местами расположения барабанов, лебедки, поворотов, перегородок и переходов трассы.

8.12. Установить барабан с кабелем на домкраты, стойки или отдающее устройство так, чтобы при размотке конец кабеля сходил сверху барабана. Закладные втулки барабанов должны быть плотно посажены (закреплены) в теле барабана, для этого необходимо подтянуть гайки на шпильках. Снять обшивку, вытащить из щек барабанов гвозди и скобы, которые могут повредить кабель при сходе с барабана.

8.13. Проверить крепление нижнего конца кабеля (при необходимости закрепить его дополнительно).

8.14. Установить на обоих щеках барабана тормозные устройства, предназначенные для регулирования скорости вращения барабана при протяжке и его остановки, а также для предотвращения инерционного раскручивания барабана.

8.15. Смонтировать на конец кабеля проволочный чулок, концевой захват или клиновой захват.

При подготовке к тяжению проволочным чулком или концевым захватом необходимо проволочный чулок или захват закреплять так, чтобы не повредить защитную капю на конце кабеля. Для предотвращения сползания чулка (концевого захвата) с кабеля он должен быть забандажирован тонкой стальной проволокой и липкой ПВХ лентой. При подготовке к тяжению клиновым захватом капю на конце кабеля снимается и на жилу кабеля монтируется клиновой захват.

8.16. В случае необходимости одновременного тяжения трёх кабелей (например, при прокладке в трубе), установить на трассе три барабана с кабелем на отдающих устройствах. На сходе кабелей с барабанов устанавливается устройство для группирования кабелей, через которое пропускаются концы кабелей. Подготовить канат (трос) с противозакручивающим устройством, которым впоследствии будет производиться тяжение (один трос на три кабеля). На каждый кабель смонтировать отдельный проволочный чулок или захват (или отдельные три рукава специального чулка для тяжения трёх кабелей). Если специальный чулок не используется, петли для тяжения отдельных чулок или захватов через тросы соединить с одной общей петлёй (при этом кабельные чулки или захваты должны быть установлены на трёх кабелях в разбежку). Подготовить необходимые материалы и инструменты для связывания кабелей в треугольник. Дальнейшие требования по подготовке к прокладке трёх кабелей в связке такие же, как при прокладке одиночного кабеля.

8.17. При подготовке к тяжению кабелей в трубах или каналах блоков необходимо обратить внимание на то, чтобы габаритные размеры проволочного чулка или захвата, подготовленного к тяжению, позволили протянуть кабель без заклинивания в трубе или канале блока.

Для определения допустимых габаритных размеров следует руководствоваться требованиями п 4.3.4 (условия прокладки в трубах), при этом, в случае прокладки одного кабеля в трубу с помощью чулка или захвата (или трёх кабелей в одну трубу специальным чулком с тремя рукавами), вместо наружного диаметра кабеля в расчет по п.4.3. 4 следует принимать максимальный диаметр, охватывающий снаружи в поперечном сечении кабельный чулок (рукав специального чулка) или захват, смонтированный на оболочке кабеля (с бандажом и подмотками).

В случае одновременной прокладки трёх кабелей в трубу тремя отдельными чулками или захватами, установленными вразбежку, при расчете такая замена наружного диаметра кабеля максимальным диаметром, охватывающим смонтированный чулок или захват, должна производиться только для одного из кабелей.

8.18. Растянуть канат тяговой лебедки по трассе и прикрепить его к петле для тяжения на проволочном чулке или захвате. Если предусмотрено использование противозакручивающего устройства, то оно должно быть установлено между концом каната и петлёй для тяжения на проволочном чулке или захвате. При тяжении трёх кабелей прикрепить канат к противозакручивающему устройству, а противозакручивающее устройство к месту соединения тросов, идущих от петель для тяжения на трёх чулках или захватах, или, в случае использования специального чулка с тремя рукавами, к петле для тяжения на этом чулке.

8.19. Подготовить инструменты и материалы, необходимые для прокладки (см. Приложение 3).

9. Прокладка кабеля.

9.1. Общие требования.

9.1.1. Способ прокладки определяется при составлении ППР с учётом требований ПУЭ и СНиП 3.05.06-85.

9.1.2. В случае, если усилие тяжения превышает допустимую величину, то необходимо прокладку прекратить и проверить правильность установки и исправность роликов, натяжение каната по трассе, в переходах и на углах поворота, наличие смазки (воды) в трубах, а также проверить возможность заклинивания кабеля в трубах.

9.1.3. Скорость тяжения не должна превышать 30 м/мин и должна быть выбрана руководителем прокладки в зависимости от характера трассы, погодных условий, усилий тяжения такой, чтобы избежать повреждений кабеля и нарушений требований техники безопасности при его прокладке. Допустимая скорость тяжения при прокладке в особых условиях (в блоках, трубах и т.д.) указана при описании этих способов прокладки.

9.1.4. При одновременном тяжении трёх кабелей кабеля на сходе с барабанов должны собираться вместе с помощью устройства для группирования кабелей и скрепляться в треугольник в соответствии с требованиями, указанными в п. 4.1.10, при этом скорость тяжения должна выбираться такой, чтобы была обеспечена возможность связывания кабелей в треугольник до попадания кабелей на трассу (если это предусмотрено проектом). Остальные общие требования к прокладке такие же, как для прокладки одиночного кабеля.

9.1.5. Расстановка рабочих у механизмов и по трассе прокладки, устройство связи между ними и руководителем работ, должно определяться ППР.

Примерная схема расстановки рабочих при протяжке кабеля:

- у барабана, на тормозе-2 человека;
- сход кабеля с барабана-2 человека;
- у спуска кабеля в траншею (входа, выхода из туннеля)-1 человек;
- сопровождение конца кабеля-2 человека;
- на лебедке-1 или 2 человека;
- на каждом углу поворота-1 человек;
- на каждом проходе в трубах через перегородки или перекрытия, у входа в камеру или здание -1 человек;
- на прямых участках-по необходимости.

При одновременном тяжении трёх кабелей на сходе кабелей с барабанов за устройством для группирования кабелей должны быть поставлены 2 человека для скрепления кабелей в треугольник (если это предусмотрено проектом).

9.1.6. Руководитель работ сопровождает движение конца кабеля по трассе.

Команду на включение лебедки дает только руководитель работ после расстановки рабочих и опробования связи. Команду на отключение лебедки «стоп» может дать любой, заметивший неполадки при протяжке.

9.1.7. Барабан с кабелем необходимо подтормаживать так, чтобы не было набегания, ослабления и провисания витков кабеля и, в то же время, не создавать чрезмерных усилий торможения. При ослаблении нижнего конца кабеля остановить протяжку, подтянуть конец и перезакрепить.

9.1.8. При спуске кабеля в траншею или туннель необходимо следить, чтобы кабель сходил по роликам, не соскальзывал с них, не терся о трубы и стенки в проходах.

9.1.9. На входе в асбоцементную керамическую или пластмассовую трубу необходимо следить за тем, чтобы не повреждались защитные покровы кабеля о край трубы.

9.1.10. При повреждении оболочки кабеля:

- остановить прокладку;
- осмотреть место повреждения при обязательном присутствии шеф-инженера (вопрос о необходимости ремонта оболочки кабеля до окончания его прокладки решает шеф-инженер);
- составить акт о повреждении оболочки кабеля.

9.1.11. На углах поворота рабочим необходимо находиться с внешней стороны кабеля или каната, во избежание травмы или соскакивания кабеля и каната с роликов. Поправлять ролики, канат или кабель руками во время протяжки запрещается.

9.1.12. У лебедки рабочий следит за работой лебедки, контролирует усилие тяжения и по командам включает или выключает лебедку.

9.1.13. Сопровождающие конец кабеля должны следить за тем, чтобы кабель шел по роликам, при необходимости подправляют ролики, а также направляют конец кабеля. Браться за трос и конец кабеля руками запрещается. Для направления его необходимо использовать специальные крюки. Запрещается использовать крюки с острым концом.

9.1.14. Вытянуть конец кабеля в сторону протягивания так, чтобы при укладке его по проекту расстояние от верха концевой муфты или условной середины соединительной муфты до конца кабеля было не менее 2 м. Решение о запасе кабеля принимает шеф-инженер. При определении запаса следует учитывать, сколько кабеля осталось на барабане, с тем, чтобы после схода оставшегося конца кабеля с барабана его длины хватило для монтажа муфты.

9.1.15. Отсоединить канат тяговой лебедки, снять чулок (или захват). После снятия чулка проверить находившуюся под ним каппу на конце кабеля. В случае повреждения капы, заменить поврежденную каппу новой. Размеры кап, рекомендуемых для герметизации концов кабелей, а также технология их монтажа приведены в Приложении 4.

9.1.16. Для более надёжной герметизации конца кабеля возможно использование двойного капирования:

- внутренняя капа осаживается на верхний электропроводящий слой по изоляции кабеля (герметизируется токопроводящая жила);
- наружная капа осаживается на внутреннюю капку и оболочку кабеля.

Возможна также дополнительная герметизация жилы и проволочного экрана кабеля расплавленным битумом, который перед монтажом капы наносится на обрез кабеля до полного его перекрытия.

9.1.17. При необходимости конец кабеля завести через предназначенное для этого отверстие в камеру, колодец, помещение, через перекрытие или в стойку концевой муфты. При этом требуется соблюдать допустимые радиусы изгиба кабеля. У отверстия, в которое заведен кабель, краской сделать надпись, в которой указать фазу и номер линии.

9.1.18. Снять кабель с роликов, уложить, связать и закрепить его по проекту.

9.2. Отрезка концов кабеля, подготовка к хранению кабелей на трассе.

9.2.1. В случае, если на барабане находится кабель для нескольких участков трассы, или если длина кабеля существенно больше, чем необходимо для монтажа муфт, целесообразно обрезать излишнюю часть кабеля, при этом подложить под виток кабеля доску. При обрезке необходимо следить за тем, чтобы не повредить оболочку кабеля за местом реза.

9.2.2. После резки кабеля на его концы должны быть смонтированы капы по технологии, приведённой в приложении 4. Возможны дополнительные меры герметизации по п. 9.1.16.

9.2.3. После окончания прокладки концы кабеля должны быть приподняты над дном траншеи и в таком положении закреплены.

9.2.4. В случае, если до монтажа муфт предусмотрено длительное хранение с засыпкой грунтом, концы кабелей следует уложить на подсыпку из мелкого грунта или песчано-гравийной смеси, засыпать сверху слоем мелкого грунта или песчано-гравийной смеси толщиной не менее 100 мм, закрыть деревянными щитами и засыпать грунтом. Место нахождения засыпанных концов на трассе рекомендуется обозначить реперными отметками.

9.3. Прокладка кабеля при низких температурах.

9.3.1. Разрешается прокладка кабеля без его предварительного прогрева при следующих температурах:

- для кабелей марок ПвВ, АпвВ, ПвВнг-LS, АпвВнг-LS – не ниже - 15 °С;
- для кабелей марок ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, ПвПг, АпвПг, ПвПуг, АпвПуг, ПвПу2г, АпвПу2г, ПвП2г, АпвП2г (также в исполнении “2гж” и “гж”) – не ниже -20 °С.

9.3.2. При температурах от -15 до -40 °С (для кабелей марок ПвВ, АпвВ, ПвВнг-LS, АпвВнг-LS) и от -20 до -40 °С (для кабелей марок ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, ПвПг, АпвПг, ПвПуг, АпвПуг, ПвПу2г, АпвПу2г, ПвП2г, АпвП2г (также в исполнении “2гж” и “гж”)) прокладка кабеля допускается лишь в исключительных случаях при условии прогрева кабеля. Прокладка проводится в срок не более 30 минут после прогрева, после прокладки кабель должен быть немедленно засыпан первым слоем разрыхлённого грунта или песчано-гравийной смеси (окончательно засыпать траншею грунтом и уплотнять засыпку следует после охлаждения кабеля).

9.3.3. Прокладка кабеля при температуре ниже - 40 °С запрещена.

9.4. Раскатка кабеля.

9.4.1. Раскатка кабеля может производиться с движущегося кабельного транспортёра, автомобиля или трубоукладчика в тех случаях, когда механизм может свободно двигаться вдоль трассы, и когда в траншее нет препятствий, требующих протяжки через них кабеля (трубы, блоки, поперечные подземные сооружения, поперечные крепления траншей и т.д.).

9.4.2. Раскатку кабеля с барабана, установленного на движущемся кабельном транспортёре, следует производить путём буксировки транспортёра автомобилем, трактором или тягачом. Для раскатки кабеля с автомобиля барабан устанавливается на кабельных домкратах либо

на инвентарных подставках в кузове автомобиля. Домкраты и подставки должны быть надёжно закреплены в кузове автомобиля. Во время раскатки кабеля с транспортёра или автомобиля барабан вращают вручную.

9.4.3. Для раскатки кабеля с движущегося трубоукладчика барабан устанавливают на специальной траверсе. При движении трубоукладчика барабан перемещается над траншеей и вращается под действием собственного веса сматывающегося с барабана кабеля. Кабель при этом укладывается на дно траншеи свободно (без натяжения).

9.4.4. Скорость передвижения транспортёра, автомобиля или трубоукладчика при раскатке кабеля рекомендуется выбирать равной 0,6-1 км/ч, при этом расстояние между краем траншеи и ободом колеса механизма должно быть не менее глубины траншеи, умноженной на коэффициент 1,25.

9.4.5. При раскатке кабеля с движущегося транспортёра или автомобиля по дну траншеи вслед за кабелем должны передвигаться рабочие, которые должны принимать сматываемый с барабана кабель и укладывать его на дно траншеи.

9.4.6. После раскатки кабелей (с движущегося транспортёра или автомобиля, с трубоукладчика) рабочие должны на дне траншеи уложить кабели на место и связать их по проекту.

9.4.7. При раскатке нельзя допускать рывков кабеля при сходе с барабана, которые могут привести к повреждению кабеля из-за появления механических нагрузок (статических и динамических), превышающих допустимые усилия тяжения кабеля. С целью предотвращения рывков необходимо следить за тем, чтобы кабель легко сматывался с барабана и постоянно имел провис. Необходимо также следить, чтобы сматываемый кабель не тёрся о щёку барабана (особенно на поворотах трассы).

9.5. Прокладка кабелей в трубах и блоках.

9.5.1. При протяжке в трубу или канал блока трёх фаз кабеля запрещается последовательная протяжка отдельных кабелей с использованием стального каната (троса) из-за опасности повреждения канатом (тросом) или кабельным чулком (захватом) оболочек уже проложенных кабелей.

9.5.2. При прокладке кабеля в блочной канализации, исходя из конструктивных параметров кабеля и условий прокладки, должна быть определена общая длина канала блока по условиям предельно допустимых усилий тяжения. Требуемые усилия на протягивание кабеля через блочную канализацию и предельная длина канала блока, через который будет производиться протяжка, определяются при составлении ППР.

9.5.3. Для уменьшения усилий тяжения при протягивании кабеля через каналы или трубы его следует покрывать смазкой, не содержащей веществ, вредно действующих на оболочку кабеля (для кабелей с оболочкой из ПВХ возможно использование тавота, солидола, технического вазелина; для кабелей с полиэтиленовой оболочкой-технического вазелина). Ориентировочный расход смазки составляет 8-10 кг на каждые 100 м кабеля. При использовании смазки во время протяжки через трубы следует обратить внимание на то, чтобы к смазанным поверхностям оболочки не налипали камни, мусор, песок и другие предметы, которые могут повредить оболочку кабеля.

Для уменьшения усилий тяжения при протягивании кабеля через каналы или трубы возможно вместо смазки проливать через каналы или трубы воду.

9.5.4. Кабель рекомендуется протягивать со скоростью не более 17 м/мин и по возможности без остановок, для исключения больших начальных усилий тяжения.

9.6. Прокладка кабелей в вечномерзлых грунтах.

9.6.1. Глубина заложения кабелей определяется при проектировании кабельной линии с учётом конкретных грунтовых и климатических условий. При засыпке траншей используемый местный грунт должен быть размельчён и уплотнён. Наличие в траншее льда и снега не допускается. Грунт для насыпи следует брать из мест, удалённых от оси трассы кабеля не менее чем на 5 м. Грунт в траншее после осадки должен быть покрыт мохоторфяным слоем.

9.6.2. В качестве дополнительных мер против возникновения морозобойных трещин следует применять:

- засыпку траншеи с кабелем песчаным или гравийно-галечниковым грунтом;
- устройство водоотводных канав или прорезей глубиной до 0,6 м, располагаемых с обеих сторон трассы на расстоянии 2-3 м от её оси;
- обсев кабельной трассы травами и обсадку кустарником.

10. Испытания оболочки кабеля, ремонт оболочки.

10.1. После прокладки кабелей необходимо удалить из траншеи инструменты и оборудование, произвести засыпку кабеля мелким грунтом или песчано-гравийной смесью толщиной не менее 100 мм.

10.2. После присыпки мелким грунтом или песчано-гравийной смесью необходимо провести испытания оболочки кабеля.

Испытания проводятся после полного монтажа всей кабельной линии.

С целью своевременного обнаружения возможных повреждений рекомендуется проводить также испытания оболочек сразу после прокладки строительных длин на участках между колодцами или на отдельных участках кабельной линии с проложенным кабелем и смонтированными муфтами.

Оболочка кабеля, проложенного в земле, должна быть испытана постоянным напряжением 10 кВ, приложенным между металлическим экраном и заземлителем или между броней и заземлителем в течение 1 минуты.

Пластмассовые оболочки кабелей, проложенных на воздухе, не испытывают.

10.3. В случае если оболочка кабеля испытаний не выдержала, должно быть определено место повреждения оболочки и открыто для осмотра.

10.4. Ремонт оболочки кабеля должен производиться обученным персоналом по технологии, приведённой в Приложении 5.

10.5. В кабельный журнал необходимо занести данные о ремонте:

- наименование кабельной линии;
- дата проведения ремонта;
- наименование монтажной организации и фамилии монтажников;
- расположение дефектного места на трассе;
- эскиз места ремонта с указанием расположения строительных длин;
- описание дефекта и проведённых ремонтных работ;

10.6. После ремонта необходимо засыпать кабель мелким грунтом или песчано-гравийной смесью и провести повторные испытания

оболочки кабеля постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 минуты.

10.7. Если при испытаниях оболочек кабелей были вскрыты концы кабелей, закрытые капами, то после проведения испытаний на данных концах должны быть сразу же смонтированы новые капы по технологии, приведенной в Приложении 4.

11. Засыпка траншеи грунтом, маркировка.

11.1. После испытаний оболочек проложенный в траншее кабель должен быть присыпан первым слоем земли, уложена механическая защита (плиты, кирпичи) или сигнальная лента, после чего представителями электромонтажной и строительной организаций производится осмотр трассы с составлением акта.

11.2. Засыпка трассы комьями мерзлой земли, грунтом, содержащим камни, куски металла и мусора, не допускается.

11.3. После прокладки с трассы кабельной линии должны быть вывезены мусор, отходы использованных материалов и кабеля, загрязняющие окружающую среду.

11.4. Каждая кабельная линия должна иметь свой номер или наименование и промаркирована в соответствии с требованиями ПУЭ.

12. Монтаж арматуры и заземление экрана кабеля.

12.1. Монтаж муфт должен производиться в соответствии с Рекомендациями предприятия-изготовителя конкретных марок муфт.

12.2. При подготовке кабеля к монтажу соединительных и концевых муфт на определенной длине кабеля удаляется оболочка, медный экран и полупроводящие элементы, проволоки жилы скрепляются опрессовкой в гильзе. Полупроводящий экран по изоляции срезается при помощи специального инструмента. Элементы конструкции, выполненные обмоткой, повивы проволок медного экрана закрепляются бандажами, а незакрепленные части удаляются. Для заземления экрана медные проволоки отгибаются на наружную оболочку, закрепляются бандажом, а незакрепленные концы проволок скручиваются в жгут.

12.3. При разделке концов кабеля необходимо обеспечить тщательное удаление с поверхности изоляции остатков полупроводящего экрана и посторонних загрязнений.

Поверхность проволок и лент экрана и жилы кабеля, соединителей и зажимов арматуры во время монтажа должны быть тщательно зачищены.

12.4. Способ соединения жил должен обеспечивать достаточную проводимость и механическую прочность соединения.

Целесообразно соединять жилы кабелей таким образом, чтобы диаметр жил в месте соединения не увеличивался. Для этой цели с жилы на определенной длине снимается верхний повив проволоки, после чего на это место надевается гильза. Опрессовка осуществляется таким образом, чтобы диаметр гильзы был равен диаметру жилы кабеля. Для улучшения контакта место соединения дополнительно припаивается.

12.5. При монтаже муфт кабелей необходимо обеспечить выравнивание неравномерного электрического поля в месте соединения жил и в области среза экрана, герметичность и отсутствие воздушных включений в изоляции.

Корпуса муфт наружной установки должны быть стойкими к действию атмосферных условий, солнечного излучения, к трекингу и эрозии.

Элементы соединительных муфт, восстанавливающие медный экран, должны обеспечивать достаточную проводимость для отведения токов короткого замыкания и хороший контакт с экраном кабеля.

Комплекты муфт должны быть снабжены подробной инструкцией по их монтажу.

12.6. Экран кабеля должен быть заземлен на обоих концах линии. Заземление должно обеспечивать отведение токов короткого замыкания (т.е. должна быть обеспечена достаточная проводимость заземляющего проводника, экран и заземляющий проводник не должны иметь разрывов и участков с высоким электросопротивлением). Желательно также дополнительное заземление экрана по длине линии.

Рекомендуется принять меры по снижению риска коррозии заземляющих элементов, особенно в случае применения разнородных металлов.

Конструкция зажимов муфт должна обеспечивать соответствующее соединение с элементами экрана, и переходное сопротивление в месте соединения не должно превышать сопротивление экрана кабеля. Должно обеспечиваться достаточное обжатие зажимов для создания соответствующего электрического контакта.

Материал зажимов и соединителей должен обеспечивать:

- электрическое сопротивление, не превышающее электрического сопротивления материала экрана;
- достаточную теплоемкость для избежания перегрева во время короткого замыкания.

13. Сопутствующая техническая и нормативная документация:

- а) СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства»;
- б) «Правила устройства электроустановок», Издание 7;
- в) «Рекомендации по эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10, 15, 20, 35 кВ»;
- г) «Рекомендации по прокладке кабелей напряжением до 110 кВ», концерн «ЭлектроМонтаж», М., 1992;
- д) ГОСТ 18690 «Кабели, провода, шнуры и кабельная арматура. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение»;
- е) ГОСТ 15150 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;

14. Приложения.

Приложение 1 – Рисунки.

Приложение 2 – Перечень веществ, вредно действующих на оболочку кабеля

Приложение 3 – Список оборудования, приспособлений и материалов, необходимых для прокладки одной строительной длины кабеля (ориентировочный).

Приложение 4 – Капы, рекомендуемые для герметизации концов кабелей (типоразмеры и технология монтажа).

Приложение 5 – Технология ремонта оболочки кабеля.

Приложение 1

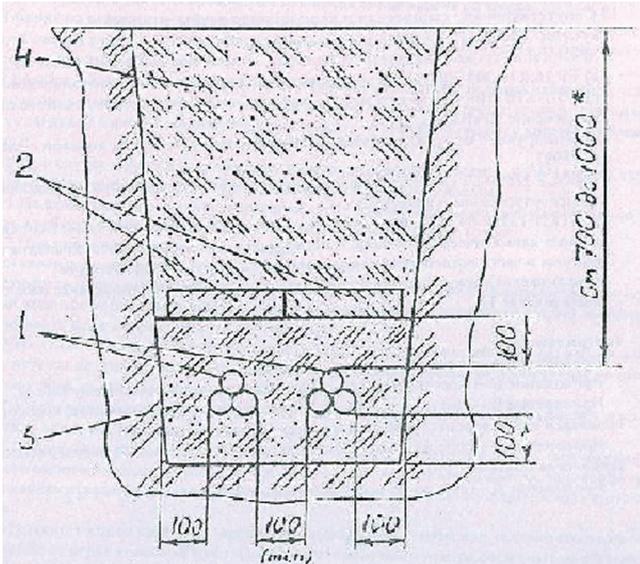


Рисунок 1. Прокладка кабелей 10 кВ в траншее, расстояние между кабельными линиями при параллельной прокладке в земле.

- 1 – кабели 10 кВ;
- 2 – железобетонные плиты перекрытия или кирпичи;
- 3 – песчано-гравийная смесь или рыхлый грунт;
- 4 – засыпной грунт.

Все размеры в миллиметрах.

Примечания: 1. При условиях, указанных в п. 2.3.83 ПУЭ, допускается вместо железобетонных плит и кирпичей использовать для перекрытия пластмассовые сигнальные ленты, которые должны укладываться на расстоянии 250 мм над кабелями.

2.* Глубина заложения зависит от условий прокладки и должна соответствовать п. 2.3.83 ПУЭ.

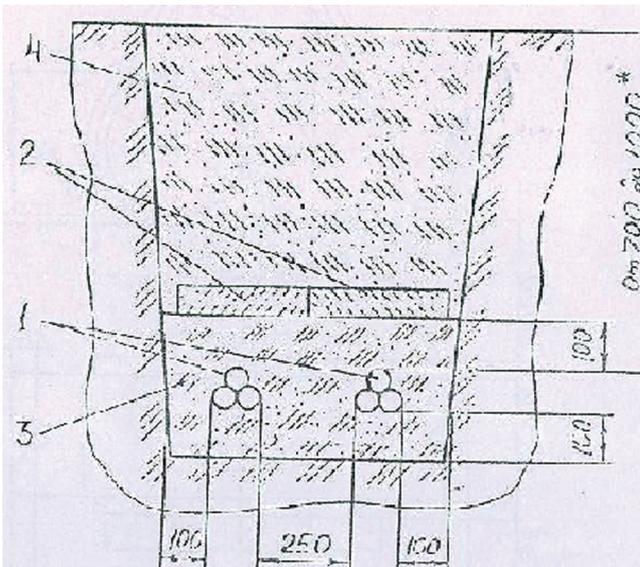


Рисунок 2. Прокладка кабелей 20 и 35 кВ в траншее, расстояние между кабельными линиями при параллельной прокладке в земле.

- 1 – кабели 20 и 35 кВ;
- 2 – железобетонные плиты перекрытия или кирпичи;
- 3 – песчано-гравийная смесь или рыхлый грунт;
- 4 – засыпной грунт.

Все размеры в миллиметрах.

Примечание: * – глубина заложения зависит от условий прокладки и должна соответствовать п. 2.3.83 ПУЭ.

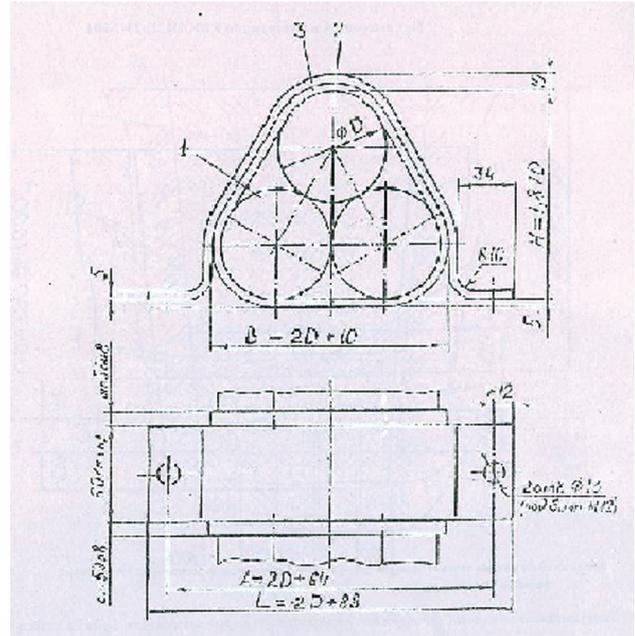


Рисунок 3. Крепление трёх кабелей в связке на металлоконструкции (вариант исполнения).

- 1 – кабель;
- 2 – металлический хомут (скоба) из листа алюминия (алюминиевого сплава) толщиной 5 мм или из стального листа толщиной от 3 до 4 мм;
- 3 – прокладка толщиной от 3 до 5 мм из эластичного материала (резина, поливинилхлорид или неопрен).

Все размеры в миллиметрах. Крепёжные изделия (болты, гайки, шайбы) не показаны.

Примечание: D – наружный диаметр кабеля.

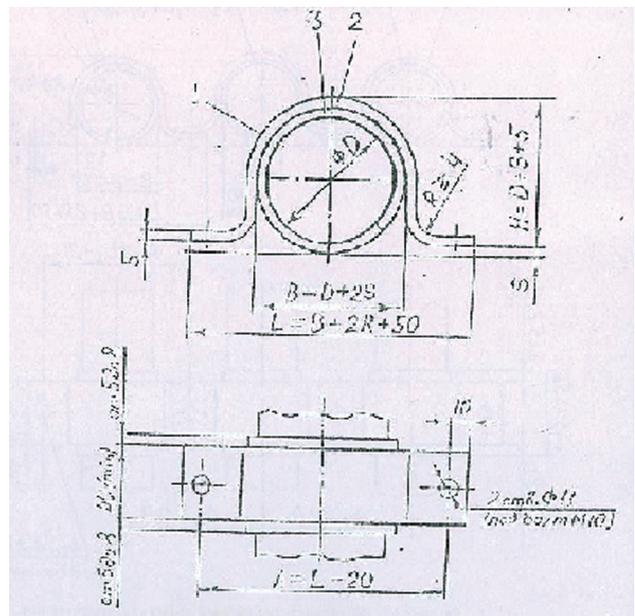


Рисунок 4. Крепление одного кабеля на металлоконструкции (вариант исполнения).

- 1 – кабель;
- 2 – хомут (скоба) из алюминия или алюминиевого сплава;
- 3 – прокладка из эластичного материала (резина, поливинилхлорид или неопрен).

Все размеры в миллиметрах. Крепёжные изделия (болты, гайки, шайбы) не показаны.

Примечание: D – наружный диаметр кабеля, S – толщина прокладки (от 3 до 4 мм).

Приложение 3

Список оборудования, приспособлений, инструментов и материалов, необходимых для прокладки одной строительной длины кабеля (ориентировочный).

Таблица 2.

№ п/п	Наименование	Един. изм.	Кол-во
1	2	3	4
1	Лебёдка с электроприводом или двигателем внутреннего сгорания, тяговое усилие 5 тс (49 кН), канатоёмкость 1000 м, оснащённая устройствами для контроля усилий тяжения, для записи усилий тяжения и автоматического отключения при превышении допустимых усилий тяжения.	шт.	1
2	Отдающее устройство грузоподъёмностью до 6 тс (58,8 кН), (грузоподъёмность должна быть не меньше веса барабана с прокладываемым кабелем)	шт.	1
3	Противозакручивающее устройство	шт.	По ППР
4	Ролики линейные, угловые, направляющие для кабеля	шт.	По ППР
5	Ролики для каната	шт.	По ППР
6	Воронка разъёмная	шт.	По ППР
7	Приспособление для направления кабеля в трубы	шт.	По ППР
8	Обводное устройство	шт.	По ППР
9	Распорная стойка	шт.	По ППР
10	Контрольный цилиндр и ерши для прочистки труб и каналов	шт.	По ППР
11	Тормозное приспособление	шт.	1
12	Кабельный чулок или клиновой захват	шт.	По ППР
13	Крюк для направления кабеля при прокладке	шт.	По ППР
14	Устройство для группирования кабелей (при одновременной протяжке трёх кабелей)	шт.	По ППР
15	Переговорное устройство, радиостанции или полевые телефоны	шт.	По ППР
16	Гвоздодёр	шт.	1
17	Ножницы НБК-2	шт.	1
18	Набор инструментов и приспособлений для кабельных работ НКИ-3 ТУ 36-913-75	шт.	1
19	Набор ключей гаечных (размеры "под ключ" от 10 до 27 мм)	шт.	1
20	Набор отвёрток (6 штук)	шт.	1
21	Пассатижи 250 мм	шт.	1
22	Набор напильников (мелкий, средний)	шт.	1
23	Нож разделочный	шт.	2
24	Молоток 300 г	шт.	1
25	Топор	шт.	1
26	Ножовка по дереву	шт.	1
27	Гвозди	кг	По ППР
28	Ножовка по металлу	шт.	1
29	Полотно ножовочное по металлу	шт.	5
30	Кисточка (ширина 15-20 мм)	шт.	1
31	Баллон с пропаном типа Б3-50 с редуктором типа ДПИ-1-65	шт.	1
32	Горелка газовая со шлангами	шт.	1
33	Линейка измерительная металлическая 1000 мм ГОСТ 427-75	шт.	1
34	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166	шт.	1
35	Рулетка измерительная металлическая Р5УЗП ГОСТ 7502-89 (5 метров)	шт.	1
36	Лента ПВХ пластиката шириной 30-50 мм ТУ 6-05-1254-75 или ГОСТ 16 272-79	кг	0,2
37	Бязь белая ГОСТ 11680-76	м ²	2
38	Ветошь чистая обтирочная ГОСТ 5354-79	кг	2
39	Краска масляная для наружных работ (цвет чёрный, коричневый или красный)	кг	0,005
40	Тавот или солидол (для кабелей с оболочкой из ПВХ), технический вазелин (для кабелей с полиэтиленовой оболочкой)*	кг	По ППР
41	Капа**	шт.	3
Материалы для ремонта оболочки кабеля			
(определяются при составлении ППР, один из перечисленных ниже комплектов):			
Комплект материалов для ремонта с использованием термоусаживаемой манжеты			
1	Ацетон технический ГОСТ 2768-84***	л	1

2	Термоусаживаемая манжета**	шт.	По ППР
Комплект материалов для ремонта с использованием лент ЛЭТСАР ЛП			
1	Ацетон технический ГОСТ 2768-84***	л	1
2	Лак КО-916 ГОСТ 16508-80	кг	0,05
3	Лента кремнийорганическая типа ЛЭТСАР ЛП ТУ 38.103.272-75	кг	0,2
4	Лента поливинилхлоридного пластика шириной 30...50 мм ТУ 6-05-1254-75 или ГОСТ 16272-79	кг	0,3
5	Смоляная лента ТУ 16.503.020-76	кг	1
Комплект материалов для ремонта с использованием лент RULLE			
1	Ацетон технический ГОСТ 2768-84***	л	1
2	Лента RULLE 1 или RULLE 2	шт.	По ППР

Примечания: * – используются при протяжке кабелей через блоки или трубы;

** – тип и размер определяются при проектировании;

*** – вместо ацетона допускается применять авиационный бензин, нефрас или уайт-спирит.

Приложение 4

Капы (оконцеватели) для герметизации концов кабелей.

1. Типоразмеры кап.

1.1. Капы для герметизации концов кабелей выбираются по размерам в зависимости от наружного диаметра кабеля, на который предполагается монтировать капу. Необходимо использовать капы с адгезивным (клеевым) составом, нанесённым на внутреннюю поверхность капы, или со специальными вкладышами из адгезивного материала.

1.2. Для герметизации концов кабелей могут быть использованы капы фирмы «Райхем» с усиленным уплотнением 102L (с термопластичным клеем), приведённые в таблице 3.

Таблица 3.

Рекомендуемый диаметр кабеля		Обозначение для заказа	Размеры, мм			
min	max		внутренний диаметр до усадки $D_a(\text{min})$	внутренний диаметр после свободной усадки $D_b(\text{max})$	длина после свободной усадки L_b	толщина после свободной усадки W_b
17	30	102L033-135-R05/239	35	15	90	3,0
30	45	102L044-135-R05/239	55	25	143	3,3
45	65	102L048-37-R05/239	75	32	150	3,3
65	95	102L055-37-R05/239	100	45	162	3,8

Также можно использовать капы, изготовленные в соответствии с техническими условиями ТУ 16.К71-051-89 «Оконцеватели кабельные термоусаживаемые». Размеры кап (оконцевателей кабельных термоусаживаемых) с адгезивным вкладышем (покрытием) внутри, изготовленных по данным техническим условиям, приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Тип капы	Внутренний диаметр капы, мм		Длина капы до усадки, мм	Толщина стенки после усадки, мм	Рекомендуемые наружные диаметры кабелей для герметизации, мм
	до усадки	после усадки в свободном состоянии			
4	50±3	25±2	120±10	3.5	от 30 до 40
5	70±4	35±2	140±1	3.5	от 40 до 55
6	90±4	50±2	170±10	4	от 55 до 70
7	110±5	65±3	180±10	4	от 70 до 9

2. Технология монтажа капы.

2.1. Измерить длину цилиндрической части капы.

2.2. На оболочке кабеля на расстоянии от конца, превышающим длину цилиндрической части капы на 15-20 мм, отметить границу места монтажа капы.

2.3. При наличии рёбер на оболочке кабеля снять рёбра на месте монтажа капы по всей окружности.

2.4. Поверхность оболочки в месте монтажа капы зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном (допускается использование авиационного бензина, нефраса или уайт-спирита).

2.5. Взять капу, соответствующую диаметру оболочки кабеля без рёбер, и надеть её на конец кабеля (между капой и оболочкой кабеля должен быть клеевой слой).

2.6. Лёгким пламенем газовой горелки осадить капу, начиная с торца (при прогреве капы и её усадке на свободную оболочку кабеля должен выдавлиаться клеевой состав в виде ровного валика).

2.7. Дать остыть месту монтажа до температуры ниже 35 °С. До остывания любые механические воздействия на место монтажа капы не допускаются.

3. Замена повреждённой капы.

3.1. Для замены повреждённой капы необходимо:

- снять повреждённую капу;
- поверхность оболочки в зоне срезанной капы зачистить шкуркой;
- обезжирить зачищенную поверхность оболочки ацетоном (допускается использование авиационного бензина, нефраса или уайт-спирита);
- взять капу, соответствующую наружному диаметру оболочки кабеля, и смонтировать её на конец кабеля по технологии, приведённой в разделе 2.

Приложение 5

Технология ремонта оболочки кабеля.

1. Ремонт с использованием термоусаживаемой манжеты.

1.1. Для ремонта оболочек кабелей рекомендуется использовать термоусаживаемые манжеты фирмы «Райхем» различных размеров в зависимости от наружного диаметра ремонтируемого кабеля. Для справки в таблице 5 приведены основные данные и обозначение манжет для заказа.

Таблица 5.

Наружный диаметр ремонтируемого кабеля, мм	Внутренний диаметр манжеты, мм		Обозначение манжеты для заказа
	До усадки D_a (минимум)	После усадки D_b (максимум)	
От 17 до 32	54	15	CRSM 53/13-1500/239
От 24 до 50	86	21	CRSM 84/20-1500/239
От 31 до 65	108	27	CRSM 107/29-1500/239
От 33 до 86	144	28	CRSM 143/36-1500/239

Манжета выбирается по размерам такой, чтобы после усадки на кабель её внутренний диаметр был в пределах от ($D_b + 15\% D_b$) до ($D_a - 20\% D_a$); где D_b – внутренний диаметр манжеты после свободной усадки, D_a – внутренний диаметр манжеты до усадки.

Допускается использовать равноценные по качеству термоусаживаемые манжеты других производителей.

- 1.2. Определяется граница места ремонта оболочки кабеля (минимум по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля).
- 1.3. Поверхность оболочки в месте ремонта зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном (допускается применение авиационного бензина, нефраса или уайт-спирита).
- 1.4. Из комплекта ремонтной термоусаживаемой манжеты взять замок и ножовкой по металлу отрезать от него по прорезям участок длиной, приблизительно равной длине места ремонта оболочки кабеля (место разреза зачистить напильником от острых кромок и заусенцев). От самой манжеты отрезать участок такой же длины, как длина замка.
- 1.5. Снять с отрезанного участка термоусаживаемой манжеты защитную плёнку, обернуть манжету вокруг ремонтируемого кабеля таким образом, чтобы адгезивный подслои (клеевой состав) манжеты примыкал к оболочке кабеля, надвинуть на приливы манжеты замок.
- 1.6. Расположить манжету с замком симметрично относительно повреждённого места оболочки. Лёгким пламенем газовой горелки начать прогрев манжеты с середины со стороны, противоположной замку. Перемещая пламя газовой горелки вдоль и по периметру манжеты, добиться её осаживания на кабель, при этом необходимо следить, чтобы не было перегрева манжеты.
- 1.7. После полного прилегания манжеты к оболочке кабеля необходимо дополнительно прогреть зону вблизи замка манжеты. При правильной усадке манжеты после прогрева из под концов манжеты на оболочку кабеля должен выдавиться в виде ровных валиков клеевой состав.
- 1.8. После усадки необходимо дать манжете остыть до температуры ниже 35 °С. До остывания любые механические воздействия на место ремонта не допускаются.

2. Технология ремонта оболочки кабеля с применением лент ЛЭТСАР ЛП.

- 2.1. Определяется граница места ремонта оболочки кабеля (минимум по 150 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля).
- 2.2. При наличии рёбер на оболочке кабеля в месте ремонта снять рёбра по всей окружности.
- 2.3. Поверхность оболочки в месте ремонта зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном (допускается применение авиационного бензина, нефраса или уайт-спирита).
- 2.4. В случае, если в месте ремонта на оболочке имеются сквозные отверстия, трещины, или разрывы, у которых ширина или максимальный диаметр более 3 мм, заложить туда кусочки ленты ЛЭТСАР ЛП и прижать их неострым предметом до такой степени, чтобы они были на уровне наружной поверхности оболочки или выступали над оболочкой не более, чем на 1 мм.
- 2.5. Поверхность оболочки в месте расположения дефекта, а также на участках по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля, промазать лаком КО-916 и дать лаку подсохнуть.
- 2.6. На поверхность оболочки, покрытую лаком, наложить четыре слоя ленты ЛЭТСАР ЛП с 50 % перекрытием витков.
- 2.7. Поверх ленты ЛЭТСАР ЛП с заходом на оболочку кабеля на 50 мм с обеих сторон от намотанной ленты промазать поверхность лаком КО-916 и дать лаку подсохнуть.
- 2.8. Поверх ленты ЛЭТСАР ЛП с заходом на оболочку кабеля на 50 мм с обеих сторон от намотанной ленты на поверхность, промазанную лаком КО-916, наложить два слоя ленты ПВХ пластиката с 50% перекрытием витков.
- 2.9. Поверх ленты ПВХ пластиката, не доходя 25 мм до границ её намотки с обеих сторон, наложить с предварительным прогревом пламенем газовой горелки два слоя смоляной ленты с 50% перекрытием витков.

2.10. После наложения смоляной ленты необходимо дать кабелю остыть в месте ремонта до температуры ниже 35 °С. До остывания любые механические воздействия на место ремонта не допускаются.

3. Технология ремонта оболочки кабеля с применением лент RULLE.

3.1. Ленты RULLE выполнены из этиленпропиленовой резины с клейким слоем из бутилкаучука, закрытым защитной плёнкой, которая снимается при монтаже. Толщина лент – 2 мм, ширина лент – 60 мм. Длина в рулоне: для ленты RULLE 1-3,5 м, для ленты RULLE 2-5,5 метров.

3.2. Определяется граница места ремонта оболочки кабеля (минимум по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля).

3.3. При наличии рёбер на оболочке кабеля в месте ремонта снять рёбра по всей окружности.

3.4. Поверхность оболочки в месте ремонта зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном (допускается применение авиационного бензина, нефраса или уайт-спирита).

3.5. На поверхность оболочки в месте расположения дефекта, а также на участках по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля, намотать в два слоя с 50% перекрытием ленту RULLE. Наматывать надо клеевым слоем к оболочке кабеля, при намотке снимать с клеевого слоя защитную ленту. При намотке ленту RULLE следует вытягивать до такой степени, чтобы нарисованные на её поверхности овалы превратились в круги.

Содержание

Инструкция по эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10, 15, 20 и 35 кВ.

Введение	4
1. Общие положения по эксплуатации кабельных линий	4
1.1. Климатические воздействия на кабельные линии и условия прокладки	4
1.2. Класс пожарной опасности	5
1.3. Срок службы кабелей	5
1.4. Транспортирование, хранение, упаковка и маркировка	5
2. Токи кабельных линий	6
3. Испытания кабельных линий, определение мест повреждения и рекомендации по ремонту кабелей	9
3.1. Испытания кабельных линий, периодичность испытаний	9
3.2. Определение мест повреждений на кабельных линиях	10
3.3. Рекомендации по ремонту кабельных линий	11
4. Надзор за состоянием кабельных линий	12
5. Приложения	14

Рекомендации по эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10, 15, 20 и 35 кВ.

1. Введение	28
2. Общие указания	28
3. Марки кабелей, области применения, основные размеры и масса	28
4. Условия прокладки	28
4.1. Общие требования	28
4.2. Условия прокладки в кабельных сооружениях, производственных помещениях и на конструкциях	30
4.3. Условия прокладки в трубах (при пересечениях с дорогами, инженерными сооружениями и естественными препятствиями, а также в кабельных блоках)	31
4.4. Одновременная прокладка трёх кабелей	31
4.5. Прокладка кабелей в особых условиях	32
5. Приёмка трассы, требования	32
6. Хранение и транспортирование барабанов с кабелем	32
7. Требования к оборудованию для прокладки	33
8. Подготовительные работы	33
9. Прокладка кабеля	34
9.1. Общие требования	34
9.2. Отрезка концов кабеля, подготовка к хранению кабелей на трассе	35
9.3. Прокладка кабеля при низких температурах	35
9.4. Раскатка кабеля	35
9.5. Прокладка кабелей в трубах и блоках	36
9.6. Прокладка кабелей в вечномерзлых грунтах	36
10. Испытания оболочки кабеля, ремонт оболочки	36
11. Засыпка траншеи грунтом, маркировка	36
12. Монтаж арматуры и заземление экрана кабеля	37
13. Сопутствующая техническая и нормативная документация	37
14. Приложения	37

Инструкции и рекомендации по прокладке, монтажу и эксплуатации
кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10, 15, 20 и 35 кВ
ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод»

Информация, приведенная в данном издании, не является публичной офертой, определяемой положениями ст. 437 ГК РФ. Массы, конструктивные размеры и технические характеристики кабелей приведены в качестве справочного материала и носят исключительно информационный характер. В связи с постоянно идущим на предприятии процессом совершенствования технологий и расширения ассортимента производимой продукции мы оставляем за собой право на изменение конструкций и технических характеристик изделий без предварительного уведомления. По всем интересующим вас вопросам обращайтесь к специалистам завода.

Кольчугино, 2014
www.elcable.ru

Служба продаж ООО «Холдинг Кабельный Альянс»

Екатеринбург

620028, Россия, г. Екатеринбург, ул. Владимира Мельникова, д. 2
тел/факс: +7 (343) 247-89-34
e-mail: esbit@holdcable.com

Москва

119017, Россия, г. Москва, ул. Большая Ордынка, д. 54, стр. 2
тел/факс: +7 (495) 641-36-30
e-mail: moscow@holdcable.com

Кольчугино

601785, Россия, г. Кольчугино, ул. Карла Маркса, д. 3
тел.: +7 (49245) 95-310
факс: +7 (49245) 95-320
e-mail: ksbit@holdcable.com

Томск

634003, Россия, г. Томск, ул. Пушкина, д. 46
тел/факс: + 7 (3822) 700-800
e-mail: tsbit@holdcable.com

8-800-7000-100

© ООО «Холдинг Кабельный Альянс»



www.holdcable.com