

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. Введение</b>	
1.1. Введение .....	2
1.2. Сертификаты соответствия на кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена .....	3
<b>2. Марки кабелей, конструкции и технические характеристики</b>	
2.1. Марки кабелей .....	4
2.2. Номинальное напряжение кабелей.....	5
2.3. Основные элементы конструкции.....	5
2.4. Основные технические характеристики .....	6
2.5. Длительно допустимые токовые нагрузки .....	7
2.6. Допустимые токи короткого замыкания по жиле и экрану .....	15
2.7. Электрические характеристики кабелей .....	19
2.8. Допустимые усилия тяжения кабелей .....	21
2.9. Наружный диаметр и масса кабелей .....	22
2.10. Применяемая тара .....	23
<b>3. Инструкция по хранению кабеля, кабельной арматуры</b>	
3.1. Введение .....	24
3.2. Общие указания .....	24
3.3. Хранение кабеля .....	24
3.4. Хранение арматуры .....	24
<b>4. Инструкция по прокладке кабеля</b>	
4.1. Введение .....	25
4.2. Общие указания .....	25
4.3. Указания мер безопасности .....	27
4.4. Подготовительные работы .....	28
4.5. Прокладка кабеля .....	29
4.6. Прокладка кабеля при низких температурах.....	30
4.7. Арматура для монтажа кабельных линий.....	30
<b>5. Инструкция по эксплуатации кабельных линий</b>	
5.1. Введение .....	33
5.2. Указания мер безопасности .....	33
5.3. Общие положения .....	33
5.4. Обходы и осмотры кабельных линий .....	33
Приложение 1 «Список оборудования для прокладки» .....	35
Приложение 2 «Перечень веществ, вредно действующих на оболочку» .....	36
Приложение 3 «Форма акта на прокладку кабеля» .....	37
Приложение 4 «Журнал осмотра барабанов с кабелем, арматуры и материалов» .....	38
Приложение 5 «Журнал результатов обхода и осмотра кабельной линии» .....	39
Приложение 6 «Лист заказа кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110–220 кВ» .....	40

## 1. Введение

### 1.1. Введение

Общество с ограниченной ответственностью «Камский кабель» образовано в 2008 году. Завод расположен в г. Перми – крупнейшем административном, промышленном, научном и культурном центре с населением около 1 млн человек.

Для изготовления продукции предприятие использует современный производственный комплекс «Камкабель». Ранее на этой площадке осуществлял свою деятельность завод «Камкабель».

Основанный в 1956 году, «Камкабель» уже 17 июня 1957 года изготовил первую продукцию. Произведенные 12 км алюминиевого неизолированного провода А–35 для воздушных линий электропередач предназначались для строителей Куйбышевской ГЭС. Этот день считается Днем рождения завода.

В январе 1967 года завод впервые выполнил государственный заказ на поставку в Сингапур 100 000 ярдов кабеля сечением 0,25 кв. дюйма по британскому стандарту BS. В 1968 году потребителями пермского кабеля являлись уже более 40 стран.

Постоянный рост производства и освоение новых видов продукции, в том числе маслonaполненного кабеля и арматуры на напряжение 110–500 кВ, способствовали укреплению репутации ведущего предприятия отрасли. В начале 90-х годов производственное объединение «Камкабель» изготавливало и отгружало потребителям более 20 % кабельно-проводниковой продукции, производимой всеми кабельными предприятиями бывшего СССР.

В 1999 году «Камкабель» стал единственным предприятием кабельной промышленности, вошедшим в рейтинг «200 крупнейших компаний России по объему реализации».

В XXI веке «Камкабель» продолжил подтверждать негласное звание флагмана кабельной отрасли. В 2006 году завод стал обладателем премии «Лучший работодатель России», а в 2007 году был удостоен премии «Лидер отрасли».

Сегодня предприятие стремится сохранить ведущее место в отрасли. Для компании важно находиться на достойных позициях в структуре экономики России как с точки зрения выпуска качественной продукции, так и в качестве социально значимого предприятия для региона и государства. Поэтому приоритетной задачей руководство считает добросовестное ведение бизнеса, т.е. выполнение обязательств перед партнерами, клиентами, государством, а также всесторонняя забота о своих сотрудниках.



Фото:  
Цех по производству кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Линии изолирования ELP 30 (6–35 кВ) и ELP 50 (6–220 кВ) Mailliefer

«Камский кабель» строит свою работу в соответствии с требованиями потребителей. С учетом пожеланий клиентов постоянно осваиваются и внедряются в производство новые модификации кабелей и проводов. В 2008 году было освоено производство кабелей на среднее и высокое напряжение (до 220 кВ включительно) с изоляцией из пероксидносшиваемого полиэтилена. При поставке высоковольтного кабеля 110–220 кВ ООО «Камский кабель», по желанию клиента, производит комплектацию кабеля арматурой зарубежных фирм «CCC GmbH», «PFISTERER», «Tycso Electronics», «G&W Electric Company», осуществляет шефмонтаж кабельных линий, монтаж кабельных муфт и привлечение специализированных фирм для прокладки и монтажа кабельных линий. Не прекращается техническое перевооружение производства. Укрепиться в отрасли и выйти в ее лидеры – задача, которая стоит перед заводом сегодня.

**1.2. Сертификаты соответствия на кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжении 110–220 кВ**

На ООО «Камский кабель» действует система контроля качества, соответствующая требованиям ISO 9001:2008. Получены сертификаты соответствия требованиям технической документации, по которым изготавливаются кабели.



POCC RU.ME80.H01732



C-RU.PB14.V.00012



POCC RU.ME80.H01826



C-RU.PB14.V.00130



## 2.1. Марки кабелей, конструкции и технические характеристики

### 2.1. Марки кабелей

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

Таблица 1

Марка кабеля		Наименование кабеля	Основная область применения
с медной жилой	с алюминиевой жилой		
ПвПг	АПвПг	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена с водоблокирующими лентами в оболочке из полиэтилена	Для прокладки в земле (в траншеях или бетонных лотках), если кабель защищен от механических повреждений
ПвП2г	АПвП2г	То же, с алюмополимерной лентой	Для прокладки в земле (в траншеях или бетонных лотках), если кабель защищен от механических повреждений
ПвПу2г	АПвПу2г	То же, с усиленной оболочкой	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
ПвВу	АПвВу	То же, с усиленной оболочкой	То же, для прокладки в блоках и трубах
ПвВнг	АПвВнг	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена в оболочке из поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести	Для прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях

Для кабелей марок АПвПг, ПвПг, АПвП2г, ПвП2г при наличии в конструкции жилы герметизирующих элементов в обозначении марки кабеля добавляется индекс «гж».

Кабели указанных марок с индексами «г» и «2г» предназначены для прокладки в грунтах с повышенной влажностью и в сырых, частично затапливаемых сооружениях, а также, по согласованию с предприятием-изготовителем, в несудоходных водоемах и в судоходных – при соблюдении мер, исключающих механические повреждения кабеля.

Для кабельных линий со сложной трассой или имеющих большие трубные переходы оболочка кабеля может быть изготовлена с продольными ребрами жесткости. Наличие продольных ребер жесткости оговаривается при заказе.



Фото:  
Производство кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена

## 2.2. Номинальное напряжение кабеля

Номинальное напряжение кабеля  $U_0/U$  ( $U_m$ ) где:

$U_0$  – нормированное среднеквадратичное значение напряжения промышленной частоты между жилой и экраном, для которого разработан кабель и комплектующие;

$U$  – нормированное среднеквадратичное значение межфазного напряжения промышленной частоты между двумя любыми фазами, для которых разработан кабель и комплектующие;

$U_m$  – максимальное нормированное среднеквадратичное значение межфазного напряжения промышленной частоты между двумя любыми фазами, для которых разработан кабель и комплектующие. Это напряжение, которое может быть достигнуто при нормальных условиях работы кабеля в любое время и в любой точке системы. Оно не учитывает временные колебания напряжения, возникшие вследствие которого замыкания и коммутационных перенапряжений.

$U_0/U$ кВ	64/110	127/220
$U_m$ кВ	123	245

## 2.3. Основные элементы конструкции

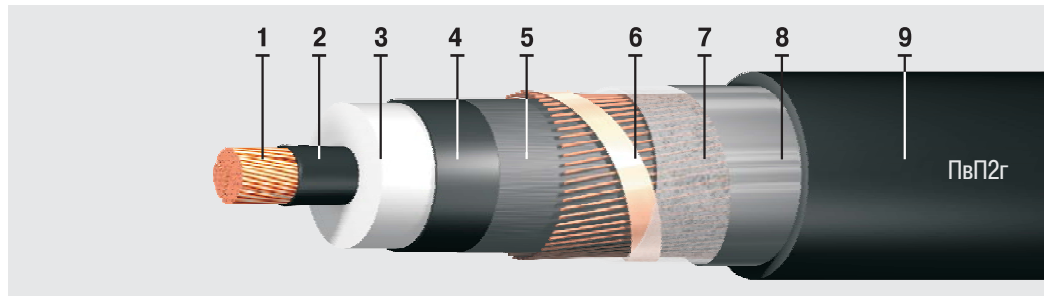


Рисунок 1.  
Силовой кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена

1. Токопроводящая жила – круглая многопроволочная уплотненная алюминиевая или медная жила. Для сечений 1000 – 1600 мм<sup>2</sup> – секторная.
2. Экран по жиле – экструдированный электропроводящий экран из сшитого полиэтилена.
3. Изоляция – экструдированный пероксидносшитый высокоочищенный полиэтилен.
4. Экран по изоляции – экструдированный электропроводящий экран из сшитого полиэтилена.
5. Подушка – полупроводящая водоблокирующая лента.
6. Металлический экран – комбинация медных проволок и лент.
7. Разделительный слой – полупроводящая водоблокирующая лента.
8. Алюмополимерная ламинированная фольга.
9. Наружная оболочка – экструдированный полиэтилен или поливинилхлоридный пластикат.

Примечание: По требованию Заказчика может быть изготовлен кабель со встроенным в металлический экран оптоволоконным модулем для распределенного измерения температуры в кабеле при эксплуатации кабельной линии.

**2.4. Основные технические характеристики кабелей**

Длительно допустимая температура нагрева токопроводящей жилы .....	+ 90 °С
Допустимый нагрев токопроводящей жилы в аварийном режиме .....	+130 °С
Максимально допустимая температура при коротком замыкании, до 5 сек.	
токопроводящей жилы .....	+250 °С
медного экрана .....	+350 °С

**При выборе конструкции кабеля необходимо учитывать следующие факторы:**

- максимальное рабочее напряжение;
- класс изоляции;
- рабочая частота;
- нагрузочная способность;
- график распределения нагрузки во времени;
- величина и продолжительность возможных перегрузок по току: фаза–фаза и фаза–земля;
- соединение кабельной линии с воздушной (напрямую, через трансформатор);
- длина линии;
- профиль кабельной трассы;
- способ прокладки: в земле (непосредственно или в трубе), на воздухе (если в тоннеле, то его размеры и способ вентиляции);
- физико-механические свойства грунта: скала, песок, суглинок или болото;
- химические факторы, вызывающие коррозию;
- максимальное тепловое удельное сопротивление почвы;
- максимальные и минимальные температуры окружающего воздуха и грунта (наличие вблизи трубопроводов горячей воды, кабелей и пр.).

**Примечание: спецификации и технические требования должны быть согласованы с заводом – изготовителем кабеля.**

Фото:  
 Линия общей скрутки и экранирования  
 Drum Twister 3000 Cortinovis.  
 Производство кабелей с изоляцией  
 из сшитого полиэтилена 110–220 кВ



**2.5. Длительно допустимые токовые нагрузки**

Сечение токопроводящей жилы кабеля выбирается по длительно допустимому току. Длительно допустимые токи кабелей на напряжение 110–220 кВ при прокладке в земле должны соответствовать указанным значениям в таблицах 2–9, при прокладке в воздухе – значениям в таблицах 10–13.

Таблица 2

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, не более, А							
	Кабели с медной жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1
185	502	429	452	382	-	-	-	-
240	572	489	515	434	-	-	-	-
300	632	538	567	476	-	-	-	-
350	678	577	608	508	-	-	-	-
400	723	612	645	539	695	592	618	518
500	798	673	709	590	777	659	688	574
630	859	721	760	630	845	713	744	619
800	932	779	820	677	925	776	809	671
1000	1009	840	884	729	995	832	868	718
1200	1081	895	944	775	1067	881	923	759
1600	1175	970	1020	835	1154	950	993	814

Таблица 3

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, не более, А							
	Кабели с алюминиевой жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1
185	396	340	358	303	-	-	-	-
240	455	389	409	345	-	-	-	-
300	507	432	455	383	-	-	-	-
350	545	462	490	408	-	-	-	-
400	587	497	524	439	568	485	506	426
500	654	553	583	486	640	545	599	476
630	719	605	637	530	708	600	650	523
800	787	659	694	575	779	657	684	570
1000	864	722	759	628	853	717	746	621
1200	938	779	820	675	924	771	804	665
1600	1041	863	905	744	1022	851	887	731

Таблица 4

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, не более, А							
	Кабели с медной жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1
185	518	445	469	397	-	-	-	-
240	597	512	539	455	-	-	-	-
300	674	576	607	512	-	-	-	-
350	736	625	656	551	-	-	-	-
400	787	670	706	593	774	667	694	589
500	884	751	790	663	869	747	776	657
630	993	841	884	740	975	835	867	732
800	1146	968	1017	849	1125	960	997	839
1000	1285	1083	1137	947	1258	1073	1111	934
1200	1410	1183	1242	1031	1377	1170	1209	1015
1600	1608	1345	1410	1170	1568	1329	1370	1150

Таблица 5

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, не более, А							
	Кабели с алюминиевой жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1
185	404	347	366	310	-	-	-	-
240	467	400	421	356	-	-	-	-
300	528	452	475	401	-	-	-	-
350	560	485	515	435	-	-	-	-
400	619	527	555	467	609	524	545	463
500	699	594	625	524	687	590	613	519
630	792	671	705	591	778	665	691	584
800	904	764	803	670	888	758	787	662
1000	1020	860	902	752	1000	850	882	742
1200	1127	946	994	825	1103	931	970	812
1600	1308	1094	1147	950	1280	1074	1119	934



Таблица 6

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, не более, А							
	Кабели с медной жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1
185	480	407	427	357	-	-	-	-
240	537	453	475	396	-	-	-	-
300	581	488	511	425	-	-	-	-
350	615	515	540	448	-	-	-	-
400	644	538	564	466	650	548	567	472
500	693	576	604	497	703	589	610	504
630	737	610	639	524	752	626	648	531
800	785	648	677	554	805	669	690	567
1000	841	691	721	588	863	713	735	597
1200	879	720	751	611	903	744	766	622
1600	931	760	790	641	956	785	805	653

Таблица 7

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, не более, А							
	Кабели с алюминиевой жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1	К <sub>н</sub> =0,8	К <sub>н</sub> =1
185	391	333	348	293	-	-	-	-
240	442	375	392	328	-	-	-	-
300	486	410	429	358	-	-	-	-
350	520	438	457	372	-	-	-	-
400	549	460	482	400	549	466	481	402
500	599	501	524	433	602	509	527	437
630	649	540	564	465	658	551	569	471
800	703	583	608	500	714	597	615	508
1000	758	626	652	534	770	642	661	542
1200	802	659	687	561	816	677	698	569
1600	865	708	736	598	880	728	745	606

Таблица 8

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, не более, А							
	Кабели с медной жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	Кн=0,8	Кн=1	Кн=0,8	Кн=1	Кн=0,8	Кн=1	Кн=0,8	Кн=1
185	539	463	483	409	-	-	-	-
240	622	533	556	470	-	-	-	-
300	704	602	627	529	-	-	-	-
350	767	653	682	573	-	-	-	-
400	824	701	731	614	805	695	715	607
500	927	787	821	687	906	781	803	679
630	1045	885	922	770	1022	879	902	761
800	1176	993	1033	861	1152	986	1011	852
1000	1368	1153	1197	996	1344	1146	1174	987
1200	1510	1267	1315	1091	1485	1260	1291	1081
1600	1749	1463	1515	1254	1724	1456	1490	1244

Таблица 9

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, не более, А							
	Кабели с алюминиевой жилой							
	110 кВ				220 кВ			
	Одна цепь		Две цепи		Одна цепь		Две цепи	
	Кн=0,8	Кн=1	Кн=0,8	Кн=1	Кн=0,8	Кн=1	Кн=0,8	Кн=1
185	421	361	377	319	-	-	-	-
240	486	417	435	367	-	-	-	-
300	551	470	491	414	-	-	-	-
350	602	513	535	451	-	-	-	-
400	647	551	574	482	633	546	562	477
500	732	621	647	542	716	616	633	536
630	830	703	732	612	812	697	717	605
800	943	797	828	691	923	790	811	683
1000	1078	908	943	785	1056	900	925	776
1200	1195	1003	1041	864	1171	994	1022	854
1600	1400	1171	1211	1003	1375	1161	1191	992

Таблица 10

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, не более, А			
	110 кВ		220 кВ	
	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой
185	610	491	-	-
240	698	568	-	-
300	773	637	-	-
350	830	689	-	-
400	883	739	887	730
500	974	827	994	825
630	1066	919	1096	924
800	1185	1029	1227	1042
1000	1288	1135	1330	1149
1200	1378	1230	1420	1248
1600	1534	1390	1584	1410

Таблица 11

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, не более, А			
	110 кВ		220 кВ	
	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой
185	667	520	-	-
240	780	609	-	-
300	895	700	-	-
350	983	771	-	-
400	1068	839	1018	799
500	1219	961	1159	906
630	1399	1110	1329	1055
800	1651	1293	1570	1233
1000	1895	1486	1805	1421
1200	2123	1676	2033	1606
1600	2526	2013	2126	1923

Таблица 12

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, не более, А			
	110 кВ		220 кВ	
	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой
185	597	482	-	-
240	680	555	-	-
300	747	618	-	-
350	802	668	-	-
400	846	713	841	701
500	926	792	916	782
630	997	870	982	860
800	1074	954	1098	961
1000	1143	1035	1118	1020
1200	1200	1102	1170	1185
1600	1354	1254	1314	1234

Таблица 13

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, А			
	110 кВ		220 кВ	
	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой	Кабели с медной жилой	Кабели с алюминиевой жилой
185	667	520	-	-
240	780	609	-	-
300	895	700	-	-
350	983	771	-	-
400	1068	839	1020	801
500	1219	961	1150	921
630	1399	1110	1339	1060
800	1651	1293	1517	1216
1000	1895	1486	1815	1416
1200	2123	1676	2043	1606
1600	2523	2016	2430	1940

При прокладке в земле токи рассчитаны для расположения кабелей треугольником встык и в горизонтальной плоскости, для расстояния между соседними кабелями, равного наружному диаметру кабеля, глубины прокладки 1,5 м, расстояния между цепями 0,8 м, удельного термического сопротивления грунта 1,2 К·м/Вт, коэффициента нагрузки  $K_n=0,8$  и 1,0.

При прокладке на воздухе токи рассчитаны для расположения кабелей треугольником при расстоянии между кабелями в свету 250 мм и в горизонтальной плоскости при расстоянии между соседними кабелями, равному наружному диаметру кабелей.



Допустимые токи рассчитаны согласно МЭК 60287 для температуры окружающей среды 15 °С при прокладке в земле и 25°С – при прокладке в воздухе, кабель заземлен с двух сторон. При других значениях расчетных температур окружающей среды необходимо применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 14.

Таблица 14

Прокладка	Поправочный коэффициент $K_a$ при температуре окружающей среды, °С										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
<b>В земле</b>	1,1	1,06	1,03	1,0	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73
<b>На воздухе</b>	1,18	1,14	1,13	1,08	1,05	1,0	0,96	0,91	0,86	0,81	0,76

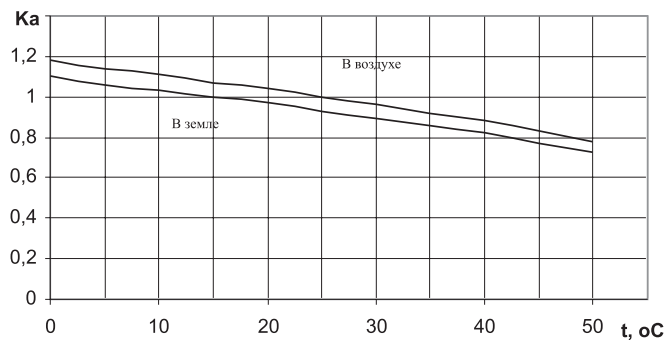


Рисунок:  
Зависимость поправочного коэффициента  $K_a$  от температуры окружающей среды.

Допустимые значения тока кабеля в режиме перегрузки при прокладке в земле и на воздухе могут быть рассчитаны путем умножения значений, указанных в таблицах 2 – 13, на коэффициенты 1,23 и 1,27 соответственно.

В зависимости от глубины прокладки поправочные коэффициенты приведены в таблице 15.

Таблица 15

Глубина прокладки, м	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
<b>Поправочный коэффициент (<math>K_d</math>)</b>	1,08	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00

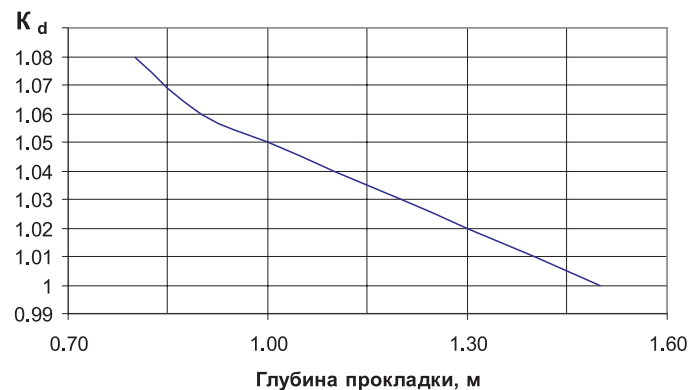


Рисунок:  
Зависимость поправочного коэффициента от глубины прокладки кабелей.

В зависимости от удельного теплового сопротивления почвы поправочные коэффициенты приведены в таблице 16.

Таблица 16

<b>Термическое сопротивление почвы, К м/Вт</b>	0,85	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5
<b>Поправочный коэффициент <math>K_r</math></b>	1,13	1,05	1,0	0,93	0,85	0,80

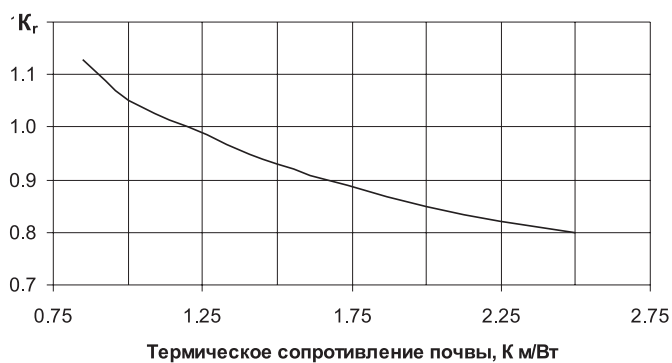


Рисунок:  
Зависимость поправочного коэффициента  $K_r$  от термического сопротивления почвы.

В зависимости от количества проложенных рядом линий поправочные коэффициенты приведены в таблице 17.

Таблица 17

Расстояние между линиями, мм	Поправочный коэффициент при количестве линий			
	1	2	3	4
400	1,00	0,71	0,71	0,65
600	1,00	0,85	0,76	0,72
800	1,00	0,88	0,79	0,75
1000	1,00	0,89	0,81	0,79

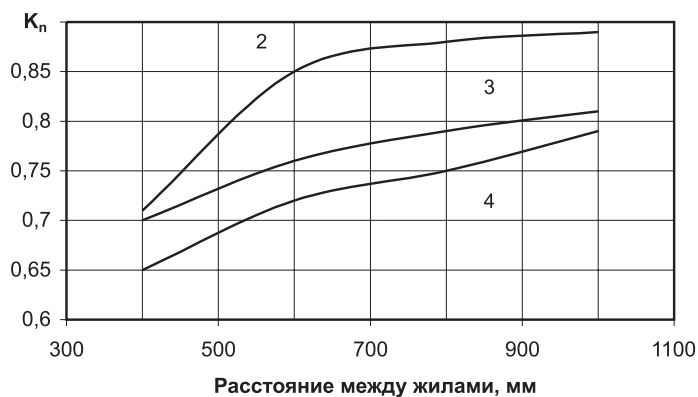


Рисунок 5.  
Зависимость поправочного коэффициента от количества линий и расстояния между ними.

## 2.6. Допустимые токи короткого замыкания по жиле и экрану

Нагрев кабеля при коротком замыкании считать адиабатическим, т.е. рассеивание тепла в окружающую среду не учитывается. При этом полученные значения допустимого тока короткого замыкания для жилы близки к реальным вследствие малых потерь тепла в изоляции, а реально допустимые токи короткого замыкания экрана на 5–10 % выше расчетных вследствие отвода тепла в окружающую среду.

Допустимые токи короткого замыкания рассчитываются по формуле:

$$I = k_1 \frac{S}{\sqrt{t}} \sqrt{\ln \frac{k_2 + T_k}{k_2 + T_H}} \quad \text{или}$$

$$j = \frac{I}{S} = \frac{1}{\sqrt{t}} \left[ k_1 \sqrt{\ln \frac{k_2 + T_k}{k_2 + T_H}} \right] = \frac{1}{\sqrt{t}} k_3,$$

где:

$I$  – допустимый ток к.з. (А);

$S$  – сечение жилы (мм<sup>2</sup>);

$t$  – длительность к.з. (сек);

$T_k$  – конечная температура (max 250 °С);

$T_H$  – начальная температура (°С);

$j$  – допустимая плотность тока (А/мм<sup>2</sup>);

$k_1, k_2$  – коэффициенты, зависящие от материала жилы или экрана;

$k_3$  – коэффициент, зависящий от материала жилы и экрана, численно равный допустимой плотности тока односекундного короткого замыкания.

Таблица 18

Материал жилы и экрана				Температура для расчета		Допустимая плотность тока (А/мм <sup>2</sup> ) в зависимости от длительности короткого замыкания				
	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$T_H$	$T_k$	$t=0,1$	$t=0,5$	$t=0,8$	$t=1$	$t=2$
Медная жила	226	234	143,2	90	250	452,2	202,5	160,1	143,2	101,3
Алюминиевая жила	148	228	94,5	90	250	298,8	133,6	105,7	94,5	66,9
Медный экран	226	234	133	80	210	420,6	188,1	148,7	133	94
Алюминиевый экран	148	228	87,8	80	210	277,6	124,2	98,2	87,8	62,1



Фото:  
Испытательная станция HIGH VOLT

Термически допустимые токи односекундного короткого замыкания указаны в таблице 19.

Таблица 19

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Допустимый ток односекундного короткого замыкания кабеля, кА	
	с медной жилой	с алюминиевой жилой
185	26,5	17,5
240	34,3	22,7
300	42,9	28,4
350	50,1	33,1
400	57,2	37,8
500	71,5	47,2
630	90,1	59,5
800	114,5	75,6
1000	143,1	95,5
1200	171,7	113,4
1600	228,9	151,2

Термически допустимые токи односекундного короткого замыкания в медных экранах указаны в таблице 20.

Таблица 20

Номинальное сечение медного экрана, мм <sup>2</sup>	Допустимый ток односекундного короткого замыкания, кА
95	16,9
120	21,4
150	26,7
185	32,9
225	40,0

Токи короткого замыкания рассчитаны при температуре медного экрана до начала короткого замыкания 80 °С и предельной температуре медного экрана при коротком замыкании 350 °С.



Фото:  
 Линия ошлангования EEL 60-241  
 Maillefer для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена



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

$$I_{к.з.} = k \cdot S_{экр.},$$

где:

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

$k$  – коэффициент, равный 0,178 кА/мм<sup>2</sup>;

$S_{экр.}$  – номинальное сечение медного экрана, мм<sup>2</sup>.

Для продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 сек., значения тока короткого замыкания, указанные в таблицах 19 и 20, необходимо умножить на поправочный коэффициент  $k$ , рассчитанный по формуле:

$$k = \frac{1}{\sqrt{t}},$$

где:

$t$  – продолжительность короткого замыкания, сек.

Для однофазных высоковольтных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена необходимо предъявлять повышенное внимание к выбору сечения экранов и проводить соответствующие обосновывающие расчеты по способу их заземления. При заземлении экранов кабелей с двух сторон в нормальном режиме и при коротких замыканиях по экранам протекают токи, сопоставимые по величине с токами в жилах. Снижения токов в экранах можно добиться применением транспозиции экранов для протяженных кабельных линий или применением заземления линии с одной стороны для коротких линий.

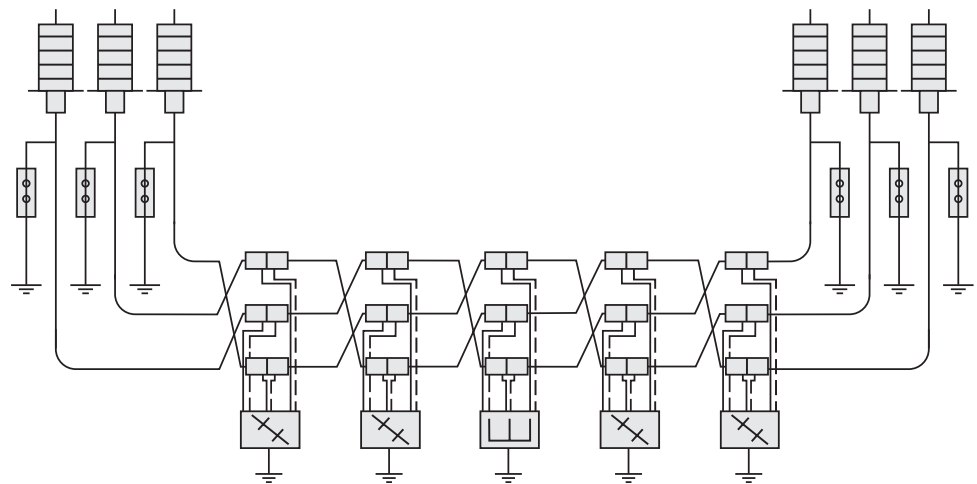
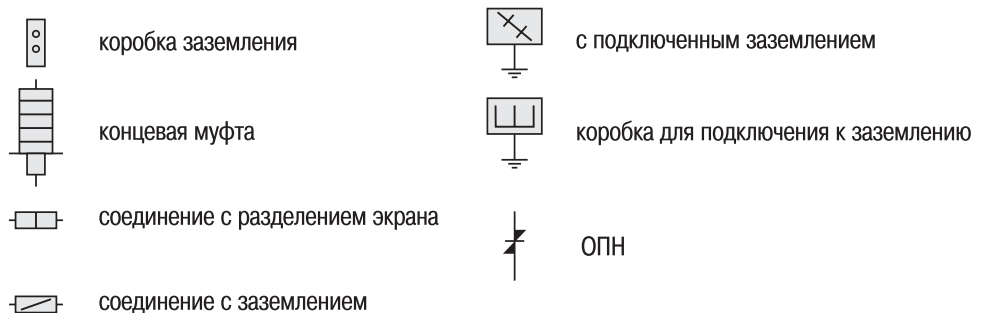


Рисунок 6.  
Транспозиции экранов



Условные обозначения для рисунков 6–9

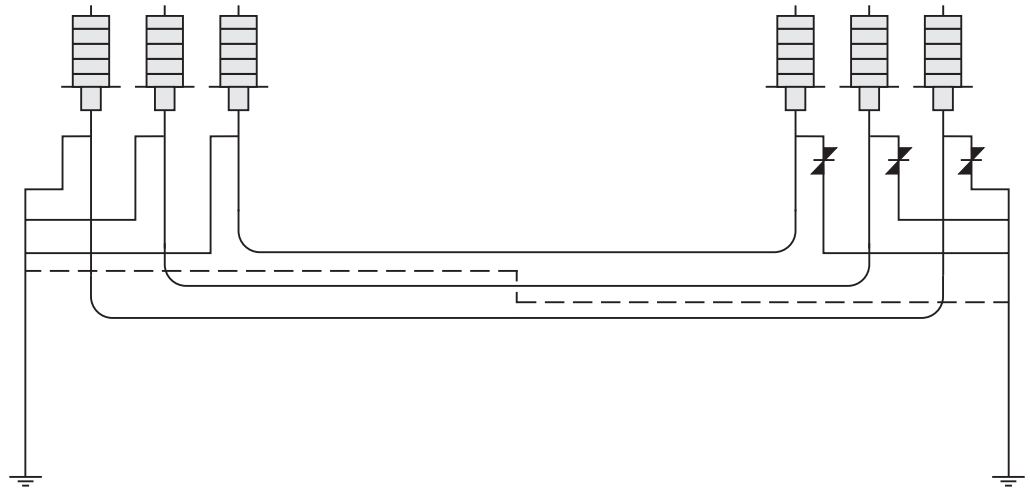


Рисунок 7.  
Электрическая схема линии с  
заземлением в одной точке

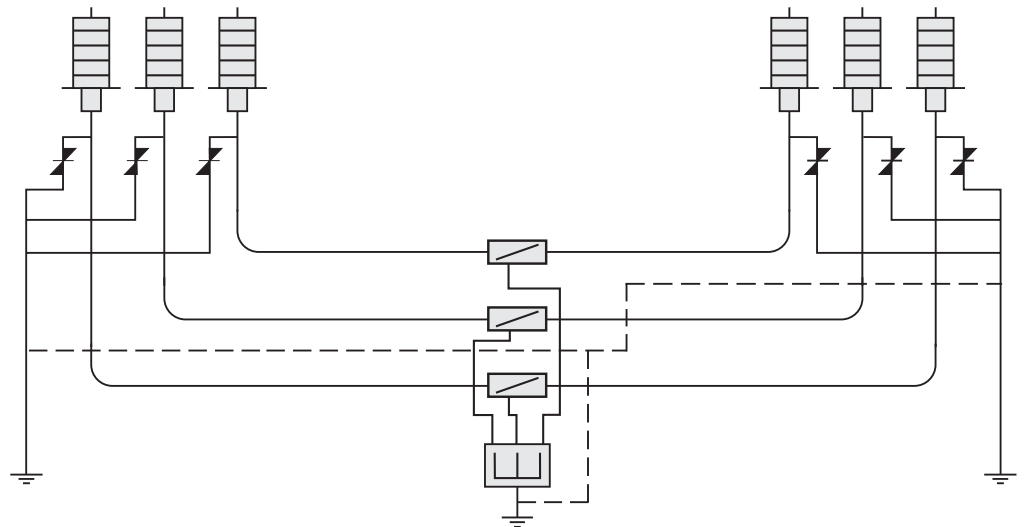


Рисунок 8.  
Электрическая схема линии с  
заземлением в средней точке

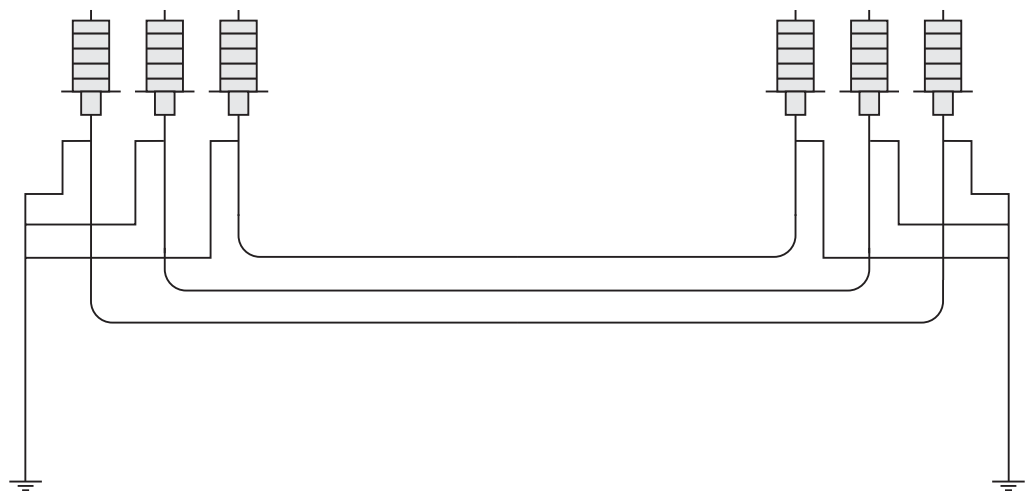


Рисунок 9.  
Электрическая схема линии с  
заземлением на обоих концах

При проектировании кабельной линии необходимо учитывать, что кабель и арматура должны выдерживать предполагаемые динамические и термические нагрузки при коротком замыкании.

Токи короткого замыкания механически нагружают не только кабель, но и арматуру. Вблизи от магистральных сетей и крупных электростанций значение динамической нагрузки при коротком замыкании имеет существенно большее значение, чем в более отдаленной части сети. В данном случае необходимо проверить динамическую прочность арматуры, а также крепление самого кабеля.

$$P = \frac{0,2}{S} I_{вд}^2 ; \text{ (Н / м)}$$

где:

$P$  – ударная сила

$S$  – расстояние между осями кабелей, мм

$I_{вд}$  –  $2,5 I_{к.з.}$  (кА) – ударный ток

## 2.7. Электрические характеристики кабелей

### Сопротивление жилы.

Сопротивление жилы постоянному току при температуре, отличной от 20 °С, рассчитывается по формуле:

$$R = R_{20} [1 + \alpha_{20} (t - 20^{\circ} C)];$$

где:

$R$  – сопротивление жилы при температуре  $t$ , Ом/км;

$R_{20}$  – сопротивление жилы при 20°С, Ом/км;

$t$  – температура жилы, °С;

$\alpha_{20}$  – коэффициент температурного удельного сопротивления при 20 °С, 1/°С;

для медных жил – 0,00393;

для алюминиевых жил – 0,00403.

Сопротивление жилы переменному току включает в себя сопротивление постоянному току и дополнительное сопротивление, создаваемое эффектом близости и скинэффектом, циркулирующими токами в металлическом экране или оболочке и вихревыми токами.

### Индуктивность.

Значение индуктивности одножильных кабелей рассчитывается при следующих условиях:

- при прокладке треугольником – кабели касаются друг друга;
- при прокладке в одной плоскости – кабели на расстоянии одного диаметра кабеля.

$$L = 0.1 + 0.2 \ln \frac{l - r}{r} ; \text{ мГн/км}$$

где:

$l$  – расстояние между центрами жил, мм.

$r$  – радиус жилы, мм.

**Емкость.**

Значения рабочей емкости кабелей являются средними значениями, основанными на измерениях и расчетах.

Значения зарядного тока действительны при температуре 20 °С, частоте 50 Гц и номинальном напряжении кабеля.

Значения емкости, зарядного тока и тока замыкания на землю не будет изменяться для кабелей СПЭ при увеличении температуры от 20 °С до максимально допустимой температуры жилы.

Значения электрических характеристик кабелей приведены в таблицах 21–22.

Таблица 21

Номи- нальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км		Индуктивность 1 км кабеля, мГн				Емкость 1 км кабеля, мкФ	
	110 кВ / 220 кВ		В плоскости		Треугольником		110 кВ	220 кВ
	AL жила	Cu жила	110 кВ	220 кВ	110 кВ	220 кВ		
	185	0,164	0,0991	0,63	-	0,44	-	0,137
240	0,125	0,0754	0,62	-	0,43	-	0,147	-
300	0,100	0,0601	0,61	-	0,42	-	0,158	-
400	0,0778	0,0470	0,59	0,64	0,40	0,45	0,180	0,134
500	0,0605	0,0366	0,58	0,62	0,39	0,44	0,194	0,142
630	0,0449	0,0283	0,57	0,60	0,37	0,42	0,210	0,152
800	0,0367	0,0221	0,55	0,58	0,36	0,40	0,226	0,165
1000	0,0291	0,0176	0,54	0,57	0,35	0,39	0,245	0,197
1200	0,0247	0,0151	0,53	0,56	0,35	0,38	0,264	0,209
1600	0,0186	0,0113	0,52	0,54	0,33	0,36	0,298	0,231

Таблица 22

Номи- нальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Сопротивление переменному току при 90 °С, Ом/км							
	110 кВ				220 кВ			
	В плоскости		Треугольником		В плоскости		Треугольником	
	AL жила	Cu жила	AL жила	Cu жила	AL жила	Cu жила	AL жила	Cu жила
185	0,177	0,113	0,161	0,098	-	-	-	-
240	0,163	0,105	0,148	0,091	-	-	-	-
300	0,148	0,096	0,134	0,083	-	-	-	-
400	0,122	0,081	0,106	0,067	0,141	0,108	0,107	0,073
500	0,101	0,070	0,085	0,054	0,132	0,101	0,096	0,065
630	0,086	0,063	0,069	0,045	0,118	0,091	0,081	0,055
800	0,074	0,057	0,056	0,038	0,102	0,081	0,066	0,045
1000	0,068	0,053	0,048	0,032	0,093	0,076	0,057	0,040
1200	0,064	0,050	0,043	0,028	0,087	0,073	0,052	0,036
1600	0,060	0,048	0,037	0,024	0,080	0,068	0,045	0,031



## 2.8. Допустимые усилия тяжения кабелей

При проектировании кабельной линии траса и строительные длины кабелей должны быть выбраны таким образом, чтобы при протяжке кабеля не было превышено допустимое усилие тяжения. Усилия, возникающие во время тяжения кабеля с многопроволочной алюминиевой жилой, не должны превышать  $30 \text{ Н/мм}^2$  номинального сечения жилы. Для кабеля с медной жилой это значение не должно превышать  $50 \text{ Н/мм}^2$ .

Для расчета усилия, возникающего в конце прямой трассы, применяют формулу:

### 1. Для трассы без разности уровней:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot L \cdot \mu, \text{ Н}$$

где:

$M$  – вес кабеля, кг;

$L$  – длина кабеля, м;

$\mu$  – коэффициент трения.

### 2. Для наклонной трассы:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot L \cdot (\mu \cdot \cos \beta \pm \sin \beta), \text{ Н}$$

где:

$\beta$  – угол наклона трассы (+ при протяжке кабеля вверх, – при протяжке кабеля вниз);

Если трасса имеет изгибы, то усилие тяжения увеличивается на коэффициент, зависящий от угла изгиба и коэффициента трения.

$$F_E = F_A \cdot e^{\mu \cdot \alpha}, \text{ Н}$$

где:

$F_E$  – усилие тяжения на выходе изгиба;

$F_A$  – усилие тяжения на входе изгиба;

$\alpha$  – угол изгиба.

Для расчета применяют следующие значения коэффициента трения  $\mu$ :

При протяжке по роликам – 0,20–0,30;

При протяжке в бетонные блоки – 0,40–0,60;

При протяжке в пластмассовые трубы:

при использовании смазки – 0,10–0,20;

при поливании водой – 0,15–0,25;

при использовании воды и смазки: 0,10–0,20.

**2.9. Наружный диаметр и масса кабелей**

Номинальное сечение жилы и экрана, расчетный наружный диаметр и расчетная масса 1 км одножильных кабелей указаны в таблице 23.

Таблица 23

Напряжение и марка кабеля	Ном. сечение жилы (экрана), мм <sup>2</sup>	Наружный диаметр, мм		Масса 1 км кабеля, кг				
		110 кВ	220 кВ	Алюминиевая жила		Медная жила		
				110 кВ	220 кВ	110 кВ	220 кВ	
110 кВ АПвПг, ПвПг	185 (95)	62,2	-	3 816	-	4 984	-	
	240 (95)	64,4	-	4 111	-	5 626	-	
	300 (120)	67,3	-	4 679	-	6 573	-	
	350 (120)	68,5	-	4 924	-	7 133	-	
	400 (120)	69,0	96,95	4 967	8 798	7 492	11 290	
	500 (120)	71,7	99,70	5 457	9 341	8 613	12 461	
	220 кВ АПвПу2г ПвП2г	630 (150)	75,4	102,89	6 285	10 014	10 262	13 946
		800 (185)	79,9	106,97	7 350	10 879	12 400	15 878
		1000 (185)	84,3	109,56	8 202	11 514	14 520	18 017
1200 (185)		88,3	113,33	9 026	12 423	16 598	20 226	
1600 (185)		95,5	120,02	10 753	14 162	21 220	24 566	
110 и 220 кВ АПвП2г, ПвП2г	185 (95)	64,0	-	3 938	-	5 106	-	
	240 (95)	66,6	-	4 276	-	5 791	-	
	300 (120)	69,1	-	4 811	-	6 705	-	
	350 (120)	71,2	-	5 100	-	7 310	-	
	400 (120)	70,7	92,95	5 142	8 798	7 667	11 290	
	500 (120)	73,5	95,70	5 597	9 341	8 753	12 461	
	630 (150)	77,6	98,89	6 477	10 014	10 454	13 946	
	800 (185)	82,1	102,97	7 553	10 879	12 604	15 878	
	1000 (185)	86,1	105,56	8 365	11 514	14 683	18 017	
	1200 (185)	90,1	109,33	9 197	12 423	16 769	20 226	
110 и 220 кВ АПвВ ПвВ	185 (95)	62,2	-	4 073	-	5 241	-	
	240 (95)	64,4	-	4 378	-	5 893	-	
	300 (120)	67,3	-	4 976	-	6 870	-	
	350 (120)	68,5	-	5 228	-	7 437	-	
	400 (120)	69,0	90,03	5 269	9 099	7 794	11 591	
	500 (120)	71,7	92,78	5 793	9 653	8 949	12 773	
	630 (150)	75,4	95,97	6 638	10 338	10 797	14 269	
	800 (185)	79,9	100,05	7 747	11 218	14 962	16 217	
	1000 (185)	84,3	102,64	8 644	11 864	14 962	18 366	
	1200 (185)	88,3	160,41	9 514	12 788	17 086	20 591	
	1600 (185)	95,5	113,1	11 290	14 552	21 635	24 957	
110 кВ АПвВнг ПвВнг	185 (95)	62,2	-	4 129	-	5 297	-	
	240 (95)	64,4	-	4 435	-	5 951	-	
	300 (120)	67,3	-	5 041	-	6 935	-	
	350 (120)	68,5	-	5 294	-	7 504	-	
	400 (120)	69,0	94,03	5 335	9 814	7 860	12 306	
	500 (120)	71,7	96,78	5 866	10 384	9 022	13 505	
	220 кВ АПвВу ПвВу	630 (150)	75,4	99,97	6 715	11 089	10 423	15 020
		800 (185)	79,9	104,05	7 833	11 993	12 058	16 992
		1000 (185)	84,3	106,64	8 740	12 654	15 058	19 156
		1200 (185)	88,3	110,41	9 619	13 599	17 191	21 402
		1600 (185)	95,5	117,10	11 402	15 400	21 743	25 805

## 2.10. Применяемая тара

Кабели поставляются на обшитых деревянных или металлических барабанах. Размеры деревянных барабанов приведены в таблице 24.

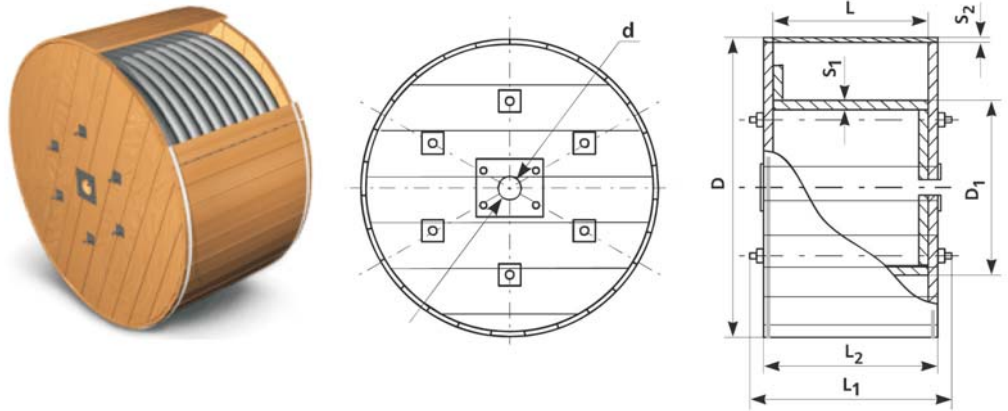


Рисунок 10:  
Кабельный барабан

Таблица 24

Тип барабана	26	30	32
Диаметр щеки $D$ , мм	2650	3000	3200
Диаметр шейки $D_1$ , мм	1500	1800	2000
Длина шейки $L$ , мм	1500	1800	1990
Диаметр осевого отверстия $d$ , мм	120	120	120
Вес барабана, кг	1450	2380	3000

Расчетная длина кабеля на барабане (в метрах) – в таблице 25.

Таблица 25

Диаметр кабеля, мм	Тип барабана		
	26	30	32
60	1220	1800	2050
70	900	1325	1510
80	690	1015	1155
90	545	800	915
100	440	650	740
110	-	535	610
120	-	450	515

### 3. Инструкция по хранению кабелей, кабельной арматуры

#### 3.1. Введение

- 3.1.1 Настоящая инструкция определяет требования по хранению кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110–220 кВ, а также муфт и материалов у Заказчика.
- 3.1.2 Кабели поставляются Заказчику на деревянных или металлических барабанах. Монтажные комплекты муфт поставляются в картонных коробках, изоляторы концевых муфт и изоляционное масло – в деревянных ящиках.

---

#### 3.2. Общие указания

- 3.2.1 Заказчик обязан по прибытии кабеля и комплектующих поставить в известность об этом предприятие – изготовитель кабеля или его представителя.
- 3.2.2 Заказчик обязан назначить лицо, ответственное за хранение кабеля и комплектующих, завести специальный журнал осмотра кабельной продукции с указанием даты прибытия и замечаний по целостности тары и упаковки. При периодических осмотрах записывается: дата проведения осмотра, температура окружающего воздуха, обнаруженные неисправности и принятые меры по их устранению.
- 3.2.3 При обнаружении повреждений необходимо проинформировать и при необходимости вызвать представителя предприятия-изготовителя.
- 3.2.4 Для хранения кабеля должна быть выделена специальная площадка без уклона, доступ посторонних лиц на которую не допускается. Кабельная арматура и материалы должны храниться в сухом, закрытом помещении при положительной температуре.
- 3.2.5 Ответственность за ненадлежащее хранение кабеля и комплектующих несет Заказчик.

---

#### 3.3. Хранение кабеля

- 3.3.1 При хранении кабель должен быть защищен от механических воздействий, солнечных лучей, атмосферных осадков, паров кислот, щелочей и других агрессивных сред, вредно действующих на кабель и тару.
- 3.3.2 Для предохранения кабеля от возможных повреждений при хранении и транспортировке барабаны должны быть обшиты сплошным рядом досок.
- 3.3.3 Кабель на барабанах должен храниться в закрытых помещениях или под навесом. Допускается хранение на открытых площадках до 6 месяцев, в этом случае барабаны сверху должны быть обшиты железом, рубероидом или брезентом не менее чем на половину окружности.
- 3.3.4 Барабаны с кабелем устанавливаются без толчков и ударов на бруски, не проминающие обшивку.
- 3.3.5 Осмотр кабеля на барабанах производится регулярно, не реже одного раза в 15 дней.

---

#### 3.4. Хранение арматуры

- 3.4.1 Ящики и коробки с монтажными комплектами должны храниться в сухом, закрытом помещении, в заводской упаковке. Хранение в складских отапливаемых помещениях должно производиться на расстоянии не менее 1 метра от отопительных приборов.
- 3.4.2 Ящики и коробки с монтажными комплектами хранить не более чем в два яруса, и ящики с большей массой должны быть внизу. Не допускается хранение на боку или вверх дном.
- 3.4.3 Между рядами ящиков должны быть оставлены проходы для осмотра. Осмотр арматуры производится в сроки, указанные в п. 3.3.5.
- 3.4.4 При осмотре обращать внимание на целостность тары, отсутствие следов масла из банок и канистр, упакованных в ящиках.
- 3.4.5 При обнаружении повреждений тары или следов масла произвести вскрытие ящика и детальный осмотр. При необходимости произвести ремонт, а также поставить в известность завод-изготовитель.



## 4. Инструкция по прокладке кабелей

### 4.1. Введение

- 4.1.1 Настоящая инструкция составлена на технологический процесс прокладки кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110–220 кВ, предназначенных для передачи и распределения электрической энергии.
- 4.1.2 Данные кабели могут прокладываться в тоннелях, галереях и в земле (в траншеях), способ их прокладки определяется проектом кабельной линии.
- 4.1.3 Требования инструкции должны учитываться при составлении проектной документации на кабельную линию, а также при составлении проекта производства электромонтажных работ (ППР).
- 4.1.4 Все операции в инструкции указаны на прокладку одной строительной длины кабеля.

### 4.2. Общие указания

- 4.2.1 Прокладка кабеля должна выполняться специализированной монтажной организацией, имеющей лицензию, соответствующее оборудование, приспособления, инструменты, материалы и квалифицированных специалистов, имеющих опыт работ по прокладке кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.
- 4.2.2 Прокладку кабеля разрешается выполнять после окончания строительных работ и приемки кабельной трассы на соответствие проектной документации при наличии ППР, согласованного с предприятием – изготовителем кабеля.
- 4.2.3 На время монтажных работ кабельной линии должен быть назначен ответственный руководитель от монтажной организации и руководитель шефмонтажа от предприятия – изготовителя кабеля.
- 4.2.4 До прокладки кабеля должны быть:
  - установлены опорные стойки для концевых муфт и крепления для кабельных вводов;
  - подготовлены проходы для ввода в здания через фундаменты и стены и вставлены асбоцементные или поливинилхлоридные трубы;
  - спланировано дно траншеи и удалены камни и посторонние предметы из траншеи;
  - сделана подсыпка толщиной 100 мм на дне траншеи или в лотке песчано-гравийной смесью, не содержащей камней, строительного мусора, шлака;
  - заготовлена песчано-гравийная смесь (песок с размером зерен не более 2 мм и гравий с размером частиц 5–15 мм в соотношении 1 : 1) и железобетонные плиты для перекрытия от механических повреждений;
  - на подходах к концевым и соединительным муфтам необходимо предусмотреть уширение траншеи для зигзагообразной укладки кабеля и обеспечения его запаса.



Фото:  
Процесс прокладки кабеля

- 4.2.5 При прокладке кабеля в земле без лотков ширина дна траншеи должна быть не менее 0,8 м для одноцепной и не менее 1,4 м для двухцепной кабельной линии (рисунок 11: а, б). При прокладке в лотках типа Л2 ширина дна траншеи должна быть 1,45 м и 2,2 м соответственно (рисунок 11: в, г). Глубина траншеи должна быть не менее 1,5 м до кабеля. Допускается прокладка на глубину до 0,6 м при обеспечении механической защиты кабеля.

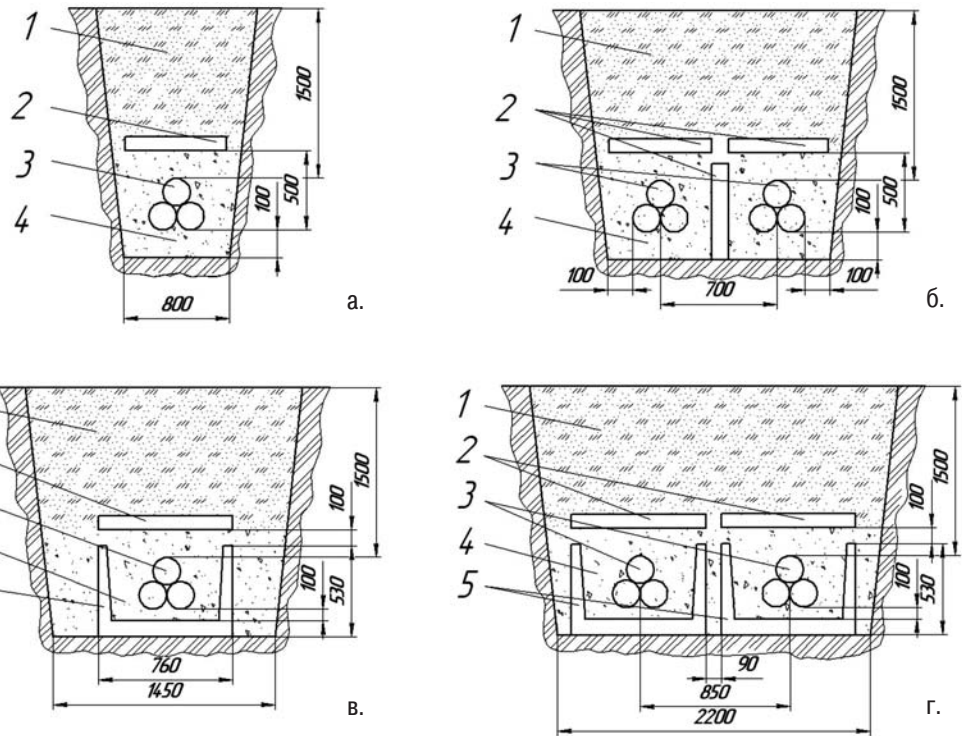
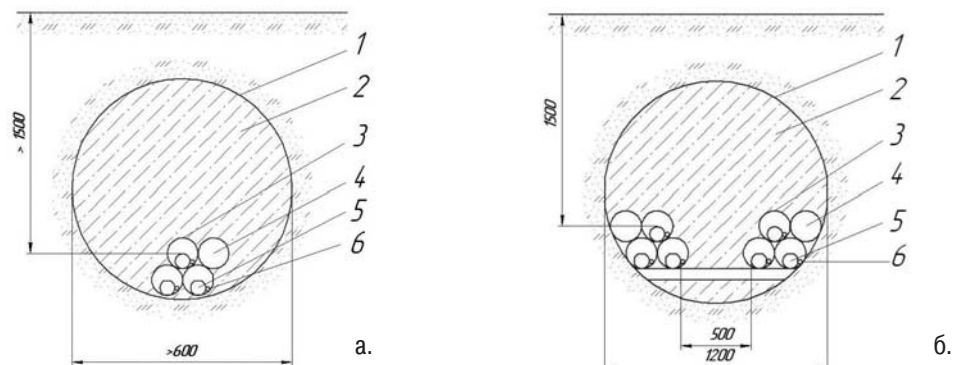


Рисунок 11 а, б, в, г:  
 Примеры прокладки кабелей в траншеях:  
 1 – засыпной грунт;  
 2 – железобетонная плита;  
 3 – кабель;  
 4 – песчано-гравийная смесь;  
 5 – железобетонный лоток.

- 4.2.6 При прокладке в земле двухцепной кабельной линии между собой линии должны быть разделены железобетонными плитами (рисунок 11 б).
- 4.2.7 При пересечении с другими коммуникациями кабель одной фазы должен прокладываться в отдельной асбоцементной или пластмассовой трубе с внутренним диаметром не менее  $1,5 D_H$ , где  $D_H$  – наружный диаметр кабеля. Применение труб из материалов, имеющих свойство намагничивания, не допускается.
- 4.2.8 При прокладке кабеля под железными дорогами, трамвайными путями, шоссейными магистралями асбоцементные и пластмассовые трубы должны быть уложены в металлической трубе диаметром не менее 600 мм для одноцепной и не менее 1200 мм для двухцепной кабельной линии (рисунок 12). Свободное пространство металлической трубы заполняется обедненным бетоном.

Рисунок 12 а, б:  
 Прокладка кабеля под железными дорогами, трамвайными путями, шоссейными магистралями:  
 1 – металлическая труба;  
 2 – бетон;  
 3 – асбоцементная или пластиковая труба;  
 4 – резервная труба;  
 5 – кабель;  
 6 – заземляющий провод.



- 4.2.9 Асбоцементные или пластмассовые трубы должны укладываться прямолинейно с уклоном не менее 0,2 % в направлении прокладки для предохранения от скопления в них воды. Соединения труб должны быть обработаны для предотвращения механических повреждений оболочки кабеля.
- 4.2.10 На участках с сыпучими или влажными грунтами стенки траншеи необходимо раскрепить щитами высотой на 200 мм выше уровня траншеи.
- 4.2.11 Перед прокладкой в тоннеле (галерее) должны быть установлены металлоконструкции под кабель, соединительные муфты и каркасы противопожарных перегородок. Сварка в тоннеле (галерее) после прокладки кабеля не допускается. Кирпичная кладка перегородок может быть выполнена после прокладки кабеля.
- 4.2.12 Конструкции крепления кабеля должны устанавливаться на расстоянии не более 1,0 м друг от друга. Проходы кабеля в перегородках и стенах выполняются в асбоцементных или пластмассовых трубах.
- 4.2.13 Площадки для установки барабанов с кабелем и тяговой лебедки должны быть подготовлены и спланированы.
- 4.2.14 Прокладка кабеля должна производиться при помощи проволочного кабельного чулка, закрепленного на оболочке бандажом, или за жилу при помощи клинового захвата.
- 4.2.15 Допустимое усилие тяжения для кабелей с медной жилой не должно превышать  $50 \text{ Н/мм}^2$  ( $5 \text{ кгс/мм}^2$ ), для кабеля с алюминиевой жилой –  $30 \text{ Н/мм}^2$  ( $3 \text{ кгс/мм}^2$ ).
- 4.2.16 Минимальный радиус изгиба кабелей при прокладке должен быть не менее  $15 D_H$ , где  $D_H$  – наружный диаметр кабеля. При монтаже с применением шаблона и предварительного прогрева кабеля до  $30^\circ\text{C}$  допускается радиус изгиба не менее  $7,5 D_H$  (у концевых муфт).
- 4.2.17 Кабель по трассе следует укладывать с запасом по длине, достаточным для компенсации температурных деформаций, а также возможных смещений почвы. Укладывать запас кабеля в виде колец запрещается.
- 4.2.18 Прокладка кабеля должна вестись бригадой под руководством ответственного руководителя в присутствии шефинженера. Ориентировочный состав бригады при прокладке – 10 человек.

#### **4.3. Указания мер безопасности**

- 4.3.1 При прокладке кабеля следует руководствоваться действующими правилами по технике безопасности, строительными нормами и правилами (СНиП), а также отраслевыми правилами, нормами и инструкциями по безопасным методам производства работ.
- 4.3.2 При погрузке и разгрузке барабанов с кабелем, оборудования и приспособлений должны соблюдаться правила техники безопасности при работе с грузоподъемными механизмами.
- 4.3.3 Перевозка барабанов может осуществляться в кузове автомобиля, на прицепе или трейлере. Барабаны при этом должны быть установлены в специальной клетке и надежно закреплены. Перевозка барабанов плашмя запрещена.
- 4.3.4 Барабаны с кабелем должны устанавливаться на домкраты с соответствующей грузоподъемностью.
- 4.3.5 Не разрешается рабочим находиться внутри угла поворота, а также направлять и оттягивать прокладываемый кабель руками.
- 4.3.6 При прокладке кабеля через трубы или проемы не разрешается поддерживать кабель на расстоянии менее одного метра от торца трубы.
- 4.3.7 Персонал, производящий подготовительные работы или занимающийся прокладкой кабеля, должен пройти соответствующий инструктаж.

#### 4.4. Подготовительные работы

Фото:  
Процесс прокладки кабеля



- 4.4.1 Подготовить оборудование, приспособления и инструмент для прокладки кабеля (Приложение 1).
- 4.4.2 Проверить записи, которые велись при хранении барабанов в соответствии с инструкцией завода-изготовителя по хранению кабеля.
- 4.4.3 Доставить и установить на трассе барабаны с кабелем, механизмы и приспособления для прокладки в соответствии с ППР.
- 4.4.4 Барабаны установить так, чтобы при размотке кабель сходил сверху. При необходимости произвести подтяжку гаек на шпильках крепления барабана.
- 4.4.5 По трассе между барабаном и лебедкой установить рольганги, линейные и угловые ролики так, чтобы кабель, провисая при прокладке, не терся о различные поверхности.
- 4.4.6 Рольганги, обеспечивающие спуск кабеля с барабана, должны быть не меньше ширины барабана. Ролики не должны иметь острых граней и заусенцев, которыми можно повредить наружную оболочку кабеля. Ролики должны легко вращаться.
- 4.4.7 На углах поворота трассы установить и надежно закрепить угловые ролики. На входе и выходе асбоцементных или пластмассовых труб установить направляющие ролики или воронки.
- 4.4.8 Тяговую лебедку с устройствами, регистрирующими усилие и скорость тяжения, установить под углом 5–10° к оси траншеи и надежно закрепить.
- 4.4.9 Контрольное устройство должно иметь приспособление для автоматического отключения лебедки при превышении допустимого усилия тяжения.
- 4.4.10 Установить телефонную или УКВ связь между местами расположения лебедки, барабанов, поворотов трассы, трубных переходов, а также сопровождением конца кабеля.
- 4.4.11 Установить барабан с кабелем на домкраты, снять обшив, убрать гвозди из щек барабанов, которые могут повредить кабель, а также мешать торможению барабана.
- 4.4.12 Проверить крепление нижнего конца кабеля, при необходимости закрепить его дополнительно.
- 4.4.13 Установить тормозное устройство для регулирования скорости вращения барабана и исключения провиса витков кабеля на барабане.
- 4.4.14 При тяжении кабеля проволочным чулком произвести его установку на кабель и надежно закрепить бандажами. Необходимо обеспечить герметизацию кабеля от проникновения воды под оболочку и в токопроводящую жилу.
- 4.4.15 При тяжении кабеля за жилу произвести монтаж кабельного захвата соответственно для многопроволочной или сплошной жилы. Необходимо обеспечить надежную герметизацию кабеля от проникновения воды под оболочку и в токопроводящую жилу.
- 4.4.16 При наличии трубных переходов прочистить и проверить трубы калибром на проходимость кабеля.
- 4.4.17 Растянуть трос тяговой лебедки по трассе и присоединить через вертлюг к кабельному захвату или проволочному чулку.



#### 4.5. Прокладка кабеля

- 4.5.1 Расставить рабочих для протяжки кабеля после инструктажа по примерной схеме:
- на тормозном устройстве – 1 человек;
  - сход кабеля с барабана – 1 человек;
  - спуск кабеля в траншею (вход в тоннель) – 1 человек;
  - сопровождение конца кабеля – 2 человека;
  - на лебедке – 2 человека;
  - на каждом углу поворота – по 1 человеку;
  - на входе в трубный переход, в здание – 1 человек;
  - на прямом участке, выходе из трубы – по необходимости;
- 4.5.2 Руководитель работ сопровождает кабель и дает команду на включение лебедки после опробования связи с членами бригады. Команду «СТОП» на отключение лебедки может дать любой, заметивший неполадки при протяжке.
- 4.5.3 Скорость прокладки не должна превышать 18 м/мин. и зависит от состояния и сложности кабельной трассы.
- 4.5.4 Барабан подтормаживать так, чтобы не создавать чрезмерных усилий и не было набегания и большого провиса витков кабеля. При ослаблении нижнего конца кабеля остановить прокладку и перекрепить кабель.
- 4.5.5 При спуске кабеля в траншею или при входе в тоннель следить, чтобы кабель сходил по ролям и роликам, не терся о стенки и при входе в трубу, оболочка кабеля не повредилась.
- 4.5.6 Сопровождающие конец кабеля при необходимости поправляют ролики по линии натяжения троса, направляют конец кабеля специальным крюком на ролики, в трубные переходы. Запрещается поправлять руками за трос направление движения кабеля.
- 4.5.7 На лебедке один из рабочих следит за работой лебедки и выполняет команды на включение – выключение, второй следит за намоткой и раскладкой троса.
- 4.5.8 В случае, если усилие тяжения превышает допустимую величину, необходимо принять меры по устранению возможного залипания, задира наружных покровов кабеля – пролив воды в трубные переходы, смазка допустимыми составами, промежуточная подтяжка кабеля и т.п.
- 4.5.9 Вытянуть конец кабеля в сторону протягивания так, чтобы оба конца при укладке по проекту были достаточными для монтажа муфт, а верхний конец кабеля отрезан длиной не менее 2 метров.
- 4.5.10 Отсоединить трос тяговой лебедки, снять проволочный чулок или разобрать кабельный захват. Проверить состояние капы под чулком и при необходимости (после демонтажа захвата) усадить капу.
- 4.5.11 Снять кабель с роликов, уложить и закрепить его по проекту, завести концы кабеля под монтаж муфт и закрепить.
- 4.5.12 После прокладки кабелей произвести присыпку песчано-гравийной смесью толщиной не менее 100 мм и провести испытание оболочки кабеля и встроенного оптоволоконного модуля.
- 4.5.13 Оболочка строительной длины кабеля должна выдержать испытание постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 минуты. Напряжение прикладывается между металлическим экраном кабеля и землей (штырь, вбитый в землю).
- 4.5.14 В случае, если оболочка не выдержала испытание, необходимо найти место повреждения и определить возможность и способ ремонта оболочки. Для ремонта оболочек рекомендуется применять термоусаживаемые манжеты типа CRSM или RFSM, ленты RULLE или ЛЭТСАР ЛП.
- 4.5.15 После ремонта провести повторные испытания оболочки кабеля постоянным напряжением.
- 4.5.16 Концы кабелей после испытаний загерметизировать капами и термоусаживаемыми трубками.
- 4.5.17 Кабель по всей длине трассы присыпать песчано-гравийной смесью, уложить механическую защиту и составить акт на скрытые работы.

#### 4.6. Прокладка кабеля при низких температурах

- 4.6.1 Кабели могут быть проложены без предварительного прогрева при температуре воздуха не ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ . Допускается прокладка кабелей с полиэтиленовой оболочкой с предварительным нагревом при температуре не ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , кабелей с поливинилхлоридной оболочкой не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ .
- 4.6.2 Для подогрева барабанов с кабелем должен быть сооружен тепляк с обогревом печами или тепловоздуховками.
- 4.6.3 Обшив с барабана при прогреве должен быть снят. Продолжительность прогрева кабеля на барабане в тепляке при температуре  $25\text{--}40^{\circ}\text{C}$  не менее 24 часов. Контроль температуры производится термометром, установленным на витках кабеля, при постоянном дежурстве.
- 4.6.4 Прокладка кабеля производится в сжатые сроки, непосредственно из тепляка, оборудованного завесой из мягкого материала. Подогрев кабеля на барабане должен продолжаться до окончания прокладки.
- 4.6.5 После прокладки кабель уложить согласно проекту, после прокладки трех фаз произвести засыпку песчано-гравийной смесью. Не допускается засыпка линии комьями мерзлой земли и грунтом, содержащим большие камни.

#### 4.7. Арматура для монтажа кабельных линий

Надежность кабельных линий в значительной степени определяется арматурой, которая применяется для монтажа кабельных линий. При проектировании требуется уделять большое внимание не только выбору кабеля, но и выбору арматуры. Надежность работы кабельных линий зависит не только от качества кабеля, а также от качества произведенного монтажа.

ООО «Камский кабель» имеет возможность произвести поставку комплектно с кабелем полного набора арматуры – соединительных, концевых муфт, элегазовых вводов в ячейки КРУЭ и кабельных вводов в трансформатор, а также осуществить шефмонтаж кабельных линий. Кабель укомплектовывается арматурой зарубежных фирм: «CCC GmbH» (Германия), «PFISTERER» (Швейцария), «Tusco Electronics» (Германия), «G&W Electric Company», (США).

Фото:  
Монтаж соединительной муфты.  
Открытое распределительное устройство





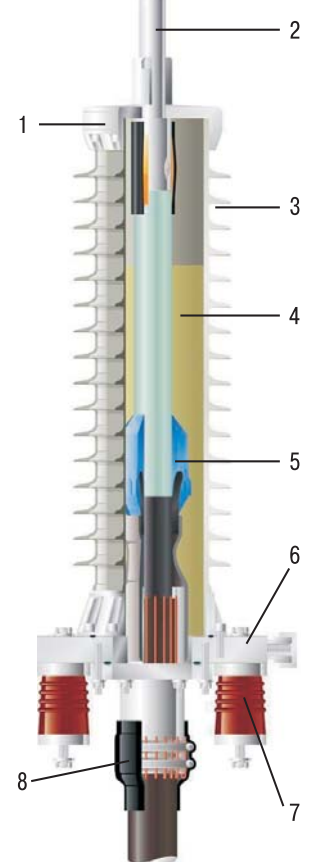
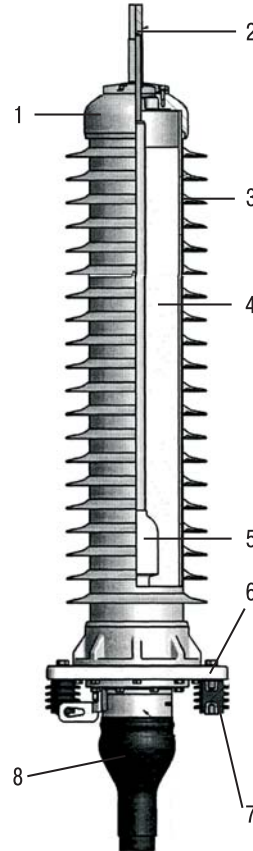
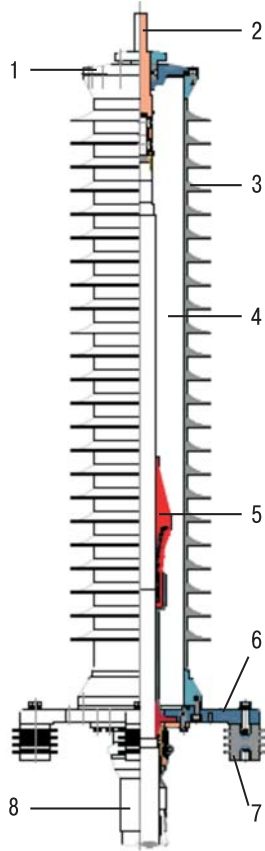
**4.7.1 Муфты для кабелей с СПЭ изоляцией**

**4.7.1.1 Концевые муфты**

«CCC GmbH» (Германия)

«PFISTERER» (Швейцария)

«Tyco Electronics» (Германия)



Обозначения:

- 1. Верхняя крышка.
- 2. Токывывод.
- 3. Изолятор.
- 4. Изоляционное масло.
- 5. Стресскон.
- 6. Опорная плита.
- 7. Опорные изоляторы.
- 8. Корпус муфты.

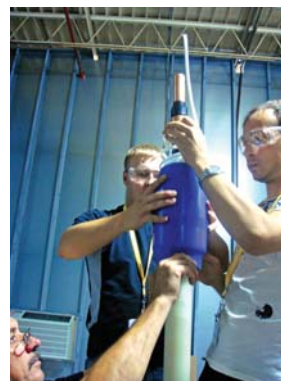


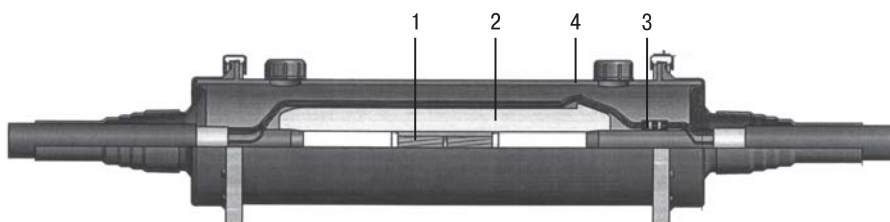
Фото:  
Монтаж концевой муфты

#### 4.7.1.2 Соединительные муфты

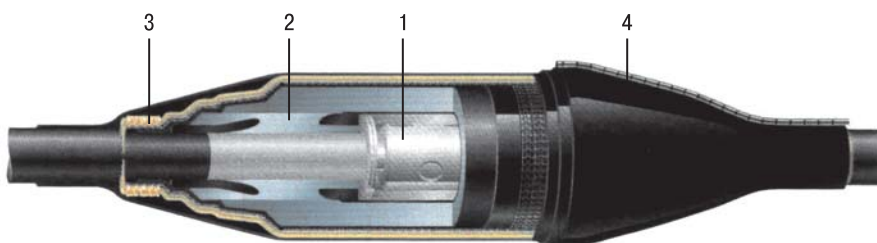
«CCC GmbH» (Германия)



«PFISTERER» (Швейцария)



«Тусо Electronics» (Германия)

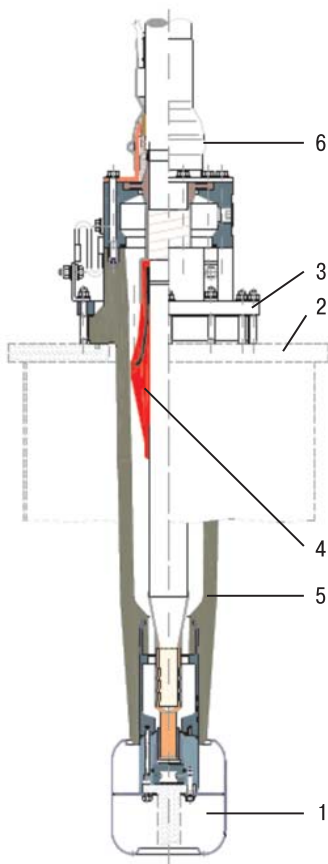


Обозначения:

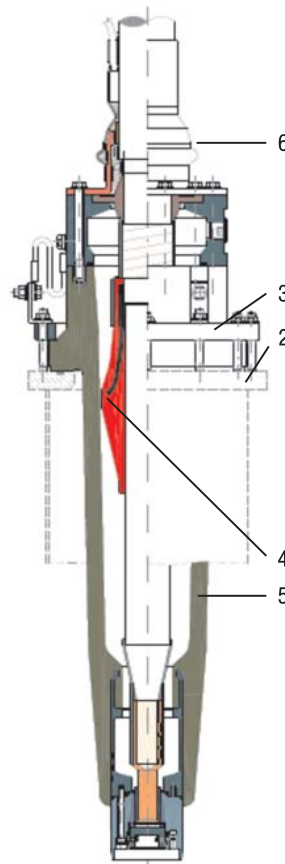
- 1 – соединительная гильза;
- 2 – стресскон;
- 3 – соединение экранов;
- 4 – внешняя защита.

#### 4.7.1.3 Элегазовые вводы в ячейки КРУЭ и кабельные вводы в трансформатор

Элегазовый ввод в ячейку КРУЭ  
«CCC GmbH» (Германия)



Кабельный ввод в трансформатор  
«CCC GmbH» (Германия)



Обозначения:

- 1 - экран токовывода;
- 2 - опорная плита;
- 3 - пружинное кольцо;
- 4 - стресскон;
- 5 - изолятор;
- 6 - корпус.

## 5. Инструкция по эксплуатации кабельных линий

### 5.1. Введение

Настоящая инструкция дает рекомендации по эксплуатации кабельных линий, выполненных с применением кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110–220 кВ.

### 5.2. Указания мер безопасности

Эксплуатация кабельных линий должна осуществляться с соблюдением действующих правил эксплуатации электроустановок.

### 5.3. Общие положения

- 5.3.1 Кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии при номинальном напряжении 110 или 220 кВ частоты 50 Гц в трехфазных сетях с заземленной нейтралью и прямой связью с воздушной линией или без нее на трассах с неограниченной разностью уровней.
- 5.3.2 Кабели должны быть проложены в соответствии с действующими «Правилами устройств электроустановок» применительно к маслonaполненным кабелям низкого давления и технической документацией, согласованной и утвержденной в установленном порядке.
- 5.3.3 Кабели предназначены для эксплуатации в стационарном режиме при температуре окружающей среды от + 50 °С до – 50 °С. При прокладке на воздухе кабели должны быть защищены от воздействия солнечной радиации.
- 5.3.4 Монтаж кабелей и арматуры должен производиться в соответствии с технической документацией, утвержденной в установленном порядке.
- 5.3.5 Длительно допустимая температура токопроводящих жил не должна превышать 90 °С.
- 5.3.6 Допустимая температура токопроводящих жил при перегрузках в течение 100 часов в год и максимально в течение 1 000 часов за срок службы кабеля не должна превышать 130 °С.
- 5.3.7 Кратковременно допустимая температура токопроводящих жил при коротком замыкании длительностью до 5 секунд не должна превышать + 250 °С.
- 5.3.8 После прокладки и монтажа кабельной линии перед вводом в эксплуатацию каждая фаза должна выдержать испытание переменным напряжением  $2U_0$  для кабелей на напряжение 110 кВ и переменным напряжением  $1,7U_0$  для кабелей на напряжение 220 кВ одной из частот в диапазоне от 20 до 300 Гц в течение 1 часа или номинальным напряжением  $U_0$  в течение 24 часов, приложенным между жилой и металлическим экраном.
- 5.3.9 Оболочка кабеля после прокладки должна быть испытана постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 минуты, приложенным между металлическим экраном и заземлителем.

### 5.4. Обходы и осмотры кабельных линий

- 5.4.1 Обходы и осмотры кабельных линий производятся с целью своевременного обнаружения каких-либо изменений, возникающих на трассах линий, а также для наблюдения за состоянием кабельной арматуры.
- 5.4.2 Осмотры кабельных линий производятся перед включением их в эксплуатацию, периодически во время эксплуатации и после ремонтных работ. Внеочередные осмотры производятся после аварийного отключения кабельной линии.
- 5.4.3 При осмотрах линий необходимо следить, чтобы возле трассы не проводились работы, несогласованные с эксплуатирующей организацией, на трассе не было провалов грунта и всего

того, что может привести к механическому повреждению кабеля.

- 5.4.4 При осмотрах концевых муфт необходимо обращать внимание на подтеки изоляционного масла через уплотнения, состояние изолятора и его загрязненность, целостность опорных изоляторов и заземлений.
- 5.4.5 Результаты осмотра кабельной линии записываются в журнал обхода и осмотра трассы (приложение 5).
- 5.4.6 Осмотры трасс и сооружений кабельных линий производятся в следующие сроки:
  - 5.4.6.1 Трассы линий, проложенных в земле, – 2 раза в месяц.
  - 5.4.6.2 Трассы линий, проложенных в туннеле, галерее, – 1 раз в три месяца.
  - 5.4.6.3 Концевые муфты в течение первого месяца эксплуатации – ежедневно, в течение последующей эксплуатации – 2 раза в месяц.
- 5.4.7 При обнаружении дефектов, представляющих опасность для линии и аварийного выхода ее из строя, проводящий осмотр обязан немедленно поставить в известность об этом руководство эксплуатирующей организации.
- 5.4.8 Дефекты, не представляющие непосредственной опасности для кабельной линии, должны быть записаны в журнал и устранены в обоснованные сроки с оформлением соответствующей записи в журнале.
- 5.4.9 Данные о нагрузках и температурах окружающей среды при обходе должны быть записаны в журнале обхода.
- 5.4.10 Измерение сопротивления заземляющего провода и испытание оболочки напряжением постоянного тока должно проводиться в следующие сроки: перед вводом линии в эксплуатацию, через год после ввода и затем через каждые три года.
- 5.4.11 Сведения об эксплуатации кабельных линий, отмеченные недостатки и замечания



Фото:  
Россия, город Пермь

Приложение 1 (рекомендуемое)

**Список оборудования, приспособлений и инструмента для прокладки кабеля**

№ п/п	Наименование	Един. изм.	Кол-во
1	Лебедка с электроприводом или двигателем внутреннего сгорания с достаточной канатоемкостью	шт.	1
2	Устройство для контроля и регистрации усилий тяжения	шт.	1
3	Безосевой кабельный домкрат	шт.	2
4	Вертлюг	шт.	1
5	Кабельный захват или проволочный чулок	шт.	1
6	Тормозное приспособление	шт.	1
7	Ролики линейные	шт.	по проекту
8	Рольганги разной высоты	шт.	по проекту
9	Ролики угловые	шт.	по проекту
10	Ролики направляющие	шт.	по проекту
11	Переговорное устройство, радиостанции	шт.	по проекту
12	Набор инструментов для кабельных работ	к-т	1
13	Набор гаечных ключей	к-т	1
14	Набор отверток	к-т	1
15	Лом	шт.	1
16	Гвоздодер	шт.	1
17	Топор	шт.	1
18	Ножовка по дереву	шт.	1
19	Ножовка по металлу	шт.	1
20	Молоток (500 г)	шт.	1
21	Горелка газовая и баллон с пропаном	к-т	1
22	Рулетка (5 – 10 метров)	шт.	1
23	Аптечка	шт.	1
24	Материалы для ремонта оболочки кабеля и капы (при необходимости)	к-т	по проекту



### Перечень веществ, вредно действующих на оболочку кабеля

В перечне приведены данные о вредных веществах, неудовлетворительно действующих на оболочку кабелей из полиэтилена высокой плотности при отсутствии внутреннего давления внешних механических воздействий и температурах 20 °С и 60 °С.

1. Материал оболочки кабелей имеет неудовлетворительную стойкость при температурах 20 °С и 60 °С к воздействию следующих веществ:
  - бром (жидкий или газ), йод в спиртовом растворе и в соли калия, фтор (газ);
  - галогенопроизводные вещества: бромистый метил, бромформ, дихлорэтилен, дихлорбензол, дихлорпропилен, метилциклогексанон, пропилен дихлорид, тетрачлорэтилен, трихлорбензол, трихлорэтилен, трибромметан, хлорбензол, хлороформ, хлоросульфоновая кислота, хлористый тионил, хлористый этил, хлористый этилен, хлористый метил, хлористый метилен;
  - ароматические углеводороды;
  - дипентен, тетрадекан, тетрагидрофуран, трехокись серы, диэтиловый эфир, дипентен, изопентан, изопропиламин, изопропиловый амин, меркаптанатэтила, нитробензол, нитротолуол, N–пентан, олеум, пентан–2, фурфурол, циклогексан, O–Zylene, P–Zylene, этилбензол;
  - азотная кислота (95 % и выше), «царская водка» (HCl/HNO<sub>3</sub>=3/1), серная кислота (кипящая);
  - керосин, скипидар (живица).
2. Материал оболочки кабелей имеет ограниченную стойкость при температуре 20 °С и неудовлетворительную стойкость при температуре 60 °С к воздействию следующих веществ:
  - акрилат этила, декан, дибутиловый амин, дисульфид углерода, тетрачлорид углерода, ксилол, лигроин, лизоль, метилциклогексан, N–гептан, озон, стирол, тетрачлорид титана, тетрачлорметан, трехфтористое соединение бора, толуол, тормозная жидкость, хлор (насыщенный водный раствор или газ), хлорид аллила.
3. Материал оболочки кабелей имеет удовлетворительную стойкость при температуре 20 °С и неудовлетворительную стойкость при температуре 60 °С к воздействию следующих веществ:
  - изопримовый эфир, нитроэтан, октиловый спирт, оливковое масло, перекись водорода (90%), серная кислота (80–98 %), хлорная кислота (70 %), этилацетат.
4. Материал оболочки имеет ограниченную стойкость при температурах 20° и 60 °С к воздействию следующих веществ:
  - ацетон, амилацетат, бензол, бензин, диацетоновый спирт, диэтиловый кетон, гексахлорофен, камфорное масло, сернистый кальций.
5. Материал оболочки имеет удовлетворительную стойкость при температуре 20 °С и ограниченную стойкость при температуре 60 °С к воздействию следующих веществ:
  - дизельное топливо, нефтепродукты, тавот, солидол, анилин, гексан, бензальдегид, бензолхлорид, изооктан, серная кислота (70 %), уксусная кислота (более 96 %), масляная кислота, хромовая кислота, хлорная кислота (50 %);
  - фурфуроловый спирт, этиловый спирт, перекись водорода.
6. Материал оболочки имеет удовлетворительную стойкость при температурах 20 °С и 60 °С к воздействию следующих веществ:
  - моторные масла, битум, подсолнечное, кукурузное и хлопковое масла, вазелин, силиконовые смазки.

Перечень составлен на основании данных фирмы «Borealis».



Приложение 3 (рекомендуемое)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_ г.

**АКТ**  
**на прокладку кабеля**

Кабельная линия \_\_\_\_\_ кВ

Объект \_\_\_\_\_

1	Фаза	A	B	C
2	Дата прокладки			
3	Номер монтажной инструкции			
4	Тип кабеля			
5	Место прокладки, линия			
6	Строительная длина (барабан) №			
7	Длина кабеля, м			
8	Монтажная организация			
9	Шефмонтажная организация			
10	Направление тяжения кабеля			
11	Усилие при тяжении не превышало			
12	Температура воздуха при прокладке, °С			
13	Дата засыпки траншеи			
14	Примечания и дополнения			

 Представитель  
монтажной организации

 \_\_\_\_\_  
(Подпись, фамилия и инициалы)

 \_\_\_\_\_  
(Дата)

 Представитель  
Заказчика

 \_\_\_\_\_  
(Подпись, фамилия и инициалы)

 \_\_\_\_\_  
(Дата)

 Представитель  
Шефмонтажа

 \_\_\_\_\_  
(Подпись, фамилия и инициалы)

 \_\_\_\_\_  
(Дата)

Приложение 4 (рекомендуемое)

### ЖУРНАЛ

### осмотра барабанов с кабелем, арматуры и материалов

Дата	№ барабана (ящика)	Температура воздуха, °С	Замечания по осмотру	Проверяющий	Подпись

Приложение 5 (рекомендуемое)

**ЖУРНАЛ**  
**результатов обхода и осмотра кабельной линии**

Дата и время проверки	Напряжение, кВ	Ток нагрузки, А	Замеченные недостатки	Подпись проверяющего	Срок устранения дефекта и подпись ответственного	Дата устранения дефекта и подпись ответственного	Примечание

**ЛИСТ****заказа кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110–220 кВ**

1. Название проекта \_\_\_\_\_
2. Заказчик \_\_\_\_\_
3. Проектная организация \_\_\_\_\_
4. Дата поставки \_\_\_\_\_
5. Условия поставки \_\_\_\_\_
6. Марка кабеля, сечение, напряжение \_\_\_\_\_
7. Требования к конструкции кабеля: наличие волоконно-оптического датчика, продольные ребра жесткости на наружной оболочке и прочее \_\_\_\_\_
8. Длина трассы, м / количество цепей \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_
9. Заказные строительные длины \_\_\_\_\_
10. Прокладка кабеля в земле / на воздухе \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_
11. Расположение фаз в цепи: треугольник / плоскость \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_
12. Заземление экрана: с одной стороны, с двух сторон, транспозиция \_\_\_\_\_
13. Кабель укомплектовать муфтами фирм: «TYCO ELECTRONICS» (Германия), «PFISTERER» (Швейцария), «G&W Electric Company» (США), «CCC GmbH»(Германия) или другие производители арматуры \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
14. Концевые муфты, количество \_\_\_\_\_
15. Требование к концевым муфтам: фарфоровый или композитный изолятор \_\_\_\_\_
16. Соединительные муфты, количество \_\_\_\_\_
17. Требование к соединительным муфтам: для транспозиции экрана, для соединения волоконно-оптического датчика \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
18. Элегазовые вводы / трансформаторные, количество \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_
19. Комплектующие (аппаратные зажимы, опорные изоляторы и проч.) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
20. Техническое сопровождение проекта: шефмонтаж, привлечение специализированной монтажной организации для прокладки кабеля и монтажа муфт \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
21. Контактные телефоны Заказчика \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_