

ОАО “ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ” КОЛЬЧУГИНСКИЙ ЗАВОД”

**Руководство по эксплуатации, прокладке и монтажу кабелей  
с изоляцией из сшитого полиэтилена  
на напряжение 64/110 кВ**

г. Кольчугино, 2010 г.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

1.1. В настоящем руководстве даны рекомендации изготовителя по области применения кабелей, условиям поставки, транспортирования, эксплуатации, прокладки кабелей, монтажа кабельной линии, испытаний кабельной линии после прокладки и монтажа.

1.2. При эксплуатации кабельных линий следует руководствоваться правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок и рекомендациями настоящего руководства.

1.3. Монтаж и испытания кабельных линий должны производиться согласно действующим отраслевым строительным нормам и правилам устройства электроустановок (ПУЭ) с учетом рекомендаций настоящего руководства.

1.4. Прокладка кабелей должна выполняться специализированной монтажной организацией имеющей соответствующее оборудование, приспособления, инструменты, материалы, квалифицированных специалистов.

1.5. Прокладку кабеля разрешается начинать только при наличии проекта организации работ (ПОР) и проекта производства работ (ППР) по сооружению кабельной линии на напряжение 110 кВ.

## **2. МАРКИ КАБЕЛЕЙ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА.**

2.1. Настоящее руководство распространяется на кабельные линии, выполненные кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена на номинальное переменное напряжение 64/110 кВ номинальной частотой 50 Гц марок типа АПвПг, ПвПг, АПвП2г, ПвП2г, АПвВ, ПвВ, АПвВнг(А), ПвВнг(А), ПвПнг(А)-НФ, АПвПнг(А)-НФ по ТУ 16-705-495-2006.

2.2. 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 герметизации металлического экрана, в оболочке из полиэтилена высокой плотности.	Для стационарной прокладки в земле (в траншеях или бетонных лотках), если кабель защищен от механических повреждений.
ПвП2г	АПвП2г	То же, с дополнительной алюмополимерной лентой поверх герметизированного экрана.	Для прокладки в земле (в траншеях или бетонных лотках), если кабель защищен от механических повреждений.
ПвВ	АПвВ	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката.	Для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях.
ПвВнг(А)	АПвВнг(А)	То же, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожароопасности.	Для прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях.
ПвПнг(А)-НФ	АПвПнг(А)-НФ	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, в оболочке из полимерной композиции не содержащей галогенов.	Для прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях, где есть требования по ограничению воздействия коррозионно-активных газов.
Примечания			
1. Индекс(А) в марке означает, что кабель соответствует категории А по нераспространению горения по ГОСТ Р МЭК 60332-3-22			
2. Индекс НФ в марке означает отсутствие галогенов (Halogen Free)			

Основные размеры и масса кабелей приведены в приложении 1.

### 3. УКАЗАНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

3.1. Кабели марок ПвПг, АПвПг, ПвП2г, АПвП2г предназначены для эксплуатации при прокладке в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов.

Допускается прокладка этих кабелей на воздухе, без защиты от солнечной радиации, в том числе в кабельных сооружениях, при условии обеспечения дополнительных мер противопожарной защиты, например, нанесения огнезащитных покрытий.

Кабели марок ПвП2г, АПвП2г предназначены для прокладки в земле, а также в воде (в несудоходных водоемах) – при соблюдении мер, исключающих механические повреждения кабеля.

Кабели марок ПвВ, АПвВ, ПвВнг(А), АПвВнг(А), АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ могут быть проложены в сухих грунтах (песок, песчано-глинистая и нормальная почва с влажностью менее 14%).

3.2. Кабели могут быть проложены без предварительного подогрева при температуре не ниже минус 20 °С марок ПвПг, АПвПг, ПвП2г, АПвП2г, не ниже минус 15 °С ПвВ, АПвВ, ПвВнг(А), АПвВнг(А), АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ.

3.3. Минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке должен быть не менее 15Dн.

При монтаже с использованием специального шаблона при условии предварительного подогрева кабеля до 20 – 30 °С допускается минимальный радиус изгиба кабеля 7,5Dн.

3.4. Тяжение кабелей во время прокладки должно осуществляться при помощи кабельного чулка.

Усилия, возникающие во время тяжения кабелей с алюминиевой жилой не должно превышать 30 Н/мм<sup>2</sup> сечения жилы, кабелей с медной жилой – 50 Н/мм<sup>2</sup>.

3.5. Кабели предназначены для прокладки на трассах без ограничения разности уровня. Разрешается уменьшение глубины прокладки до 0,6 м при условии защиты кабелей от внешних механических воздействий.

3.6. Требования к трассам на кабельные линии с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110 кВ аналогичны требованиям на маслонаполненные линии на напряжение 110 – 220 кВ в соответствии с ПУЭ.

3.7. Длительно допустимая температура нагрева жилы кабеля – 90 °С. Предельно допустимая температура жилы кабеля при коротком замыкании – 250 °С, предельно допустимая температура медного экрана кабеля при коротком замыкании – 350 °С при продолжительности короткого замыкания до 5 с.

3.8. Допустимая температура нагрева жилы кабеля в режиме перегрузки – не более 130 °С.

3.9. Продолжительность работы кабеля в режиме перегрузки должна быть не более 100 ч за год и не более 1000 ч за срок службы.

3.10. В процессе эксплуатации кабельная линия должна подвергаться высоковольтным испытаниям первый раз через 3 года после ввода в последующем один раз в 5 лет.

3.11. Токи кабельных линий.

3.11.1. Длительно допустимые токи кабелей при прокладке в земле должны соответствовать указанным в таблицах 2-9, при прокладке на воздухе – 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, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	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
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
500	798	673	709	590
630	859	721	760	630
800	932	779	820	677
1000	1009	840	884	729
1200	1081	895	944	775
1600	1175	970	1020	835

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, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	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
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
500	654	553	583	486
630	719	605	637	530
800	787	659	694	575
1000	864	722	759	628
1200	938	779	820	675
1600	1041	863	905	744

Таблица 4

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	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
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
500	884	751	790	663
630	993	841	884	740
800	1146	968	1017	849
1000	1285	1083	1137	947
1200	1410	1183	1242	1031
1600	1608	1345	1410	1170

Таблица 5

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	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
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
500	699	594	625	524
630	792	671	705	591
800	904	764	803	670
1000	1020	860	902	752
1200	1127	946	994	825
1600	1308	1094	1147	950

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, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	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
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
500	693	576	604	497
630	737	610	639	524
800	785	648	677	554
1000	841	691	721	588
1200	879	720	751	611
1600	931	760	790	641

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, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	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
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
500	599	501	524	433
630	649	540	564	465
800	703	583	608	500
1000	758	626	652	534
1200	802	659	687	561
1600	865	708	736	598

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, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	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
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
500	927	787	821	687
630	1045	885	922	770
800	1176	993	1033	861
1000	1368	1153	1197	996
1200	1510	1267	1315	1091
1600	1749	1463	1515	1254

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, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	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
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
500	732	621	647	542
630	830	703	732	612
800	943	797	828	691
1000	1078	908	943	785
1200	1195	1003	1041	864
1600	1400	1171	1211	1003

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, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	610	491
240	698	568
300	773	637
350	830	689
400	883	739
500	974	827
630	1066	919
800	1185	1029
1000	1288	1135
1200	1378	1230
1600	1534	1390

Таблица 11

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	667	520
240	780	609
300	895	700
350	983	771
400	1068	839
500	1219	961
630	1399	1110
800	1651	1293
1000	1895	1486
1200	2123	1676
1600	2526	2013

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, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	597	482
240	680	555
300	747	618
350	802	668
400	846	713
500	926	792
630	997	870
800	1074	954
1000	1143	1035
1200	1200	1102
1600	1354	1254

Таблица 13

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с одной стороны, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	667	520
240	780	609
300	895	700
350	983	771
400	1068	839
500	1219	961
630	1399	1110
800	1651	1293
1000	1895	1486
1200	2123	1676
1600	2523	2016

При прокладке в земле токи рассчитаны для расположения кабелей треугольником встык и в горизонтальной плоскости для расстояния между осями соседних кабелей  $2 \cdot D_n$ , глубины прокладки 1,5 м, расстояния между цепями 0,8 м, удельного термического сопротивления грунта  $\rho = 1,2 \text{ К} \cdot \text{м} / \text{Вт}$ , коэффициента нагрузки  $K_n = 0,8$  и 1. При других значениях глубины прокладки необходимо применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 14.

Таблица 14

Глубина прокладки, м	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Поправочный коэффициент	1,08	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00

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 осями соседних кабелей  $2 \cdot D_n$ .

Допустимые токи даны для температуры окружающей среды 15 °С при прокладке в земле и 25 °С при прокладке на воздухе. При других расчетных температурах окружающей среды необходимо применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 15.

При других условиях прокладки расчет допустимых токов необходимо проводить в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р МЭК 60287: 2009.

Таблица 15

Условия прокладки	Поправочные коэффициенты при температуре среды, С									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Земля	1,06	1,03	1,0	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73
Воздух	1,14	1,13	1,08	1,05	1,0	0,96	0,91	0,86	0,81	0,76

Допустимые токи кабеля в режиме перегрузки при прокладке в земле и на воздухе могут быть рассчитаны путем умножения значений, указанных в таблицах 2-9 на коэффициент 1,17 и указанных в таблицах 10-13 на коэффициент 1,20, а также на коэффициенты, указанные в таблицах 14 и 15.

3.11.2. Допустимые токи односекундного короткого замыкания кабелей должны быть не более указанных в таблице 16.

Таблица 16

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Допустимый ток односекундного короткого замыкания в жиле 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

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

3.11.3. Допустимые токи односекундного короткого замыкания в медных экранах приведены в таблице 17.

Таблица 17

Номинальное сечение медного экрана, мм <sup>2</sup>	Ток односекундного короткого замыкания, кА, не более
95	16,9
120	21,4
150	26,7
185	32,9
240	42,7

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

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 0,178 кА/мм<sup>2</sup>;

$S_э$  – номинальное сечение медного экрана, мм<sup>2</sup>.

Для продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 с, значения тока короткого замыкания, указанные в таблице 16 и 17, необходимо умножить на поправочный коэффициент  $K$ , рассчитанный по формуле:

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

где  $t$  – продолжительность короткого замыкания, с.

3.11.4. 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.

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

- улучшить вентиляцию в туннелях и каналах;
  - засыпать траншеи более теплопроводящим грунтом.
  - применить дополнительную теплоизоляцию теплопроводов в местах сближения их с кабелями.
- снизить мощность, передаваемую по КЛ.

3.11.6. Необходимая информация о расчетных значениях по сопротивлению жил, индуктивных и емкостных характеристиках кабеля приведены в приложениях 2,3,4 соответственно.

### 3.12. Требования пожарной безопасности

3.12.1. Кабели марок ПвВ и АПвВ не должны распространять горение при одиночной прокладке. Класс пожарной опасности по ГОСТ 53315-2009- О1.8.2.3.4.

3.12.2. Кабели марок ПвВнг(А), АПвВнг(А), АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ не должны распространять горение при групповой прокладке. Категория испытания А по ГОСТ Р МЭК 60332-3-22-2005. Класс пожарной опасности по ГОСТ 53315-2009 кабелей марок ПвВнг(А), АПвВнг(А)- П1.8.2.2.3, кабелей марок АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ- П.1.8.1.2.2.

3.12.3 Значение показателей коррозионной активности продуктов дымо- и газовой выделения при горении и тлении материалов внутренней и наружной оболочек должны соответствовать, указанным в таблице:

Наименование показателя	Значение	
	для ПВХ пластиката пониженной пожароопасности	для полимерной композиции, не содержащей галогенов
1. Количество выделяемых газов галогенных кислот в пересчете на HCl, мг/г, не более	140	5,0
2. Проводимость водного раствора с адсорбированными продуктами дымо- и газовой выделения, мкСм/мм, не более	-	10,0
3. pH (кислотное число), не менее	-	4,3

3.12.4. Кабели марок АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ обладают низким дымо- и газовыделением при горении и тлении.

3.13. Стойкость к внешним воздействующим факторам

3.13.1. Кабели марок ПвВнг(А), АПвВнг(А), АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ, ПвВ, АПвВ стойки к воздействию пониженной температуры окружающей среды до минус 50 °С, кабели марок АПвПг, ПвПг, АПвП2г, ПвП2г до минус 60°С.

## **4. ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ КАБЕЛЕЙ.**

4.1. Испытания кабельных линий.

До начала испытаний производится осмотр всех элементов кабельной линии, кабельных сооружений и трассы, и при обнаружении дефектов и нарушений они должны быть устранены до начала испытаний.

4.1.1. Испытания изоляции КЛ после прокладки и монтажа кабелей рекомендуется проводить испытание кабельной линии переменным напряжением 128 кВ одной из частот в диапазоне от 20 до 300 Гц в течение 1 ч, или номинальным напряжением  $U_0$  в течение 24 ч, приложенным между жилой и металлическим экраном.

В случае пробоя изоляции место пробоя должно быть обследовано и выявлена причина повреждения.

Результаты испытания должны быть занесены в паспорт КЛ.

4.1.2. Пластмассовые оболочки кабелей, проложенных в земле, испытываются постоянным напряжением 10 кВ, приложенным между металлическим экраном и заземлителем в течение 1 мин.

Оболочка кабеля считается выдержавшей испытания, если во время испытаний не произошло пробоя и не было толчков тока утечки и его нарастание после достижения установившегося значения. При заметном нарастании тока утечки или появления толчков тока продолжительность испытания следует увеличить до 2-3 мин, и, если при этом не происходит пробоя, КЛ может быть включена в работу с последующим испытанием через 1 месяц.

В случае пробоя оболочки место пробоя должно быть обследовано и выявлена причина повреждения.

Пластмассовые оболочки кабелей, проложенных на воздухе, не испытывают.

Результаты испытания должны быть занесены в паспорт КЛ.

4.2. Определение мест повреждений на кабельных линиях.

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

- диагностика повреждений - определение характера повреждения, выполнение предварительных измерений расстояний до места повреждения.
- определение зоны предполагаемого повреждения одним из относительных методов;
- уточнение местонахождения повреждения одним из абсолютных методов.

4.2.2. ОМП защитных оболочек кабеля, проложенного в земле.

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

4.2.2.2. При ОМП оболочек первоначально производится определение зоны повреждения методом падения напряжения, а затем точное определение места повреждения импульсно- контактным методом.

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

4.2.2.4. Схема определения зоны повреждения пластмассовых оболочек кабеля методом падения напряжения дана на рис.1 *Приложения 5*.

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) из меряется 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.

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

$$Lx = Lk \cdot \frac{U_1}{U_1 + U_2} ,$$

где

$Lx$  -расстояние от начала кабеля до места повреждения оболочки, м;

$Lk$ - 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.

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

4.2.2.7. Схема ОМП пластмассовых оболочек кабеля импульсно-контактным методом дана на рис.2 *Приложения 5*.

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

4.2.2.9. 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.

4.2.2.10. 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.

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

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

4.2.2.13. 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, при подходе к месту повреждения показания прибора резко возрастут, в месте повреждения показание прибора будет равно 0, а за местом повреждения стрелка прибора будет отклоняться в противоположную сторону.

### 4.3. Рекомендации по ремонту кабельных линий.

4.3.1. Ремонт кабельных линий производится по плану- графику, утвержденному руководством предприятия.

4.3.2. 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.

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

4.3.4. 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.

4.3.5. 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.

4.3.6. 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.

4.3.7. При ремонте оболочки кабеля и отсутствии повреждений экрана на кабеля произвести зачистку оболочки с помощью скребка на расстоянии до 50 мм от края поврежденной оболочки и протереть зачищенные места оболочки бензином.

После высыхания бензина оболочку на длине 50 мм от края повреждения и место повреждений промазать лаком КО-916, дать лаку подсохнуть, затем наложить на место повреждения с заходом на 50 мм на оболочку кабеля у места повреждения два слоя ленты ЛЭТСАР ЛП 50%-ным перекрытием.

Наложить на намотку из лент ЛЭТСАР ЛП 2 слоя липкой ПВХ-ленты с 50%-ным перекрытием с заходом ленты на 5-10 мм на оболочку кабеля.

Разрешается выполнение ремонта оболочки другими способами, например с помощью термоусаживаемой манжеты.

4.3.8. 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.

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

4.3.10. 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 повышенным выпрямленным напряжением не производится.

4.3.11. 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 носком на огнеупорную стену или лист асбеста.

## **5. НАДЗОР ЗА СОСТОЯНИЕМ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ.**

5.1. Надзор за трассами КЛ, кабельными сооружениями и КЛ 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.

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

5.3. 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.

5.4. При обходах и осмотрах трасс закрытых территориях, кроме выполнения рекомендаций п. 5.3, 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.

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

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

- проверять внешнее состояние соединительных муфт и концевых муфт;
- проверять, нет ли смещений и провесов 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.

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

5.7. Результаты обходов и осмотров оформляются следующим образом:

5.7.1. Результаты обходов и осмотров КЛ, 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.

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

5.7.3. Результаты осмотра трасс КЛ инженерно-техническим персоналом регистрируются в журнале дефектов и неполадок или в карте дефектов.

5.7.4. При обнаружении на трассе КЛ 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.

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

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

## **6. ПРИЕМКА ТРАССЫ.**

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

6.2. Приемку трассы должны производить представители заказчика монтажной организации и шеф-монтажной организации.

6.3. При приемке трассы необходимо обратить внимание на соответствие ее проектной документации и требованиям ПУЭ и СНиП.

6.4. При непосредственной прокладке в земле кабели засыпаются смесью гравия с песком, с толщиной нижнего слоя не менее 50 мм и верхнего 200 мм. Весовое соотношение гравия и песка должно составлять 1:1 (размер зерен песка не более 2 мм, размер частиц гравия не более 15 мм). При использовании лотков они укладываются на дно траншеи на ненарушенную структуру грунта и стыкуются так, чтобы не было смещений горизонтальных и вертикальных стен лотков относительно друг друга. На поворотах стыки должны быть залиты бетоном.

6.5. До прокладки кабеля должны быть:

- установлены опорные стойки для концевых муфт;
- выполнены пересечения с другими коммуникациями;
- подготовлены проходы для ввода в здания через фундаментные стены и в них вставлены асбоцементные или ПЭ трубы;
- при прокладке в лотках на дно лотков делается подсыпка 100 мм из песчано-гравийной смеси (песок – гравий 1:1);
- вдоль трассы должна быть заготовлена песчано-гравийная смесь для подсыпки после прокладки кабеля.

6.6. На подходах к соединительным муфтам должна быть отрыта траншея шириной 2,0 м для одно-цепной линии и 3,0 м для двух цепной линии, длиной 8 м и 10 м соответственно. На дно траншеи уложены ж/б листы.. Кроме того на выходах из колодца должны быть вырыты приямки для укладки кабеля после монтажа.

6.7. На участках с сыпучими и влажными грунтами стенки траншеи следует раскреплять. Крепления должны располагаться таким образом, чтобы не мешать прокладке кабеля.

6.8. При прокладке в тоннеле (галерее) должны быть установлены конструкции для крепления кабелей и каркасы противопожарных перегородок. Сварка в тоннеле (галерее) после прокладки кабелей не допускается. Кирпичная кладка перегородок может быть выполнена после прокладки кабелей.

6.9. Опорные конструкции кабелей устанавливаются на расстоянии не более 1 м друг от друга на горизонтальных прямолинейных участках. В местах поворота трассы расстояние между конструкциями выбирается по месту, исходя из допустимого радиуса изгиба кабеля, но не более 1 м.

6.10. При прокладке в трубах внутренняя поверхность труб не должна иметь острых граней, заусенцев. Заходы труб с внутренней стороны должны быть скруглены радиусом не менее 5 мм.

6.11. Согласно ППР должны быть изготовлены и тщательно спланированы площадки для установки барабанов с кабелем и тяговой лебедки.

## **7. ТРАНСПОРТИРОВКА БАРАБАНОВ С КАБЕЛЕМ.**

7.1. Порядок погрузки, выгрузки и перевозки барабанов с кабелем определяется ППР.

7.2. Погрузка и разгрузка барабанов с кабелем, а также пустых барабанов, должна производиться кранами, с соблюдением техники безопасности при работе с грузоподъемными механизмами.

7.3. Перевозка барабанов может осуществляться в кузове автомобиля, на прицепе или трайлере. Барабаны при этом должны быть надежно закреплены чалками или установлены в специальные клетки.

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

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

7.6. Установку барабанов при разгрузке следует производить, не допуская их сбрасывания, ударов.

## **8. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.**

8.1. Произвести внешний осмотр барабанов с кабелем, подлежащим прокладке. Убедиться в том, что обшивка барабанов не нарушена и не повреждена механическая защита внутренних концов кабеля (капы).

8.2. Проверить записи, которые велись при хранении барабанов с кабелем в соответствии с инструкцией по хранению.

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

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

8.4. 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.

8.5. 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.

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, ролики должны свободно и легко вращаться.

8.6. При прокладке кабеля в тоннеле, протяжка кабеля так же производится по роликам.

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

8.8. На торце асбоцементных или ПЭ труб в переходах установить входные воронки или специальные направляющие ролики. Для предотвращения образования острых кромок от прохода троса, на выходах из асбоцементных труб установить воронки или специальные направляющие ролики. Для предотвращения попадания песка и гравия в трубы при тяжении кабеля, дно траншеи перед входами труб должно быть ниже на 10-15 см.

8.9. При прокладке кабеля в тоннеле на входах и выходах установить направляющие ролики.

8.10. При протяжке в асбоцементную или ПЭ трубу трех фаз кабеля запрещается последовательная протяжка кабеля с использованием стального троса.

8.11. Тяговое устройство (в дальнейшем лебедка) должно быть установлено на расстоянии не менее чем 10 метров от конца трассы (кабельного колодца).

Тяговая лебедка должна иметь специальные устройства позволяющие:

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



(входа, выхода из тоннеля)

- сопровождение конца кабеля 2 человека;
  - на лебедке 2 человека;
  - на каждом углу поворота 1 человек;
  - на каждом проходе в трубах 1 человек;
- через перегородки или перекрытия, у входа в камеру или здание
- на прямых участках по необходимости.

9.7. 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.

9.8. 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 его.

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

На входах в асбоцементную или ПЭ трубу необходимо следить затем, чтобы не повреждались защитные покровы кабеля о край трубы.

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;
- о повреждении оболочки кабеля составить акт.

9.10. 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.

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

9.12. 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 запрещается. Для направления его необходимо использовать специальные крюки.

9.13. Вытянуть конец кабеля в сторону протягивания так, чтобы при укладке его по проекту расстояние от верха концевой муфты или ориентировочного центра соединительной муфты до конца кабеля было не менее 5 м. При этом необходимо, чтобы оставался монтажный запас кабеля при его сходе с барабана.

9.14. Отсоединить канат тяговой лебедки, снять чулок. После снятия чулка проверить находящуюся под ним капю на конце кабеля. В случае повреждения капю, заменить поврежденную капю на новую.

9.14.1. Для замены поврежденной капю необходимо:

- снять поврежденную капю.

Примечание: при наличии ребер жесткости на оболочке кабеля необходимо срезать ребра, поверхность оболочки в зоне срезанных ребер зачистить и зашкурить;

- обезжирить зачищенную поверхность оболочки ацетоном;
- взять капю соответствующую диаметру кабеля по оболочке (диаметру оболочки без ребер жесткости) и надеть на кабель (между капю и кабелем должен быть клеевой слой).
- Легким пламенем пропановой горелки осадить капю начиная с торца. При прогреве капю и ее усадке на свободную оболочку кабеля должен выдавливаться клеевой состав.

9.14.2. Для более надежной герметизации конца кабеля используется двойное капирование:

- внутренняя капю осаживается на верхний п/п слой – герметизируется токопроводящая жила.
- наружная капю осаживается на внутреннюю капю и оболочку кабеля.

Необходимость двойного капирования кабеля определяется шеф-инженером.

9.15. Конец кабеля при необходимости завести через предназначенное отверстие в камеру, помещение, через перекрытие или стойку концевой муфты. При этом соблюдать допустимые радиусы изгиба кабеля.

У отверстия, в которое заведен кабель, краской сделать надпись, в которой указать фазу и номер линии.

9.16. Снять кабель с роликов и уложить его по проекту.

9.17. Проверить состояние ПЭ оболочки кабеля (далее «оболочка»). Оболочка строительной длины кабеля после прокладки и засыпки кабеля грунтом толщиной не менее 100 мм должна выдерживать испытание постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 мин.

В случае, если оболочка испытаний не выдержала, место повреждения должно быть определено и открыто для осмотра. Осмотр дефекта должен производиться при обязательном присутствии шеф-инженера, с составлением акта. Вопрос о возможности ремонта оболочки решает шеф-инженер.

9.18. Для ремонта оболочки должен использоваться ремкомплект, состоящий из термоусаживающейся трубки с манжетой-замком (в дальнейшем ТУТм). При обнаружении поврежденного места на оболочке кабеля произвести его ремонт, для чего:

- при наличии ребер жесткости на оболочке, снять их по окружности кабеля на длине 150 мм в каждую сторону от поврежденного места, поверхность оболочки в зоне снятия ребер зачистить и зашкурить;
- обезжирить поврежденное место и зачищенную поверхность оболочки ацетоном;

- от ремонтной ТУТм отрезать участок длиной 350 мм и укомплектовать ее манжетой-замком такой же длины.
- снять с ТУТм защитную пленку. Обернуть ТУТм вокруг подготовленного к наложению места на оболочке. Надвинуть на приливы ТУТм манжету-замок с помощью замка-оправки.
- расположить ТУТм симметрично относительно поврежденного места оболочки. Легким пламенем пропановой горелки начать прогрев ТУТм с середины стороны, противоположной манжете-замку. Перемещая пламя пропановой горелки вдоль и по периметру ТУТм добиться ее осаживания на кабель. Не перегревать ТУТм!
- после полного прилегания к оболочке кабеля ТУТм, дополнительно прогреть зону манжеты-замка. При прогреве концов ТУТм на свободную оболочку кабеля должен выдавливаться клеевой состав, нанесенный на внутреннюю поверхность ТУТм.

После усадки дать ТУТм полностью остыть, не проводя с кабелем других операций.

9.19. допускается ремонт поврежденного места лентой ЛЭТСАР, для чего:

- при наличии ребер жесткости на оболочке кабеля необходимо срезать ребра по окружности кабеля на расстоянии по 150 мм в каждую сторону от поврежденного места;
- поверхность оболочки в зоне срезанных ребер зачистить и зашкурить;
- обезжирить поврежденное место и зачищенную поверхность оболочки;
- промазать оболочку на расстоянии 100 мм в каждую сторону от поврежденного места лаком КО-916 и дать лаку подсохнуть;
- наложить на поверхность оболочки, промазанной лаком КО-916, 6 слоев ленты ЛЭТСАР с 50 % перекрытием;
- наложить на ленту ЛЭТСАР два слоя липкой ленты ПВХ с 50 % перекрытием на расстоянии 150 мм в каждую сторону от поврежденного места;
- наложить на ленту ПВХ два слоя смоляной ленты на расстоянии 125 мм в каждую сторону от поврежденного места.

9.20. Провести повторные испытания оболочки кабеля постоянным напряжением 10 кВ в течении 1 мин.

## **10. ОТРЕЗКА КОНЦОВ КАБЕЛЯ.**

10.1. 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.

10.2. После резки кабеля его концы должны быть закапированы согласно п. 9.14.1.

10.3. После окончания прокладки концы кабеля должны быть приподняты над дном траншеи.

## **11. ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ.**

11.1. При температуре окружающей среды от минус 5 °С до минус 20 °С прокладка кабеля разрешается после его предварительного прогрева. При температурах ниже минус 20 °С прокладка кабеля запрещается.

11.2. Прокладка кабеля при температуре от минус 5 °С до плюс 20 °С допускается в следующих случаях:

11.2.1. Если до этого кабель хранился в помещении с температурой не ниже плюс 20 °С в течении не менее чем 48 часов. В этом случае с момента вывоза кабеля с места хранения до полного окончания его прокладки должно пройти не более 8 часов.

11.2.2. Если барабан с кабелем помещен в «теплек» (под брезентовый шатер с обогревом тепловоздуховками. Не допускается обогрев с применением открытого огня) и прогревается циркуляцией теплого воздуха.

При этом обшивка с барабана должна быть снята. Продолжительность прогрева должна быть не менее 24 часов. Температура в любом месте на поверхности кабеля должна быть в пределах от плюс 20 °С до плюс 40 °С. Контроль температуры должен производиться термометрами, закрепленными на витках кабеля.

Время окончания прогрева до окончания его прокладки должно быть не более 5 часов.

Барабан с кабелем во время прокладки должен оставаться в «теплеке», и прогрев кабеля не должен прекращаться. Передняя стенка «теплека» при этом должна быть оборудована занавесами из мягкого материала.

Во время прогрева кабеля должно быть установлено дежурство.

11.3. Засыпку лотков производить немедленно после прокладки кабеля.

## **12. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЯ.**

12.1. При проведении погрузо-разгрузочных работ и транспортировке кабелей, при прокладке их в траншеях, каналах, блоках, тоннелях, производственных помещениях т.п. необходимо выполнять правила техники безопасности согласно требованиям нормативных документов:

- СНиП Ш-4-80 «Техника безопасности в строительстве», М.;
- Правила техники безопасности при электромонтажных и наладочных работах, М.;
- Правил пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных работ.

12.2. В случаях, когда прокладка кабелей должна производиться в условиях, непредусмотренных указанными правилами, должны быть разработаны и утверждены ответственным дополнительные меры безопасности в проекте производства электромонтажных работ.

### **13. НЕОБХОДИМАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИ ПРИЕМКЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.**

(Примерный перечень.)

13.1. Акт приемки линии в эксплуатацию.

13.2. Проект кабельной линии.

13.3. Исполнительный чертеж КЛ с указанием мест установки муфт:  
профиль в масштабе М 1:500 - 1:50.

13.4. Исполнительные чертежи всех сооружений (колодцев, туннелей и т.п.).

13.5. Справка организации, ведающей учетом подземных сооружений о взятии на учет смонтированной линии.

13.6. Акты осмотра кабелей на барабанах и на приемку траншеи.

13.7. Акты на механизированную прокладку кабелей.

13.8. Акты на монтаж муфт.

13.9. Акты приемки строительной части сооружений при монтаже линии.

13.10. Протоколы заводских испытаний кабеля и другого оборудования.

13.11. Протоколы прогрева кабеля.

13.12. Протоколы измерения сопротивления.

Основные расчетные конструктивные размеры кабелей на напряжение 64/110 кВ

Таблица 18

Номинальное сечение жилы (сечение экрана), мм <sup>2</sup>	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Диаметр по медному экрану, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
							АПвП2г, ПвП2г	АПвПг, ПвПг	АПвВ, ПвВ	АПвВнг(А), ПвВнг(А)	АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ
185(95)	16.2	1.65	16,0	51,5	1,1	58,8	67.6	67,4	64,8	65.6	65.6
240(95)	18.7	1.65	16,0	54,0	1,1	61.3	70.5	70,3	67,7	67.8	67.8
300(120)	21.0	1.65	16,0	56,3	1,1	63,4	72.6	72,4	70,2	70.9	70.9
350(120)	22.3	1.65	16,0	57.6	1.1	64.9	74.1	73.9	71.7	72.5	72.5
400(120)	23.8	1.65	15,0	57,1	1,1	64.4	73.6	73,4	71,2	71.8	71.8
500(120)	26.8	1.65	15,0	60,1	1,1	67,4	77.0	76,8	74,2	75.2	75.2
630(120)	30.2	1.65	15.0	63.5	1.1	70.8	80.4	80.2	78.0	78.7	78.8

Расчетная масса кабелей

Таблица 19

Номинальное сечение жилы (сечение экрана), мм <sup>2</sup>	Расчетная масса , кг/км									
	АПвПг	ПвПг	АПвП2г	ПвП2г	АПвВ	ПвВ	АПвВнг(А)	ПвВнг(А)	АПвПнг(А)-НФ	ПвПнг(А)-НФ
185 (95)	4282	5419	4385	5524	4490	5631	5536	6690	5480	6631
240 (95)	4656	6145	4763	6250	4895	6380	5897	7390	5840	7332
300 (120)	5204	7104	5316	7215	5515	7415	6678	8550	6610	8480
350(120)	5424	7615	5543	7310	5702	7783	6975	9156	6910	9090
400 (120)	5490	7811	5570	7923	5771	8130	7150	9466	7220	9398
500 (120)	6018	9110	6135	9226	6300	9400	7627	10747	7553	10670
630(120)	6644	10400	6780	10450	7015	10500	8640	12571	8560	12490

Расчетные наружный диаметр и масса кабелей приведены в качестве справочного материала для кабелей с экраном сечением, указанным в таблице в скобках. Сечение экрана выбирается по термической устойчивости кабеля, зависит от величины токов короткого замыкания, времени их действия и может отличаться от указанного в таблице.

Таблица 20

Расчетная масса медного экрана, кг/км

Сечение медного экрана, мм <sup>2</sup>						
50	70	95	120	150	185	240
455	640	860	1110	1340	1670	2270

Для определения расчетной массы кабелей с сечением медного экрана неуказанного в табл. 19, необходимо из расчетной массы кабеля в табл. 19 вычесть массу стандартного сечения экрана табл. 20 и прибавить массу экрана из табл.20.

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

Таблица 21

Сечение, мм <sup>2</sup>	Сопротивление медной жилы, Ом/км, не более	Сопротивление алюминиевой жилы, Ом/км не более
185	0,0991	0,164
240	0,0754	0,125
300	0,0601	0,100
350	0,0543	0,0890
400	0,0470	0,0778
500	0,0366	0,0605
630	0,0283	0,0469

Сопротивление проводника зависит от температуры окружающей среды.  
Сопротивление при определенной температуре рассчитывается следующим образом:

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

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

где  $\delta$ - текущая температура жилы  
 $R_{20}$ - сопротивление проводника при 20<sup>0</sup>С (Ом/км)  
 $R_{\delta}$  - сопротивление проводника при  $\delta$ <sup>0</sup>С (Ом/км)

Электрическое сопротивление жил кабелей переменному току при температуре 90°С.

Таблица 22

Сечение, мм <sup>2</sup>	Электрическое сопротивление переменному току при 90°С, Ом/км	
	медные жилы	Алюминиевые Жилы
185	0.128	0.211
240	0.098	0.161

300	0.079	0.130
350	0,071	0,125
400	0.063	0.102
500	0.051	0.0804
630	0,043	0,0701

### Приложение 3

Таблица 23

#### Расчетные индуктивные характеристики кабелей

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Индуктивность, мГн/км		Реактивное индуктивное сопротивление, Ом/км	
	при прокладке в плоскости	при прокладке треугольником	при прокладке в плоскости	при прокладке треугольником
185	0.565	0.43	0.177	0.135
240	0.545	0.41	0.171	0.129
300	0.528	0.393	0.166	0.123
350	0.521	0.386	0.164	0.121
400	0.507	0.372	0.159	0.117
500	0.492	0.358	0.154	0.112
630	0.482	0,348	0.151	0.109

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

Расчетная формула для индуктивности:

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

где  $a$  – расстояние между фазами, мм

$r$  – радиус жилы, мм

$l$  – длина кабельной линии, м

$\mu_0$  – магнитная проницаемость воздуха

## Приложение 4

Таблица 24

### Расчетные емкостные характеристики кабелей

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Емкость, мкФ/км	Реактивное емкостное сопротивление, кОм/км	Ток заряда на фазу, А/км	Емкостной ток короткого замыкания на землю, А/км	Мощность заряда Системы, МВА/км
185	0.132	24.13	2.63	7.9	0.50
240	0.142	22.43	2.83	8.5	0.54
300	0.152	20.95	3.03	9.09	0.58
350	0.158	20.16	3.15	9.45	0.60
400	0.171	18.62	3.41	10.23	0.65
500	0.185	17.21	3.69	11.07	0.70
630	0.198	16.08	3.95	11.85	0.75

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

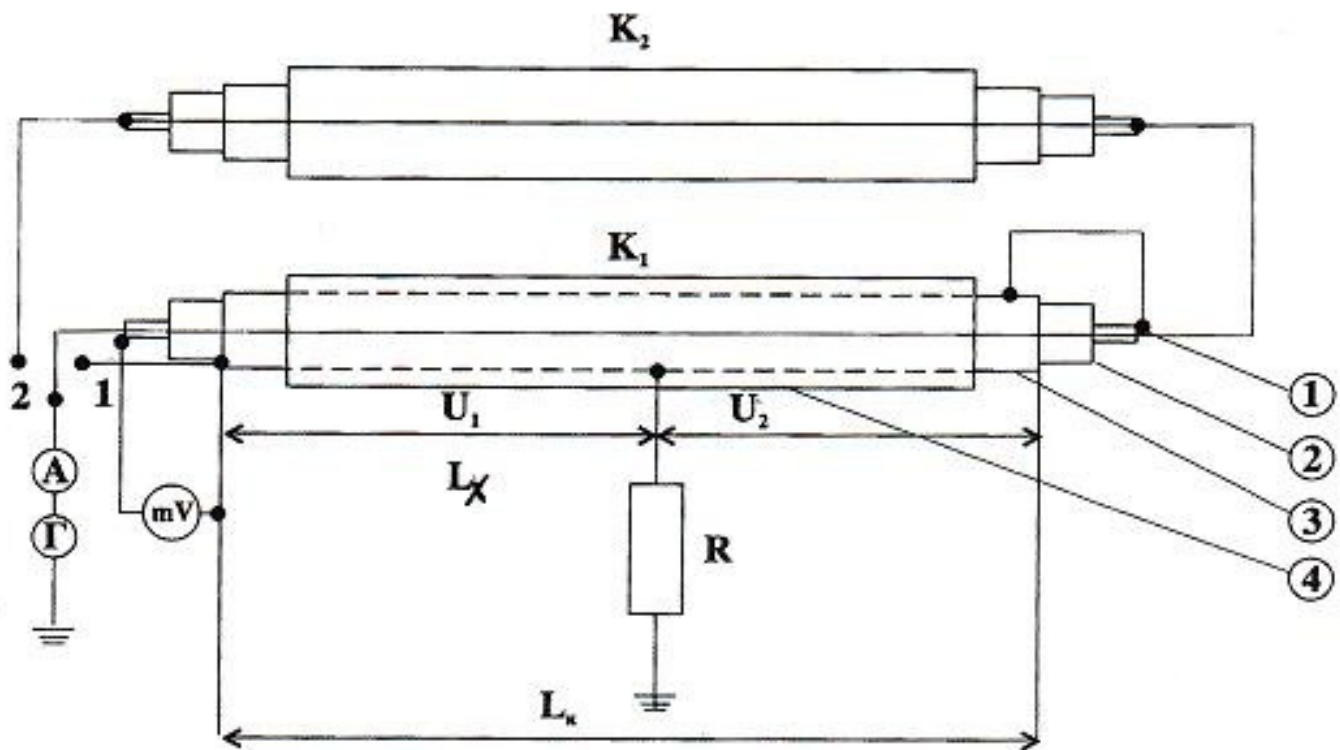


Рис. 1

Г - источник постоянного тока

А - амперметр

mV •-милливольтметр

В - переходное сопротивление в месте повреждения

К 1 - кабель с повреждённой оболочкой

К 2 - кабель с неповреждённой оболочкой

1 - токопроводящая жила

2 - изоляция кабеля

3 - металлический экран кабеля

4 - пластмассовая оболочка

**продолжение приложения 5**

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

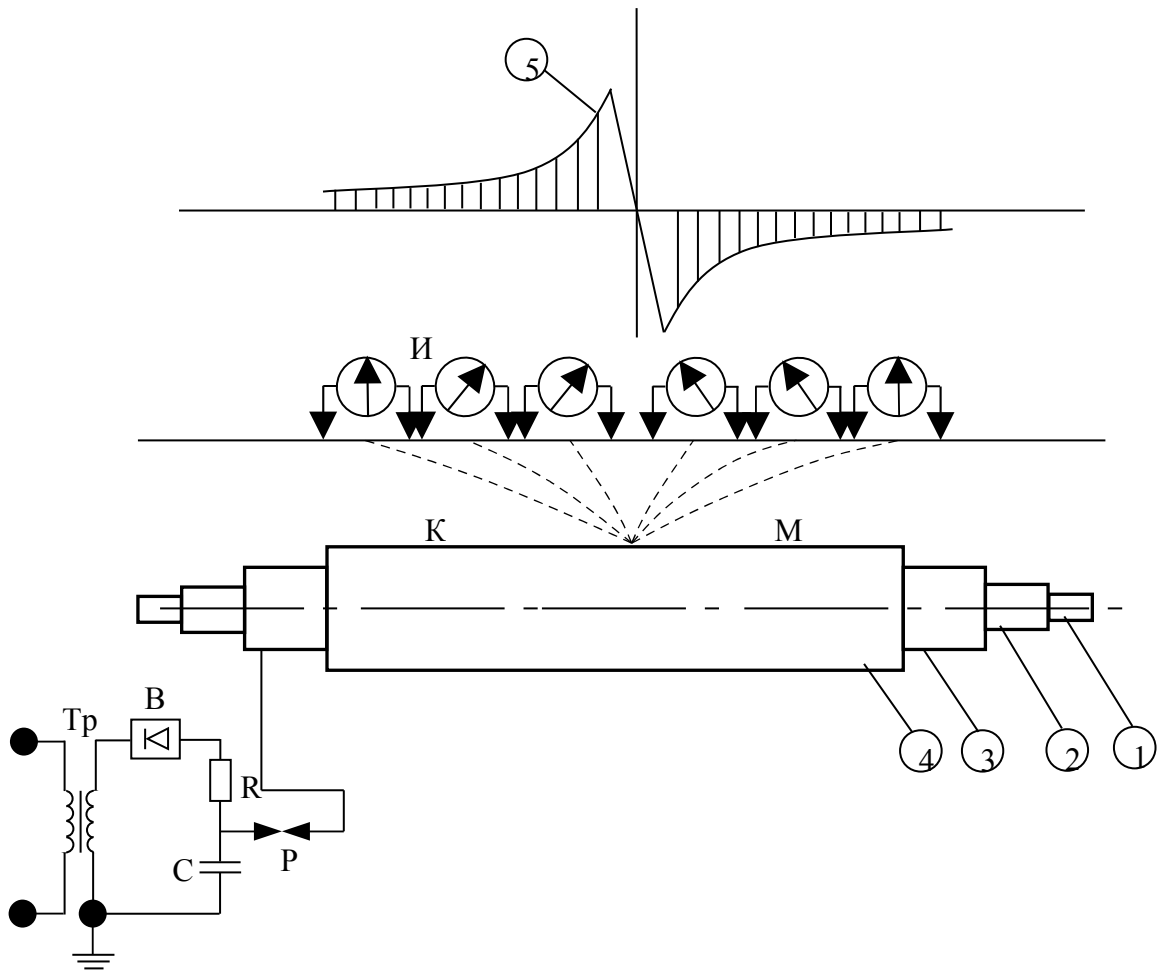


рис. 2

Tr - трансформатор

В - выпрямитель

R - 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

## СПИСОК

Оборудования, приспособлений инструментов и материалов для прокладки одной строительной длины кабеля (ориентировочный).

п/п	Наименование	Ед. изм	Кол-во
1	Лебедка с приводом или двигателем внутреннего сгорания, тяговое усилие 5 тс (50 кН), канатоемкость 1000 м.	шт.	1
2	Устройство для контроля усилий тяжения.	шт.	1
3	Устройство для записи усилий тяжения.	шт.	1
4	Отдающее устройство грузоподъемностью 10 тс (100 кН).	шт.	1
5	Ролики линейные	шт.	по ППР
6	Ролики угловые с радиусом кривизны не менее 3000мм.	шт.	по ППР
7	Специальные ролики или распушки.	шт.	по ППР
8	Ролики разной высоты и ширины.	шт.	по ППР
9	Тормозное приспособление.	шт.	1
10	Переговорное устройство, радиостанции или полевые телефоны.	шт.	по ППР
11	Гвоздодер.	шт.	1
12	Ножницы НБК-2.	шт.	1
13	Набор инструмента монтера-кабельщика НКИ-3.	шт.	1
14	Ключи гаечные разные.	компл.	1
15	Молоток.	шт.	1
16	Топор.	шт.	1
17	Ножовка по дереву.	шт.	1
18	Ножовка для резки кабеля.	шт.	1
19	Горелка газовая с баллоном.	шт.	1
20	Лента ПВХ пластиката шир. 30-50 мм ТУ 6-05-1254-75 или ГОСТ 16 272-79.	кг.	0,2
21	Бязь белая ГОСТ 11680-76.	м2	2
22	Ветошь чистая обтирочная ГОСТ 5354-79.	кг	2
23	Бензин авиационный ГОСТ 1012-72.	л	1
24	ТУТм с замком *.		
25	Лак КО-916 ГОСТ 16508-80.	кг	0,3
26	Лента ЛЭТСАР ТУ 38.103171-80.	рул.	3
27	Смоляная лента ТУ 16.503.020-76.	кг	1
28	Капы.	шт.	3

\* Примечание: вместо позиции 24 возможно применение позиций 25,26,27.

### Список используемой литературы.

1. ТУ 16-705-495-2006 Кабели силовые с изоляцией из сшитого ПЭ на напряжение 64/110 кВ.
2. СНиП 3.0506-85.
3. Е.Ф. Макаров. Справочник по электрическим сетям 0,4 – 35 кВ и 110 – 1150 кВ. – Москва, 2004. том 3. – 677 с.