

справочник строителя кабельных сооружений связи



справочник

строителя
кабельных
сооружений
связи

справочник

строителя кабельных сооружений связи

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ



МОСКВА «СВЯЗЬ» 1979



Scan AAW

32.889

C71

УДК 621.315.2:624(03)

Авторы:

Д. А. БАРОН, Б. И. ГЕРШМАН, И. И. ГРОДНЕВ, А. К. ДАНИЛИН, С. И. МАЗЕЛЬ, Г. Ш. МИЖЕРИЦКИЙ, Л. Д. РАЗУМОВ

C71 Справочник строителя кабельных сооружений связи/Барон Д. А., Гершман Б. И., Гроднев И. И. и др. — 3-е изд., исправ. и доп. — М.: Связь, 1979.— 704 с., ил.

Авт. указаны на обороте тит. л.

В пер.: 3 р. 20 к.

Справочник содержит новые данные, относящиеся к производству земляных работ, устройству подземных кабельных коммуникаций, прокладке и монтажу кабелей связи, их электроизмерениям, испытаниям, герметичности, постановке под избыточное газовое давление, защите от перенапряжений и коррозии. Кроме того, приводятся виды транспорта, оборудования, материалов и инструментов для строительства кабельных сооружений связи.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников, занимающихся строительством, эксплуатацией и проектированием кабельных магистралей.

30602—028

C
045(01)—79

Без объявл. 2402040000

ББК 32.889

6Ф1

ИБ № 723

**СПРАВОЧНИК СТРОИТЕЛЯ
КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ**

Редакторы *Е. В. Комарова, Е. А. Образцова*

Художественный редактор *Р. А. Клочков*

Технический редактор *Г. И. Колосова*

Корректор *Р. М. Шишкова*

Сдано в набор 9/X 1978 г.

Подп. в печ. 15/XII 1978 г.

Т-21848 Формат 60×90/16 Бумага тип. № 2 Гарнитура литературная.

Печать высокая 44,0 усл.-печ. л. 56,79 уч.-изд. л. Тираж 10 000 экз.

Изд. № 18658 Зак. № 252 Цена 3 руб. 20 коп.

Издательство «Связь». Москва 101000, Чистопрудный бульвар, д. 2

Типография издательства «Связь» Госкомиздата СССР

Москва 101000, ул. Кирова, д. 40

© Издательство «Связь», 1977 г.

© Издательство «Связь», 1979 г., с изменениями.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Исторический XXV съезд КПСС определил основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы, главным из которых является последовательное осуществление генеральной линии нашей партии на подъем материального и культурного уровня жизни советского народа на основе повышения эффективности общественного производства, ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда и всемерного улучшения качества работы во всех звеньях народного хозяйства.

Основные направления развития народного хозяйства в X пятилетке предусматривают дальнейшее развитие всех видов связи. Будут продолжены работы по созданию Единой автоматизированной сети связи страны, протяженность междугородных телефонных каналов возрастет в 1,75 раза, а количество телефонов в городах и сельской местности — в 1,5 раза. Количество пунктов приема газетных полос, передаваемых фототелеграфным способом, увеличится в 2 раза, будут развернуты работы по организации общегосударственной системы передачи данных, дальнейшему расширению сети телевизионного вещания и радиовещания, цветного телевидения и более широкому использованию искусственных спутников Земли для телефонно-телеграфной связи с отдаленными районами страны.

Большая роль в развитии средств связи отведена строительству кабельных линий связи на основе повышения технического уровня, эффективности и качества строительно-монтажного производства.

Издание настоящего справочника (третья редакция) должно оказать помощь строителям сооружений связи в решении поставленных перед ними ответственных задач. Авторами существенно переработаны материалы справочника, собранные из различных источников, уточнены и дополнены новыми сведениями, относящимися к области строительства коаксиальных и симметричных линий магистральной, зоновой, городской и сельской связи.

Справочник содержит характеристики линий различных типов, общие сведения о передаче электромагнитной энергии по кабелям связи, описание основных видов оборудования и материалов для производства строительных и монтажных работ, характеристики механизмов, инструмента, транспортных средств, данные по производству земляных работ, устройству подземных сооружений, прокладке и монтажу различных типов кабелей, мерам защиты линий связи, а также прогрессивные методы организации и технологии производственных процессов основных видов работ при строительстве кабельных линий связи. Раздел II написан при участии К. К. Никольского.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников (прорабов, мастеров) и рабочих массовых профессий, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией кабельных сооружений связи. Он будет полезен руководящим и инженерно-техническим работникам электросвязи, студентам и учащимся электротехнических институтов и техникумов связи.

Все замечания и предложения по данному справочнику просьба направлять в издательство «Связь» по адресу: 101000, Москва, Чистопрудный бульвар, д. 2.

Авторы

Раздел 1.

Основные сведения из физики и математики

1.1. ЕДИНИЦЫ МЕР И ИХ ОБОЗНАЧЕНИЯ

С 1 января 1963 г. введен в действие ГОСТ 9867—61 «Международная система единиц», утвержденный Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР. Сокращенно эта система обозначается символом SI (в русском написании СИ). Международная система единиц должна применяться как предпочтительная во всех областях науки, техники и народного хозяйства, а также в преподавании. В табл. 1.1 приведены сокращенные обозначения единиц системы СИ, с которыми работники связи наиболее часто сталкиваются в практической деятельности.

В табл. 1.2 дано образование кратных и дольных единиц. В табл. 1.3 дается сравнение важнейших единиц мер, а в табл. 1.4 — перевод английских дюймов в миллиметры.

Единицы измерения СИ

Таблица 1.1

Наименование величины	Единица измерения	Сокращенное обозначение единицы измерения	Размер единицы измерения
1	2	3	4
Основные единицы			
Длина	метр	м	
Масса	килограмм	кг	
Время	секунда	с	
Сила электрического тока	ампер	А	
Термодинамическая температура	градус Кельвина	К	
Сила света	кандела	кд	
Производные единицы			
Площадь	квадратный метр	м ²	(1 м) ²
Объем	кубический метр	м ³	(1 м) ³
Частота	герц	Гц	1: (1 с)
Плотность (объемная масса)	килограмм на кубический метр	кг/м ³	(1 кг): (1 м) ³
Скорость	метр в секунду	м/с	(1 м): (1 с)
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	(1 рад): (1 с)
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с ²	(1 м): (1 с) ²
Сила	ньютон	Н	(1 кг)·(1 м):(1 с) ²
Давление (механическое напряжение)	паскаль	Па	(1 Н): (1 м) ²
Работа, энергия, количество теплоты	джоуль	Дж	(1 Н)·(1 м)
Мощность	ватт	Вт	(1 Дж): (1 с)
Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл	(1 А)·(1 с)
Электрическое напряжение, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила	вольт	В	(1 Вт): (1 А)

Продолжение табл. 1.1

Наименование величины	Единица измерения	Сокращенное обозначение единицы измерения	Размер единицы измерения
1	2	3	4
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м	(1 В) : (1 м)
Электрическое сопротивление	ом	Ом	(1 В) : (1 А)
Электрическая проводимость	сименс	См	(1 А) : (1 В)
Электрическая емкость	фарада	Ф	(1 Кл) : (1 В)
Поток магнитной индукции	вебер	Вб	(1 Кл) : (10 м)
Индуктивность	генри	Г	(1 Вб) : (1 А)
Магнитная индукция	тесла	Т	(1 Вб) : (1 м) ²
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	А/м	(1 А) : (1 м)
Световой поток	люмен	лм	(1 лм)
Световая энергия	люмен в секунду	лм/с	(1 лм) : (1 с)
Освещенность	люкс	лк	(1 лм) : (1 м) ²

Т а б л и ц а 1.2

Образование кратных и дольных единиц

Наименование	Доля	Сокращенное обозначение	Наименование	Доля	Сокращенное обозначение
Пико	10 ⁻¹²	п	Дека	10	да
Нано	10 ⁻⁹	н	Гекто	10 ²	г
Микро	10 ⁻⁶	мк	Кило	10 ³	к
Милли	10 ⁻³	м	Мега	10 ⁶	М
Санتي	10 ⁻²	с	Гига	10 ⁹	Г
Деци	10 ⁻¹	д	Тера	10 ¹²	Т

Переводные формулы температур:

$$t_C = \frac{5}{9} (t_F - 32) = T_K - 273,15 = \frac{5}{9} T_R - 273,15;$$

$$T_K = t_C + 273,15 = \frac{5}{9} t_F + 255,37 = \frac{5}{9} T_R.$$

Здесь t_C , T_K , t_F , T_R — температура соответственно в градусах Цельсия, Кельвина, Фаренгейта, Ренкина.

Т а б л и ц а 1.3

Сравнение важнейших единиц мер

Д л и н а						
Метры	Милли-метры	Дюймы	Футы	Ярды	Английские сухопутные мили	Английские морские мили
1	1000	39,3701	3,28084	1,0936	—	—
0,001	1	0,03937	0,00328	0,001094	—	—
0,02540	25,4	1	0,08333	1,02778	—	—
0,30480	304,8	12	1	0,3333	—	—
0,9144	914,4	36	3	1	—	—
1,609	—	—	5 280	1 760	1	0,8683
1,852	—	—	6 080	2 027	1,151	1

Продолжение табл. 1.3

П л о щ а д ь

Кв. метры	Кв. санти- метры	Кв. дюймы	Кв. футы	Кв. ярды
1	10 000	1 550,0	10,764	1,196
0,0001	1	0,15501	0,00108	0,000196
0,00065	6,4516	1	0,00694	0,000771
0,09290	929	144	1	0,1111
0,83613	8 361,3	1 296	9	1

О б ъ е м

Куб. метры	Литры	Куб. футы	Куб. ярды	Галлоны	
				английские	американские
1	1 000	35,3147	1,308	220,1	264,2
0,001	1	0,035315	0,001308	0,2201	0,2642
0,028817	28,317	1	0,037037	6,242	7,4805
0,7645	764,5	27	1	2136,2	2 565,8
0,0004546	4,546	0,16057	0,005944	1=277,5 куб. дюйма	1,2002
0,003785	3,7852	0,1337	0,00495	0,83292	1=231 куб. дюйма

1 куб. дюйм = 16,3871 см³; 1 см³ = 0,061 куб. дюйма; 1 фут³ = 1728 куб. дюймов; 1 л = 61,0305 куб. дюйма

М а с с а

Килограммы	Тонны метрические	Английские	
		фунты	тонны
1	0,001	2,2046	0,000984
1 000	1	2204,6	0,9842
0,45359	0,000454	1	0,000446
1 016,05	1,01605	2240	1

Д а в л е н и е

Технич. атм. (736,6 мм рт.ст.)	Английские фунты на кв. дюйма	Высота водяного столба	
		м	футы
0,1	14,22	10	32,84
0,1033	14,70	10,34	33,93
0,0070	1	0,7037	2,309
0,00999	1,421	1	3,281
0,003045	0,4332	0,3048	1

М о щ н о с т ь

Лошадиная сила	Англ. лошадиная сила	Киловатт	Килограммо- метр/секунда
1	0,986	0,736	75
0,0139	1	0,746	76,04
1,36	1,34	1	102
1,3333	1,315	0,981	100

Таблица 1.4

Перевод английских дюймов в миллиметры
 1 дюйм = 25,40 мм; 1 мм = 0,0393701 дюйма

Дюймы	0	1/8	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8
0	0,000	3,175	6,350	7,938	9,525	12,700	15,875	19,050	22,225
1	25,400	28,574	31,749	33,338	34,924	38,099	41,274	44,449	47,624

1.2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ

В табл. 1.5—1.9 приведены наиболее часто употребляемые математические величины, включая тригонометрические и показательные функции и натуральные логарифмы.

Ниже приведены некоторые часто встречающиеся постоянные математические величины:

$$\pi = 3,1416; 2\pi = 6,283; \pi^2 = 9,8696;$$

$$1/\pi = 0,3183; 1/\pi^2 = 0,101; \sqrt{\pi} = 1,772; \pi/4 = 0,785;$$

$$e = 2,7183; \lg e = 0,434; \ln N = 2,3 \lg N;$$

$$\lg N = 0,434 \ln N.$$

В табл. 1.9 приведены формулы для нахождения площадей и объемов основных геометрических фигур.

Таблица 1.5

Степени, корни, окружности, площади кругов и обратные величины

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi}{4} n^2$	$1/n$
0	0	0	0	0	0	0	$+\infty$
1	1	1	1,0000	1,0000	3,142	0,7854	1,00000
2	4	8	1,4242	1,2599	6,283	3,1416	0,50000
3	9	27	1,7321	1,4422	9,425	7,0686	0,33333
4	16	64	2,0000	1,5874	12,57	12,566	0,25000
5	25	125	2,2361	1,7100	15,71	19,635	0,20000
6	36	216	2,4495	1,8171	18,85	28,274	0,16667
7	49	343	2,6458	1,9129	21,99	38,485	0,14286
8	64	512	2,8284	2,0000	25,13	50,266	0,12500
9	81	729	3,0000	2,0801	28,27	63,617	0,11111
10	100	1000	3,1623	2,1544	31,42	78,540	0,10000
11	121	1331	3,3166	2,2240	34,56	95,033	0,09091
12	144	1728	3,4641	2,2894	37,70	113,10	0,08333
13	169	2197	3,6056	2,3513	40,84	132,73	0,07692
14	196	2744	3,7417	2,4101	43,98	153,94	0,07143
15	225	3375	3,8730	2,4662	47,12	176,72	0,06667
16	256	4096	4,0000	2,5198	50,27	201,06	0,06250
17	289	4913	4,1231	2,5713	53,41	226,98	0,05882
18	324	5832	4,2426	2,6207	56,55	254,47	0,05556
19	361	6859	4,3589	2,6684	59,69	283,53	0,05263
20	400	8000	4,4721	2,7144	62,83	314,16	0,05000
21	441	9261	4,5826	2,7589	65,97	346,36	0,04762
22	484	10648	4,6904	2,8020	69,12	380,13	0,04545
23	529	12167	4,7958	2,8439	72,26	415,48	0,04348
24	576	13824	4,8990	2,8845	75,40	452,29	0,04167
25	625	15625	5,0000	2,9240	78,54	490,87	0,04000
26	676	17576	5,0990	2,9625	81,68	530,93	0,03846
27	729	19683	5,1962	3,0000	84,82	572,56	0,03704
28	784	21952	5,2915	3,0366	87,97	615,75	0,03571
29	841	24389	5,3852	3,0723	91,11	660,52	0,03448
30	900	27000	5,4772	3,1072	94,25	706,86	0,03333
31	961	29791	5,5678	3,1414	97,39	754,77	0,03226
32	1024	32768	5,6569	3,1748	100,5	804,25	0,03125

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	πn	$\frac{\pi}{4} n^2$	$1/n$
33	1089	35937	5,7446	3,2075	103,7	855,30	0,03030
34	1156	39304	5,8310	3,2396	106,8	907,92	0,02941
35	1225	42875	5,9161	3,2711	110,0	962,11	0,02857
36	1296	46656	6,0000	3,3019	113,1	1017,9	0,02778
37	1369	50653	6,0828	3,3322	116,2	1075,2	0,02703
38	1444	54872	6,1644	3,3620	119,4	1134,1	0,02632
39	1521	59319	6,2450	3,3912	122,5	1194,6	0,02564
40	1600	64000	6,3246	3,4200	125,7	1256,6	0,02500
41	1681	68921	6,4031	3,4482	128,8	1320,3	0,02439
42	1764	74088	6,4807	3,4760	131,9	1385,4	0,02381
43	1849	79507	6,5574	3,5034	135,1	1452,2	0,02326
44	1935	85184	6,6332	3,5303	138,2	1520,5	0,02273
45	2025	91125	6,7082	3,5569	141,4	1590,4	0,02222
46	2116	97336	6,7823	3,5830	144,5	1661,9	0,02174
47	2209	103823	6,8557	3,6088	147,7	1734,9	0,02128
48	2304	110592	6,9282	3,6342	150,8	1809,6	0,02083
49	2401	117649	7,0000	3,6593	153,9	1885,7	0,02041
50	2500	125000	7,0711	3,6840	157,1	1963,5	0,02000
51	2601	132651	7,1414	3,7084	160,2	2042,8	0,01961
52	2704	140608	7,2111	3,7325	163,4	2123,7	0,01923
53	2809	148877	7,2801	3,7563	166,5	2206,2	0,01887
54	2916	157464	7,3485	3,7798	169,7	2290,2	0,01852
55	3025	166375	7,4162	3,8030	172,8	2375,8	0,01818
56	3136	175616	7,4833	3,8259	175,9	2463,0	0,01786
57	3249	185193	7,5498	3,8485	179,1	2551,8	0,01754
58	3364	195112	7,6158	3,8709	182,2	2642,1	0,01724
59	3481	205379	7,6811	3,8930	185,4	2734,0	0,01695
60	3600	216000	7,7460	3,9149	188,5	2827,4	0,01667
61	3721	226981	7,8102	3,9365	191,6	2922,5	0,01639
62	3844	238328	7,8740	3,9579	194,8	3019,1	0,01613
63	3969	250047	7,9373	3,9791	197,9	3117,3	0,01587
64	4096	262144	8,0000	4,0000	201,1	3217,0	0,01563
65	4225	274625	8,0623	4,0207	204,2	3318,3	0,01538
66	4356	287496	8,1240	4,0412	207,4	3421,2	0,01515
67	4489	300763	8,1854	4,0615	210,5	3525,7	0,01493
68	4624	314432	8,2462	4,0817	213,6	3631,7	0,01471
69	4761	328509	8,3066	4,1016	216,8	3739,3	0,01449
70	4900	343000	8,3666	4,1213	219,9	3848,5	0,01429
71	5041	357911	8,4261	4,1408	223,1	3959,2	0,01408
72	5184	373248	8,4853	4,1602	226,2	4071,5	0,01389
73	5329	389017	8,5440	4,1793	229,3	4185,4	0,01370
74	5476	405224	8,6023	4,1983	232,5	4300,8	0,01351
75	5625	421875	8,6603	4,2172	235,6	4417,9	0,01333
76	5776	438976	8,7178	4,2358	238,8	4536,5	0,01316
77	5929	456533	8,7750	4,2543	241,9	4656,6	0,01299
78	6084	474552	8,8318	4,2727	245,0	4778,4	0,01282
79	6241	493039	8,8882	4,2908	248,2	4901,7	0,01266
80	6400	512000	8,9443	4,3089	251,3	5026,5	0,01250
81	6561	531441	9,0000	4,3267	254,5	5153,0	0,01235
82	6724	551368	9,0554	4,3445	257,6	5281,0	0,01220
83	6889	571787	9,1104	4,3621	260,8	5410,6	0,01205
84	7056	592704	9,1652	4,3795	263,9	5541,8	0,01190
85	7225	614125	9,2195	4,3968	267,0	5674,5	0,01176
86	7396	636056	9,2736	4,4140	270,2	5808,8	0,01163
87	7569	658503	9,3274	4,4310	273,3	5944,7	0,01149
88	7744	681472	9,3808	4,4480	276,5	6082,1	0,01136
89	7921	704969	9,4340	4,4647	279,6	6221,1	0,01124
90	8100	729000	9,4868	4,4814	282,7	6361,7	0,01111
91	8281	753571	9,5394	4,4979	285,9	6503,9	0,01099
92	8464	778688	9,5917	4,5144	289,0	6647,6	0,01087
93	8649	804357	9,6437	4,5307	292,2	6792,9	0,01075
94	8836	830584	9,6954	4,5468	295,3	6939,8	0,01064
95	9025	857375	9,7468	4,5629	298,5	7088,2	0,01053
96	9216	884736	9,7980	4,5789	301,5	7238,2	0,01042
97	9409	912673	9,8489	4,5947	304,7	7389,8	0,01031
98	9604	941192	9,8995	4,6104	307,9	7543,0	0,01020
99	9801	970299	9,9499	4,6261	311,0	7697,7	0,01010
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	314,2	7854,0	0,01000

Таблица 1.6

Тригонометрические функции

Градусы	Синус	Косинус	Тангенс	Градусы	Синус	Косинус	Тангенс	Градусы	Синус	Косинус	Тангенс
0	0,0000	1,0000	0,0000	31	0,5150	0,8572	0,6009	61	0,8746	0,4848	1,804
1	0,0175	0,9998	0,0175	32	0,5299	0,8480	0,6249	62	0,8829	0,4695	1,881
2	0,0349	0,9994	0,0349	33	0,5446	0,8387	0,6494	63	0,8910	0,4540	1,963
3	0,0523	0,9986	0,0524	34	0,5592	0,8290	0,6745	64	0,8988	0,4384	2,050
4	0,0698	0,9976	0,0699	35	0,5736	0,8192	0,7002	65	0,9063	0,4226	2,145
5	0,0872	0,9962	0,0875	36	0,5878	0,8090	0,7285	66	0,9135	0,4067	2,246
6	0,1045	0,9945	0,1051	37	0,6018	0,7986	0,7556	67	0,9205	0,3907	2,356
7	0,1219	0,9925	0,1228	38	0,6157	0,7880	0,7813	68	0,9272	0,3746	2,475
8	0,1392	0,9903	0,1405	39	0,6293	0,7771	0,8098	69	0,9336	0,3584	2,605
9	0,1564	0,9877	0,1584	40	0,6428	0,7660	0,8391	70	0,9397	0,3420	2,747
10	0,1736	0,9848	0,1763	41	0,6561	0,7547	0,8693	71	0,9455	0,3256	2,904
11	0,1908	0,9816	0,1944	42	0,6691	0,7431	0,9004	72	0,9511	0,3090	3,078
12	0,2079	0,9781	0,2126	43	0,6820	0,7314	0,9325	73	0,9563	0,2924	3,271
13	0,2250	0,9744	0,2309	44	0,6947	0,7193	0,9657	74	0,9613	0,2756	3,487
14	0,2419	0,9703	0,2493	45	0,7071	0,7071	1,0000	75	0,9659	0,2588	3,732
15	0,2588	0,9659	0,2679	46	0,7193	0,6947	1,0355	76	0,9703	0,2419	4,011
16	0,2756	0,9613	0,2867	47	0,7314	0,6820	1,0724	77	0,9744	0,2250	4,331
17	0,2924	0,9563	0,3057	48	0,7431	0,6691	1,1106	78	0,9781	0,2079	4,705
18	0,3090	0,9511	0,3249	49	0,7547	0,6561	1,1504	79	0,9816	0,1908	5,135
19	0,3256	0,9455	0,3443	50	0,7660	0,6428	1,1918	80	0,9848	0,1736	5,671
20	0,3420	0,9397	0,3640	51	0,7771	0,6293	1,2349	81	0,9877	0,1564	6,314
21	0,3584	0,9336	0,3839	52	0,7880	0,6157	1,2799	82	0,9903	0,1392	7,115
22	0,3746	0,9272	0,4040	53	0,7986	0,6018	1,3270	83	0,9925	0,1219	8,144
23	0,3907	0,9202	0,4245	54	0,8090	0,5878	1,3764	84	0,9945	0,1045	9,514
24	0,4067	0,9135	0,4452	55	0,8192	0,5736	1,4281	85	0,9962	0,0872	11,43
25	0,4226	0,9063	0,4663	56	0,8290	0,5592	1,4826	86	0,9976	0,0698	14,30
26	0,4384	0,8984	0,4877	57	0,8387	0,5446	1,5399	87	0,9986	0,0523	18,08
27	0,4540	0,8910	0,5095	58	0,8480	0,5299	1,6003	88	0,9994	0,0348	28,64
28	0,4695	0,8829	0,5317	59	0,8572	0,5150	1,6643	89	0,9998	0,0175	57,29
29	0,4848	0,8746	0,5543	60	0,8660	0,5000	1,7320	90	1,0000	0,0000	∞
30	0,5000	0,8660	0,5774								

Таблица 1.7

Гиперболические функции

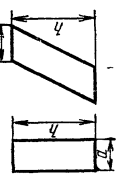
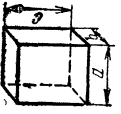
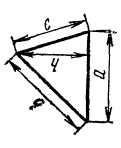
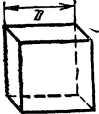
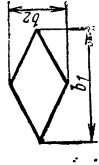
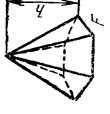
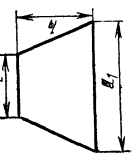
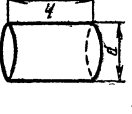
a	$\operatorname{sh} a$	$\operatorname{ch} a$	$\operatorname{th} a$	a	$\operatorname{sh} a$	$\operatorname{ch} a$	$\operatorname{th} a$
0,0	0,000	1,000	0,000	2,2	4,46	4,57	0,976
0,1	0,100	1,005	0,010	2,3	4,94	5,04	0,980
0,2	0,201	1,020	0,197	2,4	5,47	5,56	0,984
0,3	0,304	1,045	0,291	2,5	6,05	6,13	0,987
0,4	0,411	1,081	0,380	2,6	6,69	6,77	0,989
0,5	0,521	1,128	0,462	2,7	7,41	7,47	0,991
0,6	0,637	1,185	0,537	2,8	8,19	8,25	0,993
0,7	0,759	1,255	0,604	2,9	9,06	9,11	0,994
0,8	0,888	1,337	0,664	3,0	10,02	10,07	0,995
0,9	1,026	1,433	0,716	3,1	11,08	11,12	0,996
1,0	1,175	1,543	0,762	3,2	12,24	12,29	0,997
1,1	1,336	1,668	0,800	3,3	13,54	13,57	0,997
1,2	1,509	1,811	0,834	3,4	14,97	15,00	0,998
1,3	1,698	1,971	0,862	3,5	16,54	16,57	0,998
1,4	1,904	2,15	0,885	3,6	18,29	18,31	0,999
1,5	2,13	2,35	0,905	3,7	20,21	20,24	0,999
1,6	2,37	2,58	0,922	3,8	22,33	22,36	0,999
1,7	2,64	2,83	0,935	3,9	24,69	24,71	0,999
1,8	2,94	3,11	0,947	4,0	27,29	27,31	0,999
1,9	3,27	3,42	0,956	4,5	45,00	45,00	1,000
2,0	3,63	3,76	0,964	5,0	74,20	74,20	1,000
2,1	4,02	4,14	0,970	—	—	—	—

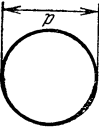
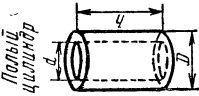
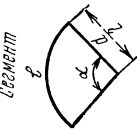
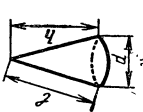
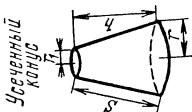
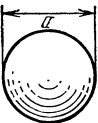
Таблица 1.8

Натуральные логарифмы

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	∞	0,0000	0,6931	1,0986	1,3863	1,6094	1,7918	1,9459	2,0794	2,1972
1	2,3026	2,3979	2,4849	2,5649	2,6391	2,7081	2,7726	2,8332	2,8904	2,9444
2	2,9957	3,0445	3,0910	3,1355	3,1781	3,2189	3,2581	3,2958	3,3322	3,3673
3	3,4012	3,4340	3,4657	3,4965	3,5264	3,5553	3,5835	3,6109	3,6376	3,6636
4	3,6889	3,7136	3,7377	3,7612	3,7842	3,8067	3,8286	3,8501	3,8712	3,8918
5	3,9120	3,9318	3,9512	3,9703	3,9890	4,0073	4,0254	4,0431	4,0604	4,0775
6	4,0943	4,1109	4,1271	4,1431	4,1589	4,1744	4,1897	4,2047	4,2195	4,2341
7	4,2485	4,2627	4,2767	4,2905	4,3041	4,3175	4,3307	4,3438	4,3567	4,3694
8	4,3820	4,3944	4,4067	4,4188	4,4308	4,4427	4,4543	4,4659	4,4773	4,4886
9	4,4998	4,5109	4,5218	4,5326	4,5433	4,5539	4,5643	4,5747	4,5850	4,5951
10	4,6052	4,6151	4,6250	4,6347	4,6444	4,6540	4,6634	4,6728	4,6821	4,6913
20	5,2983	5,3033	5,3083	5,3132	5,3181	5,3230	5,3279	5,3327	5,3375	5,3423
30	5,7038	5,7071	5,7104	5,7137	5,7170	5,7203	5,7236	5,7268	5,7301	5,7333
40	5,9915	5,9940	5,9965	5,9989	6,0014	6,0039	6,0064	6,0088	6,0113	6,0137
50	6,2146	6,2166	6,2186	6,2206	6,2226	6,2246	6,2265	6,2285	6,2305	6,2324
60	6,3969	6,3986	6,4003	6,4019	6,4036	6,4052	6,4069	6,4085	6,4102	6,4118
70	6,5511	6,5525	6,5539	6,5554	6,5568	6,5582	6,5596	6,5610	6,5624	6,5639
80	6,6846	6,6859	6,6871	6,6884	6,6896	6,6908	6,6921	6,6933	6,6946	6,6958
90	6,8024	6,8035	6,8046	6,8057	6,8068	6,8079	6,8090	6,8101	6,8112	6,8123
99	6,8977	6,8987	6,8997	6,9007	6,9017	6,9027	6,9037	6,9047	6,9057	6,9068

Таблица 1.9
 Формулы для расчета площадей и объемов основных геометрических фигур
 (S — площадь; V — объем; M — боковая поверхность; A — полная поверхность; L — длина окружности)

Название фигуры	Площади	Название фигур	Объемы
Параллелограмм, прямоугольник 	$S = ah$	Прямоугольник 	$M = 2(a+b)c$ $A = 2(ab+ac+bc)$ $V = abc$
Треугольник 	$S = \frac{ah}{2} = \frac{V(p-a)(p-b)(p-c)}{2p}$, где $p = \frac{a+b+c}{2}$	Куб 	$V = a^3$ $A = 6a^2$ $M = 4a^2$
Ромб 	$S = 0,5 b_1 b_2$	Пирамида 	$V = \frac{1}{3} Fh$ $M = \Sigma$ площадей треугольников
Трапеция 	$S = \frac{a_1 + a_2}{2} h$	Цилиндр 	$M = \pi dh$ $A = 2\pi r(r+h)$ $V = \frac{\pi d^2}{4} h$

<p>Круг</p> 	$S = \frac{\pi d^2}{4}$ <p>($L = \pi d$)</p>	<p>Полный цилиндр</p> 	$V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) h$
<p>Сегмент</p> 	$S = \frac{\pi d^2}{4} \frac{\alpha^\circ}{360^\circ}$	<p>Круговой конус</p> 	$M = \frac{1}{2} \pi d l$ $V = \frac{1}{3} \frac{\pi d^2}{4} h$
		<p>Усеченный конус</p> 	$M = \pi S (r + r_1)$ $V = \left(r^2 + r_1^2 + r r_1 \right) \frac{\pi h}{3}$
		<p>Шар</p> 	$A = \pi D^2$ $V = \frac{1}{6} \pi D^3$

1.3. ДЕЦИБЕЛЫ

Затухание линии ($a = \alpha l$) или в общем виде четырехполюсника принято оценивать в децибелах (белах). Для децибелов используется десятичная система логарифмов. Затухание в 1 Бел соответствует уменьшению мощности в 10 раз, тока или напряжения — в 3,17 раза:

$$a = 10 \lg \frac{P_0}{P_l} \text{ или } \frac{P_0}{P_l} = 10^a = 10;$$

$$a = 20 \lg \left| \frac{U_0}{U_l} \right| = 20 \lg \left| \frac{I_0}{I_l} \right| \text{ или } \left| \frac{U_0}{U_l} \right| = \left| \frac{I_0}{I_l} \right| = 10^{0,5a} = 10^{0,5} = 3,17.$$

Децибел является одной десятой частью бела. Соответственно затухание в 1 дБ характеризует уменьшение по мощности в 1,26 раза, а по току или напряжению — в 1,12 раза:

$$a = 10 \lg \frac{P_0}{P_l} \text{ или } \frac{P_0}{P_l} = 10^{0,1a} = 10^{0,1} = 1,26,$$

$$a = 20 \lg \left| \frac{U_0}{U_l} \right| = 20 \lg \left| \frac{I_0}{I_l} \right| \text{ или } \left| \frac{U_0}{U_l} \right| = \left| \frac{I_0}{I_l} \right| = 10^{0,05a} = 10^{0,05} = 1,12.$$

Таким образом, затухание кабельной цепи (дБ) можно выразить в виде

$$a = 10 \lg \left| \frac{P_0}{P_l} \right| = 20 \lg \left| \frac{U_0}{U_l} \right| = 20 \lg \left| \frac{I_0}{I_l} \right|.$$

В табл. 1.10 приведены значения в децибелах при различных соотношениях мощности, тока и напряжения.

Между неперами и децибелами существует следующее соотношение: 1 Нп = 8,686 дБ, или 1 дБ = 0,115 Нп. Перевод неперов в децибелы и наоборот дан в табл. 1.11 и 1.12. Значения показательных функций e^x и e^{-x} приведены в табл. 1.13. В табл. 1.14 даны значения функций e^x , $e^{0,1x}$ и $e^{-0,01x}$. Значения функций $10^{0,05x}$ и $10^{-0,05x}$, где x — в децибелах, приведены в табл. 1.15 и 1.16.

Т а б л и ц а 1.10

Значения P , U , I при различных затуханиях

a , дБ	0,1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_0/P_l	1,02	1,26	1,58	1,99	2,51	3,16	3,98	5,01	6,31	7,94	10
$U_0/U_l = I_0/I_l$	1,01	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	1,99	2,24	2,51	2,82	3,16

Продолжение табл. 1.10

a , дБ	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	10 n
P_0/P_l	31,62	100	316,2	1000	3160	10 000	31 600	100 000	316 000	10 ⁶	10 ⁿ
$U_0/U_l = I_0/I_l$	5,62	10	17,8	31,62	56,2	100	178	316,2	562	1000	$\sqrt{10}^n$

Таблица 1.11

Перевод неперов в децибелы

Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ
0.01	0.087	1.4	12.2	3.7	32.1	6.0	52.1	8.3	72.1	10.5	91.2	12.7	110.3	14.9	129.4
0.02	0.174	1.5	13.0	3.8	33.0	6.1	53.0	8.4	73.0	10.6	92.1	12.8	111.8	15.0	130.3
0.03	0.261	1.6	13.9	3.9	33.9	6.2	53.9	8.5	73.8	10.7	92.9	12.9	112.0	15.1	131.2
0.04	0.347	1.7	14.8	4.0	34.8	6.3	54.7	8.6	74.7	10.8	93.8	13.0	112.9	15.2	132.0
0.05	0.434	1.8	15.6	4.1	35.6	6.4	55.6	8.7	75.6	10.9	94.7	13.1	113.8	15.3	132.9
0.06	0.521	1.9	16.5	4.2	36.5	6.5	56.5	8.8	76.4	11.0	95.6	13.2	114.7	15.4	133.8
0.07	0.608	2.0	17.4	4.3	37.3	6.6	57.3	8.9	77.3	11.1	96.4	13.3	115.5	15.5	134.6
0.08	0.695	2.1	18.2	4.4	38.2	6.7	58.2	9.0	78.2	11.2	97.3	13.4	116.4	15.6	135.5
0.09	0.782	2.2	19.1	4.5	39.1	6.8	59.1	9.1	79.0	11.3	98.1	13.5	117.3	15.7	136.4
0.1	0.869	2.3	20.0	4.6	40.0	6.9	59.9	9.2	79.9	11.4	99.0	13.6	118.2	15.8	137.2
0.2	1.74	2.4	20.8	4.7	40.8	7.0	60.8	9.3	80.8	11.5	99.9	13.7	119.0	15.9	138.1
0.3	2.61	2.5	21.7	4.8	41.7	7.1	61.7	9.4	81.6	11.6	100.8	13.8	119.9	16.0	139.0
0.4	3.47	2.6	22.6	4.9	42.6	7.2	62.5	9.5	82.5	11.7	101.6	13.9	120.8	16.1	139.8
0.5	4.34	2.7	23.5	5.0	43.4	7.3	63.4	9.6	83.4	11.8	102.5	14.0	121.7	16.2	140.7
0.6	5.21	2.8	24.3	5.1	44.3	7.4	64.3	9.7	84.3	11.9	103.4	14.1	122.5	16.3	141.6
0.7	6.08	2.9	25.2	5.2	45.2	7.5	65.1	9.8	85.1	12.0	104.2	14.2	123.3	16.4	142.4
0.8	6.95	3.0	26.1	5.3	46.0	7.6	66.0	9.9	86.0	12.1	105.1	14.3	124.2	16.5	143.3
0.9	7.82	3.1	26.9	5.4	46.9	7.7	66.9	10.0	86.9	12.2	106.0	14.4	125.1	16.6	144.2
1.0	8.69	3.2	27.8	5.5	47.8	7.8	67.8	10.1	87.7	12.3	106.8	14.5	125.9	16.7	145.1
1.1	9.55	3.3	28.7	5.6	48.6	7.9	68.6	10.2	88.6	12.4	107.7	14.6	126.8	16.8	145.9
1.2	10.4	3.4	29.5	5.7	49.5	8.0	69.5	10.3	89.5	12.5	108.6	14.7	127.7	16.9	146.8
1.3	11.3	3.5	30.4	5.8	50.4	8.1	70.4	10.4	90.3	12.6	109.4	14.8	128.6	17.0	147.7
		3.6	31.3	5.9	51.2	8.2	71.2								

Перевод децибелов в неперы

дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп
0,1	0,0115	14	1,61	37	4,26	60	6,91	83	9,55	105	12,1	127	14,6	149	17,2
0,2	0,0230	15	1,73	38	4,37	61	7,02	84	9,67	106	12,2	128	14,7	150	17,3
0,3	0,0345	16	1,84	39	4,49	62	7,14	85	9,79	107	12,3	129	14,9	151	17,4
0,4	0,0461	17	1,96	40	4,61	63	7,25	86	9,90	108	12,4	130	15,0	152	17,5
0,5	0,0576	18	2,07	41	4,72	64	7,37	87	10,0	109	12,5	131	15,1	153	17,6
0,6	0,0691	19	2,19	42	4,84	65	7,48	88	10,1	110	12,7	132	15,2	154	17,7
0,7	0,0806	20	2,30	43	4,95	66	7,60	89	10,2	111	12,8	133	15,3	155	17,8
0,8	0,0921	21	2,42	44	5,06	67	7,71	90	10,4	112	12,9	134	15,4	156	18,0
0,9	0,1036	22	2,53	45	5,18	68	7,83	91	10,5	113	13,0	135	15,5	157	18,1
1	0,115	23	2,65	46	5,30	69	7,94	92	10,6	114	13,1	136	15,7	158	18,2
2	0,230	24	2,76	47	5,41	70	8,06	93	10,7	115	13,2	137	15,8	159	18,3
3	0,345	25	2,88	48	5,52	71	8,17	94	10,8	116	13,4	138	15,9	160	18,4
4	0,461	26	2,99	49	5,64	72	8,29	95	10,9	117	13,5	139	16,0	161	18,5
5	0,576	27	3,11	50	5,76	73	8,40	96	11,0	118	13,6	140	16,1	162	18,6
6	0,691	28	3,22	51	5,87	74	8,52	97	11,2	119	13,7	141	16,2	163	18,8
7	0,806	29	3,34	52	5,99	75	8,63	98	11,3	120	13,8	142	16,3	164	18,9
8	0,921	30	3,45	53	6,10	76	8,75	99	11,4	121	13,9	143	16,5	165	19,0
9	1,04	31	3,57	54	6,22	77	8,87	100	11,5	122	14,0	144	16,6	166	19,1
10	1,15	32	3,68	55	6,33	78	8,98	101	11,6	123	14,2	145	16,7	167	19,2
11	1,27	33	3,80	56	6,45	79	9,09	102	11,7	124	14,3	146	16,8	168	19,3
12	1,38	34	3,91	57	6,56	80	9,21	103	11,9	125	14,4	147	16,9	169	19,5
13	1,50	35	4,03	58	6,68	81	9,32	104	12,0	126	14,5	148	17,0	170	19,6
		36	4,14	59	6,79	82	9,44								

Таблица 1.13

Показательные функции

	e^x	e^{-x}	x	e^x	e^{-x}	x	e^x	e^{-x}
0,00	1,0000	1,0000	2,20	9,0250	0,11080	4,30	73,700	0,01357
0,10	1,1052	0,90484	2,30	9,9742	0,10026	4,40	81,451	0,01228
0,20	1,2214	0,81873	2,40	11,023	0,09072	4,50	90,017	0,01111
0,30	1,3499	0,74082	2,50	12,182	0,08208	4,60	99,484	0,01005
0,40	1,4918	0,67032	2,60	13,464	0,07427	4,70	109,95	0,00910
0,50	1,6487	0,60653	2,70	14,880	0,06721	4,80	121,51	0,00823
0,60	1,8221	0,54881	2,80	16,445	0,06081	4,90	134,29	0,00745
0,70	2,0138	0,49659	2,90	18,174	0,05502	5,00	148,41	0,00674
0,80	2,2255	0,44933	3,00	20,086	0,04979	5,10	164,02	0,00610
0,90	2,4596	0,40657	3,10	22,198	0,04505	5,20	181,27	0,00552
1,00	2,7183	0,36788	3,20	24,533	0,04076	5,30	200,34	0,00499
1,10	3,0042	0,33287	3,30	27,113	0,03688	5,40	221,41	0,00452
1,20	3,3201	0,30119	3,40	29,964	0,03337	5,50	244,69	0,00409
1,30	3,6693	0,27253	3,50	33,115	0,03020	5,60	270,43	0,00370
1,40	4,0552	0,24660	3,60	36,598	0,02732	5,70	298,87	0,00335
1,50	4,817	0,22313	3,70	40,447	0,02472	5,80	330,30	0,00303
1,60	4,9530	0,20190	3,80	44,701	0,02237	5,90	365,04	0,00274
1,70	5,4739	0,18268	3,90	49,402	0,02024	6,00	403,43	0,00248
1,80	6,0496	0,16530	4,00	54,598	0,01832	7,00	1097	0,0009
1,90	6,6859	0,14957	4,10	60,340	0,01657	8,00	2981	0,0003
2,00	7,3891	0,13534	4,20	66,686	0,01500	9,00	8103	0,00012
2,10	8,1662	0,12246						

Таблица 1.14

Значения функции

x	e^x	$e^{0,1x}$	$e^{0,01x}$	x	e^x	$e^{0,1x}$	$e^{0,01x}$
1	2,7183	1,105	1,010	6	403,43	1,822	1,062
2	7,3891	1,221	1,020	7	1096,6	2,014	1,072
3	20,086	1,350	1,030	8	2981,0	1,226	1,083
4	54,598	1,492	1,041	9	8103,1	2,460	1,094
5	148,41	1,649	1,051				

Таблица 1.15

Значения $10^{-0,05x}$ в 10^{-3} дБ

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,	1000,0	988,55	977,24	966,05	954,99	944,06	933,25	922,57	912,01	901,57
1,	891,25	881,05	870,96	860,99	851,14	841,40	831,76	822,24	812,83	803,53
2,	794,33	785,24	776,25	767,36	758,58	749,89	741,31	732,82	724,44	716,14
3,	707,95	699,84	691,83	683,91	676,08	668,34	660,69	653,13	645,65	638,26
4,	630,96	623,73	616,59	609,54	602,56	595,66	588,84	582,10	575,44	568,85
5,	562,34	555,90	549,54	543,25	537,03	530,88	524,81	518,80	512,86	506,99
6,	501,19	495,45	489,78	484,17	478,63	473,15	467,74	462,38	457,09	451,86
7,	446,68	441,57	436,52	431,52	426,58	421,70	416,87	412,10	407,38	402,72
8,	398,11	393,55	389,04	384,59	380,19	375,84	371,54	367,28	363,08	358,92
9,	354,81	350,75	346,74	342,77	338,84	334,97	331,13	327,34	323,59	319,89
10,	316,23	312,61	309,03	305,49	302,00	298,54	295,12	291,74	288,40	285,10
11,	281,84	278,61	275,42	272,27	269,15	266,07	263,03	260,02	257,04	254,10
12,	251,19	248,31	245,47	242,66	239,88	237,14	234,42	231,74	229,09	226,46
13,	223,87	221,31	218,78	216,27	213,80	211,35	208,93	206,54	204,17	201,84
14,	199,53	197,24	194,98	192,75	190,55	188,36	186,21	184,08	181,97	179,89
15,	177,83	175,79	173,78	171,79	169,82	167,88	165,96	164,06	162,18	160,32
16,	158,49	156,68	154,88	153,11	151,36	149,62	147,91	146,22	144,54	142,89
17,	141,25	139,64	138,04	136,46	134,90	133,35	131,83	130,32	128,83	127,35
18,	125,89	124,45	123,03	121,62	120,23	118,85	117,49	116,15	114,82	113,50
19,	112,20	110,92	109,65	108,39	107,15	105,93	104,71	103,52	102,33	101,16
20,	100,00	98,855	97,724	96,605	95,499	94,406	93,325	92,257	91,201	90,157

Т а б л и ц а 1.16

Значения $10^{0,05x}$, дБ

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,	1,0000	1,0116	1,0233	1,0352	1,0471	1,0593	1,0715	1,0839	1,0965	1,1092
1,	1,1220	1,1350	1,1482	1,1615	1,1749	1,1885	1,2023	1,2162	1,2303	1,2445
2,	1,2589	1,2735	1,2883	1,3032	1,3183	1,3335	1,3490	1,3646	1,3804	1,3964
3,	1,4125	1,4289	1,4454	1,4622	1,4791	1,4962	1,5136	1,5311	1,5488	1,5668
4,	1,5849	1,6032	1,6218	1,6406	1,6596	1,6788	1,6982	1,7179	1,7378	1,7579
5,	1,7783	1,7989	1,8197	1,8408	1,8621	1,8836	1,9055	1,9275	1,9498	1,9724
6,	1,9953	2,0184	2,0417	2,0654	2,0893	2,1135	2,1380	2,1627	2,1878	2,2131
7,	2,2387	2,2646	2,2909	2,3174	2,3442	2,3714	2,3988	2,4266	2,4547	2,4831
8,	2,5119	2,5410	2,5704	2,6002	2,6303	2,6607	2,6915	2,7227	2,7542	2,7861
9,	2,8184	2,8510	2,8840	2,9174	2,9512	2,9854	3,0200	3,0549	3,0903	3,1261
10,	3,1623	3,1989	3,2359	3,2734	3,3113	3,3497	3,3884	3,4277	3,4674	3,5075
11,	3,5481	3,5892	3,6308	3,6728	3,7154	3,7584	3,8019	3,8459	3,8905	3,9355
12,	3,9811	4,0472	4,0738	4,1210	4,1687	4,2170	4,2658	4,3152	4,3652	4,4157
13,	4,4668	4,5186	4,5709	4,6238	4,6774	4,7315	4,7863	4,8417	4,8978	4,9545
14,	5,0119	5,0699	5,1286	5,1880	5,2481	5,3088	5,3703	5,4325	5,4954	5,5590
15,	5,6234	5,6885	5,7544	5,8210	5,8884	5,9566	6,0256	6,0954	6,1659	6,2373
16,	6,3096	6,3826	6,4565	6,5313	6,6069	6,6834	6,7608	6,8391	6,9183	6,9984
17,	7,0795	7,1614	7,2444	7,3282	7,4131	7,4989	7,5858	7,6736	7,7625	7,8523
18,	7,9433	8,0353	8,1283	8,2224	8,3176	8,4140	8,5114	8,6099	8,7096	8,8105
19,	8,9125	9,0157	9,1201	9,2257	9,3325	9,4406	9,5499	9,6605	9,7724	9,8855
20,	10,000	10,116	10,233	10,352	10,471	10,593	10,715	10,839	10,965	11,092

Для определения значений функций $10^{0,05x}$ и $10^{-0,05x}$ при $x = 20$ можно пользоваться следующими соотношениями:

1. Функция $10^{-0,05x}$ дБ.

Учитываем, что при $x=20$ функция равна 10^{-1} . Тогда, например, для $x=30=(20+10)$ дБ получим $10^{-1} \cdot 10^{-3}=10^{-4}$ или, например, для $x=67=(20+20+20+7)$ дБ получим $10^{-1} \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-5}=10^{-4}$.

2. Функция $10^{0,05x}$ дБ.

Учитываем, что при $x=20$ функция равна 10. Тогда, например, для $x=30=(20+10)$ дБ получим $10 \cdot 10=10^2$ или, например, для $x=62=(20+20+20+2)$ дБ получим $10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10=10^4$.

1.4. ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Закон Ома. Ток I , А, в цепи прямо пропорционален напряжению U и обратно пропорционален сопротивлению R :

$$I = U/R.$$

Отсюда $U=IR$, В, и $R=U/I$, Ом.

Законы Кирхгофа. 1. Сумма всех токов, притекающих к узлу электрической цепи, равна сумме токов, вытекающих из узла (рис. 1.1), или, иначе: алгебраическая сумма токов в узловой точке электрической цепи равна нулю: $\Sigma I = 0$. Как видно из рис. 1.1, $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$.

2. В замкнутой цепи алгебраическая сумма всех ЭДС E равна алгебраической сумме падений напряжений на элементах цепи:

$$\Sigma E = \Sigma IR.$$

Применительно к рис. 1.2 этот закон выразится так:

$$E_1 + E_2 = IR_{01} + IR_{02} + IR_1 + IR_2 + IR_3,$$

где R_{01} и R_{02} — внутренние сопротивления генераторов.

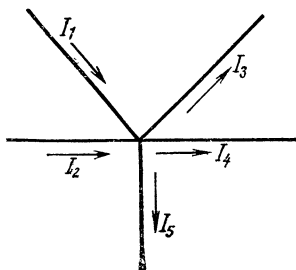


Рис. 1.1. Узловая точка

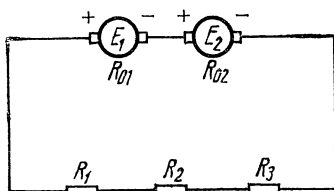


Рис. 1.2. Схема электрической связи

Закон Джоуля и Ленца. Количество теплоты Q , Кл, выделяемое при прохождении электрического тока по проводнику, прямо пропорционально квадрату силы тока I , сопротивлению проводника R и времени t , в течение которого электрический ток протекал по проводнику:

$$Q = 0,24 I^2 R t_0.$$

Закон Кулона. Сила взаимодействия F , Н, двух электрических зарядов q_1 и q_2 прямо пропорциональна произведению количества электричества в этих зарядах и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними r и зависит от диэлектрической проницаемости среды ϵ , в которой они находятся:

$$F = q_1 q_2 / (\epsilon r^2).$$

Аналогичный закон действует для определения силы взаимодействия F , Н, между двумя магнитными зарядами m_1 и m_2 :

$$F = m_1 m_2 / (\mu r^2),$$

где μ — магнитная проницаемость среды.

Закон сложения R , L , C . При последовательном соединении сопротивлений (индуктивностей) (рис. 1.3) результирующее сопротивление (индуктивность) увеличивается, а при параллельном соединении (рис. 1.4) уменьшается. При последовательном включении конденсаторов результирующая емкость уменьшается, а при параллельном включении увеличивается. Расчетные формулы приведены в табл. 1.17.

Переменный ток. Переменным током называется электрический ток, изменяющийся с течением времени по величине и направлению. В электротехнике обычно рассматриваются переменные токи, которые периодически меняют величину и направление. Время, в течение которого переменный ток совершает один полный цикл своего изменения, называется периодом T .

Т а б л и ц а 1.17

Формулы сложения R , L , C

Наименование	Последовательное включение	Параллельное включение
Сопротивление	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$
Индуктивность	$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$	$L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots}$
Емкость	$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots}$	$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$

Число периодов за одну секунду называется частотой f . Частота и период связаны соотношением $f=1/T$, Гц. Угловая частота $\omega=2\pi f$.

В электросвязи используется переменный синусоидальный ток, величина которого изменяется по синусоидальному закону (рис. 1.5):

$$i = I_m \sin \omega t,$$

где I_m — максимальное (амплитудное) значение.

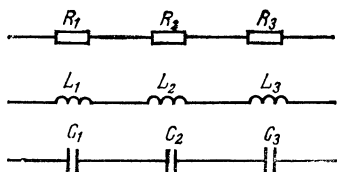


Рис. 1.3. Последовательное соединение элементов

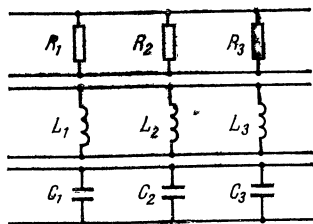


Рис. 1.4. Параллельное соединение элементов

Действующее значение переменного тока меньше амплитудного значения в $\sqrt{2}$ раз, т. е. $I = I_m / \sqrt{2}$.

Индуктивность и емкость при переменном токе обладают реактивным сопротивлением. Индуктивное сопротивление — это сопротивление, оказываемое катушкой индуктивности L при переменном токе частотой ω , Ом:

$$X_L = \omega L.$$

Емкостное сопротивление — это сопротивление конденсатора C при переменном токе частотой ω , Ом:

$$X_C = 1/\omega C.$$

Полное реактивное сопротивление цепи, составленное из индуктивности и емкости,

$$Z = \omega L - 1/\omega C.$$

Резонансный контур — это контур, содержащий индуктивность и емкость (рис. 1.6).

Резонансная (собственная) частота контура — это частота, на которой индуктивное и емкостное сопротивления равны между собой: $\omega L = 1/\omega C$. Отсюда резонансная частота

$$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}.$$

Явление резонанса наблюдается при совпадении резонансной частоты контура ω_0 с частотой генератора ω ($\omega_0 = \omega$).

Различают последовательный резонанс, при котором генератор напряжения включен в контур последовательно (рис. 1.6а) и параллельный резонанс, когда генератор включен параллельно контуру (рис. 1.6б).

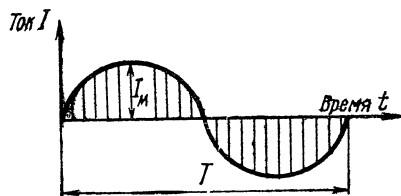


Рис. 1.5. Переменный (синусоидальный) ток

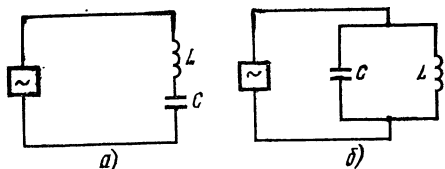


Рис. 1.6. Последовательный (а) и параллельный (б) резонансы

Обычно любой контур имеет сопротивление R и поэтому вносит потери. Величина этих потерь характеризуется добротностью контура и определяется формулой

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Чем больше Q , тем лучше контур. Полное сопротивление контура Z , Ом, включает как активные R , так и реактивные ωL и $1/\omega C$ составляющие.

Возможны различные варианты включения R , L , C в контуре:

при последовательном соединении R и L

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2};$$

при последовательном включении R и C

$$Z = \sqrt{R^2 + (1/\omega C)^2};$$

при последовательном соединении R , L , C

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$$

(в частном случае при резонансе, когда $\omega L = 1/\omega C$, полное сопротивление цепи $Z = R$);

при параллельном включении R и L

$$Z = \frac{R \omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}};$$

при параллельном соединении R и C

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 - (R \omega C)^2}}.$$

Работа и мощность электрического тока. Работа тока, или электрическая энергия, A , Вт·с, есть произведение напряжения на ток и на время его прохождения

$$A = UI t, \text{ или } A = I^2 R t.$$

Мощностью P называется работа, производимая в единицу времени (в секунду), Вт:

$$P = A/t = UI, \text{ или } P = I^2 R.$$

Коэффициентом полезного действия η называется отношение мощности, отдаваемой во внешнюю цепь, к полной мощности P_r , развиваемой генератором:

$$\eta = P/P_r = UI/EI = UE.$$

Следовательно, КПД — это отношение напряжения на зажимах генератора при нагрузке к его ЭДС (E).

Длина волны. Расстояние, которое проходит электромагнитная волна за время одного периода колебания, называется длиной волны λ . Она связана с частотой колебания переменного тока f соотношением

$$\lambda f = c,$$

где c — скорость распространения электромагнитной волны в свободном пространстве ($c = 300\,000$ км/с). В табл. 1.18 дано соотношение между f и λ . На

Таблица 1.18

Соотношение между длиной волны λ и частотой f

f	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	100 ГГц
λ	30 км	3 км	300 м	30 м	3 м	30 см	3 см	3 мм

Частоты		Волны		
Килогерцы	1 10^3 Гц	100 км	Декакилометровые	Длинные волны
	10 10^4 Гц	10 км		
	100 10^5 Гц	1 км	Километровые	Средние волны
Мегагерцы	1 10^6 Гц	100 м	Гектометровые	
	10 10^7 Гц	10 м	Декаметровые	Короткие волны
	100 10^8 Гц	1 м	Метровые	
Гигагерцы	1 10^9 Гц	10 см	Дециметровые	Ультракороткие волны
	10 10^{10} Гц	1 см	Сантиметровые	
	100 10^{11} Гц	1 мм	Миллиметровые	
Терагерцы	1 10^{12} Гц	100 мкм	Децимиллиметровые	Инфракрасное излучение
	10 10^{13} Гц	10 мкм	Микроволны	
	100 10^{14} Гц	1 мкм	Световые волны	Видимый свет
	10^{15} Гц	1000 Å		
	10^{16} Гц	100 Å		Ультрафиолетовое излучение

Рис. 1.7. Классификация электромагнитных волн

рис. 1.7 приведена классификация волн, используемых в современной радиотехнике и электросвязи.

В настоящее время все большее развитие получает передача ультракоротких волн метрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов. В табл. 1.19 приведены электрические константы.

Таблица 1.19

Важнейшие электрические константы

Наименование параметра	Обозначение	Значение	Размерность
Волновое сопротивление	Z_0	376,7	Ом
Диэлектрическая проницаемость	ϵ_0	$\frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9}$	Ф/м
Магнитная проницаемость	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	Г/м
Скорость распространения	c	$3 \cdot 10^8$	м/с

1.5. УРОВНИ ПЕРЕДАЧИ

В технике связи в ряде случаев с целью упрощения расчетов принято характеризовать силу тока, напряжение и мощность не в абсолютных единицах (амперах, вольтах, ваттах), а в виде логарифмических отношений, называемых уровнями (p_I ; p_U ; p_P).

В качестве исходного нулевого уровня приняты: мощность $P_0=1$ мВт; ток $I_0=1,29$ мА; напряжение $U_0=0,775$ В. Уровни связаны с величинами мощности, напряжения и тока следующими логарифмическими соотношениями, дБ:

а) по мощности

$$p_P = 10 \lg (P/P_0);$$

б) по напряжению

$$p_U = 20 \lg (U/U_0);$$

в) по току

$$p_I = 20 \lg (I/I_0).$$

Исходная величина напряжения получается из формулы $P_0=U_0^2/Z$. Подставив в нее мощность $P_0=1$ мВт, принятую за нормальную, и сопротивление $Z=600$ Ом, получим

$$U_0 = \sqrt{P_0 Z} = \sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 600} = 0,775 \text{ В.}$$

Исходная величина тока получается из формулы $P_0=I_0^2 Z$:

$$I_0 = \sqrt{P_0/Z} = \sqrt{1 \cdot 10^{-3}/600} = 1,29 \cdot 10^{-3} = 1,29 \text{ мА.}$$

Вышеприведенные соотношения называются абсолютными уровнями передачи. При определении относительных уровней передачи принимаются логарифмические соотношения мощности, тока и напряжения в рассматриваемой точке цепи по отношению к другой точке цепи, относительно которой определяется уровень.

В табл. 1.20 приведены соотношения между абсолютными уровнями в децибелах и величинами мощности, напряжения и тока при различных значениях

Соотношение между абсолютными уровнями и величинами мощности, напряжения и тока при различных сопротивлениях цепи

Абсолют- ные уров- ни, дБ	Мощность P , мВт	$Z = 500 \text{ Ом}$		$Z = 180 \text{ Ом}$		$Z = 140 \text{ Ом}$		$Z = 75 \text{ Ом}$	
		U , В	I , мА	U , В	I , мА	U , В	I , мА	U , В	I , мА
+43,4	22030	114,95	191,45	63,11	349,85	55,49	396,65	40,70	542,00
+39,1	8100	69,77	116,12	38,19	212,15	33,69	240,61	24,66	329,00
+34,8	2980	42,31	70,43	23,17	128,65	20,45	145,90	14,96	199,25
+30,4	1090	25,60	42,15	14,01	77,84	12,36	88,25	9,04	120,50
+26,1	403	15,58	25,93	8,52	47,32	7,51	53,55	5,51	73,20
+21,7	148	9,43	15,71	5,17	28,67	4,56	32,51	3,34	44,42
+17,4	54,6	5,72	9,53	3,14	17,41	2,76	19,76	2,03	26,95
+13,0	20,1	3,47	5,79	1,91	10,57	1,68	12,00	1,23	16,38
+8,69	7,39	2,11	3,51	1,16	6,41	1,02	7,27	0,745	9,92
+4,34	2,72	1,28	2,13	0,698	3,89	0,617	4,29	0,452	6,02
0	1,0	0,775	1,29	0,425	2,35	0,375	2,67	0,274	3,65
-4,34	0,368	0,470	0,78	0,258	1,43	0,227	1,623	0,166	2,21
-8,69	0,135	0,285	0,475	0,156	0,870	0,138	0,982	0,100	1,34
-13,0	0,0498	0,173	0,288	0,0947	0,530	0,0835	0,596	0,061	0,815
-17,4	0,0183	0,105	0,175	0,0575	0,319	0,0506	0,360	0,0371	0,494
-21,7	0,0067	0,0634	0,106	0,0347	0,193	0,0306	0,219	0,0224	0,299
-26,1	2470·10 ⁻³	0,0386	0,0640	0,0211	0,117	0,0187	0,133	0,0137	0,182
-30,4	910·10 ⁻³	0,0234	0,0388	0,0128	0,0711	0,0113	0,0806	0,0083	0,1102
-34,8	340·10 ⁻³	0,0143	0,0238	0,0078	0,0434	0,0069	0,0492	0,0050	0,0672
-39,1	123·10 ⁻³	0,0086	0,0143	0,0047	0,0261	0,0042	0,0296	0,0030	0,0404
-43,4	45,2·10 ⁻³	0,0052	0,0087	0,0028	0,0158	0,0025	0,0180	0,0018	0,0245

Таблица 1.21
Соотношение между абсолютными уровнями в децибелах и напряжениями ($Z_0 = 600 \text{ Ом}$)

$P_U, \text{дБ}$	± 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Единица измерения
-120	0,78	0,69	0,62	0,55	0,49	0,44	0,39	0,35	0,31	0,27	мкВ
110	2,4	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	
100	7,8	6,9	6,2	5,5	4,9	4,4	3,9	3,5	3,1	2,7	
90	24,5	21,8	19,5	17,3	15,5	13,8	12,3	10,9	9,75	8,60	
80	77,5	69,0	61,5	54,8	48,9	43,6	38,8	34,6	30,8	27,4	
70	245	218	195	173	155	138	123	109	97,5	86,9	
60	775	690	615	548	489	436	388	346	308	274	
50	2,45	2,18	1,95	1,73	1,55	1,38	1,23	1,09	975	869	
40	7,75	6,90	6,15	5,48	4,89	4,36	3,88	3,46	3,08	2,74	
30	24,49	21,83	19,46	17,34	15,46	13,77	12,28	10,94	9,75	8,69	
20	77,50	69,04	61,53	54,84	48,87	43,56	38,82	34,60	30,84	27,43	мВ
10	244,9	218,3	194,6	173,4	154,6	137,7	122,8	109,4	97,51	86,91	
-0	775,0	690,4	615,3	548,4	488,7	435,6	388,2	346,0	308,4	274,3	
+0	775,0	869,1	975,1	1,094	1,228	1,377	1,546	1,734	1,946	2,183	
10	2,449	2,743	3,084	3,460	3,882	4,356	4,887	5,484	6,153	6,904	
20	7,750	8,691	9,751	10,94	12,28	13,77	15,46	17,34	19,46	21,81	
30	24,49	27,43	30,84	34,60	38,82	43,56	48,87	54,84	61,53	69,04	
40	77,50	86,91	97,51	109,4	122,8	137,7	154,6	173,4	194,6	218,3	
50	244,9	274,3	308,4	346,0	388,2	435,6	488,7	548,4	615,3	690,4	
+60	775,0	869,1	975,1	1094	1228	1377	1546	1734	1946	2183	

Таблица 1.22
Соотношение между абсолютными уровнями в децибелах и величинами мощности

Р _р , дБ	± 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Единица измерения
-100 90	100 1000	79,4 794	63,1 631	50,1 501	39,8 398	31,6 316	25,1 251	20,0 200	15,9 159	12,6 126	10 ⁻¹⁵ Вт
80 70 60	10 100 1000	7,94 79,4 794	6,31 63,1 631	5,01 50,1 501	3,98 39,8 398	3,16 31,6 316	2,51 25,1 251	2,00 20,0 200	1,59 15,9 159	1,26 12,6 126	10 ⁻¹² Вт
50 40 30	10 100 1000	7,94 79,4 794	6,31 63,1 631	5,01 50,1 501	3,98 39,8 398	3,16 31,6 316	2,51 25,1 251	2,00 20,0 200	1,59 15,9 159	1,26 12,6 126	10 ⁻⁹ Вт
20 10 0 -10	10 100 1000	7,94 79,43 794,3	6,31 63,10 631,0	5,01 50,12 501,2	3,98 39,81 398,1	3,16 31,16 316,2	2,51 25,12 251,2	2,00 19,95 199,5	1,59 15,85 158,5	1,26 12,59 125,9	10 ⁻⁶ Вт
+0 10 20	1 10 100	1,259 12,59 126	1,585 15,85 159	1,995 19,95 200	2,512 25,12 251	3,162 31,62 316	3,981 39,81 398	5,012 50,12 501	6,310 63,10 631	7,943 79,43 794	10 ⁻³ Вт
30 40 50	1 10 100	1,26 12,6 126	1,59 15,9 159	2,00 20,0 200	2,51 25,1 251	3,16 31,6 316	3,98 39,8 398	5,01 50,1 501	6,31 63,1 631	7,94 79,4 794	Вт
+60	1	1,26	1,59	2,00	2,51	3,16	3,98	5,01	6,31	7,94	10 ³ Вт

сопротивлений. В табл. 1.21 и 1.22 приведены значения абсолютных уровней в децибелах для различных значений мощностей и напряжений при $Z=600$ Ом.

Для определения напряжений и мощностей при других значениях уровней можно воспользоваться следующими соотношениями:

а) по напряжению: для значений уровней по напряжению больше чем 20 дБ имеем при $x=20 \cdot 10^{0,65}=10$ дБ. Тогда, например, для $p_v=26$ дБ $= (20+6)$ дБ получим напряжение $10 \cdot 1,546$ В $= 15,46$ В;

б) по мощности: для значений уровней по мощности больше чем 10 дБ имеем при $x=10 \cdot 10^{0,1x}=10$ дБ. Тогда, например, при $p_p=36=(10+10+10+6)$ дБ получим мощность $10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 3,981$ мВт $= 3981$ мВт $= 3,981$ Вт.

1.6. СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ, ДИЭЛЕКТРИКОВ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ

Основные характеристики проводниковых, изоляционных и других материалов, с которыми приходится иметь дело строителю линейных сооружений связи, приведены в табл. 1.23—1.26.

Таблица 1.23

Основные характеристики проводниковых материалов

Наименование металла	Удельная масса, г/см ³	Удельное электрическое сопротивление при 20° С, Ом · мм ² /м	Температура плавления, °С	Предел прочности при растяжении 20°С, кгс/мм ²
Серебро	10,5	0,0160—0,0162	961	15—30
Медь	8,71—8,9	0,01752—0,01820	1083	27,0—44,9
Бронза	8,3—8,9	0,021—0,052	885—1050	31—135
Золото	19,3	0,0240	1063	—
Алюминий	2,698—2,703	0,026—0,029	657—660	8—25
Цинк	7,1	0,0535—0,0625	419—430	14—29
Никель	8,8—8,9	0,0703—0,0790	1452	40—70
Платина	21,4	0,1050	1770	—
Сталь	7,9	0,103—0,138	1400—1530	70—75
Олово	7,3	0,114—0,120	232	2—5
Свинец	11,4	0,217—0,222	327,4	0,95—2,0
Нихром	8,1	1,0—1,15	1380—1410	70

Продолжение табл. 1.23

Наименование металла	Температурный коэффициент удельного электрического сопротивления, 1/°С	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С)	Удельная теплоемкость, 4,19 · Дж/(кг · °С)	Температурный коэффициент линейного расширения при 20—100° С, 1/°С
Серебро	0,0034—0,0036	4,2	0,055	0,0000197
Медь	0,0040	2,93—4,10	0,0985	0,000017
Бронза	0,0040	0,41—0,81	0,0950—0,2236	0,000017
Золото	0,0038	—	0,032	0,000014
Алюминий	0,00403—0,00429	2,096—2,100	0,2081—0,2150	0,000023
Цинк	0,0039—0,0041	1,10—1,13	0,092	0,000032
Никель	0,0060	0,58—0,62	0,106	0,0000131
Платина	0,0039	—	0,033	0,000009
Сталь	0,0057—0,0062	0,45—0,48	0,120	0,000011
Олово	0,00438—0,00440	0,63—0,65	0,054	0,000023
Свинец	0,0038—0,0041	0,357	0,031	0,0000292
Нихром	0,00013	—	0,11	0,000013

Основные технологические, электрические

Характеристика		Единица измерения	Полиэтилен		Полипропилен	Поливинилхлорид	
			высокого давления (низкой плотности)	низкого давления (высокой плотности)		жесткий	пластифицированный
1	2	3	4	5	6	7	
Метод переработки	—	Литье под давлением					
		Экструзия					
		Вакуумформование					
		Выдувание					
Температура переработки	°C	120—180	150—220	220—280	160	180	
Удельное давление при литье	кгс/см ²	1000—1500			800—1500		
Усадка	%	1,0—2,5			—		
Удельная масса	г/см ³	0,92—0,93	0,95—0,96	0,90—0,92	1,36—1,40	1,30—1,50	
Предел прочности	при растяжении	кгс/см ²	120—180	250—300	250—350	400—600	70—140
	при сжатии		120—130	—	650—750	800—1000	500—600
	при изгибе		120—170	200—380	—	900—1200	1000—1100
Относительное удлинение при разрыве	%	150—600	200—1000	500—700	10—25	100—300	
Модуль упругости	(кгс/см ²) × 10 ⁻³	1,5—2,5	6—8	9—12 (изгиб)	30	15	
Твердость по Бриннелю	кгс/мм ²	13	16	16—17	13—16	4—8	
Удельная ударная вязкость	(кгс · с) / см ²	16 (без надреза)	—	80 (по Изоду)	120—180	4—12	
Темперостойкость по Мартенсу	°C	50—60	105—115	140—145	60—65	30—60	

Т а б л и ц а 1.24

и физико-механические свойства пластмасс

Полисти- рол	Поли- формаль- дегид	Поли- акрилаты	Полиамиды (капрон)	Фторосодержащие полимеры		Эфиросел- люлозные полимеры (с наполни- телями)
				фторо- пласт-3	фторо- пласт-4	
8	9	10	11	12	13	14
Прессо- вание	Экструзия	Вакуум- формова- ние, прессо- вание	Литье под давлением	Все методы, принятые для переработки термопла- стов	Прессова- ние, спекание	Литье под давлением, экструзия, прессование
150—200	200—225	150—180	180—220	260—300	350—370	
800—1500	700—800	1200— —1500	1200—2000	3000	—	800—2000
—	2,0—3,5	—	1,0—1,5	—	4,7	0,2—1,0
1,04— —1,06	1,40— —1,43	1,18— —1,20	1,14—1,15	2,11—2,16	2,20—2,40	1,05—1,40
300—500	600—700	500—850	500—850	350—450	160—300	140—500
900—1000	1300	800—1600	700—800	250—550	120—200	200—2000
800—1100	900—1300	900—1400	500—900	600—800	110—140	300—500
1,5—3,5	15—25	3—25	150—200	«З» 70—200 «Н» 20—40	250—300	5—40
12—30	28—29	20—40	12—15	11—14 (изгиб)	5—8,5 (изгиб)	18—28
15—20	25—40	17—18	10—12	10—13	3—4	4—10
3—15 (без кадров)	18—30	8—20	100—160	20—100	100	4—35
75—80	100—120	60—90	50—55	70	250	40—60

1	2	3	4	5	6	7	
Теплопроводность	Вт/(м× ×град)	6,0—9,0	—	—	3,8—4,0		
Коэффициент линейного расширения	(1° C)× ×10 ⁴	1,0—2,0	—	1,0—1,1	0,6—0,7		
Удельная теплоемкость	4,19 Дж/(кг× ×град)	0,55—0,70	—	0,45	0,24		
Горючесть	—	Слабая			Не горит		
Прозрачность	—	Непрозрачен, полупрозрачен в тонких слоях					
Морозостойкость	°C	$-60 \div -70$	—	$-15 \div -20$	$-15 \div -20$	$-15 \div -40$	
Электрическая прочность	кВ/мм	30—60	—	30—40	15—30		
Удельное поверхностное сопротивление	Ом	10 ¹⁷	10 ¹⁴	—	$10^{12} \div 10^{14}$	—	
Диэлектрическая про- ницае- мость	при 50 Гц	—	2,3	2,2	2,0—2,3	3,5—4,0	3,0—4,0
	при 10 ⁶ Гц		—	—	2,0—2,1	3,0	—
Тангенс угла ди- электри- ческих по- тер $\operatorname{tg} \delta \times$ ×(10 ⁻⁴)	при 50 Гц	—	3	1,4	—	80	300—500
	при 10 ⁶ Гц		3	1,4	2	140	500
Стойкость в различных средах	Вода	Хорошая					
	Кислоты	Хорошая					
	Щелочи	Хорошая					
	Масла	Плохая		Удовлетво- рительная	Хорошая		

Продолжение табл. 1.24

8	9	10	11	12	13	14
2,0—4,0	—	4,4	5,6—7,0	1,4	5,9	3,1—7,8
0,6—1,0	—	0,8—1,2	1,0—1,5	0,6—1,4	1,0	0,6—1,6
0,32	0,35	0,36—0,4	0,4—0,5	0,22	0,25	0,34—0,46
Горит			Слабая	Не горит		Слабая
Прозра- чен	Непрозра- чен	Прозра- чен	Непрозрачен			
$\frac{-20}{-30}$	—40	$\frac{-40}{-45}$	$\frac{-40}{-50}$	—70		—
20—40	20—25	25—40	16—22	15	25—70	10—20
10^{16} — 10^{17}	$6 \cdot 10^{14}$	10^{12} — 10^{13}	10^{12} — 10^{14}	10^{17}		10^{11} — 10^{14}
3,0—4,0	3,7	3,5—3,6	4,0—5,0	3,0	1,9—2,2	2,5—7,5
2,6	3,2—3,5	3,0—3,2	4,0—5,0	2,5—3,0	1,9—2,2	—
4	—	200—600	180	150	2	50—600
3	40	200—300	600—800	100	2,5	—
Хорошая	Средняя		Ниже средней	Хорошая		Ниже средней
Хорошая			*	Очень хорошая		**
Хорошая						**
Хорошая	—	Удовлет- воритель- ная	Хорошая			**

1	2	3	4	5	6	7
Стойкость в различных средах	Бензин	Набухает		Незначительно набухает	Хорошая	
	Растворители	Набухает в ароматических углеводородах			Набухает в дихлорэтане	
		Набухает в ацетоне, серном эфире				

* Стойки к разбавленным кислотам: после кратковременного погружения в растворы радиационных кислот на поверхности изделий (испаряется растворитель).

** Свойства эфирцеллюлозных полимеров могут меняться в широких пределах (как

Таблица 1.25

Электрические характеристики диэлектриков

Диэлектрик	Диэлектрическая проницаемость	Электрическая прочность, кВ/мм	Удельное объемное сопротивление, Ом·см	Диэлектрические потери $\operatorname{tg} \delta \cdot 10^{-4}$ при частоте, Гц		
				50	10 ⁶	10 ⁸
Сплошной полиэтилен	2,3	30	10 ¹⁷	3	5	5
Пористый полиэтилен	1,5	10	10 ¹⁷	—	5	6
Полистирол-стирофлекс	2,2	40	10 ¹⁶	2	2	2
Фторопласт	2,2	25	10 ¹⁷	2	2	2
Полипропилен	2,0	40	10 ¹⁶	4	5	4
Полиизобутилен	2,3	23	10 ¹⁶	4	6	—
Поливинилхлорид	4,5	30	10 ¹³	400	300	—
Полиамиды (капрол и др.)	4,5	25	10 ¹³	400	—	—
Кабельная бумага	2—2,5	—	10 ¹⁶	70	400	—

Продолжение табл. 1.24

8	9	10	11	12	13	14
Набухает	—	Удовлетворительная	Хорошая			••
Растворяется в спирте, ацетоне, ароматических хлористых углеводородах	—	Растворяются		Хорошая		Растворяется в ацетоне, ароматических хлористых углеводородах
		в ацетоне, хлористых углеводородах	в органических кислотах и фенолах			

при последующей эксплуатации на воздухе разрушаются вследствие повышения концентрации (это видно из таблицы) в зависимости от типа полимера и наполнителя

Таблица 1.26

Объемные массы, коэффициенты теплопроводности и удельная теплоемкость при 0° С и температура плавления некоторых материалов

Наименование материала	Объемная масса, кг/м³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×град)	Удельная теплоемкость, 4,19 Дж/(кг×град)	Температура плавления, °С
Алебастр	2300—2800	—	—	—
Алюминий	2600—2700	175	0,21	658
Асбест	2300	—	—	—
Асфальт	1200	—	—	—
Бензин	680—740	—	—	—
Бетон с гравием	2000—2200	1,1	0,2	—
Бронза	8300—8900	51—61	0,095	1200
Войлок строительный	150	—	—	—
Глина	1500—2600	—	—	—
Гравий	1800—2000	—	—	—
Гранит	2800	—	—	—
Графит	2100	—	—	—
Дерево сухое:				
береза	500—800	0,15—0,2	0,65—0,57	—
ель	400—700			
дуб	700—1100			
Железобетон набивной	2200—2400	1,33	0,20	—
Железо	7880	46,8	0,01096	1300
Золото	19300	—	—	—
Земля сухая	1000—2000	0,22	—	—
Известь	1300	—	—	—
Керосин	800—850	—	—	—
Кирпич строительный	1400—2000	0,4	0,22	—
Латунь	8400—8700	55	0,094	1100
Лед	900	2,0	0,43	—
Масло минеральное	900	—	—	—
Медь	8710—8900	320	0,1	1083
Мел	1900—2600	0,8	0,21	—
Мрамор	2700	1,12	0,10	—
Никель	8800—8900	50	0,11	1300
Олово	7300—7400	56	0,054	232
Парафин	900	—	—	54
Песок сухой	1500—1600	0,75	0,20	—
Пробка	240	0,0432	0,05	—
Рубероид	1100	—	—	—
Свинец	11400	30,0	0,031	327
Серебро	1050	—	—	—
Сталь	7200—7900	40—45	0,120	1400
Стекло	2500	0,65	0,20	—
Торф сухой	370	—	—	—
Уголь древесный	200	0,55	0,20	—
Уголь каменный	1200—1500	0,15	0,30	—
Фанера	600	0,16	0,30	—
Фарфор	2400—2500	0,89—1,1	0,25	—
Цемент портландский	1100—1400	0,26	0,27	—
Цементный раствор	1715	0,29	0,27	—
Цинк	6700—7100	95	0,092	419
Чугун серый	6700—7600	—	0,115	1300
Шлак	850	—	—	—
Штукатурка	1600	0,75	0,20	—
Эбонит	1800	0,18	0,59	—

Раздел 2.

Передача электромагнитной энергии по кабелям связи

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Различают кабели симметричной и коаксиальной конструкций (рис. 2.1).

Коаксиальная цепь представляет собой цилиндрическую трубку, внутри которой расположен изолированный от трубки проводник. Внутренний проводник и трубка (внешний проводник) являются проводниками электрической цепи. Оба проводника имеют совпадающие геометрические оси. Электрические параметры их различны.

Симметричная цепь состоит из двух одинаковых по конструкции и электрическим параметрам изолированных проводников.

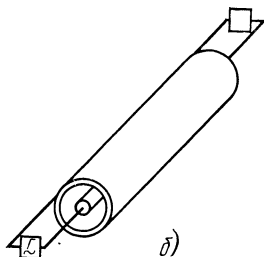
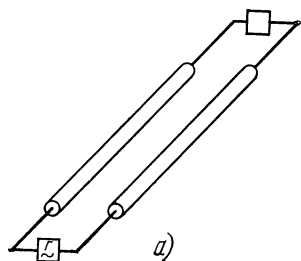


Рис. 2.1. Симметричная (а) и коаксиальная (б) цепи

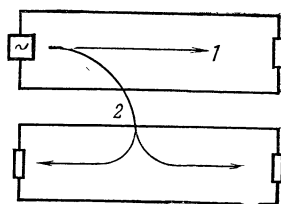


Рис. 2.2. Процесс передачи (1) и влияния (2) между цепями

Передача электромагнитной энергии по кабелям характеризуется двумя явлениями: распространением энергии вдоль цепи и взаимным переходом энергии между цепями (рис. 2.2). Процесс распространения энергии вдоль цепи определяется параметрами передачи, а процесс взаимных переходов — параметрами влияния.

К параметрам передачи относятся:

- 1) первичные параметры цепи: R — активное сопротивление, L — индуктивность, C — емкость, G — проводимость изоляции;
- 2) вторичные параметры цепи: α — коэффициент затухания, β — коэффициент фазы, $Z_{\text{в}}$ — волновое сопротивление, γ — коэффициент распространения электромагнитной энергии, v — скорость распространения электромагнитной энергии.

К параметрам влияния относятся:

- 1) первичные параметры цепи: $K_{12} = g + i\omega k$ — электрическая связь, $M_{12} = r + i\omega m$ — магнитная связь;

2) вторичные параметры цепи: A_0 — переходное затухание на ближнем конце, A_l — переходное затухание на дальнем конце, A_z — защищенность.

Перечисленные выше параметры зависят от конструкции кабеля, используемых материалов и частоты тока. Исходными во всех случаях являются первичные параметры; вторичные параметры определяются исходя из первичных.

В области низких частот качество и дальность связи характеризуются в основном параметрами передачи (в первую очередь, затуханием кабельной цепи), а при высокочастотном использовании цепей важнейшими характеристиками являются параметры влияния (переходное затухание и защищенность от помех).

2.2. ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ ПО КАБЕЛЬНОЙ ЦЕПИ

Закон распространения электромагнитной энергии вдоль однородной кабельной цепи с согласованными нагрузками (когда сопротивление передатчика и приемника Z_n равно волновому сопротивлению цепи Z_w) математически выражается следующими уравнениями:

$$U_x = U_0 e^{-\gamma x}, \quad I_x = I_0 e^{-\gamma x}, \quad P_x = P_0 e^{-2\gamma x},$$

где U_0 , I_0 , P_0 — напряжение, ток и мощность в начале цепи; U_x , I_x , P_x — напряжение, ток и мощность в точке цепи, расположенной на расстоянии x от ее начала; γ — коэффициент распространения.

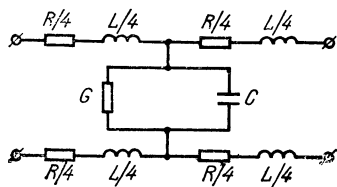


Рис. 2.3. Эквивалентная схема участка кабельной цепи

Эти уравнения позволяют определить напряжение, ток и мощность в любой точке кабельной цепи в зависимости от значений U , I , P в начале цепи.

Практически наиболее часто пользуются выражениями, устанавливающими зависимость между U , I , P в начале и конце кабельной цепи:

$$U_0/U_l = e^{\gamma l}, \quad I_0/I_l = e^{\gamma l}, \quad P_0/P_l = e^{2\gamma l}.$$

Отсюда можно получить следующие зависимости:

$$U_0 = I_l Z_w e^{\gamma l}, \quad I_0 = U_l / Z_w e^{\gamma l}, \quad P_0 = P_l e^{2\gamma l}.$$

Как видно из формул, ток, напряжение и мощность в любой точке цепи обусловлены двумя ее параметрами: коэффициентом распространения γ и волновым сопротивлением Z_w .

На рис. 2.3 представлена эквивалентная схема участка кабельной цепи. Здесь включенные последовательно параметры R и L образуют суммарное сопротивление $Z = R + i\omega L$, а параметры G и C — суммарную проводимость $Y = G + i\omega C$.

2.3. АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ

Активное сопротивление R — это сопротивление, которое испытывает переменный ток, проходя по цепи. Сопротивление R характеризует потерю энергии в металлических частях кабеля на вихревые токи.

Активное сопротивление симметричной кабельной цепи переменному току, Ом/км,

$$R = R_0 + R_{п.э} + R_{бл} + R_m,$$

где R_0 — сопротивление постоянному току; $R_{п.э}$ — сопротивление за счет поверхностного эффекта; $R_{бл}$ — сопротивление за счет эффекта близости; R_m — сопротивление за счет потерь в соседних кабельных цепях и свинцовой (или алюминиевой) оболочке.

Сопротивление цепи постоянному току на длине в 1 км, Ом/км, определяется по формуле

$$R_0 = \rho \frac{8000}{\pi d^2},$$

где d — диаметр проводника, мм; ρ — удельное сопротивление, Ом·мм²/м.

Вследствие скрутки проводников сопротивление цепи увеличивается пропорционально коэффициенту укрутки χ , значения которого в зависимости от диаметра кабеля приведены в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Коэффициент укрутки χ

Диаметр повива, мм	до 30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80
Коэффициент укрутки	1,010	1,016	1,025	1,037	1,050	1,070

Значения сопротивлений постоянному току двухпроводных кабельных цепей из медных и алюминиевых проводов при 20° С приведены в табл. 2.2.

Т а б л и ц а 2.2

Сопротивление постоянному току цепей из медных и алюминиевых проводников

Диаметр проводника, мм	Сопротивление проводника, Ом/км		Диаметр проводника, мм	Сопротивление проводника, Ом/км	
	медного	алюминиевого		медного	алюминиевого
0,5	190,0	317,0	0,9	57,0	94,7
0,6	131,6	218,0	1,0	47,0	78,0
0,7	96,0	160,0	1,2	31,9	53,0
0,8	72,2	120,0	1,4	23,8	39,5

Кабельные цепи с алюминиевыми проводниками диаметром 1,15; 1,55 и 1,8 мм эквивалентны цепям с медными проводниками диаметром соответственно 0,9; 1,2 и 1,4 мм.

Сопротивление проводников, Ом/км, при температуре t , отличной от 20° С,

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha_R (t - 20^\circ)],$$

где R_{20} — сопротивление при $t = 20^\circ$ С, Ом/км; α_R — температурный коэффициент сопротивления; t — температура, при которой определяется сопротивление, °С. Соотношение R_t/R_{20} для медных проводников приведено в табл. 2.3.

Сопротивление проводников возрастает за счет поверхностного эффекта и эффекта близости. Поверхностный эффект проявляется в вытеснении тока на поверхность проводника (рис. 2.4). Эффект близости обусловлен взаимодействием электромагнитных полей соседних проводников, в силу чего плот-

Таблица 2.3

Соотношение R_t/R_{20} для медных проводников

Температура, °C	+50	+45	+40	+35	+30	+25
R_t/R_{20}	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02

Продолжение табл. 2.3

Температура, °C	+20	+15	+10	+5	0	—5
R_t/R_{20}	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90

Окончание табл. 2.3

Температура, °C	—10	—15	—20	—25	—30	—35
R_t/R_{20}	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78

ность тока перераспределяется, увеличивается на взаимно обращенных друг к другу поверхностях (рис. 2.5).

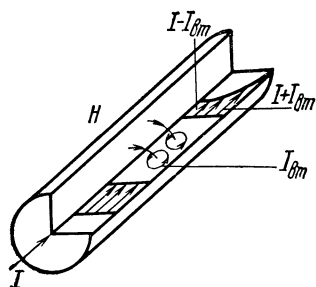


Рис. 2.4. Явления поверхностного эффекта

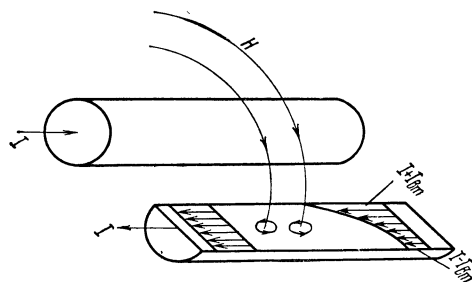


Рис. 2.5. Эффект близости

Активное сопротивление кабельной цепи переменному току без учета R_m , Ом/км, определяется по формуле

$$R = \lambda R_0 \left[1 + F(x) + \frac{pG(x)(d/a)^2}{1 - H(x)(d/a)^2} \right],$$

где первый член учитывает сопротивление постоянному току, второй дает прибавку сопротивления за счет поверхностного эффекта и третий член — прибавку за счет эффекта близости. В приведенной формуле: a — расстояние между цент-

рами проводников, мм; d — диаметр проводника, мм; p — коэффициент, учитывающий вид скрутки (значение для парной скрутки — 1, для звездной скрутки — 5). Функции $F(x)$, $G(x)$ и $H(x)$ определяются по табл. 2.4. Величина x для

Таблица 2.4

Функции F , G , H и Q для различных значений x

x	$F(x)$	$G(x)$	$H(x)$	$Q(x)$
0	0	$(x)^4/64$	0,0417	1,0
0,5	0,000326	0,000975	0,042	0,9998
1,0	0,00519	0,01519	0,053	0,997
1,5	0,0258	0,0691	0,092	0,987
2,0	0,0782	0,1724	0,169	0,961
2,5	0,1756	0,295	0,263	0,913
3,0	0,318	0,405	0,348	0,845
3,5	0,492	0,499	0,416	0,766
4,0	0,678	0,584	0,466	0,686
4,5	0,862	0,669	0,503	0,616
5,0	1,042	0,755	0,530	0,556
7,0	1,743	1,109	0,596	0,400
10,0	2,799	1,641	0,643	0,282
$> 10,0$	$\frac{\sqrt{2x}-3}{4}$	$\frac{\sqrt{2x}-1}{8}$	0,750	$\frac{2\sqrt{2}}{x}$

медных цепей $x=0,0105 d\sqrt{f}$, для алюминиевых цепей $x=0,0082 d\sqrt{f}$, где d — диаметр проводника, мм; f — частота, Гц.

Таблица 2.5

Величины дополнительного сопротивления R_T за счет потерь в медных проводниках смежных четверок, свинцовой и алюминиевой оболочках

Число четверок в кабеле	Сопротивление потерь R_T , Ом/км											
	смежные четверки для поворотов				свинцовая оболочка для поворотов				алюминиевая оболочка для поворотов			
	первого	второго	третьего	четвертого	первого	второго	третьего	четвертого	первого	второго	третьего	четвертого
1	0	—	—	—	22	—	—	—	8,1	—	—	—
4	7,5	—	—	—	18	—	—	—	6,7	—	—	—
1+6	8	7,5	—	—	1,5	5,5	—	—	0,6	2,0	—	—
1+6+12	8	7,5	7,5	—	0	0	1,0	—	0	0	0,4	—
1+6+12+18	8	7,5	7,5	7,5	0	0	0	1,0	0	0	0,4	0,4

Дополнительное сопротивление, обусловленное потерями на вихревые токи в соседних проводниках и свинцовой (алюминиевой) оболочке, Ом/км,

$$R_M = R_T \sqrt{f/200\,000},$$

где R_T — сопротивление потерь в медных проводниках смежных четверок и свинцовой (алюминиевой) оболочке при $f=200\,000$ Гц, значения которого приведены в табл. 2.5.

Потери в алюминиевой оболочке меньше, чем в свинцовой, в 2,72 раза ($\sqrt{\sigma_{\text{алюм}}/\sigma_{\text{свинца}}} = 2,72$).

2.4. ИНДУКТИВНОСТЬ ЦЕПИ

Индуктивность цепи L характеризуется отношением магнитного потока Φ к току I , создавшему этот поток:

$$L = \Phi/I,$$

— и состоит из наружной межпроводниковой индуктивности L_n и внутренней индуктивности каждого проводника $L_{вн}$.

Индуктивность симметричной кабельной цепи, Г/км,

$$L = \chi \left[4 \ln \frac{2a-d}{d} + Q(x) \right] 10^{-4},$$

где a — расстояние между центрами проводников, мм; d — диаметр проводника, мм; χ — коэффициент укрутки, значения которого приведены в табл. 2.1; $Q(x)$ — коэффициент, значения которого даны в табл. 2.4.

В этой формуле первый член характеризует внешнюю индуктивность, а второй — внутреннюю. Внешняя индуктивность имеет наибольшее значение (порядка 60—90%). Внутренняя индуктивность по абсолютной величине значительно меньше внешней и с ростом частоты существенно снижается. Индуктивность цепей для различных типов кабелей приведена в табл. 2.6.

Т а б л и ц а 2.6

Индуктивность кабельных цепей

Назначение кабеля	Скрутка	Диаметр проводника, мм	Индуктивность, мГ/км
Городские сети Кабелирование узлов и соединительные линии Междугородная связь	Парная	0,5—0,7	0,6—0,55
	Звездная	0,8—1,4	0,75—0,7
	»	1,2	0,82—0,78

Индуктивность искусственной цепи, образованной из четверки звездной скрутки, имеет примерно следующее значение в зависимости от индуктивности основной цепи: $L_n = 0,7L_{осн}$, Г/км. Для четверки типа двойной пары $L_n = 0,4L_{осн}$, Г/км.

2.5. ЕМКОСТЬ ЦЕПИ

Емкость симметричной цепи, $\Phi/\text{км}$, определяется по формуле

$$C = \frac{\chi \varepsilon \cdot 10^{-6}}{36 \ln \left(\frac{2a}{d} \psi \right)},$$

где χ — коэффициент укрутки (см. табл. 2.1); ε — эквивалентная диэлектрическая проницаемость комбинированной изоляции; a — расстояние между центрами проводников, мм; d — диаметр проводника, мм; ψ — поправочный коэффициент, характеризующий близость проводников заземленной оболочке и другим проводникам. Значения ψ для различных скруток приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Значения коэффициента ψ для парной, звездной и двойной парной скрутки

d_1/d	$\psi_{\text{П}}$	$\psi_{\text{З}}$	$\psi_{\text{ДП}}$
1,6	0,608	0,588	0,615
1,8	0,627	0,611	0,628
2,0	0,644	0,619	0,660
2,2	0,655	0,630	0,670
2,4	0,665	0,647	0,692

Примечание. d_1 — диаметр изолированного проводника; d — диаметр проводника.

Эквивалентная диэлектрическая проницаемость зависит от типа изоляции, соотношения твердого диэлектрика и воздуха в изоляции кабеля и определяется выражением

$$\varepsilon = (\varepsilon_1 S_1 + \varepsilon_2 S_2) / (S_1 + S_2),$$

где ε_1 и ε_2 — диэлектрические проницаемости соответственно первого и второго диэлектриков; S_1 и S_2 — площади поперечного сечения первого и второго диэлектриков.

Таблица 2.8

Диэлектрическая проницаемость ε

Назначение кабеля	Изоляция	Значение ε
Городские сети	Бумагомассная	1,6—1,7
	Воздушно-бумажная	1,5—1,6
	Полиэтиленовая	1,9—2,1
Каблирование узлов и соединительные линии	Кордельно-бумажная	1,4—1,6
	Пористо-полиэтиленовая	1,4—1,5
Междугородная связь	Кордельно-бумажная	1,3—1,4
	Кордельно-стирофлексная	1,2—1,3
	Сплошная полиэтиленовая	1,9—2,1
	Пористо-полиэтиленовая	1,4—1,5
	Трубчато-полиэтиленовая	1,2—1,3

Значения эквивалентной диэлектрической проницаемости для различных кабелей приведены в табл. 2.8. В табл. 2.9 приведены значения рабочей емкости симметричных кабельных цепей. Емкость искусственной цепи, образованной из

Т а б л и ц а 2.9

Рабочая емкость кабельных цепей

Назначение кабеля	Скрутка и изоляция	Диаметр проводника, мм	Емкость нФ/км
Городские сети	Парная с воздушно-бумажной изоляцией	0,5	50
		0,6	39—41
		0,7	40—42
Каблирование узлов и соединительные линии	Звездная с кордельно-бумажной изоляцией	0,8—1,4	33—36
	Звездная с пористо-полиэтиленовой изоляцией	0,9 и 1,2	31—33
Междугородная связь	Звездная с кордельно-бумажной изоляцией	1,2	26,5
	Звездная с кордельно-стирофлексной изоляцией	1,2	23,5
	Звездная с трубчато-полиэтиленовой изоляцией	1,2	23,5
	Звездная со сплошной полиэтиленовой изоляцией	1,2	35,0

четверки звездной скрутки, в 2,7 раза больше емкости основной цепи, а при двойной парной скрутке — в 1,63 раза.

2.6. ПРОВОДИМОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ ЦЕПИ

Проводимость изоляции G — это электрический параметр, характеризующий качество изоляции проводов кабеля. Проводимость изоляции обусловлена сопротивлением изоляции изолирующего материала, а также диэлектрическими потерями в кабеле и определяется по формуле, См/км,

$$G = G_0 + G_f,$$

где $G_0 = 1/R_{из}$ — проводимость изоляции постоянному току; $G_f = \omega C \operatorname{tg} \delta$ — проводимость изоляции, обусловленная диэлектрическими потерями при переменном токе. Величина сопротивления изоляции с увеличением температуры уменьшается. При температуре t ($R_{из\ t^\circ}$), отличной от 20°C ($R_{из\ 20^\circ}$), она рассчитывается по формуле

$$R_{из\ t^\circ} = R_{из\ 20^\circ} T,$$

где T — поправочный коэффициент. Практические значения $R_{из\ t^\circ}/R_{из\ 20^\circ} = T$ для кабелей с различной изоляцией приведены в табл. 2.10.

Т а б л и ц а 2.10

Значения коэффициента T при различной температуре

Вид изоляции	Температура, $^\circ\text{C}$							
	5	10	15	20	25	30	35	40
Бумажная	2,46	1,82	1,35	1,00	0,74	0,55	0,41	0,30
Стирофлексная	1,02	1,01	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98

В кабелях связи величина G_0 существенно меньше G_f и поэтому можно принять

$$G \approx G_f = \omega C \operatorname{tg} \delta,$$

где δ — эквивалентный угол диэлектрических потерь комбинированной изоляции.

Величина $\operatorname{tg} \delta$ для симметричных кабелей определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \delta = (\epsilon_1 \operatorname{tg} \delta_1 S_1 + \epsilon_2 \operatorname{tg} \delta_2 S_2) / (\epsilon_1 S_1 + \epsilon_2 S_2),$$

где ϵ_1 и ϵ_2 — диэлектрические проницаемости первого и второго диэлектриков; $\operatorname{tg} \delta_1$ и $\operatorname{tg} \delta_2$ — тангенсы углов диэлектрических потерь; S_1 и S_2 — площадь поперечного сечения соответственно первого и второго диэлектриков, например бумаги и воздуха.

Эквивалентные значения $\operatorname{tg} \delta$ для симметричных кабелей с различными видами изоляции приведены в табл. 2.11.

Т а б л и ц а 2.11

Частотная зависимость $\operatorname{tg} \delta \cdot 10^{-4}$ для кабелей с различной изоляцией

Тип изоляции	Значения $\operatorname{tg} \delta \cdot 10^{-4}$ при частоте, кГц			
	10	100	250	550
Кордельно-бумажная	55	113	160	280
Кордельно-стирофлексная	3	7	12	20
Сплошная полиэтиленовая	2	6	8	14
Пористо-полиэтиленовая	3	8	12	20
Балонно-полиэтиленовая	2	6	8	12

Частотная зависимость первичных параметров кабельной цепи показана на рис. 2.6.

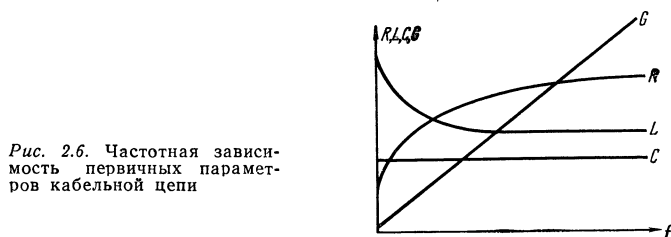


Рис. 2.6. Частотная зависимость первичных параметров кабельной цепи

2.7. ВОЛНОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Волновое сопротивление Z_v — это сопротивление, которое встречает электромагнитная волна при распространении вдоль однородной линии без отражения, т. е. при условии, что на процесс передачи не влияют несогласованности на концах линии. Волновое сопротивление свойственно данному типу кабеля и зависит лишь от его первичных параметров и частоты передаваемого тока.

Величина Z_v , Ом, рассчитывается по формуле

$$Z_v = \sqrt{(R + i\omega L) / (G + i\omega C)}.$$

По своей физической природе величина Z_v не зависит от длины кабельной линии и постоянна в любой точке цепи.

2.8. КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ

Электромагнитная энергия, распространяясь вдоль кабельной линии, уменьшается по величине и изменяется по фазе от начала к концу линии. Уменьшение или затухание энергии объясняется потерями ее в цепи передачи.

Коэффициент распространения электромагнитной энергии γ является комплексной величиной и может быть представлен суммой действительной и мнимой ее частей:

$$\gamma = \sqrt{(R + i\omega L)(G + i\omega C)} = \alpha + i\beta.$$

Тогда уравнение для тока и напряжения можно представить в следующем виде:

$$U_0/U_l = I_0/I_l = e^{(\alpha+i\beta)l} = e^{\alpha l} e^{i\beta l},$$

где α — коэффициент затухания; β — коэффициент фазы.

Аналогичное выражение для мощностей имеет вид

$$P_0/P_l = e^{2\alpha l} e^{i2\beta l}.$$

Действительная часть αl коэффициента распространения показывает уменьшение электромагнитной энергии в конце линии по сравнению с началом и называется собственным затуханием линии:

$$U_0/U_l = I_0/I_l = e^{\alpha l}; \quad P_0/P_l = e^{2\alpha l}.$$

Мнимая часть выражения βl показывает изменение фазы (угла) при распространении энергии по цепи и называется собственным сдвигом фазы линии:

$$\beta l = \varphi_{0U} - \varphi_{lU} = \varphi_{0I} - \varphi_{lI}; \quad 2\beta l = \varphi_{0P} - \varphi_{lP}.$$

Чем длиннее кабельная линия, тем больше изменяется передаваемая энергия (сигналы связи) по величине и фазе.

При передаче сигналов связи коэффициенты α и β характеризуют соответственно затухание и изменение фазы тока, напряжения, мощности на участке кабельной цепи длиной 1 км и называются коэффициентом затухания и коэффициентом фазы. Коэффициент распространения $\gamma = \alpha + i\beta$ одновременно определяет изменение сигнала как по абсолютной величине, так и по фазе на 1 км длины кабеля.

Преобразуя вышеприведенные формулы, получим выражение, дБ:

$$\alpha l = 20 \lg \left| \frac{U_0}{U_l} \right| = 20 \lg \left| \frac{I_0}{I_l} \right|; \quad \alpha l = 10 \lg \frac{P_0}{P_l}.$$

При затухании 1 дБ напряжение (ток) уменьшается в $10^{1/20} = 1,12$ раза, а мощность — в $10^{1/10} = 1,26$ раза.

В табл. 1.10 приведены численные значения уменьшения мощности и напряжения (тока) при различных затуханиях цепи в децибелах.

Коэффициент фазы β измеряется либо в радианах на 1 км, либо в градусах (1 рад = 57,3°).

На рис. 2.7 показан характер изменения тока вдоль однородной кабельной линии.

Затухание кабельных цепей с повышением температуры несколько увеличивается. Коэффициент затухания, дБ/км, кабельной цепи при температуре, отличной от 20°С, определяется по формуле

$$\alpha_t = \alpha_{20} [1 + \alpha_\alpha (t - 20)],$$

где α_{20} — коэффициент затухания при температуре 20°С; α_α — температурный коэффициент затухания.

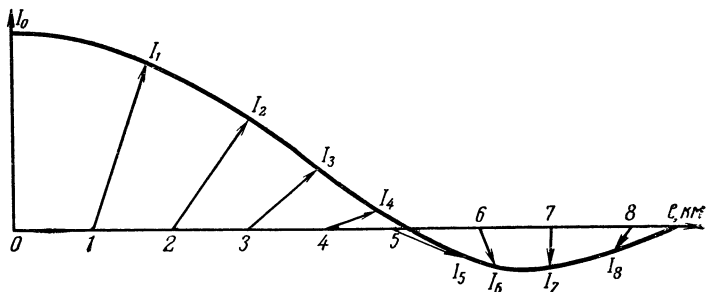


Рис. 2.7. Изменение тока по амплитуде и фазе вдоль линии

Значения α_α приведены в таблицах электрических характеристик различных кабелей (см. гл. 3). Среднее значение $\alpha_\alpha = 2 \cdot 10^{-3}$. Температурные колебания других параметров кабельной цепи на один — два порядка меньше по сравнению с α_α . Так, для коаксиального кабеля типа 2,6/9,4 на частоте 1 МГц температурные коэффициенты имеют значения:

$$\alpha_\alpha = 20 \cdot 10^{-3}; \alpha_Z = 5 \cdot 10^{-5}; \alpha_\beta = 3,2 \cdot 10^{-5};$$

$$\alpha_V = \pm 2 \cdot 10^{-5}; \alpha_R = 3,96 \cdot 10^{-3}; \alpha_L = 0,99 \cdot 10^{-4};$$

$$\alpha_C = -2,9 \cdot 10^{-5}.$$

2.9. СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ ПО КАБЕЛЯМ СВЯЗИ

Электромагнитная энергия распространяется по кабельной линии с определенной скоростью v , которая зависит от параметров цепи и частоты тока и определяется следующей формулой, км/с:

$$v = \omega / \beta.$$

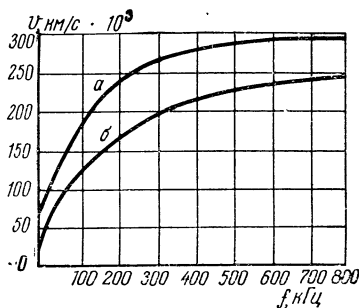


Рис. 2.8. Частотная зависимость скорости распространения энергии по кабелю: а — коаксиальному; б — симметричному

На рис. 2.8 представлена частотная зависимость скорости распространения электромагнитной энергии по кабельным линиям. При постоянном токе она составляет примерно 10 000 км/с, а при токах высоких частот имеет величину порядка 200 000 км/с. Скорость распространения энергии по коаксиальным кабелям больше, чем по симметричным.

2.10. ЗАВИСИМОСТЬ ВТОРИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ ОТ ЧАСТОТЫ

Вторичные параметры кабельных линий α , β и Z_B можно рассчитывать с достаточной точностью по сокращенным формулам:

1) при постоянном токе:

$$\alpha = \sqrt{RG}, \quad \beta = 0, \quad Z_B = \sqrt{(R + i\omega L)/(G + i\omega C)} = \sqrt{R/G};$$

2) в диапазоне низких частот ($f \leq 800$ Гц):

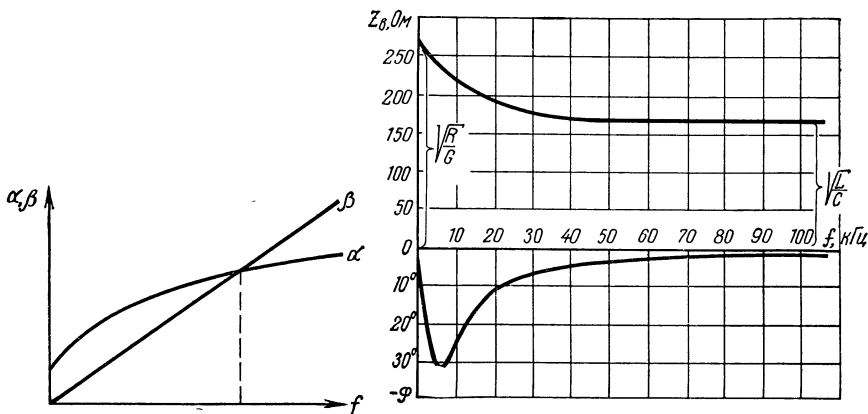


Рис. 2.9. Частотная зависимость коэффициента затухания α и коэффициента фазы β

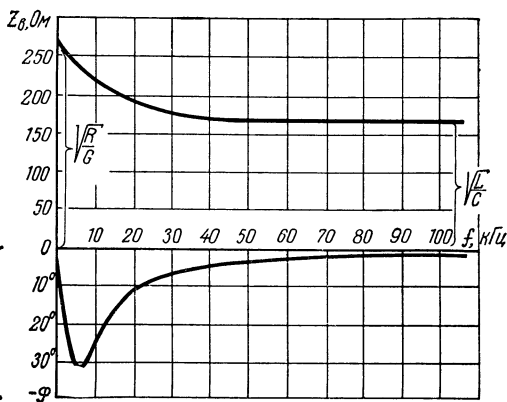


Рис. 2.10. Частотная зависимость волнового сопротивления

при соотношении параметров $R/\omega L > 5$:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\omega C}{2} (R - \omega L)}, \quad \beta = \sqrt{\frac{\omega C}{2} (R + \omega L)},$$

$$Z_B = \sqrt{(R + \omega L)/2\omega C} - i \sqrt{(R - \omega L)/2\omega C};$$

при соотношении параметров $R/\omega L > 50$:

$$\alpha = \beta = \sqrt{\omega RC/2}, \quad Z_B = \sqrt{R/\omega C} e^{-i45^\circ};$$

3) в области высоких частот ($f \geq 40$ кГц):
при соотношении параметров $\omega L/R > 5$ и $\omega C/G > 5$:

$$\alpha = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \beta = \omega \sqrt{LC};$$

$$Z_B = \sqrt{L/C}.$$

На рис. 2.9 приведена типовая частотная зависимость коэффициентов затухания α и фазы β кабеля. Общий вид частотной зависимости волнового сопротивления Z_B иллюстрируется графиком на рис. 2.10.

2.11. СВОЙСТВА НЕОДНОРОДНЫХ ЛИНИЙ

Значительно более сложные электромагнитные процессы возникают в неоднородных линиях и при несогласованных нагрузках. В местах электрических несоответствий возникают отраженные волны, поэтому в приемник поступает только часть передаваемой энергии. В этом случае на входе цепи имеем уже не волновое сопротивление Z_B , а ее входное сопротивление $Z_{вх}$. Затухание такой неоднородной цепи называется рабочим затуханием a_p и включает, помимо собственного затухания $a = \alpha l$, затухание за счет неоднородности цепи.

Количественное соотношение между поступившей к приемнику энергией и отраженной энергией зависит от соотношения сопротивлений приемника Z_l и волнового Z_B и характеризуется коэффициентом отражения

$$p = (Z_l - Z_B) / (Z_l + Z_B).$$

При согласованной нагрузке $Z_l = Z_B$ коэффициент отражения равен нулю. Для ВЧ цепей коэффициент отражения не должен превышать значения

$$p = 1,25 / \sqrt{f},$$

где f — частота, кГц.

Входное сопротивление $Z_{вх}$ выражается отношением напряжения U_0 к току I_0 в начале кабельной цепи и может быть определено из формулы, Ом,

$$Z_{вх} = U_0 / I_0 = Z_B \operatorname{th} (\gamma l + n),$$

где

$$n = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_B + Z_l}{Z_B - Z_l} \right| = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1}{p} \right|.$$

Рабочее затухание a_p характеризует затухание кабельной цепи в реальных условиях, т. е. при любых нагрузочных сопротивлениях Z_0 и Z_l по ее концам:

$$a_p = \alpha l + \ln \left| \frac{Z_0 + Z_B}{2 \sqrt{Z_0 Z_B}} \right| + \ln \left| \frac{Z_l + Z_B}{2 \sqrt{Z_l Z_B}} \right| + \ln |1 - p_1 p_2 e^{-2\gamma l}|,$$

где

$$p_1 = (Z_0 - Z_B) / (Z_0 + Z_B) \text{ и } p_2 = (Z_l - Z_B) / (Z_l + Z_B).$$

Данное выражение состоит из четырех слагаемых: первое — собственное затухание цепи αl ; второе и третье — дополнительные затухания вследствие несогласованности сопротивлений передатчика и цепи ($Z_0 \neq Z_B$) и приемника и цепи ($Z_l \neq Z_B$); четвертое — дополнительное затухание от взаимодействия несогласованностей в начале и конце кабельной цепи. Как правило, в реальных условиях рабочее затухание больше собственного ($a_p > \alpha l$).

2.12. КАЧЕСТВО ПЕРЕДАЧИ И ДАЛЬНОСТЬ СВЯЗИ

Дальность связи по кабельной линии обусловлена затуханием самого кабеля и свойствами аппаратуры: мощностью генератора (передатчика) и чувствительностью приемника.

Если известны усилительная способность аппаратуры a и коэффициент затухания кабеля α , то дальность связи l определится как $l = a/\alpha$, км.

Следует различать две системы связи по кабельным линиям: низкочастотную и высокочастотную.

При НЧ системе перекрываемое затухание обусловлено мощностью, развиваемой микрофоном как генератором ($P_m = 10^{-3}$ Вт) и чувствительностью телефона как приемника ($P_r = 10^{-6}$ Вт), и равно, дБ,

$$a = \alpha l = 10 \lg \frac{P_m}{P_r} = 30.$$

Практически величина затухания линии и аппаратуры между двумя абонентами различных городов принята 27,8 дБ, а на городских сетях 28,7 дБ. С увеличением затухания качество связи ухудшается (табл. 2.12).

Таблица 2.12

Зависимость качества связи от затухания в кабеле

Затухание, дБ	Качество слышимости	P_0/P_l
0,868	Отличное	1,2
8,68		7,4
10,42		11
17,37	Хорошее	54
26,06	Удовлетворительное	403
28,66		735
30,40		1069
34,74	Недостаточное	2895
43,43	Неудовлетворительное	21246

Как видно из табл. 2.12, при затухании в 35 дБ и больше качество слышимости недостаточное.

По существующим нормам допустимое затухание 27,8 дБ распределяется, как показано на рис 2.11.

В пределах городских телефонных сетей затухание между двумя абонентами на тональной частоте не должно быть более 28,7. Распределение затухания

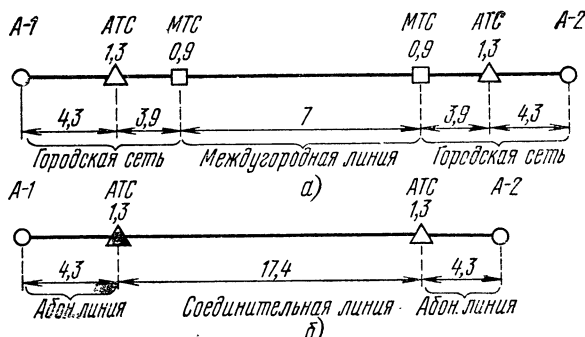


Рис. 2.11. Распределение затухания в тракте телефонной связи

показано на рис. 2.11. Затухание 7,0 дБ ограничивает дальность непосредственной (без усилителей) междугородной связи по кабелям всего лишь несколькими десятками километров.

При ВЧ системе перекрываемое затухание обусловлено допустимым уровнем полезного сигнала усилителя (0—8,7 дБ) и минимальным уровнем приема, составляющим 45—50 дБ. Следовательно, перекрываемое затухание составит 45—58 дБ. Дальность непосредственной связи при этом также невелика — 6—20 км.

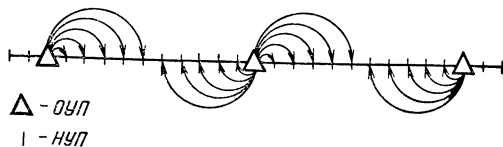


Рис. 2.12. Электропитание НУП из ОУП

Общепринятым методом увеличения дальности связи по кабельным линиям является последовательное включение в линию усилителей, компенсирующих затухание цепи. Указанным методом можно обеспечить дальность связи по кабельным магистралям на весьма большие расстояния (10 000 км). На кабельных магистралях большую часть усилительных пунктов делают необслуживаемыми (НУП) и лишь часть обслуживаемыми (ОУП). НУП питаются дистанционно по кабельным цепям (рис. 2.12).

Расстояние между двумя НУП (длина усилительного участка l) определяют, исходя из перекрываемого усилительной аппаратурой затухания и коэффициента затухания кабеля. Практически оно составляет 6—20 км. Расстояние между ОУП обусловлено электрической прочностью кабеля и составляет 120—240 км.

Наряду с затуханием существенным фактором, лимитирующим дальность качества связи, является время распространения сигналов по кабельной цепи. По существующим нормам МККТТ время прохождения сигналов от одного абонента к другому не должно превышать 250 мс. Для кабельных линий, включаемых в междугородные магистрали, норма времени передачи сокращается до 100 мс. В соответствии с этим предельно допустимая дальность связи, км, по магистральным кабельным линиям

$$l = t/T,$$

где t — допустимое время прохождения сигнала, мс (100 мс); T — время пробега сигнала на участке линии в 1 км, мс/км:

$$T = 1/v = \sqrt{LC}.$$

2.13. ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ В КАБЕЛЯХ СВЯЗИ

Переход энергии с одной цепи на другую обусловлен электромагнитным взаимодействием между ними и может быть представлен в виде суммарного действия электрического (рис. 2.13) и магнитного (рис. 2.14) полей.

Электрическое и магнитное влияния между цепями характеризуются соответственно электрической K_{12} и магнитной M_{12} связями.

Электрическая связь определяется отношением наведенного тока I_2 в цепи, подверженной влиянию, к разности потенциалов U_1 во влияющей цепи:

$$K_{12} = I_2/U_1 = g + i\omega\kappa,$$

где g — активная составляющая электрической связи или гальваническая связь, См; κ — емкостная связь, Ф.

Магнитная связь определяется отношением электродвижущей силы E_2 , наведенной в цепи, подверженной влиянию, к току I_1 во влияющей цепи с обратным знаком:

$$M_{12} = -(E_2/I_1) = r + i\omega m,$$

где r — активная составляющая магнитной связи или активная связь, Ом; m — индуктивная связь, Г.

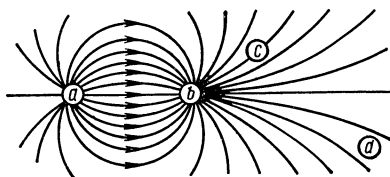


Рис. 2.13. Схема электрического влияния

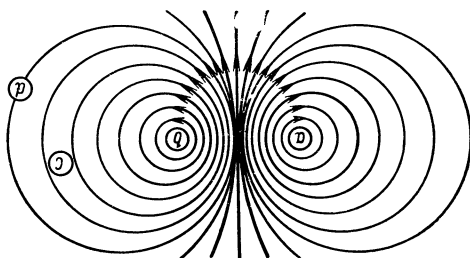


Рис. 2.14. Схема магнитного влияния

Величины g , r и m являются первичными параметрами влияния.

На рис. 2.15 показана эквивалентная схема электрической и магнитной связей между двумя кабельными цепями.

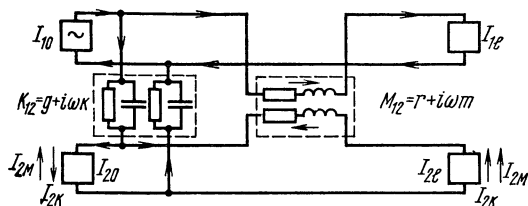


Рис. 2.15. Схема взаимного влияния между цепями

Вторичным параметром влияния является величина A (переходное затухание), характеризующая затухание токов влияния при переходе с первой цепи на вторую. При конструировании кабелей обычно стремятся по возможности уменьшить собственное затухание кабеля al и увеличить переходное затухание A .

Переходное затухание выражается логарифмом отношения мощности генератора P_1 , питающего влияющую цепь, к мощности помех P_2 в цепи, подверженной влиянию, и измеряется в децибелах:

$$A = 10 \lg \left| \frac{P_1}{P_2} \right|.$$

Его можно представить также отношением напряжений или токов во влияющей и подверженной влиянию цепях

$$A = 20 \lg \left| \frac{U_1}{U_2} \right| = 20 \lg \left| \frac{I_1}{I_2} \right|.$$

При рассмотрении влияния между цепями связи различают два вида перехода энергии: на ближнем конце и на дальнем конце. Влияние, проявляющееся

на том конце цепи, где расположен генератор первой цепи, называется переходом энергии на ближнем конце P_{20} . Влияние, проявляющееся на противоположном конце второй цепи, называется переходом энергии на дальнем конце P_{2l} . Переходное затухание по мощности (рис. 2.16) будет соответственно

на ближнем конце

$$A_0 = 10 \lg \left| \frac{P_{10}}{P_{20}} \right| ;$$

на дальнем конце,

$$A_l = 10 \lg \left| \frac{P_{10}}{P_{2l}} \right| .$$

Наряду с величинами A_0 и A_l в технике связи широко используется параметр A_3 (защищенность цепей), представляющий собой разность между мощно-

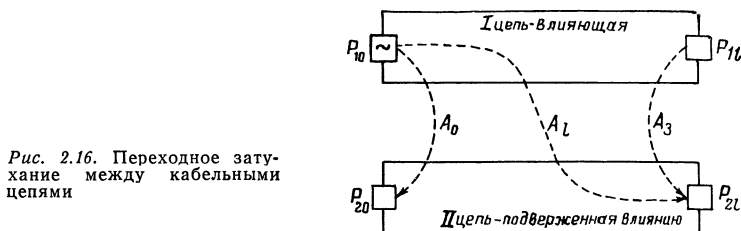


Рис. 2.16. Переходное затухание между кабельными цепями

стями полезного сигнала P_c и помех P_n в рассматриваемой точке цепи:

$$A_3 = 10 \lg \left| \frac{P_c}{P_n} \right| .$$

Между величинами переходного затухания и защищенности цепей существует следующее соотношение:

$$A = A_3 + (p_{10} + p_{20}) + \alpha_{2l} ,$$

где p_{10} и p_{20} — уровни передачи по первой и второй цепям.

В случае одинаковых уровней передачи и одинаковых цепей

$$A = A_3 + \alpha_l ,$$

т. е. защищенность численно равна разности между переходным затуханием и собственным затуханием цепи. На коротких участках кабеля (где α_l мало) защищенность равна переходному затуханию: $A = A_3$.

Переходные затухания в децибелах можно выразить как через мощности, так и через напряжения и токи:

на ближнем конце

$$A_0 = 10 \lg \frac{P_{10}}{P_{20}} = 20 \lg \left| \frac{U_{10}}{U_{20}} \right| = 20 \lg \left| \frac{I_{10}}{I_{20}} \right| ;$$

на дальнем конце

$$A_l = 10 \lg \frac{P_{10}}{P_{2l}} = 20 \lg \left| \frac{U_{10}}{U_{2l}} \right| = 20 \lg \left| \frac{I_{10}}{I_{2l}} \right| .$$

2.14. ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ

Основное уравнение влияния устанавливает соотношение между мощностью, напряжением и током во влияющей цепи I (P_{10} , U_{10} , I_{10}) и мощностью, напряжением и током в цепи II , подверженной влиянию на ближнем конце (P_{20} , U_{20} , I_{20}) и дальнем конце (P_{2l} , U_{2l} , I_{2l}) (см. рис. 2.16).

Это уравнение, например, для соотношения токов имеет вид:
на ближнем конце

$$I_{20} = \frac{I_{10}}{2} \left[K_{12} Z_{B1} + \frac{M_{12}}{Z_{B2}} \right] \frac{1 - e^{-(\gamma_1 + \gamma_2) l}}{\gamma_1 + \gamma_2};$$

на дальнем конце

$$I_{2l} = \frac{I_{10}}{2} \left[K_{12} Z_{B1} - \frac{M_{12}}{Z_{B2}} \right] e^{-\gamma_2 l} \frac{1 - e^{-(\gamma_1 - \gamma_2) l}}{\gamma_1 - \gamma_2}.$$

Для цепей с одинаковыми характеристиками, что, как правило, имеет место в кабелях связи ($Z_{B1} = Z_{B2} = Z_B$ и $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$), получим:

$$I_{20} = \frac{I_{10}}{2} N_{12} \frac{1 - e^{-2\gamma l}}{2\gamma}; \quad I_{2l} = \frac{I_{10}}{2} F_{12} e^{-\gamma l} l,$$

где $N_{12} = [K_{12} Z_B + M_{12}/Z_B]$ — электромагнитная связь на ближнем конце; $F_{12} = [K_{12} Z_B - M_{12}/Z_B]$ — электромагнитная связь на дальнем конце; l — длина линии; γ — коэффициент распространения.

В свою очередь, электрическая связь $K_{12} = g + i\omega k$ и магнитная связь $M_{12} = r + i\omega m$, где g — активная составляющая электрической связи; k — емкостная

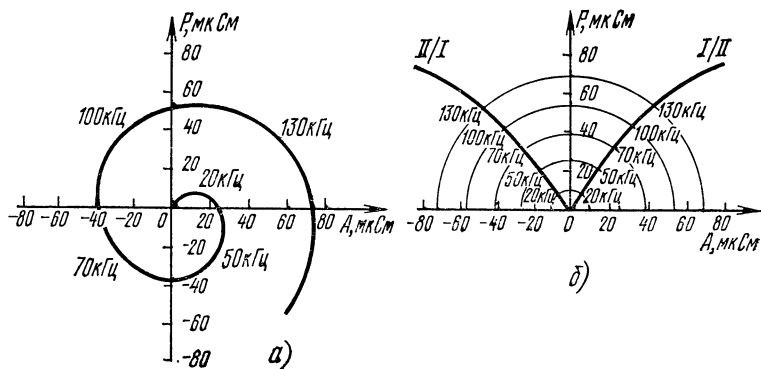


Рис. 2.17. Годографы электромагнитной связи на ближнем (а) и дальнем (б) концах линии

связь; r — активная составляющая магнитной связи; m — индуктивная связь.

Анализируя приведенные уравнения влияния, можно отметить, что влияния между цепями существенно растут с увеличением частоты передаваемого тока. Изменение влияния в зависимости от длины линии различно для ближнего и дальнего концов: на дальнем конце влияние растет линейно с увеличением длины линии, а на ближнем конце оно имеет сложный характер изменения — вначале растет с увеличением длины линии, а затем стабилизируется на определенной величине.

Электромагнитные связи на ближнем N_{12} и дальнем F_{12} концах линий имеют принципиально различный характер. На ближнем конце токи электрического и магнитного влияний складываются ($I_{2к} + I_{2м}$), а на дальнем конце вычитаются ($I_{2к} - I_{2м}$). Поэтому, как правило, $N_{12} > F_{12}$ и влияние на ближнем конце больше, чем на дальнем ($U_{20} > U_{2l}$).

На рис. 2.17 приведены годографы — частотные зависимости электромагнитных связей на ближнем и дальнем концах N_{12} и F_{12} (A — активная и P — реактивная составляющие). Из графиков видно, что электромагнитная связь на ближнем конце изменяется по закону спиральной линии, а на дальнем конце — почти по линейному закону. Однако в реальных условиях из-за неодинаковых шагов скрутки коэффициенты фаз цепей различны, поэтому для дальнего конца появляются различные частотные характеристики при перемене местами взаимовлияющих цепей. Это явление называется эффектом перестановки. На рис. 2.17б показан годограф связи для дальнего конца с учетом эффекта перестановки ($F_{I/II} \neq F_{II/I}$). Этот эффект ухудшает защищенность цепей от помех и существенно затрудняет симметрирование кабельных цепей.

2.15. ПЕРЕХОДНОЕ ЗАТУХАНИЕ

Влияние между цепями в технике связи принято выражать в логарифмических единицах через переходное затухание в децибелах. Используя приведенные ранее формулы, получим:

$$A_0 = 20 \lg \left| \frac{I_{10}}{I_{20}} \right| = 20 \lg \left| \frac{4\gamma}{N_{12}} \frac{1}{1 - e^{-2\gamma l}} \right|,$$

$$A_l = 20 \lg \left| \frac{I_{10}}{I_{2l}} \right| = 20 \lg \left| \frac{2}{F_{12l}} \right| + \alpha l$$

или, учитывая принятый для кабельных линий геометрический закон сложения влияний с отдельных строительных длин, получим:

$$A_0 = 20 \lg \left| \frac{2\sqrt{4\alpha}}{N_{12}\sqrt{1 - e^{-4\alpha l}}} \right|; \quad A_l = 20 \lg \left| \frac{2}{F_{12}\sqrt{l}} \right| + \alpha l.$$

Соответственно можно получить выражение для защищенности цепей A_3 . Имея в виду, что $A_3 = A_l - \alpha l$, получим

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{2}{F_{12}\sqrt{l}} \right|,$$

где α — коэффициент затухания; l — длина кабельной линии.

Для кабельных линий часто пользуются формулами расчета переходного затухания и защищенности через строительные длины кабелей:

$$A_0 = A_0^{CD} = 20 \lg \sqrt{\frac{4\alpha s}{1 - e^{-4\alpha ns}}},$$

$$A_l = A_l^{CD} - 20 \lg \sqrt{n} + \alpha(n-1)s,$$

$$A_3 = A_3^{CD} - 20 \lg \sqrt{n},$$

где A_0^{CD} , A_l^{CD} , A_3^{CD} — переходные затухания и защищенность одной строительной длины кабеля; s — строительная длина кабеля; n — число строительных длин кабеля.

На рис. 2.18 показана частотная зависимость переходного затухания симметричного кабеля. Из графика видно, что с ростом частоты переходное затухание и защищенность уменьшаются. Причем во всех случаях переходное затухание на дальнем конце больше, чем на ближнем ($A_l > A_0$).

На рис. 2.19 приведены графики изменения переходного затухания и защищенности в зависимости от длины линии. Из графика видно, что A_3 с увеличением длины уменьшается, A_0 стабилизируется на определенном значении, а A_1 имеет сложный характер изменения.

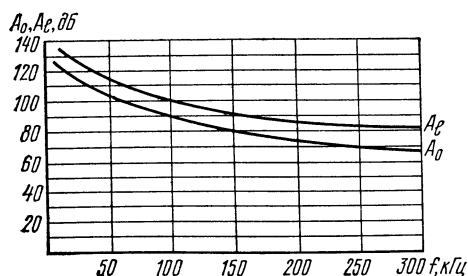


Рис. 2.18. Частотная зависимость переходного затухания

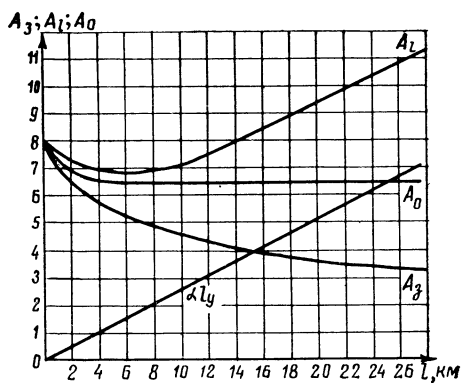


Рис. 2.19. Зависимость переходного затухания от длины линии

2.16. КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СВЯЗИ

Емкостная связь κ является результатом асимметрии частичных емкостей между жилами влияющей и подверженной влиянию цепей.

На рис. 2.20а показаны влияющая цепь I (жилы 1—2) и цепь, подверженная влиянию, II (жилы 3—4). Частичные емкости между жилами c_{13} , c_{23} , c_{14} , c_{24} образуют так называемый мост.

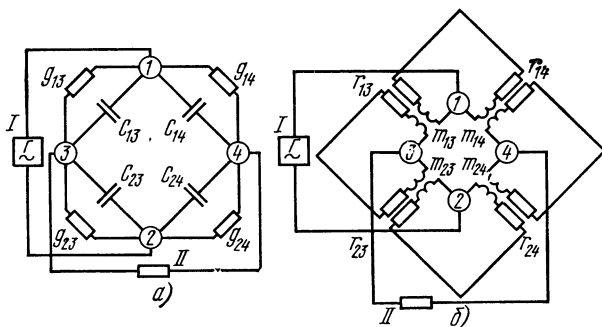


Рис. 2.20. Мосты электрической (а) и магнитной (б) связей

Если достигнута симметрия моста и он находится в уравновешенном состоянии, то перехода энергии (мешающего влияния) из первой цепи во вторую не будет. Условием симметрии моста является

$$(c_{13} + c_{24}) - (c_{14} + c_{23}) = 0.$$

Существующая в действительных условиях емкостная асимметрия (неуравновешенность) моста, являющаяся причиной возникновения мешающих влияний между цепями связи, называется емкостной связью:

$$\kappa = (c_{13} + c_{24}) - (c_{14} + c_{23}).$$

Индуктивная связь m_1 по аналогии может быть представлена мостом частичных индуктивностей, действующих по принципу трансформатора (рис. 2.20б). Здесь приходится иметь дело не с электрическими зарядами, а с магнитными потоками.

Коэффициент индуктивной связи характеризует расстройку моста и соответственно степень перехода энергии (мешающее влияние) из цепи I в цепь II :

$$m = (m_{13} + m_{24}) - (m_{14} + m_{23}).$$

Активная составляющая электрической связи g обусловлена асимметрией потерь энергии в диэлектрике:

$$g = (g_{13} + g_{24}) - (g_{14} + g_{23}).$$

Активная составляющая магнитной связи или так называемая активная связь r обусловлена вихревыми токами:

$$r = (r_{13} + r_{24}) - (r_{14} + r_{23}).$$

В кабелях связи индуктивная и емкостная связи связаны следующим соотношением:

$$m/\kappa = Z_B^2,$$

где Z_B — волновое сопротивление кабеля.

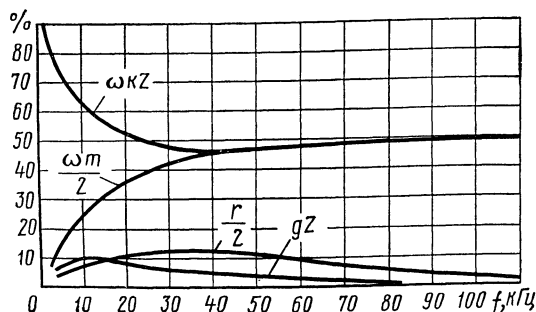


Рис. 2.21. Частотная зависимость процентного соотношения составляющих электромагнитных связей

На рис. 2.21 приведена характерная частотная зависимость процентного соотношения различных видов электромагнитной связи. Из этого графика можно сделать следующие выводы:

1. В области низких частот доминируют емкостные связи. Они больше, чем индуктивные, в 6—12 раз. Однако с возрастанием частоты это соотношение изменяется и, начиная уже примерно с 15 кГц, индуктивные связи становятся равными емкостным.

2. С увеличением частоты роль активных составляющих связей возрастает (при постоянном токе они равны нулю).

В среднем соотношение активных и реактивных составляющих связей равно:

$$\frac{g}{\omega} : \kappa = 0,05 \div 0,15; \quad \frac{r}{\omega} : m = 0,2 \div 0,4.$$

При ВЧ уплотнении цепей кабелей магистральной связи необходимо считаться со всеми составляющими связей. В области НЧ достаточно учитывать

лишь емкостную связь. Величины, характеризующие емкостную связь между цепями внутри четверки, определяются по формулам:

$$\begin{aligned} \kappa_1 &= (c_{13} + c_{24}) - (c_{14} + c_{23}), \\ \kappa_2 &= (c_{13} + c_{14}) - (c_{23} + c_{24}) + \frac{e_1}{2}, \\ \kappa_3 &= (c_{13} + c_{23}) - (c_{14} + c_{24}) + \frac{e_2}{2}, \end{aligned}$$

где c_{nm} — частичные емкости между соответствующими жилами n и m . Величины емкостной асимметрии можно найти по формулам:

$$\begin{aligned} e_1 &= c_{10} - c_{20}; \\ e_2 &= c_{30} - c_{40}; \\ e_3 &= (c_{10} + c_{20}) - (c_{30} + c_{40}). \end{aligned}$$

В табл. 2.13 даны обозначения емкостных связей и асимметрий.

Т а б л и ц а 2.13

Обозначение емкостных связей и асимметрий

Наименование цепей	Обозначение цепей	Обозначение связи или асимметрии
<i>I</i> основная — <i>II</i> основная	<i>I/II</i>	κ_1
<i>I</i> основная — фантомная	<i>I/Ф</i>	κ_2
<i>II</i> основная — фантомная	<i>II/Ф</i>	κ_3
Фантомная — фантомная	$\Phi I/\Phi 2$	κ_4
<i>I</i> основная первой четверки — фантомная второй четверки	<i>I/Ф2</i>	κ_5
<i>II</i> основная первой четверки — фантомная второй четверки	<i>II/Ф2</i>	κ_6
Фантомная первой четверки — <i>I</i> основная второй четверки	$\Phi I/II2$	κ_7
Фантомная первой четверки — <i>II</i> основная второй четверки	$\Phi I/II2$	κ_8
<i>I</i> основная первой четверки — <i>II</i> основная второй четверки	<i>II/II2</i>	κ_9
<i>I</i> основная первой четверки — <i>I</i> основная второй четверки	<i>II/I2</i>	κ_{10}
<i>II</i> основная первой четверки — <i>I</i> основная второй четверки	<i>III/I2</i>	κ_{11}
<i>II</i> основная первой четверки — <i>II</i> основная второй четверки	<i>III/II2</i>	κ_{12}
<i>I</i> основная — земля	<i>I/3</i>	e_1
<i>II</i> основная — земля	<i>II/3</i>	e_2
Фантомная — земля	$\Phi/3$	e_3

2.17. ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ ПО КОАКСИАЛЬНЫМ КАБЕЛЯМ

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОАКСИАЛЬНЫХ КАБЕЛЯХ

Основными преимуществами коаксиального кабеля являются: возможность передачи очень широкого спектра частот при сравнительно малых потерях; высокая защищенность связей от влияния соседних цепей и внешних помех;

экономичность системы связи в целом.

Эти достоинства обусловлены отсутствием внешнего электромагнитного поля. На рис. 2.22 для сравнения приведены электромагнитные поля симметрич-

ной и коаксиальной цепей. Как видно, силовые линии электромагнитного поля симметричного кабеля действуют на довольно значительном от него расстоянии, а электромагнитное поле коаксиальной цепи полностью замыкается внутри нее. Поэтому в коаксиальном кабеле никаких потерь в окружающих его металлических частях нет, и вся энергия распространяется только внутри кабеля. Причем за счет поверхностного эффекта и эффекта близости плотность переменного тока больше на внешней поверхности проводника a и на внутренней поверхности

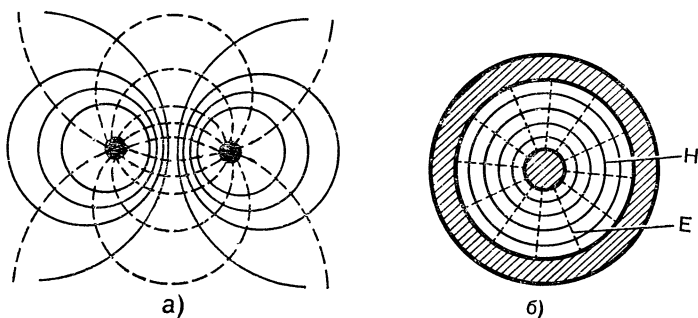


Рис. 2.22. Электромагнитное поле цепей:

а) симметричной (сплошная линия — H , пунктирная — E); б) коаксиальной

проводника b (рис. 2.23). Токи в проводах a и b как бы смещаются и концентрируются на взаимно обращенных поверхностях проводников (рис. 2.23). Чем выше частота тока, тем сильнее эффект смещения тока на внешнюю поверхность проводника a и внутреннюю поверхность проводника b .

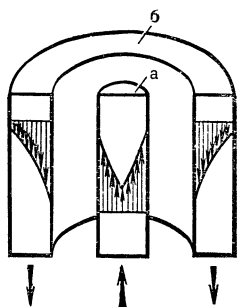


Рис. 2.23. Концентрация токов на взаимно обращенных друг к другу поверхностях проводников a и b

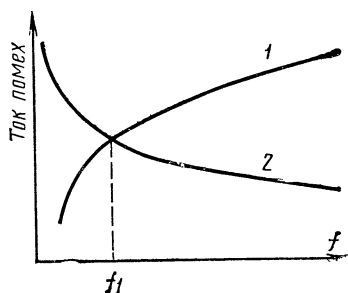


Рис. 2.24. Зависимость влияния в кабелях от частоты:

1 — в симметричном кабеле; 2 — в коаксиальном

Вследствие указанных особенностей коаксиальный кабель более защищен от влияния соседних цепей и сам оказывает меньшее влияние. Причем зависимость влияния в коаксиальных цепях от частоты принципиально другая, чем в симметричных. Если в последних с увеличением частоты взаимное влияние между цепями возрастает, а защищенность от внешних помех падает, то в коаксиальных — наоборот (рис. 2.24), что объясняется эффектом близости. Как видно из рис. 2.25, с увеличением частоты напряженность поля E на внешней поверхности внешнего проводника уменьшается и, следовательно, возрастает эффект самоэкранирования. Чем выше частота, тем кабель лучше защищен от действия посторонних помех (рис. 2.26).

В отличие от всех других типов кабелей, требующих для защиты от помех специальных мер (симметрирование, экранирование и т. д.), в коаксиальных кабелях на высоких частотах это обеспечивается самой их конструкцией.

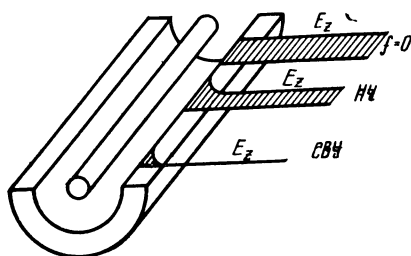
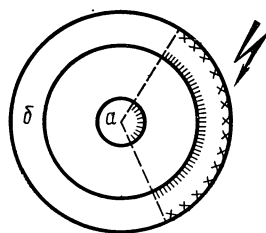


Рис. 2.25. Составляющая E на внешнем проводнике коаксиального кабеля при различных частотах



Рабочий ток
Ток помех

Рис. 2.26. Рабочий ток и ток помех в коаксиальной цепи

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ

Коаксиальные кабели обычно используются в диапазоне частот свыше 60 кГц. Для этого случая расчет параметров можно производить по упрощенным формулам.

Активное сопротивление R , Ом/км, состоит из сопротивления внутреннего R_d и внешнего (полого) R_D проводников и может быть определено по формуле

$$R = R_d + R_D = 0,0835 \sqrt{f} (1/d + 1/D),$$

где d и D — диаметры, мм.

При общепринятых габаритных соотношениях проводников коаксиального кабеля ($D/d=3,6$) около 80% сопротивления приходится на внутренний проводник и лишь 20% — на внешний.

Индуктивность цепи L , Г/км, складывается из внутренней индуктивности проводов L_d , L_D и наружной межпроводниковой индуктивности L_n . Для кабелей с медными проводами она равна

$$L = L_n + L_d + L_D = \left[2\pi \frac{D}{d} + \frac{133,3}{\sqrt{f}} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{D} \right) \right] 10^{-4}.$$

Внутренняя индуктивность существенно меньше наружной, причем с ростом частоты ее относительное значение все более уменьшается. Поэтому индуктивность коаксиальной цепи с достаточной степенью точности можно рассчитывать по формуле, Г/км,

$$L = L_n = 2\pi \frac{D}{d} 10^{-4}.$$

Емкость цепи C , Ф/км, можно определить по формуле

$$C = \frac{\epsilon}{18 \ln \frac{D}{d}} 10^{-6},$$

где ϵ — эквивалентная диэлектрическая проницаемость.

Проводимость изоляции цепи G , См/км,

$$G = \omega C \operatorname{tg} \delta,$$

где $\operatorname{tg} \delta$ — тангенс эквивалентного угла диэлектрических потерь.

Эквивалентные значения ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ для шайбовой изоляции коаксиального кабеля можно найти по следующим формулам:

$$\epsilon = \frac{\epsilon_b b + \epsilon_d a}{a + b} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{\epsilon_d a \operatorname{tg} \delta_d}{\epsilon_b b + \epsilon_d a},$$

где a — толщина шайбы, мм; b — расстояние между шайбами, мм; ϵ_d и $\operatorname{tg} \delta_d$ — соответственно диэлектрическая проницаемость и тангенс угла δ диэлектрика; ϵ_b — диэлектрическая проницаемость воздуха.

Для кабеля типа КМБ-4 с диаметрами проводников 2,6/9,4 и изоляцией из полиэтиленовых шайб $\epsilon = 1,1$ и $\operatorname{tg} \delta = 0,6 \cdot 10^{-4}$.

Коэффициент затухания α , дБ, состоит из двух частей, первая из которых обусловлена потерями в металле α_m , а вторая — потерями в диэлектрике α_d , т. е.

$$\alpha = \alpha_m + \alpha_d = 8,69 \left(\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} \right),$$

или через габаритные соотношения кабеля и параметры диэлектрика, дБ/км,

$$\alpha = \frac{2,6 \cdot 10^{-3} \sqrt{f \epsilon}}{\lg \frac{D}{d}} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{D} \right) + 9,08 \cdot 10^{-5} f \sqrt{\epsilon} \operatorname{tg} \delta.$$

В современных кабелях с высокочастотным диэлектриком в спектре до 10 МГц доминируют потери в металле. В области более высоких частот возрастают потери в диэлектрике.

Для ориентировочных расчетов коэффициента затухания, дБ/км, можно пользоваться формулами:

а) для пары 2,6/9,4 $\alpha = 2,47 \sqrt{f} + 6,5 \cdot 10^{-3} f$,

б) для пары 1,2/4,6 $\alpha = 5,34 \sqrt{f} + 10,4 \cdot 10^{-3} f$,

в) для пары 2,1/9,7 $\alpha = 2,9 \sqrt{f} + 7,8 \cdot 10^{-3} f$,

где f — частота, МГц.

Коэффициент фазы β , рад/км, определяется по формулам

$$\beta = \omega \sqrt{LC},$$

или через параметр c — скорость света ($c = 3 \cdot 10^5$ км/с),

$$\beta = \omega \sqrt{\epsilon} / c.$$

Скорость распространения v , км/с, электромагнитной энергии по кабелю определяется по формуле

$$v = \omega / \beta = c / \sqrt{\epsilon}.$$

Волновое сопротивление Z_b , Ом, для частот выше 60 кГц определяется по формуле

$$Z_b = \sqrt{L/C},$$

или

$$Z_b = \frac{60}{\sqrt{\epsilon}} \ln \frac{D}{d}.$$

Для ориентировочных расчетов волнового сопротивления Z_B , Ом, можно пользоваться формулами:

а) для пары 2,6/9,4 $Z_B = 74,05 + 0,95/\sqrt{f}$;

б) для пары 1,2/4,6 $Z_B = 73,1 + 1,9/\sqrt{f}$;

в) для пары 2,1/9,7 $Z_B = 73 + 1,0/\sqrt{f}$,

где f — частота, МГц.

Переходное затухание A_0 , дБ, на ближнем конце длинной кабельной линии определяется по формуле

$$A_0 = 20 \lg \left| \frac{4Z_B Z_3 \gamma}{Z_{12}^2 (1 - e^{-2\gamma l})} \right|.$$

Переходное затухание A_l , дБ, на дальнем конце

$$A_l = A_3 + \alpha l = 20 \lg \left| \frac{2Z_B Z_3}{Z_{12}^2 l} \right| + \alpha l.$$

Защищенность от помех A_3 , дБ, между коаксиальными цепями

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{2Z_B Z_3}{Z_{12}^2 l} \right|.$$

В этих выражениях γ — коэффициент распространения; α — коэффициент затухания; Z_3 — полное сопротивление третьей промежуточной цепи, состоящее из собственных сопротивлений внешних проводников коаксиального кабеля Z_0 и индуктивного сопротивления промежуточной цепи, Ом/км:

$$Z_3 = 2Z_0 + i\omega L_3,$$

Z_{12} — взаимное сопротивление или сопротивление связи:

$$Z_{12} = \frac{1}{2\pi r} Z_M \frac{1}{\operatorname{sh} \kappa l},$$

где $Z_M = \sqrt{i\omega\mu/\sigma}$ — волновое сопротивление металла, Ом; r — радиус внешнего проводника, мм.

Переходное затухание и помехозащищенность коаксиального кабеля с ростом частоты увеличиваются.

Величина защищенности коаксиальных цепей нормируется на минимально используемой частоте. Так, на длине усилительного участка защищенность A_3 должна быть для кабеля 2,6/9,4 не менее 110 дБ на частоте 300 кГц и для кабеля 1,2/4,6 90,3 дБ на частоте 60 кГц.

Переходное затухание A_0 , дБ, и защищенность A_3 , дБ, коаксиального кабеля 2,6/9,4 на длине усилительного участка могут быть определены по следующим эмпирическим формулам:

$$A_0 = 80 + 73 \sqrt{f}, \quad A_3 = 70 + 73 \sqrt{f},$$

где f — частота, МГц.

НЕОДНОРОДНОСТИ В КОАКСИАЛЬНЫХ КАБЕЛЯХ

В силу конструктивных и технологических причин (эксцентриситет, деформация проводников, непостоянство изоляции и др.) коаксиальный кабель неоднороден по длине и поэтому его волновое сопротивление на различных участ-

как отличается от номинального. Неоднородности кабеля учитываются через коэффициент отражения

$$\rho = (Z'_B - Z_B) / (Z'_B + Z_B) = \Delta Z_B / 2Z_B,$$

где Z_B и Z'_B — модули волновых сопротивлений кабельных цепей от неоднородности в обе стороны.

Неоднородность может также оцениваться в логарифмических единицах через затухание эха, дБ,

$$A_{\text{эха}} = 20 \lg |1/\rho|.$$

Численная зависимость этих значений для коаксиальной пары при $Z_B = 75$ Ом приведена в табл. 2.14.

Т а б л и ц а 2.14

Значения неоднородностей коаксиальной пары с $Z_B = 75$ Ом

$\Delta Z_B, \text{Ом}$	$\rho, \%$	$\rho, \text{‰}$ (10^{-3})	$A_{\text{эха}}, \text{дБ}$	$\Delta Z_B, \text{Ом}$	$\rho, \%$	$\rho, \text{‰}$ (10^{-3})	$A_{\text{эха}}, \text{дБ}$
0,15	0,1	1	59,93	0,82	0,55	5,5	45,17
0,3	0,2	2	53,85	0,9	0,6	6	44,30
0,37	0,25	2,5	52,12	1,05	0,7	7	43,43
0,45	0,3	3	50,38	1,2	0,8	8	42,56
0,6	0,4	4	47,77	1,35	0,9	9	40,82
0,75	0,5	5	46,04	1,5	1,0	10	39,96

Из таблицы видно, что при принятом для коаксиальных кабелей коэффициенте отражения $\rho = 3 \cdot 10^{-3}$ величина $\Delta Z_B = 0,45$ Ом и $A_{\text{эха}} = 50,38$ дБ.

Неоднородности измеряются специальным импульсным прибором. Для уменьшения неоднородностей кабели группируются в процессе монтажа магистралами.

2.18. ОСОБЕННОСТИ ПУПИНИЗИРОВАННЫХ КАБЕЛЕЙ

Минимальным затухание цепи будет при следующем оптимальном соотношении между первичными параметрами: $RC = LG$. В реальных кабельных конструкциях обычно $RC > LG$. Наиболее целесообразным методом достижения оптимального условия является искусственное увеличение индуктивности цепи. Дополнительная индуктивность компенсирует емкостное преобладание кабеля, и затухание снижается. Индуктивность, которой должна обладать кабельная цепь для обеспечения минимального затухания, равна

$$L_0 = RC/G.$$

Одним из способов искусственного увеличения индуктивности кабельных цепей является пупинизация. Последняя состоит в том, что в кабель через определенные расстояния s , называемые шагом пупинизации, включаются катушки L_s (рис. 2.27), названные в честь их автора (Пупина) пупиновскими.

Основные данные различных систем пупинизации приведены в табл. 2.15.

В электрическом отношении пупинизированная цепь аналогична фильтру нижних частот, пропускающему с малым затуханием лишь определенный спектр низких частот и задерживающему более высокие частоты. Частота разграничения этих частотных полос называется критической, или предельной частотой.

Таблица 2.15

Системы пупинизации кабелей связи

Система пупинизации	Диаметр жил, мм	Индуктивность катушки, мГ		Шаг пупинизации, км	Полоса передаваемых частот, Гц	Расстояние между усилителями, км	Коэффициент затухания, дБ	Дальность телефонирования, км	Система связи
		основной	искусственной						
Средняя	0,9	140	56	1,7	2 400	140	0,16 ¹	1 400	Четырехпроводная
	1,4					110	0,082 ¹		
	1,2	100	70		3 400	120	0,108 ¹	3 000	Двухпроводная
Легкая	0,9	30	12		5 700	70	0,317 ¹	3 500	Четырехпроводная
Легкая (для радиовещания)	1,4	12	8 000		0,226 ¹		—	Двухпроводная	
		3,2	14 700		0,40 ²		10 000		
Очень легкая									
Высокочастотная для кабеля с изоляцией: стирофлексной бумажной	1,2	1,75	0,285 0,425	60 000	120 55	0,486 ³	6 000	Четырехпроводная	
		1,0				—	0,93 ³		9 000
Линий ГТС	0,5—0,7	100,0	—	1,2	3 000	—	—	Двухпроводная	

¹ При $f = 800$ Гц.² При $f = 12$ кГц.³ При $f = 60$ кГц.

Предельная частота пупинизации определяется по формуле

$$\omega_0 = 2/\sqrt{L_s s C},$$

где L_s — катушка индуктивности, Гц; s — шаг пупинизации, км; C — емкость кабеля, Ф/км.

Коэффициент затухания α , дБ/км, пупинизированной цепи определяется по формуле

$$\alpha = \alpha_m + \alpha_d + \alpha_k = 8,69 \left(\frac{\omega}{4} RCs \frac{v^2 - 2/3}{\sqrt{v^2 - 1}} + \frac{\operatorname{tg} \delta}{s \sqrt{v^2 - 1}} + \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{s \sqrt{v^2 - 1}} \right),$$

где α_m обусловлена потерями в токопроводящих жилах и других металлических частях кабеля (наибольшее удельное значение α_m составляет 60—70% общего

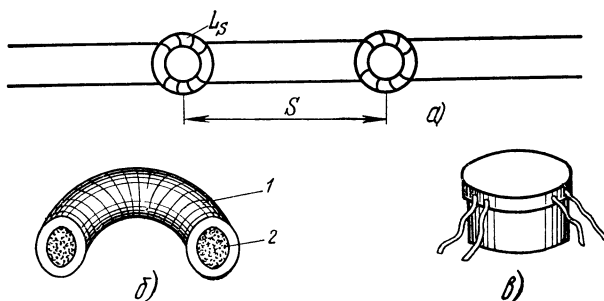


Рис. 2.27. Пупинизированная цепь:
а) схема пупинизации; б) разрез пупиновской катушки;
в) катушка в экране:
1 — обмотка; 2 — сердечник

затухания); α_k обусловлена потерями в пупиновской катушке; α_d характеризует диэлектрические потери в изоляции кабеля; $\operatorname{tg} \varepsilon = R_s/\omega L_s$ — коэффициент электрических потерь в катушках; $\operatorname{tg} \delta = G/\omega C$ — коэффициент диэлектрических потерь в кабеле;

$$v = \omega_0/\omega = 2/\omega \sqrt{L_s C_s}$$

(ω_0 — предельная частота пупинизации; ω — расчетная частота).

Достоинством пупинизированных кабелей является снижение затухания. Недостатками являются: ограниченный частотный диапазон использования и малая предельная дальность связи. Последняя определяется, исходя из допустимого времени пробега сигнала между аппаратами абонентов, по формуле, км,

$$l = t/T = 100 \cdot 10^{-3} / \sqrt{LC},$$

где L и C — индуктивность и емкость 1 км пупинизированной цепи (с учетом параметров пупиновской катушки); $t = 100 \cdot 10^{-3}$ с — допустимое время распространения сигнала между абонентами междугородной связи.

2.19. СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ ПО КАБЕЛЬНЫМ МАГИСТРАЛЯМ

По междугородным линиям связь организуется по двухпроводной или четырехпроводной схеме (рис. 2.8). При двухпроводной схеме передачи в прямом и обратном направлениях осуществляются по одной паре проводни-

ков. При четырехпроводной схеме по одной паре проводников осуществляется связь в прямом направлении, а по другой — в обратном направлении.

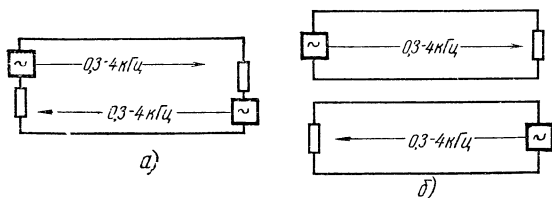


Рис. 2.28. Схемы связи:
а) двухпроводная; б) четырехпроводная

Четырехпроводная схема обладает существенными преимуществами по устойчивости и дальности связи и равноценна двухпроводной схеме по числу каналов. Поэтому четырехпроводная схема является наиболее целесообразной схемой организации дальней высокочастотной связи.

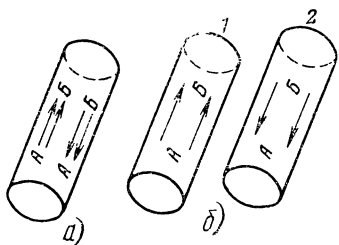


Рис. 2.29. Системы связи:
а) однокабельная; б) двухкабельная

Для повышения помехозащищенности цепей и устранения нежелательного режима встречной передачи на кабельных магистралях применяется двухкабельная система связи. В этом случае прямые и обратные цепи помещаются в отдельных кабелях (цепи направления А—Б в кабеле 1, а цепи направления Б—А в кабеле 2). В результате в каждом кабеле находятся цепи, взаимно согласованные по режиму передачи (рис. 2.29).

2.20. СИСТЕМЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПО КАБЕЛЯМ СВЯЗИ

По симметричным кабелям можно передавать диапазон частот до 552 кГц. Передача токов более высоких частот сопряжена с увеличением потерь на вихревые токи в металлических частях кабеля. Кроме того, увеличиваются взаимные влияния между цепями, что затрудняет сохранение нормированной величины переходного затухания. Путинизированные кабели из-за наличия катушек индуктивности пригодны для передачи лишь ограниченного диапазона частот — до 60 кГц. Наибольшей частотнопропускной способностью обладает коаксиальный кабель. По нему можно пропустить спектр частот до 8,5—17 МГц, достаточный для передачи одной — трех телевизионных программ или 1920—3600 телефонных каналов связи.

При необходимости передачи токов более высоких частот (например, миллиметровых или оптических волн) используются полыми трубами прямоугольного и круглого профиля, называемыми волноводами или оптическими кабелями из стекловолокон. Основные системы высокочастотной передачи по симметричным и коаксиальным кабелям приведены в табл. 2.16. Цифровые системы передачи (ИКМ) приведены в табл. 2.17.

Т а б л и ц а 2.16

Системы ВЧ передачи по кабелям связи

Тип аппаратуры	Тип кабеля	Количество каналов	Линейный спектр, кГц	Вид аппаратуры	Затухание усиленного участка, дБ	Расстояние между НУП, км	Расстояние между ОУП, км	Дальность действия, км
Магистральная связь по коаксиальным кабелям								
К-3600	КК (2,6/9,4 мм)	3600	812—17600	Транзисторная	39,1	3	120	12 500
К-1920	КК (2,6/9,4 мм)	1920	312—8500	Ламповая	42,6	6	180	12 500
К-1920П	КК (2,6/9,4 мм)	1920	312—8500	Транзисторная	42,6	6	180	12 500
К-300	КК (1,2/4,6 мм)	300	60—1300	»	36,5	6	240	12 500
Междугородная связь по симметричным кабелям								
К-60	СК (МКС-4×4)	60	12—252	Ламповая	49,5	19	160—170	12 500
К-60П	СК (МКС-4×4)	60	12—252	Транзисторная	51,2	12	250—300	12 500
Зоновая (внутриобластная) связь								
К-120	КК (ВКПАП-1)	120	60—1300	Транзисторная	36,5	10	200	600
К-60	СК (ЗК-1×4)	60	12—252	»	27,8	10,6	190—230	5000
К-60П	СК (ЗК-1×4)	24	12—108	»	33,9	20	200	5000
КВ-12	СК (МК-1×4 и 4×4)	12	36—84 92—143	Ламповая	52,1	15—25	70	2400
Сельская связь								
КК-12	СК КСПП-1×4 и 4×4	12	6—54 60—108	Транзисторная	43,4	16	120	120
КНК-6Т	СК КСПП-1×4 и 4×4	6	16—60 76—120	»	48,6	16	80	80
КРР (КАМА)	СК (МК-1×4 и 4×4)	30	12—252 312—552	»	49,5	13	80	80
ИКМ-12	СК КСПП-1×4 и 4×4	12	до 800	»	38,2	7	50—100	50—100
Городская телефонная связь								
КРР (КАМА)	СК (МКС-7×4)	30	12—252 312—552	Транзисторная	49,5	13	80	80
ИКМ-30	СК (Т и ТП)	24	до 2000	»	36,5	2	40	80

Примечание. КК — коаксиальный кабель; СК — симметричный кабель.

Т а б л и ц а 2.17

Цифровые системы передачи по кабельным линиям

Параметр системы	Первичная ИКМ-30	Вторичная ИКМ-120	Третичная ИКМ-480	Четвертичная ИКМ-1920
Скорость, Мбит/с	2	8,5	34	140
Тип кабеля	СК	СК	КК	КК
Расстояние между регенераторами, км	10	5	6	3

Конструктивные и электрические характеристики кабелей связи

3.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЕЙ

ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ЖИЛЫ

Симметричный кабель состоит из скрученных в определенном порядке изолированных проводников (жил), влагонепроницаемой оболочки (алюминий, свинец, сталь, пластмасса), экрана и наружных покровов (броня, джут). Токопроводящие жилы изготавливаются из меди или алюминия.

Для кабелей городских телефонных сетей обычно используется медная проволока диаметром 0,32; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 мм, для междугородных кабелей — диаметром 0,8; 0,9; 1,2; 1,4 мм. Наиболее широко применяются на городских сетях кабели с жилами диаметром 0,5 и 0,6 мм, для междугородной связи — кабели с жилами диаметром 0,9 и 1,2 мм. Алюминиевые жилы, используемые в производстве кабелей связи, имеют диаметр 1,15; 1,55; 1,8 мм. По электрической проводимости эти жилы аналогичны медным жилам с диаметрами 0,9; 1,2 и 1,4 мм соответственно.

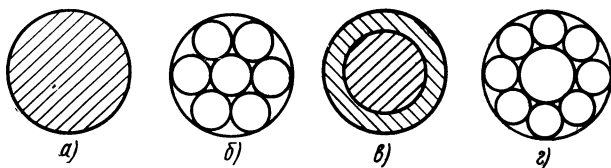


Рис. 3.1. Конструкции кабельных проводников: а) сплошной; б) гибкий; в) биметаллический; г) для подводных кабелей

Применение алюминиевых жил вместо медных вызывает увеличение диаметра кабеля в 1,28 раза, а следовательно, и увеличение расхода дорогостоящего свинца на изготовление защитной оболочки. Поэтому применение алюминиевых жил наиболее rentabelно в кабелях без свинцовой оболочки.

Наряду со сплошными цилиндрическими проводниками используют проводники и более сложной конструкции (рис. 3.1). В тех кабелях, где требуются повышенная гибкость и механическая прочность, токопроводящая жила скручивается в литцу из нескольких проволок, чаще 7, 12, 19 и т. д. Имеются также биметаллические проводники конструкции алюминий — медь и сталь — медь.

В подводных кабелях применяется многопроволочная жила, состоящая из проволок разного сечения. В центре такой жилы размещается толстый проводник, повив состоит из тонких проволок.

В коаксиальных кабелях внутренний проводник сплошной, а внешний представляет собой полый цилиндр, изготавливаемый из меди или алюминия. Промыш-

ленное применение нашли конструктивные разновидности гибких внешних проводников коаксиального кабеля, приведенные на рис. 3.2.

Наиболее широко в коаксиальных кабелях магистральной связи используется первая конструкция внешнего проводника как более технологичная и обеспечивающая требуемую электрическую однородность по длине.

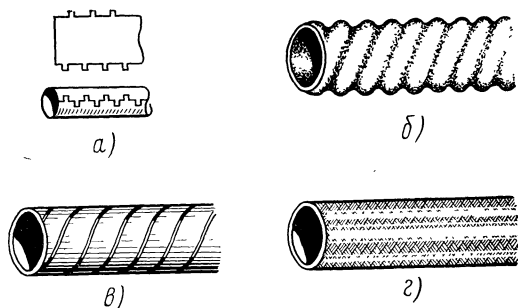


Рис. 3.2. Конструкции гибких проводников коаксиальных кабелей:
а) молнии; б) гофрированный; в) спиральный повив; г) оплетка

ИЗОЛЯЦИЯ

Для изоляции жил кабелей наряду с бумагой применяются современные полимеры типа полиэтилен, стиролекс, фторопласт, поливинилхлорид, полиамиды и другие, основные свойства которых приведены в табл. 1.24. Известны следующие типы изоляции кабелей связи:

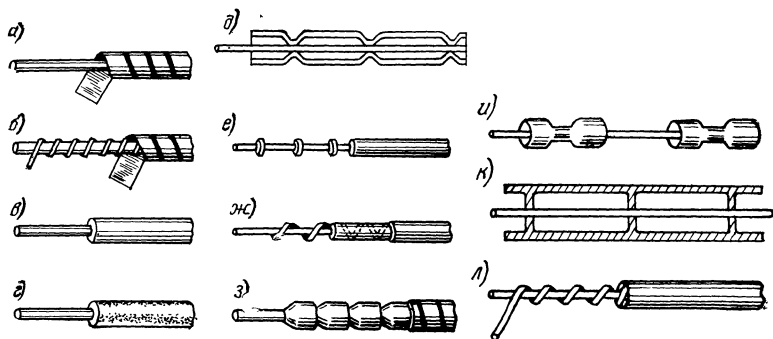


Рис. 3.3. Типы изоляций кабелей связи

трубочная, выполняется из бумажной или пластмассовой ленты, наложенной в виде трубки (рис. 3.3а);

кордельная, состоит из нити корделя, расположенного открытой спиралью на проводнике, и ленты, которая накладывается поверх корделя (рис. 3.3б);

сплошная, выполняется из сплошного слоя пластмассы (рис. 3.3в);

пористая, образуется из слоев пенопласта (рис. 3.3г);

баллонная, представляет собой тонкостенную пластмассовую трубку диаметром 0,2—0,3 мм, внутри которой свободно располагается проводник; трубка периодически по спирали или в точках через каждые 7—12 мм обжимается, надежно удерживая жилу в центре изоляции (рис. 3.3д);

шайбовая, выполняется в виде шайб толщиной 1,5—2,5 мм из твердого диэлектрика, насаживаемых на проводник через определенные промежутки (20—30 мм) (рис. 3.3е);

спиральная (геликоидальная), представляет собой равномерно распределенную по длине проводника пластмассовую спираль, имеющую прямоугольное сечение (рис. 3.3ж);

коллачковая, выполняется из цилиндрических пластмассовых или керамических коллачков, насаженных на проводник вплотную (рис. 3.3з);

втулочная, выполняется из полиэтиленовых втулок длиной 12 мм, размещенных на проводнике интервалом 6 мм (рис. 3.3и);

ленточная, выполняется из продольно расположенной полиэтиленовой ленты толщиной 0,4 мм, на которой имеется по четыре выступа высотой 1,2 мм с интервалом 12 мм (рис. 3.3к);

кордельно-трубчатая, состоит из полиэтиленового корделя диаметром 0,6—0,8 мм и полиэтиленовой трубки толщиной 0,2—0,3 мм (рис. 3.3л).

Наибольшее применение в настоящее время получили:

для кабелей городской и местной связи трубчатая, выполненная в виде обмотки бумажными лентами; сплошная полиэтиленовая или поливинилхлоридная, пористая бумажная или полиэтиленовая;

для симметричных кабелей междугородной связи кордельно-бумажная, кордельно-стирофлексная, баллонная, кордельно-трубчатая или пористая из полиэтилена;

для коаксиальных кабелей шайбовая, баллонная, геликоидальная, кордельно-стирофлексная, баллонная, кордельно-трубчатая или пористая из полиэтилена;

для коаксиальных кабелей шайбовая, баллонная, геликоидальная, кордельно-трубчатая и ленточная. Во всех случаях диэлектриком является полиэтилен. Используется также пористая изоляция из полистирола и полиэтилена;

для подводных коаксиальных сплошная полиэтиленовая изоляция.

СООТНОШЕНИЕ ДИАМЕТРОВ ПРОВОДНИКОВ КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

Коаксиальный кабель имеет оптимальное соотношение между диаметрами проводников d и D , при котором затухание минимально и обеспечивается получение экономической конструкции.

Т а б л и ц а 3.1

Оптимальные соотношения диаметров проводников коаксиального кабеля

D/d	$Z_B = \sqrt{L/C}$	Достоинство конструкции
3,6	$\frac{76,6}{\sqrt{\epsilon}}$	Минимум затухания (максимум дальности связи)
2,718	$\frac{59,9}{\sqrt{\epsilon}}$	Максимум электрической прочности на пробой
1,6—1,8	$\frac{30}{\sqrt{\epsilon}} + \frac{35}{\sqrt{\epsilon}}$	Максимум передаваемой мощности

Оптимальная конструкция коаксиального кабеля определяется по формуле

$$\ln \frac{D}{d} = 1 + \frac{d}{D} \sqrt{\frac{\sigma_d}{\sigma_D}},$$

где d и D — соответственно диаметры внутреннего и внешнего проводников кабеля; σ_d и σ_D — соответственно проводимости металлов внутреннего и внешнего проводников.

Для меди оптимальная конструкция будет при $D/d=3,6$, для алюминиевого внешнего проводника — при $D/d=3,9$.

В табл. 3.1 приведены оптимальные соотношения диаметров внешнего и внутреннего проводников коаксиальных кабелей при различных исходных требованиях, а также значения получаемых при этом волновых сопротивлений.

Если величина волнового сопротивления строго нормирована (например, $Z_B=75$ Ом), то соотношение D/d можно определить по формуле

$$\frac{D}{d} = e^{\frac{Z_B \sqrt{\epsilon}}{60}}.$$

СКРУТКА КАБЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ

В симметричных кабелях применяется несколько способов скрутки изолированных проводников в группы (рис. 3.4):

1) парная скрутка (П) — два изолированных проводника скручиваются в пару с шагом скрутки не более 300 мм (рис. 3.4а);

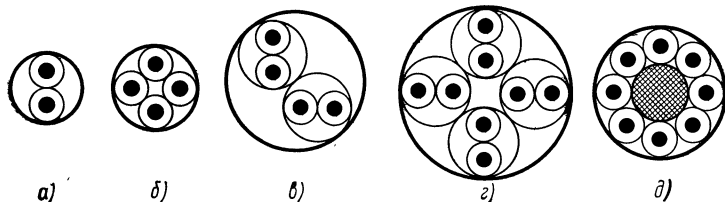


Рис. 3.4. Типы скрутки жил кабелей связи

2) скрутка звездой (З) — четыре изолированных проводника, расположенные по углам квадрата, скручиваются с шагом скрутки 150—300 мм (рис. 3.4б);

3) скрутка двойная парная (ДП) — две предварительно свитые пары скручиваются между собой в четверку с шагом 150—300 мм (рис. 3.4в);

4) скрутка двойной звездой (ДЗ) — четыре предварительно свитые пары скручиваются вместе по способу звезды с шагом 200—400 мм, образуя восьмерку (рис. 3.4г).

5) восьмерочная скрутка (В) — восемь изолированных проводников располагаются концентрически вокруг сердечника из изоляционного материала, например стирофлексного или полиэтиленового корделя. Из восьми проводников могут быть образованы две четверки: первая — с нечетными номерами проводников, вторая — с четными. Всего могут быть получены четыре основные цепи и две фантомные с одинаковыми параметрами передачи.

Диаметры групп в многожильных кабелях в зависимости от диаметра изолированного проводника d_1 при различных видах скрутки приведены в табл. 3.2.

Группы скручиваются в общий кабель, образуя кабельный сердечник. Различают две системы скрутки в сердечник: пучковую и повивную

Т а б л и ц а 3.2

Диаметры групп в многожильных кабелях

Вид скрутки	Расчетное значение	Фактическое значение
Парная	$1,71 d_1$	$1,65 d_1$
Четверочная звездная	$2,41 d_1$	$2,2 d_1$
Двойная парная	$2,72 d_1$	$2,6 d_1$
Двойная звездная	$3,98 d_1$	$3,9 d_1$
Восьмиричная	$3,60 d_1$	$3,54 d_1$

(рис. 3.5). При пучковой скрутке группы сначала скручиваются в пучки (по 50 или 100 групп), после чего пучки скручиваются в сердечник. При повивной скрутке группы располагаются последовательными концентрическими слоями (повивами) вокруг центрального повива, состоящего из одной — пяти групп.

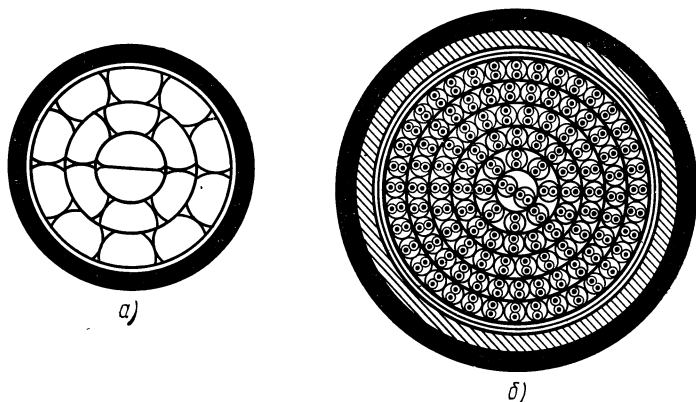


Рис. 3.5. Системы скруток:
а) пучковая; б) повивная

Диаметр центрального повива, мм, при различном числе групп определяется по формуле

$$D = d \left(1 + \frac{1}{\sin(180/n)} \right),$$

где d — диаметр группы; мм; n — число групп в центральном повиве (от 2 до 5).

При $n=1$ диаметр повива равен диаметру группы: $D=d$.

При повивной скрутке число групп в каждом последующем повиве n_x увеличивается на шесть по сравнению с предыдущим n :

$$n_x = n + 6.$$

Исключением из этого правила является второй повив в том случае, когда в первом (центральном) повиве имеется лишь одна группа. Тогда во втором повиве увеличение будет не на шесть, а на пять групп.

Число групп кабеля при повивной скрутке иллюстрируется табл. 3.3.

Т а б л и ц а 3.3

Количество групп по повивам кабеля

Число групп в центральном повиве	Число групп в повиве (числитель) и общее число групп в кабеле (знаменатель), имеющем повивы				
	1	2	3	5	6
1	6/7	12/19	18/37	24/61	30/91
2	8/10	14/24	20/44	26/70	32/102
3	9/12	15/27	21/48	27/75	33/108
4	10/14	16/30	22/52	28/80	34/114
5	11/16	17/38	23/56	29/85	35/120

За счет скрутки длина проводов больше, чем длина кабеля. Удлинение кабеля учитывается через коэффициент укрутки

$$\kappa = \sqrt{1 + \pi^2 \left(\frac{D}{h} \right)^2},$$

где D — средний диаметр кабельной скрутки, мм; h — шаг скрутки, мм.

Величина κ в кабелях связи составляет 1,01—1,07 (см. табл. 2.1).

Число групп n , укладываемое в m повиве, определяется из формулы

$$n = \pi \frac{D + d}{\kappa d},$$

где D — диаметр m повива, мм; d — диаметр скручиваемых групп, мм; κ — коэффициент укрутки.

ЗАЩИТНЫЕ ОБОЛОЧКИ И ПОКРОВЫ

Сердечник кабеля, состоящий из скрученных по определенной системе групп, покрывают поясной изоляцией и заключают в герметичную оболочку, предохраняющую кабель от влаги и возможных механических воздействий, которые могут возникнуть в процессе транспортировки, прокладки и эксплуатации кабеля. В кабельной промышленности применяют следующие кабельные оболочки: металлические, пластмассовые и металло-пластмассовые.

К металлическим оболочкам относятся, главным образом, свинцовые, алюминиевые и стальные.

Свинцовые оболочки накладывают на кабель методом опрессовки в горячем виде. Чтобы свинцовая оболочка имела большую твердость и вибростойкость, ее изготавливают из легированного свинца с присадкой 0,4—0,8% сурьмы. Толщина свинцовых оболочек в зависимости от диаметра кабеля приведена в табл. 3.4.

Алюминиевые оболочки выпрессовывают в горячем виде или изготовляют холодным способом из ленты со сварным продольным швом. Известны методы сварки оболочки из алюминиевых лент высокочастотными токами или способом холодной сварки, давлением. Для больших диаметров кабеля (свыше 20 мм) применяют алюминиевые оболочки гофрированной конструкции.

Алюминиевая оболочка легкая, дешевая и обладает высокими экранирующими свойствами. Однако алюминий весьма подвержен электрохимической коррозии, и поэтому его защищают полиэтиленовым шлангом с предварительно наложенным слоем битума. Толщина алюминиевых оболочек приведена в табл. 3.5.

Стальные оболочки изготовляют путем сварки лент толщиной 0,3—0,5 мм, свернутых в трубку. Для повышения гибкости стальные оболочки подвергают гофрированию. С целью защиты от коррозии их покрывают полиэтиленовым шлангом с предварительно наложенным слоем битума.

Таблица 3.4

Толщина свинцовых оболочек

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Номинальное значение толщины оболочки кабелей, мм			Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Номинальное значение толщины оболочки кабелей, мм		
	голых	с ленточной броней Б и плоской П	с круглой броней К		голых	с ленточной броней Б и плоской П	с круглой броней К
До 9	1,2	1,1	—	29—32	1,9	1,6	2,2
9—13	1,3	1,15	1,9	32—35	2,0	1,7	2,3
13—16	1,4	1,2	1,9	35—38	2,1	1,8	2,3
16—20	1,5	1,25	2,0	38—41	2,2	1,0	2,4
20—23	1,6	1,3	2,0	41—44	2,3	2,0	2,5
23—26	1,7	1,4	2,0	44—47	2,4	2,1	2,6
26—29	1,8	1,5	2,1				

Таблица 3.5

Толщина алюминиевых оболочек

Диаметр кабелей под оболочкой, мм	Оболочка			
	выпрессованная		сварная	
	гладкая	гофрированная	гладкая	гофрированная
До 26	1,10	—	0,95	—
16—20	1,20	—	1,00	—
20—23	1,35	—	1,10	0,65
23—26	1,45	—	—	0,75
26—33	1,45	—	—	0,85
33—36	1,55	—	—	—
36—40	1,70	1,40	—	—

Стоимость стальных оболочек составляет 50% от стоимости свинцовых оболочек и 64% от алюминиевых.

Стальные оболочки не требуют дополнительной механической защиты.

Из пластмассовых оболочек наиболее используются полиэтиленовые, поливинилхлоридные и полиизобутиленовые. Пластмассовые оболочки выгодно сочетают влагостойкость, стойкость против электрической и химической коррозий и придают кабелю легкость, гибкость и вибростойкость. Однако через пластмассу постепенно диффундируют водные пары, что приводит к падению сопротивления изоляции кабеля. Поэтому пластмассовые оболочки применяют, главным образом, в кабелях с негигроскопичной изоляцией типа полиэтилена, фторопласта, поливинилхлорида и др.

Толщина пластмассовых оболочек из полиэтилена и поливинилхлорида приведена в табл. 3.6.

Снаружи кабеля располагаются бронепокровы, защищающие кабель от механических повреждений и коррозии. В состав этих покровов входят три основные части: стальной покров и два волокнистых покрова, располагаемых под и над броней. Волокнистые покровы состоят из кабельной пряжи (джута), пропитанной битумным составом.

В зависимости от механических воздействий на кабель в процессе прокладки и эксплуатации применяются две разновидности брони:

- две стальные ленты (марка Б);
- появив из круглых стальных проволок (марка К);
- появив из плоских стальных проволок (марка П).

Таблица 3.6

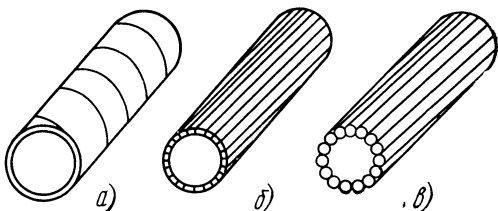
Толщина пластмассовых оболочек

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Толщина оболочки, мм, для условий		Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Толщина оболочки, мм, для условий	
	нормальных	тяжелых		тяжелых	нормальных
4—6	0,5	1,2	20—25	1,9	2,2
6—8	0,9	1,5	25—30	1,9	3,0
8—10	1,2	1,5	30—40	2,1	3,0
10—15	1,5	1,8	40—50	2,3	4,0
15—20	1,7	2,2			

Кроме того, применяется усиленная двойная броня, состоящая из комбинации различных типов брони (БК и КК).

В кабелях с алюминиевыми оболочками, которые подвержены быстрой почвенной коррозии, применяются полиэтиленовые или поливинилхлоридные оболочки с битумным подслоем.

Рис. 3.6. Броневые покрытия кабелей: а) ленточный (Б); б) плоскoproволоочный (П); в) круглопроволоочный (К)



На рис. 3.6 показаны конструкции броневых покрытий кабелей. В табл. 3.7 приведены основные размеры наружных защитных покрытий кабелей.

Таблица 3.7

Номинальная толщина наружных покрытий кабелей

Диаметр ка- беля под оболочкой, мм	Толщина подушки для брони, мм		Толщина брони, мм				Внешний защитный слой, мм
	из сталь- ных лент	из плоских или круглых проволок	из двух стальных лент	из стальных оцинкованных проволок			
				плоских	круглых		
До 13	1,5	—	0,6	—	—	2	
13—37	1,5	2	1,0	1,5	4	2	
37—50	1,5	2	1,0	1,7	4—6	2	
Свыше 50	1,5	2	1,6	1,7	6	2	

3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

Современные кабели связи классифицируются по ряду признаков: по назначению, области применения, условиям прокладки и эксплуатации, спектру передаваемых частот, конструкции, материалу и форме изоляции, системе скрутки, роду защитных покрытий.

В зависимости от области применения кабели связи разделяются на: магистральные, междугородные, зонавые (областные) сельские, городские, подводные, а также кабели для соединительных линий и вставок. Изготавливаются также радиочастотные кабели для фидеров питания антенн радиостанций и монтажа радиотехнических установок.

(В зависимости от условий прокладки и эксплуатации кабели разделяются на: подземные, подводные, подвесные и кабели для прокладки в кабельной канализации и коллекторах.

По спектру передаваемых частот кабели связи делятся на низкочастотные (тональные) и высокочастотные (от 12 кГц и выше).

По конструкции кабели связи различаются в зависимости от:

а) взаимного расположения проводников цепи связи — симметричные и коаксиальные;

б) состава элементов, образующих кабель — однородные и комбинированные;

в) материала и структуры изоляции — с воздушно-бумажной изоляцией, кордельно-бумажной, кордельно-стирофлексной (полистирольной), сплошной полиэтиленовой, пористо-полиэтиленовой, баллонно-полиэтиленовой, шайбово-полиэтиленовой, фторопластной и другой изоляцией;

г) вида скрутки изолированных проводников в группы — парной, четверочной (звездной) повивной и пучковой скрутки.

Наконец, кабели делятся по виду оболочек: металлические (свинец, алюминий, сталь), пластмассовые (полиэтилен, поливинилхлорид), металло-пластмассовые (алыпэт, стальпэт), а также по виду защитно-броневых покровов (ленточная или проволоочная броня, джутовый или пластмассовый покров).

Для удобства классификации и пользования кабелями им присваивается определенное условное обозначение — марка кабеля. Магистральные и междугородные кабели маркируются буквой М. Буквы КМ означают коаксиальные магистральные. Телефонным городским кабелям присваивается буква Т. Если кабель имеет стирофлексную (полистирольную) изоляцию, то дополнительно вводится буква С, если полиэтиленовую изоляцию — то буква П. В кабелях с алюминиевой оболочкой еще добавляется буква А, а со стальной — буква С.

В зависимости от вида защитных покровов кабели маркируются буквами: Г — голые (освинцованные), Б — с ленточной броней и К — с круглопроволочной броней. Наличие наружной пластмассовой оболочки характеризуется буквой П (полиэтиленовая) или В (поливинилхлоридная).

Междугородные симметричные кабели в свинцовой оболочке с кордельно-бумажной изоляцией имеют марки МКГ, МКБ, МКК, с кордельно-стирофлексной изоляцией — МКСГ, МКСБ, МКСК, с полиэтиленовой изоляцией — МКПГ, МКПБ. Симметричные кабели со стирофлексной изоляцией в алюминиевой оболочке маркируются МКСАШп, МКСАБпШп, МКСАКпШп. Симметричные кабели в стальной оболочке имеют марку МКССШп.

Коаксиальные магистральные кабели маркируются КМГ, КМБ, КМК. Комбинированные коаксиальные магистральные кабели имеют, кроме того, дробный индекс, характеризующий число больших пар 2,6/9,4 (числитель) и малых пар 1,2/4,6 (знаменатель). Малогабаритные коаксиальные кабели имеют марку МКТП, МКТПБ (в пластмассовой оболочке), МКТС, МКТСБ (в свинцовой оболочке), МКТСАШп (в алюминиевой оболочке и полиэтиленовом шланге). Однокоаксиальные кабели с пористо-полиэтиленовой изоляцией для внутриобластной связи с алюминиевым внешним проводником маркируются ВКПАП и ВКПАПт (буква т означает наличие встроенного троса).

Городские телефонные кабели парной скрутки в свинцовой оболочке маркируются буквами ТГ, ТБ, ТК. Городским телефонным кабелем с полиэтиленовой изоляцией и пластмассовой оболочкой присвоены марки ТПП и ТППБ (полиэтилен) и ТПВ и ТПВБ (поливинилхлорид). Кабели в стальной оболочке маркируются ТПСШп.

Кабели звездной скрутки для соединительных линий и узлов связи обозначаются марками ТЗГ, ТЗБ и т. д. (с кордельно-бумажной изоляцией), ТЗП

Таблица 3.8

Номенклатура и маркировка кабелей связи

Марка кабеля	Назначение	Число групп	Провод- ники	Изоляция	Оболочка	Защитные покрытия	Шланг	ГОСТ, ТУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Магистральные коаксиальные кабели								
КМ-4	Магистральная связь и телеви- дение (К-1920, К-3600)	4	2,6/9,4	Шайбовая, поли- этиленовая	Свинцовая	Б, БГ, Бл БлШп, К, Кл, ЭБ, ЭБл	—	ГОСТ 10971—78
КМ-8/6	То же, и распре- делительная связь (К-300)	8, 6	2,6/9,4 1,2/4,6	Шайбовая и ба- лонная, поли- этиленовая	»	Б, БГ, Бл К, Кл	—	ТУ 16.505.815—75
МКТП-4	Магистральная и зонавая свя- зи (К-300)	4	1,2/4,6	Баллонная, поли- этиленовая	Полиэтиленовая	Б	Поливинил- хлоридный	МРТУ 16-595.027—68
МКГС-4				»	Свинцовая	Б, БП, БГ Бл, К, Кл Бл, БлШп	—	»
МКА-4				»	Алюминиевая	Полиэтилено- вый	Полиэтилено- вый	»
Междугородные симметричные кабели								
МКС	Магистральная и зонавая свя- зи (К-60)	1,4 и 7×4	1,2	Кордельно-поли- стирольная	Свинцовая	Б, БГ, Бл, К, Кл	—	ГОСТ 15.125—76
МКСА	То же	1,4 и 7×4	1,2	»	Алюминиевая	БлШп, Бл, БлГ, КлШп	Полиэтилено- вый То же	»
МКСС	»	4 и 7×4	1,2	Кордельно-поли- стирольная	Стальная	Шп	То же	»
Кабели зоновой связи								
ЗКП ЗКВ	Зонровая связь (К-60)	1×4	1,2	Полиэтиленовая	Полиэтиленовая, поливинилхло- ридная	Б	—	ТУ 16-505.233—73
ЗКПА	То же	4×4	1,2	»	Алюминиевая	—	Полиэтилено- вый	ТУ 16-505.640—74
ВКПАП-1	Зонровая связь (К-120)	1	2,1/9,7	Пористо-полиэти- леновая	Алюминиевая	Шп	Полиэтилено- вый	ТУ 16-505.389—72

Продолжение табл. 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Городские телефонные кабели								
Г	Городская телефонная связь	От 10×2 до 1600×2	0,4	Бумажная	Свинцовая	Б, БГ, БШп	—	ГОСТ 20802—75
		От 10×2 до 1400×2	0,5	»	»	—	—	»
ТП	То же	От 10×2 до 600×2	0,7	»	»	—	—	»
		От 10×2 до 1200×2	0,32; 0,4 0,5	Полиэтиленовая	Полиэтиленовая	Б, БГ, БП	—	ГОСТ 22498—77
		От 10×2 до 600×2	0,7	»	»	—	—	»
ТПС	То же	От 50×2 до 1200×2	0,4	Полиэтиленовая	Стальная	—	Полиэтиленовый	ТУМИ 306—74
		От 30×2 до 800×2	0,5	»	»	—	—	»
		От 50×2 до 400×2	0,7	»	»	—	—	»
Кабели сельской связи								
КСПП	Сельская связь и радиодиффузия (КНК-6, КНК-12, ИКМ-12, КРР-30)	1×4	0,9 и 1,2	Полиэтиленовая	Полиэтиленовая	Б, К	—	ОСТ 16-505.002—71
КСПП ПРППМ ПРППМ	То же Абонентские линии связи и радиодиффузия	4×4 1×2	0,9 0,8; 1,0; 1,2	»	»	Б, К —	—	ОСТ 16-505.002—71 МРТУ 16-505.045—70
Кабели для соединительных линий и вставок								
ТЗ	Кабирование узлов связи, соединительные линии	От 3×4 до 114×4	0,8; 0,9; 1,2	Кордельно-бумажная	Свинцовая	Б, БГ, БЛ, К, Кл	—	ГОСТ 5008—73
ТЗПА	То же	4, 7, 14, 19×4	0,9 и 1,2	Пористо-полиэтиленовая	Алюминиевая	БПШп, БП БЛГ, КШп	Полиэтиленовый	ТУ 16.505.715—75

Продолжение табл. 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТЗА	Каблирование узлов связи, соединительные линии	От 3X4 до 37X4	0,9 и 1,2	Кордельно-бу- мажная	Алюминиевая	Б, БШп	Полиэтилено- вый, поли- винилхло- ридный	ТУ 16-505.186—71
ТДС	То же	Пары и чет- верки	0,8; 0,9; 1,2; 1,4	То же	Свинцовая	Б, БГ, Бл, БлГ, К,	—	ГОСТ 5008—73
Подводные кабели								
КП	Подводная связь (К-60, К-300)	1	5/18	Полиэтиленовая	Полиэтиленовая	Б, К	—	—

Примечание. Расшифровка маркировки защитных покрытий:

Б, Бп — броня из стальных лент с наружным покровом из кабельной пряжи;

Бл — то же, с пластмассовой лентой по оболочке;

БГ, БлГ — то же, с противокоррозийным наружным покрытием;

БлГ — то же, с пластмассовой лентой по оболочке;

БП, БпШп — то же, с наружным полиэтиленовым шлангом;

К — броня из круглых стальных проволок с покровом из кабельной пряжи;

Кл — то же, с пластмассовой лентой по оболочке;

КлШп — то же, с наружным полиэтиленовым шлангом;

Э — экранированный кабель.

и т. д. (с пористо-полиэтиленовой изоляцией). Кабели в алюминиевой оболочке полиэтиленовым шлангом маркируются ТЗАШп и ТЗПАШп.

В конце марки указываются число проводников и их диаметр. Так, например, марка МКСБ-7×4×1,2 означает: междугородный кабель с кордельно-стирофлексной изоляцией, бронированный стальными лентами. Кабель содержит семь четверок звездной скрутки с проводниками диаметром 1,2 мм.

Кабели сельской связи с полиэтиленовой изоляцией и в пластмассовой оболочке имеют марки КСПП, КСПВ, КСПВБ (одночетверочные и четырехчетверочные с диаметром жил 0,9 мм, а также одночетверочные с диаметром жил 1,2 мм). Однопарные кабели маркируются ПРПВМ и ПРПВА. Буква А означает наличие алюминиевых жил вместо медных. Подводные коаксиальные кабели, предназначенные для прокладки в морях и крупных бассейнах, маркируются КПК, КПЭБ, КПЭК.

Радиочастотные кабели делятся на четыре основные группы: 1) РК — радиокоаксиальные, 2) РД — радиорелейные (симметричные), 3) РС — радиоспиральные, 4) ЛК — ленточные кабели. На рис. 3.7 показана классификация ка-

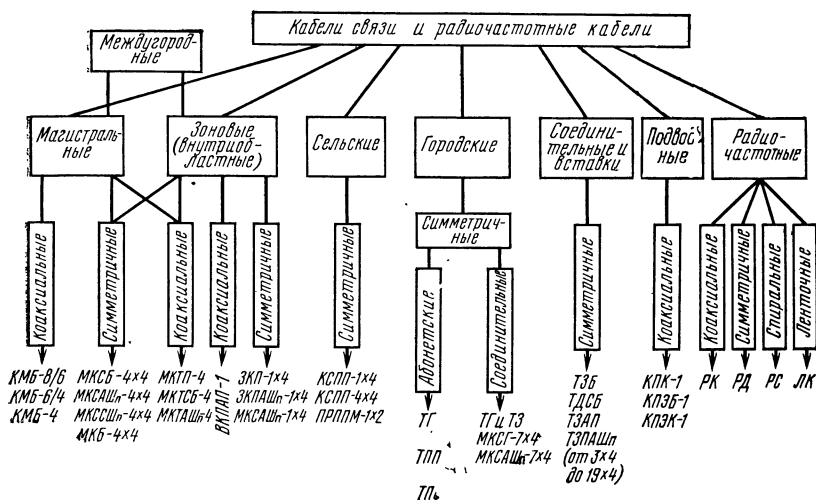


Рис. 3.7. Классификация кабелей связи и радиочастотных кабелей

белей связи и радиочастотных кабелей. В табл. 3.8 приведены номенклатура и маркировка кабелей связи, изготавливаемых отечественной промышленностью.

3.3. ГОРОДСКИЕ ТЕЛЕФОННЫЕ КАБЕЛИ

ТИПЫ КАБЕЛЕЙ

В Советском Союзе выпускаются два основных типа городских телефонных кабелей: с бумажной изоляцией в свинцовой оболочке; с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке.

Кабели Т с бумажной изоляцией имеют парную скрутку жил, свинцовую оболочку и изготавливаются емкостью до 1600×2. Кабели ТП с пластмассовой изоляцией изготавливаются емкостью до 1200×2, имеют парную или звездную (четверочную) скрутку и пластмассовую оболочку (полиэтиленовую или поливинилхлоридную). Аналогичные кабели типа ТП с жилами диаметром 0,32 мм имеют ассортимент до 2400×2.

Изготавливаются также кабели с пластмассовой изоляцией в стальной оболочке (ТПС).

КАБЕЛИ ТИПА Т С БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В СВИНЦОВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 20802—75)

Городские телефонные кабели с бумажной изоляцией в свинцовой оболочке различаются: по виду защитных покровов; диаметру токопроводящих жил; количеству групп (пар).

В зависимости от вида защитных покровов установлено четыре марки кабелей: ТГ — голый; ТБ — бронированный двумя стальными лентами с внешним покровом из кабельной пряжи; ТБГ — бронированный двумя стальными лентами с противокоррозийной защитой; ТК — бронированный стальными оцинкованными круглыми проволоками с внешним якоревым из кабельной пряжи.

Жилы кабеля выполнены из отожженной медной проволоки диаметром 0,4; 0,5; 0,7 мм, изолированной пористой бумажной массой (бумагомассная изоляция) или лентой телефонной бумаги, наложенной на проволоку по спирали с перекрытием в 20—30% и с воздушным зазором между проволокой и лентой (трубчато-бумажная изоляция).

В табл. 3.9 приведены данные о номинальном числе пар в кабелях в зависимости от диаметра токопроводящих жил и вида защитных покровов.

Таблица 3.9

Номинальное число пар в городских телефонных кабелях

Марка кабеля	Диаметр токопроводящих жил, мм		
	0,4	0,5	0,7
ТГ	10—1600	10—1400	10—600
ТБ	10—600	10—600	10—600
ТБГ	10—600	10—600	20—600
ТК	20—600	20—600	20—600

Строительные длины кабелей различной емкости указаны ниже:

10—20 пар	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	500 м
30—50 »	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	300 »
100—200 »	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	250 »
300—400 »	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	200 »
500—1200 »	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	150 »
1400—1600 »	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	125 »

Жилы могут быть скручены в пары с малыми шагами скрутки порядка 70—100 мм или с большими шагами скрутки — до 250 мм. В каждой скрученной паре изоляция одной жилы должна быть белого (натурального) цвета, а другой жилы — красного или синего цвета либо иметь красную или синюю продольную полосу. Скрутка изолированных жил в группы — парная. Скрутка сердечника может быть повивная или пучковая. Распределение пар по повивам приведено в табл. 3.10.

При пучковой скрутке сердечники кабеля до 100×2 скручиваются из элементарных пучков по 10×2 , а свыше — из главных пучков по 50×2 или 100×2 . Главные пучки комплектуются из следующих групп:

	пучковая скрутка	повивная скрутка
50×2 состоит	$5 \times (10 \times 2)$	$4 + 10 + 15 + 21$
100×2 состоит	$(3 + 7) \times (10 \times 2)$	$2 + 8 + 14 + 20 + 26 + 31$

Таблица 3.10
Распределение пар по поясам в городских телефонных кабелях с бумажной изоляцией

Количество пар		Расчетное число пар в поясах																			
номиналь- ное	фактиче- ское	центрально- ном	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	10	2	8																		
20	20	1	6	13																	
30	30	4	10	16																	
50	50	4	10	15	21																
100	101	2	8	14	20	26	31														
150	151	4	10	16	22	28	33	38													
200	201	4	10	16	21	28	34	40	47												
300	302	3	9	15	19	27	33	39	45	52	58										
400	402	1	7	13	19	25	31	37	43	48	54	60	64								
500	503	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	62	67	74							
600	603	5	11	17	23	29	35	40	46	52	58	64	69	74	80						
700	704	1	6	12	17	23	29	35	41	47	53	59	65	70	76	82	88				
800	804	6	12	18	24	30	36	42	48	54	59	65	70	76	82	88	94				
900	905	6	12	18	24	30	36	42	48	54	59	65	70	76	82	88	94	101			
1000	1005	6	12	17	23	20	35	41	47	53	59	65	71	77	82	88	94	100	106		
1200	1206	4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	87	93	99	105	109	111

Система скрутки кабелей Т приведена в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Система скрутки кабеля Т

Число пар	Скрутка из элементарных пучков		Повивная скрутка	
	5×(10×2)	(3+7)×(10×2)	50×2	100×2
100	—	(3×7)×(10×2)	—	—
150	3 (5×10)	—	3×50	—
200	4 (5×10)	—	4×50	—
300	(1+5)×(5×10)	3×(3+7)×10	(1+5)×50	3×100
400	(2+6)×(5×10)	4×(3+7)×10	(2+6)×50	4×100
500	(3+7)×(5×10)	5×(3+7)×10	(3+7)×50	5×100
600	(4+8)×(5×10)	(1+5)×(3+7)×10	(4+8)×50	(1+5)×100
700	—	(1+6)×(3+7)×10	—	(1+6)×100
800	—	(2+6)×(3+7)×10	—	(2+6)×100
900	—	(2+7)×(3+7)×10	—	(2+7)×100
1000	—	(3+7)×(3+7)×10	—	(3+7)×100
1200	—	(4+8)×(3+7)×10	—	(4+8)×100
1400	—	(4+10)×(3+7)×10	—	(4+10)×100
1600	—	(5+11)×(3+7)×10	—	(5+11)×101

В каждом повиве сердечника кабеля имеется одна контрольная пара жил. Каждый повив сердечника, за исключением центрального и внешнего, обмотан по спирали разделительной нитью.



Рис. 3.8. Общий вид городского телефонного кабеля с бумажной изоляцией ТГ-200×2×0,5

На рис. 3.8 показан общий вид кабеля ТГ-200×2×0,5. Поверх скрученного сердечника накладывается поясная изоляция, состоящая не менее чем из двух лент телефонной бумаги толщиной 0,05 мм при числе пар до 100 включительно и не менее чем из двух лент кабельной бумаги толщиной 0,12 мм при числе пар свыше 100.

Таблица 3.12

Максимальный диаметр кабеля, мм, марки ТГ при различных диаметрах жил

Номинальное число пар кабеля	Диаметр кабеля при диаметре жил, мм			Номинальное число пар кабеля	Диаметр кабеля при диаметре жил, мм		
	0,4	0,5	0,7		0,4	0,5	0,7
10	9	10	13	400	40	43	63
20	11	12	16	500	44	48	69
30	13	14	20	600	48	52	75
50	15	17	25	700	53	57	—
100	20	23	33	800	55	60	—
150	24	27	40	900	59	64	—
200	29	31	45	1000	62	67	—
300	35	39	55	1200	68	72	—
				1400	75	79	—
				1600	79	—	—

Номинальные (расчетные) значения толщин свинцовых оболочек городских телефонных кабелей всех марок указаны в табл. 3.4.

Конструктивные данные освинцованных кабелей марки ТГ с бумажной изоляцией приведены в табл. 3.12, 3.13, а кабелей, бронированных стальными лентами марки ТБ, — в табл. 3.14.

Т а б л и ц а 3.13

Масса кабелей, ТГ кг/км, при различных диаметрах жил

Число пар	0,4 мм	0,5 мм	0,7 мм	Число пар	0,4 мм	0,5 мм	0,7 мм
10	347	402	607	500	4083	6155	12510
20	421	540	865	600	4777	7089	14034
30	514	704	1183	700	5607	8036	—
50	734	1004	1843	800	6209	8993	—
100	1160	1618	3049	900	7005	9958	—
150	1573	2296	4270	1000	7709	10952	—
200	1978	2848	5517	1200	8955	12781	—
300	2628	4045	8198	1400	9937	14681	—
400	3254	4949	10347	1600	11159	—	—

Т а б л и ц а 3.14

Масса кабелей ТБ, кг/км, при различных диаметрах жил

Число пар	0,4 мм	0,5 мм	0,7 мм	Число пар	0,4 мм	0,5 мм	0,7 мм
10	657	750	955	200	2891	3578	5665
20	757	946	1429	300	3688	4887	8754
30	985	1162	1655	400	4403	6396	10674
50	1289	1482	2184	500	5400	7294	12943
100	1859	2274	3381	600	6203	8911	14660
150	2395	2975	4574				

Т а б л и ц а 3.15

Электрические характеристики кабелей ТГ

Параметр	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление кабеля при диаметре жилы, мм:				
0,4	Ом/км	Пост. ток	139±9	l/1000
0,5	Ом/км	»	90±5	l/1000
0,7	Ом/км	»	45±3	l/1000
Сопротивление изоляции:				
трубчато-бумажной	МОм · км	Пост. ток	8000	1000/l
пористо-бумажной	МОм · км	»	5000	1000/l
Рабочая емкость	пФ/км	0,8	45±5	l/1000
Испытательное напряжение (в течение 2 мин)	В	0,05;	500	—
Коэффициент затухания кабеля при диаметре жилы, мм:		пост. ток	750	—
0,4	дБ/км	0,8	1,51	l/1000
0,5	дБ/км	0,8	1,22	l/1000
0,7	дБ/км	0,8	0,86	l/1000

Электрические характеристики городских телефонных кабелей типа Т должны соответствовать данным, приведенным в табл. 3.16. Частотная зависимость коэффициента затухания и модуля волнового сопротивления приведена в табл. 3.16.

Т а б л и ц а 3.16

Частотная зависимость вторичных параметров передачи городских телефонных кабелей с бумажной изоляцией Т и различным диаметром жил

f, кГц	0,4 мм ¹		0,5 мм ²		0,7 мм ³	
	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом
0,05	0,42	4340	0,39	3480	0,21	2767
0,1	0,59	3060	0,47	2457	0,30	1950
0,2	0,83	2169	0,67	1740	0,43	1382
0,3	1,02	1792	0,82	1438	0,52	1125
0,5	1,32	1371	1,06	1100	0,67	874
0,8	1,67	1080	1,35	869	0,84	691
1,0	1,85	970	1,48	777	0,94	618
2,0	2,64	685	2,12	550	1,29	437
2,4	2,91	625	2,32	502	1,42	399
3,0	3,24	559	2,6	449	1,56	358
4,0	3,73	483	3,00	387	1,77	311
6,0	4,58	396	3,69	318	2,08	256
8,0	5,34	358	4,25	287	2,31	224
10,0	6,08	312	4,86	250	2,48	202

¹ $R_{ш} = 296$ Ом/км; $C = 0,050$ мкФ/км.

² $R_{ш} = 190$ Ом/км; $C = 0,050$ мкФ/км.

³ $R_{ш} = 96$ Ом/км; $C = 0,040$ мкФ/км.

КАБЕЛИ ТИПА ТП С ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В ПЛАСТМАССОВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 22498—77)

Городские телефонные кабели в пластмассовой оболочке классифицируются:

ТПП — с полиэтиленовой изоляцией в полиэтиленовой оболочке;

ТППБ — то же, бронированный стальными лентами с наружным защитным покровом;

ТППБГ — то же, бронированный стальными лентами с противокоррозионным покровом;

ТППБШп — то же, бронированный стальными лентами с наружным шлангом из полиэтилена;

ТППт — то же, с тросом для подвески;

ТПВ — с полиэтиленовой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке;

ТПВБГ — то же, бронированный стальными лентами с противокоррозионным покрытием.

Температурный диапазон использования кабелей ТП: при транспортировке — от -40 до $+50^\circ\text{C}$ для полиэтилена, от -30 до $+50^\circ\text{C}$ для поливинилхлорида, при хранении — соответственно от -50 до $+50^\circ\text{C}$ и от -40 до $+50^\circ\text{C}$, при прокладке — от -10 до $+50^\circ\text{C}$ для обоих типов кабелей.

Жилы кабеля изготавливаются из меди диаметром 0,32; 0,4; 0,5 и 0,7 мм; изоляция жил — полиэтиленовая; скрутка — парная и четверочная (звездная). Толщина изоляции жил кабелей ТП приведена в табл. 3.17.

Т а б л и ц а 3.17

Диаметр жил и толщина изоляции

Диаметр жилы, мм	Толщина изоляции, мм	
	парная скрутка	четверочная скрутка
0,32	$0,18 \pm 0,03$	—
0,4	$0,20 \pm 0,05$	$0,18 \pm 0,03$
0,5	$0,25 \pm 0,05$	$0,2 \pm 0,05$
0,7	$0,35 \pm 0,05$	$0,3 \pm 0,05$

Т а б л и ц а 3.18

Число пар и четверок в кабеле ТП и строительные длины

Число пар		Число четверок		Строительная длина, м
номинальное	фактическое	номинальное	фактическое	
10	10	5	5	500
20	20	10	10	500
30	30	15	15	400
50	50	25	25	400
100	101	50	51	300
150	151	75	76	300
200	201	100	101	250
300	302	150	151	250
400	402	200	201	200
500	503	250	252	200
600	603	300	302	200
700	704	350	352	150
800	804	400	402	150
900	905	450	453	150
1000	1005	500	503	150
1200	1206	600	603	150

Пары (четверки) скручиваются из жил с различной расцветкой изоляции. Число пар (четверок) в кабеле и строительные длины приведены в табл. 3.18. Допускается сдача маломерных отрезков кабеля длиной не менее 100 м в количестве не более 10% от общей длины сдаваемой партии. Число пар в кабелях ТП различных марок приведено в табл. 3.19.

Т а б л и ц а 3.19

Число пар в кабелях ТП различных марок

Марка кабеля	Диаметр жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7
ТПП	10—1200	10—1200	10—1200	10—600
ТППБ, ТППБГ, ТППБШ	10—600	10—600	10—600	10—600
ТППт, ТПВ, ТПВБГ	10—100	10—100	10—100	10—100

Применяется пучковая скрутка сердечника кабеля ТП. В качестве элементарных пучков используются 10×2 или 5×4 . Главные пучки скручиваются из элементарных пучков и содержат 50×2 (25×4) или 100×2 (50×4).

Таблица 3.20

Система скрутки сердечника кабеля ТПП

Число пар или четверок	Из пучков 50×2 или 25×4	Из пучков 100×2 или 50×4	Число пар или четверок	Из пучков 50×2 или 25×4	Из пучков 100×2 или 50×4
150×2	3×(50×2)	—	300×4	(4+8)×(25×4)	(1+5)×(50×4)
75×4	3×(25×4)	—	700×2	—	(1+6)×(100×2)
200×2	4×(50×2)	—	350×4	—	(1+6)×(50×4)
100×4	4×(25×4)	—	800×2	—	(2+6)×(100×2)
300×2	(1+5)×(50×2)	3×(100×2)	400×4	—	(2+6)×(50×4)
150×4	(1+5)×(25×4)	3×(50×4)	900×2	—	(2+7)×(100×2)
400×2	(2+6)×(50×2)	4×(100×2)	450×4	—	(2+7)×(50×4)
200×4	(2+6)×(25×4)	4×(50×4)	1000×2	—	(3+7)×(100×2)
500×2	(3+7)×(50×2)	5×(100×2)	500×4	—	(3+7)×(50×4)
250×4	(3+7)×(25×4)	5×(50×4)	1200×2	—	(4+8)×(100×2)
600×2	(4+8)×(50×2)	(1+5)×(100×2)	600×4	—	(4+8)×(50×4)

Система скрутки сердечника кабеля ТПП приведена в табл. 3.20. Кабель пучковой скрутки емкостью 300×2 показан на рис. 3.9.

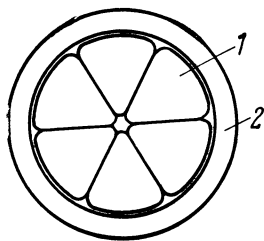


Рис. 3.9. Городской телефонный кабель пучковой скрутки (300×4):
1 — пучок 50×4; 2 — оболочка

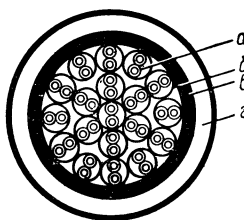


Рис. 3.10. Городской телефонный кабель с пластмассовой изоляцией и оболочкой типа ТПП:
а) медные жилы; б) полиэтиленовая изоляция; в) алюминиевый экран; г) полиэтиленовая оболочка

Поверх скрученного сердечника накладывается поясная изоляция из пластмассовых лент. Затем идет алюминиевый экран толщиной 0,1—0,2 мм. Поверх

Таблица 3.21

Толщины оболочек и шлангов кабелей ТП

Диаметр под оболочкой, мм	Толщина оболочки, мм	Толщина шланга, мм
До 10	1,7	1,5
10—15	2,0	2,0
15—20	2,5	2,3
20—30	3,0	2,6
30—40	3,5	3,0
40—50	4,0	3,3
50 и выше	4,2	—

Таблица 3.22

Наружный диаметр кабеля ТПП, мм

Число		Парная скрутка при диаметре жил, мм				Четверочная скрутка при диаметре жил, мм		
пар	четверок	0,32	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7
10	5	8,4	9,9	11,0	13,6	9,0	10,2	12,9
20	10	10,1	11,8	14,0	18,3	11,1	12,8	17,5
30	15	12,7	13,9	17,2	22,8	12,8	16,2	20,8
50	25	15,0	18,2	22,0	29,2	16,7	19,6	26,2
100	50	19,5	24,5	29,8	38,1	22,2	26,3	35,5
150	75	21,5	29,8	34,9	46,2	26,1	32,2	43,4
200	100	27,5	33,0	38,8	51,5	29,8	35,5	48,0
300	150	32,5	38,8	47,0	62,3	34,9	43,0	58,0
400	200	38,2	44,8	54,0	70,7	38,8	47,9	65,2
500	250	42,5	49,5	59,8	78,7	44,8	54,5	73,0
600	300	45,5	54,7	65,2	84,8	47,8	57,5	77,8
700	350	48,4	58,1	63,9	—	52,0	61,4	—
800	400	51,2	61,4	73,4	—	54,9	65,4	—
900	450	54,8	64,9	77,2	—	57,7	68,8	—
1000	500	57,3	67,9	80,8	—	60,3	72,0	—
1200	600	61,8	73,5	87,6	—	65,5	77,9	—

экрана расположена полиэтиленовая оболочка в кабелях ТПП или поливинилхлоридная в кабелях ТПВ. Толщины оболочек и шлангов в кабелях ТП приведены в табл. 3.21. Наружные диаметры и массы кабелей ТПП парной и четверочной скрутки приведены в табл. 3.22, 3.23, 3.24. Наружные диаметры и

Таблица 3.23

Масса кабелей ТПП парной скрутки, кг/км

Число пар	Диаметр жил, мм				Число пар	Диаметр жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7		0,32	0,4	0,5	0,7
10	64	85	105	174	400	1170	1799	2732	4776
20	96	132	179	311	500	1534	2178	3329	5845
30	126	178	284	462	600	1705	2526	3948	6912
50	183	282	427	740	700	1937	3005	4524	—
100	329	531	767	1306	800	2172	3376	5099	—
150	483	764	1107	1935	900	2476	3784	5676	—
200	626	968	1462	2565	1000	2707	4150	6247	—
300	915	1415	2070	3695	1200	3172	4883	7382	—

Таблица 3.24

Масса кабелей ТПП четверочной скрутки, кг/км

Число четверок	Диаметр жил, мм				Число четверок	Диаметр жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7		0,32	0,4	0,5	0,7
5	63	83	103	171	200	1094	1681	2553	4464
10	94	129	176	305	250	1434	2036	3111	5463
15	124	175	278	453	300	1594	2454	3690	6460
25	178	274	415	719	350	1810	2808	4228	—
50	319	506	745	1268	400	2030	3155	4765	—
75	469	742	1075	1879	450	2314	3537	5305	—
100	591	913	1379	2420	500	2530	3879	5838	—
150	863	1335	1953	3486	600	2965	4564	6900	—

Т а б л и ц а 3.25

Наружные диаметры и масса кабелей ТППБ при различных диаметрах жил (номинальные значения)

Емкость кабеля	0,4 мм		0,5 мм		0,7 мм	
	диаметр, мм	масса, кг/км	диаметр, мм	масса, кг/км	диаметр, мм	масса, кг/км
5	14,6	315	15,4	350	17,2	426
10	16,1	377	17,3	432	19,7	551
20	18,6	469	19,7	555	24,7	934
30	19,9	559	23,8	858	28,9	1213
50	24,6	905	28,3	1157	34,7	1679
100	30,4	1318	35,2	1719	42,7	2504
150	35,2	1708	39,8	2166	50,1	3350
200	38,1	1995	43,4	2573	54,9	4049
300	43,4	2553	50,9	3450	65,9	6207
400	48,8	3153	58,4	4871	73,6	7632
500	53,1	3668	63,6	5678	80,7	9019
600	59,0	4870	88,6	6486	87,0	10347

Т а б л и ц а 3.26

Электрические характеристики кабелей ТПП

Параметр	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление кабеля при диаметре жилы, мм:				
0,32	Ом/км	Пост. ток	216 ± 13	l/1000
0,4	Ом/км	»	139 ± 9	l/1000
0,5	Ом/км	»	90 ± 6	l/1000
0,7	Ом/км	»	45 ± 3	l/1000
Сопротивление изоляции для 100% значений	МОм · км	Пост. ток	6000	1000/l
для 80% значений	МОм · км	»	8000	1000/l
Испытательное напряжение в течение 1 мин:				
между жилами пар	В	0,05	1000	—
между жилами и экраном	В	0,05	500	—
Рабочая емкость	нФ/км	0,8	45 ± 5	l/1000
Емкостная связь (на длину 300 м)				
для 100% значений	пФ/км	0,8	300	l/300
для 95% значений	пФ/км	0,8	250	l/300
Коэффициент затухания кабеля при диаметре жилы, мм:				
0,32	дБ/км	0,8	1,91	l/1000
0,4	дБ/км	0,8	1,51	l/1000
0,5	дБ/км	0,8	1,22	l/1000
0,7	дБ/км	0,8	0,86	l/1000

массы кабелей ТППБ приведены в табл. 3.25. Электрические характеристики кабелей типа ТП приведены в табл. 3.26.

Наряду с указанными кабелями имеются кабели типа ТП с диаметром жил 0,32 мм емкостью 2400×2 (ТУ 16.505.447—73). Кабели имеют пучковую скрутку (2+8+14)×100×2; наружный диаметр — 76,9 мм; масса — 6368 кг/км; строительная длина — 200 м. Электрические характеристики кабелей соответствуют табл. 3.26.

КАБЕЛИ ТПС С ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
В СТАЛЬНОЙ ОБОЛОЧКЕ (ТУМИ 306—74)

Городские кабели с полиэтиленовой изоляцией в стальной гофрированной оболочке имеют медные токопроводящие жилы диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм. Изоляция — полиэтиленовая толщиной 0,2; 0,25 и 0,35 мм соответственно для жил диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм. Число пар в кабелях с диаметром жилы 0,4 мм до 1200×2 ; 0,5 мм до 800×2 и 0,7 мм до 400×2 . Строительная длина кабелей емкостью до 100×2 составляет 350 м, от 200 до 300×2 — 250 м, от 400 до 600×2 — 200 м и от 700 до 1200×2 — 150 м.

Т а б л и ц а 3.27

Система скрутки кабелей ТПС

Число пар	Система скрутки	Число пар	Система скрутки
50	$5 \times (10 \times 2)$	600	$(1+5) \times (3+7) \times (10 \times 2)$
100	$(3+7) \times (10 \times 2)$	700	$(1+6) \times (3+7) \times (10 \times 2)$
200	$4 \times 5 \times (10 \times 2)$	800	$(2+6) \times (3+7) \times (10 \times 2)$
300	$5 \times (1+5) \times (10 \times 2)$ или $3 \times (3+7) \times (10 \times 2)$	900	$(2+7) \times (3+7) \times (10 \times 2)$
400	$4 \times (3+7) \times (10 \times 2)$ или $(2+6) \times 5 \times (10 \times 2)$	1000	$(3+7) \times (3+7) \times (10 \times 2)$
500	$(3+7) \times 5 \times (10 \times 2)$ или $5 \times (3+7) \times (10 \times 2)$	1200	$(4+8) \times (3+7) \times (10 \times 2)$

Т а б л и ц а 3.28

Конструктивные данные кабелей ТПС

Число пар	Толщина оболочки, мм	Толщина шланга, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
				меди	стали	общая
Диаметр жилы 0,4 мм						
100	0,4	2,0	27,8	234	250	905
200	0,4	2,7	35,7	463	330	1443
300	0,4	2,7	41,6	694	434	1988
400	0,5	2,6	46,7	925	565	2514
500	0,5	2,6	50,7	1156	625	3011
600	0,5	2,6	53,7	1388	670	3423
700	0,5	3,0	57,8	1619	720	3925
800	0,5	3,0	60,8	1850	766	4338
900	0,5	3,0	62,8	2082	798	4723
1000	0,5	3,0	65,8	2313	885	5168
1200	0,5	3,4	70,8	2775	954	6033
Диаметр жилы 0,5 мм						
100	0,4	2,0	31,8	365	299	1191
200	0,4	2,2	42,7	723	446	2054
300	0,5	2,6	49,7	1084	610	2880
400	0,5	2,6	54,7	1445	686	3533
500	0,5	3,0	59,8	1806	750	4247
600	0,5	3,0	63,8	2168	855	4899
700	0,5	3,4	68,6	2529	921	5618
800	0,5	3,4	72,9	2890	988	6268
Диаметр жилы 0,7 мм						
100	0,4	2,2	42	715	434	2052
200	0,5	2,6	54	1416	671	3533
300	0,5	3,0	64	2124	855	4952
400	0,5	3,4	72	2833	970	6299

Т а б л и ц а 3.29

Электрические характеристики кабелей ТПС

Характеристика	Единица измерений	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление жилы, диаметром, мм: 0,4 0,5 0,7	Ом/км	Пост. ток	139 ± 3 90 ± 3 45 ± 3	l/1000
Рабочая емкость	нФ/км	0,8	45 ± 8	l/1000
Сопротивление изоляции жил	МОм·км	Пост. ток	5000	1000/l
Испытательное напряжение (2 мин)	В	0,05	1000	—
Сопротивление изоляции шланга	МОм·км	Пост. ток	10	1000/l

Т а б л и ц а 3.30

Значения коэффициента защитного действия кабелей ТПС

Диаметр оболочки кабеля, мм	До 30	До 45	До 60	До 70	До 80
Коэффициент защитного действия	0,98	0,96	0,90	0,86	0,80

Скрутка в группы — парная, скрутка в сердечник — пучковая. Элементарный пучок 10×2 скручивают по системе 2+8. Главные пучки 50×2 и 100×2 скручивают с одинаковым шагом, равным 30—40 диаметров по скрутке. Системы скрутки сердечника кабелей различной емкости приведены в табл. 3.27.

Поверх сердечника накладывают поясную пластмассовую изоляцию, затем экран из алюминиевой ленты толщиной 0,1—0,2 мм и опять пластмассовую изоляцию из лент. Сверху располагают стальную гофрированную оболочку толщиной 0,4 и 0,5 мм для кабелей соответственно диаметром до 30 и 78 мм (под оболочкой). Шаг гофры — от 7,2 до 13 мм, глубина гофры — от 2,35 до 3,8 мм.

Снаружи кабель имеет шланг из светостабилизированного полиэтилена толщиной 2—3,4 мм.

Конструктивные данные кабелей ТПС приведены в табл. 3.28. В табл. 3.29 приведены электрические характеристики кабелей ТПС. В табл. 3.30 приведены величины коэффициента защитного действия кабелей на частоте 50 Гц.

3.4. МЕЖДУГОРОДНЫЕ СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ

ТИПЫ КАБЕЛЕЙ

Для кабельных магистралей и устройства зоновых сетей связи применяются следующие типы симметричных кабелей:

МКС — с кордельно-полистирольной изоляцией в свинцовой оболочке;

МКСА — с кордельно-полистирольной изоляцией в алюминиевой оболочке;

МКСС — с кордельно-полистирольной изоляцией в стальной оболочке;

МК — с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке.

Все кабели с кордельно-полистирольной изоляцией (МКС, МКСА, МКСС) имеют идентичный сердечник, состоящий из 1×4 , 4×4 и 7×4 с диаметром жил 1,2 мм.

Кабели предназначены для системы передачи К-60 в диапазоне 252 кГц, работающей при напряжении дистанционного питания 1000 В постоянного тока (690 В переменного тока). Возможно также использование их в качестве соединительных линий, уплотняемых аппаратурой КРР в диапазоне до 552 кГц.

Кабели с кордельно-бумажной изоляцией типа МК имеют емкость 3×4 , 4×4 , 7×4 , а также 13×2 , 21×2 , 32×2 . Кабели предназначаются для систем передачи К-24 в диапазоне до 108 кГц и системы К-60 (в диапазоне до 252 кГц) с передачей дистанционного питания напряжением 500 В переменного тока (700 В постоянного тока).

Все конструкции симметричных кабелей допускают прокладку ручным и механизированным способами при температуре от -15 до $+40^\circ\text{C}$. Температура транспортировки кабелей — от -30 до $+40^\circ\text{C}$, хранения — от -50 до $+40^\circ\text{C}$.

КАБЕЛИ МКС С КОРДЕЛЬНО-ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ (СТИРОФЛЕКСНОЙ) ИЗОЛЯЦИЕЙ В СВИНЦОВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 15.125—76)

Кабели выпускаются с числом высокочастотных четверок 1, 4 и 7. Кроме того, кабели емкостью 4×4 могут иметь пять, а 7×4 шесть сигнальных жил. Диаметр медных токопроводящих жил высокочастотных четверок — 1,2 мм, сигнальных жил — 0,9 мм.

В зависимости от рода защитных покровов кабели маркируются:

МКСГ — в свинцовой оболочке, голый;

МКСБ — бронированный стальными лентами;

МКСБв — бронированный стальными лентами, свинцовая оболочка защищена поливинилхлоридным шлангом или лентами;

МКСК — бронированный круглыми проволоками;

МКСКв — бронированный круглыми проволоками, свинцовая оболочка защищена поливинилхлоридным шлангом или лентами;

МКСБГ — бронированный стальными лентами с антикоррозионным покрытием из компаунда (без джута).

Токопроводящие жилы высокочастотных четверок изолируются разноцветным корделем диаметром 0,8 мм и стирофлексной лентой толщиной 0,05 мм с

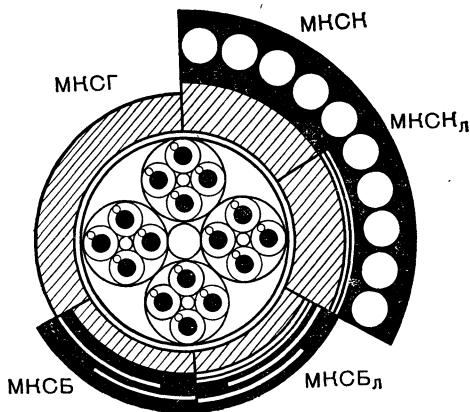


Рис. 3.11. Симметричный высокочастотный кабель с кордельно-полистирольной изоляцией типа МКС- 4×4

перекрытием 25—30%. Шаг наложения корделя — 5,5 мм. Первая пара четверок имеет расцветку красного и желтого цветов, а вторая пара — синюю и зеленую.

В центре четверок имеется заполнение из полистирольного корделя диаметром 1,1 мм. Значения шагов скрутки всех четверок различны, взаимно согласованы и лежат в пределах 125—275 мм. Строительная длина кабеля МКС-4×4 и 7×4 — 825 м, а МКС-1×4 — 650 м.

Конструкция кабеля МКС-4×4 показана на рис. 3.11. Конструктивные данные этих кабелей приведены в табл. 3.31, а нормированные электрические

Т а б л и ц а 3.31

Конструктивные данные кабелей МКС

Марка кабеля	Диаметр сер- дечника, мм	Толщина свинцовой оболочки, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
				свинца	меди	общая
К а б е л ь МКС-1×4						
МКСГ	8,06	1,2	10,9	435	40,8	488
МКСБ	8,06	1,1	18,9	395	40,8	852
К а б е л ь МКС-4×4						
МКСГ	15,9	1,4	18,7	1012	164,4	1213
МКСБ	15,9	1,25	29,0	866,3	164,4	1842
МКСБГ	15,9	1,25	25,1	866,3	164,4	1595
МКСБл	15,9	1,25	30,3	866,3	164,4	1936
МКСК	15,9	1,9	37,4	1400	164,4	4294
МКСКл	15,9	1,9	38,8	1400	164,4	4467
К а б е л ь МКС-7×4						
МКСГ	20,8	1,6	24,0	1328	287,7	1696
МКСБ	20,8	1,3	34,0	1069	287,7	2434
МКСБГ	20,8	1,3	30,1	1069	287,7	2143
МКСБл	20,8	1,3	35,3	1069	287,7	2542
МКСК	20,8	2,0	42,5	1713	287,7	5388
МКСКл	20,8	2,0	43,9	1713	287,7	5574

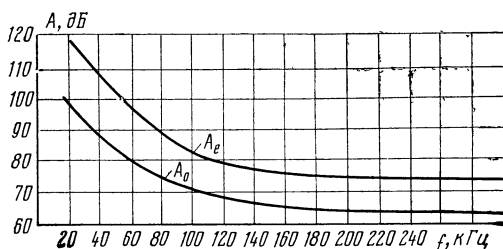


Рис. 3.12. Частотные зависимости переходного затухания между цепями кабеля МКС на ближнем (A_0) и дальнем (A_e) концах

характеристики — в табл. 3.32. Частотные зависимости параметров кабеля МКС приведены в табл. 3.33—3.36. На рис. 3.12 приведена частотная зависимость переходного затухания между цепями кабеля МКС.

По величине рабочей емкости кабеля МКС делятся на восемь групп (табл. 3.37). Номера групп указываются на барабанах и в протоколах электрических испытаний.

Т а б л и ц а 3.32

Электрические характеристики кабелей МКС

Характеристика	Единица измерений	Частота тока, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
1	2	3	4	5
Электрическое сопротивление жилы, не более	Ом/км	Постоянный ток	15,85	$l/1000$
Омическая асимметрия жил в рабочей паре на длине 825 м, не более	Ом	Постоянный ток	0,19	$\sqrt{l/825}$
Электрическое сопротивление изоляции каждой жилы относительно всех других жил, соединенных с оболочкой, не менее	МОм/км		12000	$1000/l$
Испытательное напряжение: все жилы по отношению к оболочке в течение 2 мин; группа всех красных и желтых жил по отношению к группе всех синих и зеленых жил и к оболочке в течение 2 мин или 10 с	В	0,05	2000	—
Рабочая емкость: одночетверочных кабелей: в алюминиевой оболочке в свинцовой оболочке семичетверочных кабелей в стальной гофрированной оболочке и четырехчетверочных кабелей семичетверочных кабелей, кроме семичетверочных в стальной гофрированной оболочке	В	0,05	1300	—
	В	0,05	1400	—
	нФ/км	0,8	$25,6 \pm 0,8$	$l/1000$
	нФ/км	0,8	$26,0 \pm 0,8$	$l/1000$
	нФ/км	0,8	$24,5 \pm 0,8$	$l/1000$
Переходное затухание на ближнем конце между всеми парами в длине 825 м четырех- и семичетверочных кабелей и в не менее чем 100 длинах одночетверочных кабелей, не менее: 100% измеренных значений*	нФ/км	0,8	$24,0 \pm 0,8$	$l/1000$
	дБ/сд	В диапазоне до 252	59	$-10 \lg \frac{l}{825}$ $\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$
	дБ/сд	В диапазоне до 252	62	$-10 \lg \frac{l}{825}$ $\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$
90% измеренных значений*				
Защищенность на дальнем конце между всеми парами на длине 825 м четырех- и семичетверочных кабелей и более чем в 100 длинах одночетверочных кабелей, не менее: для 100% измеренных значений*	дБ/сд	В диапазоне до 252	68	$-10 \lg \frac{l}{825}$ $\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$
				$-10 \lg \frac{l}{825}$
	дБ/сд	В диапазоне до 252	74	$\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$
для 90% измеренных значений четырех- и семичетверочных кабелей*				
для 90% измеренных значений одночетверочных кабелей*	дБ/сд	В диапазоне до 252	72	$-10 \lg \frac{l}{825}$ $\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$
				$\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$

Продолжение табл. 3.32

1	2	3	4	5
Емкостные связи κ_{23} и емкостная асимметрия ϵ_1, ϵ_2 не менее, чем в 25 длинах четырехчетверочных, 15 длинах семичетверочных, или 100 длинах одночетверочных кабелей:				
для 100% измеренных значений*	пФ/сд	0,8	570	$l/825$
для 90% измеренных значений*	пФ/сд	0,8	230	$l/825$
Защищенность на дальнем конце при пробном симметрировании пар внутри четверок без учета эффекта перестановки не менее чем в 25 длинах четырехчетверочных, 15 длинах семичетверочных или 100 длинах одночетверочных кабелей по 825 м:				
100% измеренных значений*	дБ/км	В диапазоне до 252	81	$-10lg \frac{l}{825}$ $\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$
90% измеренных значений*	дБ/км	В диапазоне до 252	85	$-10lg \frac{l}{825}$ $\left(-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{825}\right)$
Сопротивление изоляции между алюминиевой или стальной гофрированной оболочкой и водой, броней и водой в кабелях с наружным полиэтиленовым шлангом, между алюминиевой оболочкой и броней, не менее	МОм/км	Постоянный ток	100	1000/l

Примечание. 1) l — фактическая длина кабеля, м.

* Для кабелей длиной менее 200 м при пересчете норм длину следует принимать равной 200 м.

Таблица 3.33

Частотная зависимость параметров кабеля МКС-4×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\phi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
0,3	0,224	0,026	815	43,3	2,48
0,5	0,278	0,034	646	42,1	2,54
1,0	0,380	0,052	450	39,3	2,69
1,5	0,444	0,066	377	36,7	2,82
2,0	0,493	0,080	328	34,2	2,93
2,5	0,533	0,093	296	32,0	—
3,0	0,566	0,106	276	30,0	3,11
3,5	0,594	0,119	261	28,2	—
4,0	0,617	0,132	248	26,6	3,25
5,0	0,656	0,158	232	23,7	3,34
6,0	0,684	0,184	220	21,3	3,40
7,0	0,705	0,209	211	19,5	3,42
8,0	0,725	0,236	204	17,9	3,45
9,0	0,741	0,261	199	16,5	—
10,0	0,760	0,286	195	15,3	3,46

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

Т а б л и ц а 3.34

Частотная зависимость параметров кабеля МКС-4×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,760	0,286	195,0	15,3	3,46
20	0,879	0,56	185,6	10,7	3,13
30	0,992	0,81	177,6	8,3	2,72
40	1,100	1,07	173,7	7,0	2,47
50	1,203	1,31	171,6	6,3	2,32
60	1,303	1,56	170,3	5,7	2,24
70	1,401	1,81	169,1	5,2	2,20
80	1,495	2,06	168,4	4,8	2,18
90	1,584	2,31	167,9	4,5	2,16
100	1,670	2,56	167,3	4,3	2,14
110	1,752	2,80	166,9	4,1	2,12
150	2,048	3,82	165,5	3,4	2,08
200	2,370	5,04	164,6	3,05	2,03
250	2,653	6,28	164,0	2,8	2,00
260	2,707	6,53	164,0	2,7	2,00
300	2,912	7,53	163,9	2,6	1,98
350	3,149	8,78	163,8	2,5	—
400	3,370	10,02	163,6	2,3	—
450	3,579	11,28	163,5	2,2	—
500	3,774	12,52	163,3	2,0	—
550	3,961	17,75	163,2	1,9	1,98

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

Т а б л и ц а 3.35

Частотная зависимость параметров кабеля МКС-4×4×1,2
(для цифровых систем передачи)

f , МГц	α , дБ/км	β , рад/км	f , МГц	α , дБ/км	β , рад/км
0,25	2,653	6,28	7,0	14,896	175,0
0,50	3,774	12,52	8,0	15,995	200,0
1,0	5,385	25,0	9,0	17,040	225,0
2,0	7,722	50,0	10,0	18,041	250,0
3,0	9,547	75,0	11,0	19,005	275,0
4,0	11,102	100,0	12,0	19,936	300,0
4,224	11,427	105,5	13,0	20,840	325,0
5,0	12,471	125,0	14,0	21,720	350,0
6,0	13,724	150,0	15,0	22,580	375,0

Примечание. Отклонение сглаженной частотной характеристики от номинальной — не более $\pm 0,174$ дБ/км.

Т а б л и ц а 3.36

Частотная зависимость параметров кабеля МКС-7×4×1,2
(четверки внешнего повива)

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,759	0,286	195,0	15,3	3,46
20	0,870	0,55	188,8	9,4	3,13
30	0,980	0,82	185,0	7,3	2,72
40	1,087	1,08	182,1	6,2	2,47
50	1,190	1,34	181,7	5,5	2,32
60	1,290	1,60	179,7	4,8	2,24
70	1,387	1,86	178,5	4,4	—
80	1,481	2,12	177,4	4,0	2,18
90	1,570	2,38	176,5	3,7	2,16
100	1,654	2,60	175,6	3,5	2,14
110	1,734	2,85	174,9	3,3	2,12
150	1,023	3,90	172,5	2,8	2,08
200	2,333	5,16	170,6	2,5	2,03
250	2,607	6,43	169,7	2,25	2,00
260	2,658	6,68	169,6	2,20	—
300	2,854	7,69	169,3	2,00	1,98
350	3,079	8,98	169,2	1,7	1,98
400	3,291	10,24	169,1	1,5	1,98
450	3,490	11,50	169,1	1,3	1,98
500	3,676	12,76	169,0	1,05	1,98
550	3,856	14,02	169,0	0,8	1,98

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

Т а б л и ц а 3.37

Группирование кабелей МКС

Группа	I	II	III	IV
Значение рабочей емкости C_p , нФ/км	23,7—23,9	23,9—24,1	24,1—24,3	24,3—24,5

Продолжение табл. 3.37

Группа	V	VI	VII	VIII
Значение рабочей емкости C_p , нФ/км	24,5—24,7	24,7—24,9	24,9—25,1	25,1—25,3

**КАБЕЛИ МКСА С КОРДЕЛЬНО-ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
В АЛЮМИНИЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 15.125—76)**

Кабели выпускаются емкостью 1×4, 4×4 и 7×4. Жилы — медные диаметром 1,2 мм, изоляция — кордельно-полистирольная, оболочка — алюминиевая, поверх оболочки слой битумного компаунда и полиэтиленовый шланг. В зависимости от типа защитных покровов кабели маркируются:

МКСАШп — кабель в алюминиевой оболочке и полиэтиленовом шланге;

МКСАБп — то же, с броней из стальных лент и наружным джутовым покровом;

МКСБпШп — то же, с броней из стальных лент и наружным полиэтиленовым шлангом;

МКСБпГ — то же, с броней из стальных лент с противокоррозийным наружным покрытием;

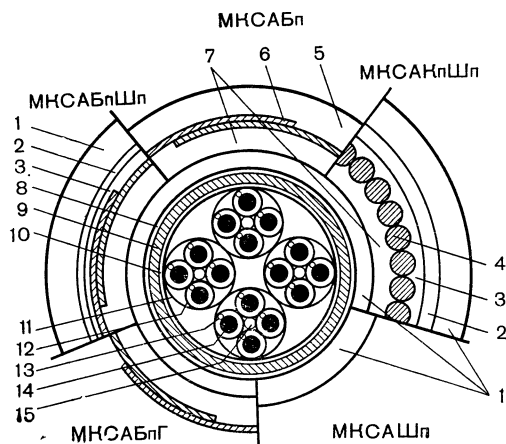


Рис. 3.13. Симметричный высокочастотный кабель в алюминиевой оболочке МКСАШп-4×4:

1 — полиэтиленовый шланг; 2 — поливинилхлоридная лента; 3 — битумный состав; 4 — бронепроволока; 5 — наружный покров из кабельной пряжи; 6 — две бронеленты; 7 — подушка; 8 — вязкий подклеивающий слой; 9 — алюминиевая оболочка; 10 — поясная изоляция; 11 — цветная хлопчатобумажная пряжа; 12 — полистирольная пленка; 13 — цветной полистирольный кордель; 14 — токопроводящая жила диаметром 1,2 мм; 15 — центрирующий кордель диаметром 1,1 мм

Таблица 3.38

Конструктивные данные кабелей МКСА

Марка кабеля	Диаметр сердеч- ника, мм	Толщина оболоч- ки, мм	Толщина шланга, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
					алюми- ния	меди	общая
К а б е л ь МКСА-1×4							
МКСАШп	9,06	0,95	2,0	16,4	93,4	40,8	271
МКСАБпШп	9,06	0,95	1,5	25,5	93,4	40,8	866
МКСАБпГ	9,06	0,95	1,5	20,2	93,4	40,8	564
К а б е л ь МКСА-4×4							
МКСАШп	16,3	1,0	2,5	24,7	163	164,4	588
МКСАБп	16,3	1,0	1,2	32,2	163	164,4	1433
МКСАБпГ	16,3	1,0	1,5	28,3	163	164,4	1160
МКСАБпШп	16,3	1,0	1,5	33,4	163	164,4	1390
МКСАКпШп	16,3	1,0	1,5	40,4	163	164,4	3361
К а б е л ь МКСА-7×4							
МКСАШп	21,2	1,1	2,5	29,8	235	287,7	861
МКСАБп	21,2	1,1	1,5	37,9	235	287,7	1907
МКСАБпГ	21,2	1,1	1,5	34,0	235	287,7	1582
МКСАБпШп	21,2	1,1	1,5	39,1	235	287,7	1853
МКСАКпШп	21,2	1,1	1,5	46,1	235	287,7	4138

МКСАКПШл — то же, с броней из круглых стальных проволок и наружным полиэтиленовым шлангом.

Строительная длина кабелей 825 м. Конструкция кабеля приведена на рис. 3.13.

Конструктивные данные кабелей МКСА приведены в табл. 3.38. Электрические характеристики кабелей приведены в табл. 3.32. Частотные зависимости параметров кабелей МКСА приведены в табл. 3.39—3.42.

Т а б л и ц а 3.39

Частотная зависимость параметров кабеля МКСА-1×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,756	0,29	181,7	17,5	3,72
20	0,877	0,55	171,2	10,5	3,48
30	0,990	0,81	168,8	8,0	3,21
40	1,093	1,06	167,3	6,5	2,97
50	1,190	1,32	165,9	5,7	2,73
60	1,285	1,56	164,2	5,1	2,54
70	1,377	1,82	164,0	4,8	2,39
80	1,467	2,06	163,1	4,5	2,27
90	1,555	2,32	162,3	4,3	2,19
100	1,638	2,57	161,6	4,1	2,14
110	1,717	2,82	160,8	3,9	
150	2,001	3,85	158,6	3,4	2,02
200	2,308	5,10	156,8	3,0	1,99
250	2,577	6,35	156,1	2,75	1,96
260	2,628	6,60	156,1	2,70	
300	2,822	7,60	156,0	2,50	1,95
350	3,046	8,85	156,0	2,20	
400	3,254	10,10	155,9	2,0	
450	3,450	11,35	155,9	1,8	1,94
500	3,636	12,60	155,8	1,6	
550	3,813	13,85	155,8	1,15	1,93

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

Т а б л и ц а 3.40

Частотная зависимость параметров кабеля МКСА-4×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,739	0,283	190,0	16,45	3,58
20	0,853	0,540	178,8	10,70	3,24
30	0,956	0,800	175,6	7,83	2,94
40	1,057	1,06	173,6	6,50	2,71
50	1,153	1,31	172,4	5,78	2,56
60	1,245	1,57	171,6	5,20	2,42
70	1,335	1,83	170,8	4,80	2,34
80	1,424	2,09	170,2	4,50	2,28
90	1,508	2,34	169,7	4,23	2,24
100	1,588	2,60	169,2	4,00	2,22
110	1,663	2,85	168,8	3,80	
150	1,935	3,88	167,6	3,25	2,17
200	2,225	5,18	166,7	2,90	2,15
250	2,479	6,45	166,5	2,70	2,14
260	2,527	6,70	166,4	2,68	
300	2,707	7,75	166,2	2,56	2,13
350	2,915	9,05	166,2	2,40	
400	3,108	10,32	166,1	2,23	2,07
450	3,288	11,60	166,05	2,10	
500	3,459	12,85	166,0	1,95	2,05
550	3,621	14,15	165,9	1,80	

Примечание. Отклонение затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

Т а б л и ц а 3.41

Частотная зависимость параметров кабеля МКСА-4×4×1,2

f , МГц	α , дБ/км	β , рад/км	f , МГц	α , дБ/км	β , рад/км
0,25	2,479	6,45	8,0	15,129	206,0
0,50	3,459	12,85	9,0	16,161	231,0
1,0	4,873	26,0	10,0	17,152	257,0
2,0	7,075	51,0	11,0	18,115	282,0
3,0	8,826	77,0	12,0	19,052	308,0
4,0	10,324	103,0	13,0	19,967	334,0
5,0	11,670	129,0	14,0	20,863	359,0
6,0	12,901	154,0	15,0	21,743	385,0
7,0	14,051	180,0			

Т а б л и ц а 3.42

Частотная зависимость параметров кабеля МКСА-7×4×1,2

(четверки внешнего повива)

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,739	0,283	190	16,4	3,58
20	0,821	0,54	180,5	9,7	3,24
30	0,918	0,80	179,2	7,5	2,94
40	1,007	1,06	178,0	6,4	2,71
50	1,103	1,32	177,2	5,7	2,56
60	1,207	1,60	176,4	5,1	2,42
70	1,290	1,83	175,8	4,7	2,34
80	1,377	2,09	175,2	4,4	2,28
90	1,464	2,35	174,8	4,15	2,24
100	1,540	2,60	174,3	4,00	2,22
110	1,616	2,85	173,9	3,85	
150	1,880	3,88	172,4	3,45	2,17
200	2,176	5,15	171,1	3,10	2,15
250	2,432	6,40	170,2	2,80	2,14
260	2,475	6,66	170,0	2,75	
300	2,660	7,68	169,6	2,60	2,13
350	2,877	8,95	169,0	2,30	
400	3,066	10,20	168,6	2,15	2,07
450	3,240	11,48	168,3	1,90	
500	3,405	12,75	168,1	1,65	2,05
550	3,570	14,00	168,0	1,40	

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

Коэффициент защитного действия для кабелей МКСАШп-4×4 и 7×4 на частоте 50 Гц составляет 0,65, а для бронированных кабелей — 0,11—0,33.

По электрической емкости кабели МКСА классифицируются по группам согласно табл. 3.43.

Т а б л и ц а 3.43

Группирование кабелей МКСА

Номер группы	Средняя емкость кабеля, пФ/км, при числе четверок		
	1×4	4×4	7×4
0	—	От 23,5 до 23,7	От 23,0 до 23,2
I	От 24,8 до 25,0	23,7—23,9	23,2—23,4
II	25,0—25,2	23,9—24,1	23,4—23,6
III	25,2—25,4	24,1—24,3	23,6—23,8
IV	25,4—25,6	24,3—24,5	23,8—24,0
V	25,6—25,8	24,5—24,7	24,0—24,2
VI	25,8—26,0	24,7—24,9	24,2—24,4
VII	26,0—26,2	24,9—25,1	24,4—24,6
VIII	26,2—26,4	25,1—25,3	24,6—24,8
IX	—	25,3—25,5	24,8—25,0

КАБЕЛИ МКСС С КОРДЕЛЬНО-ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В СТАЛЬНОЙ ГОФРИРОВАННОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 15.125—76)

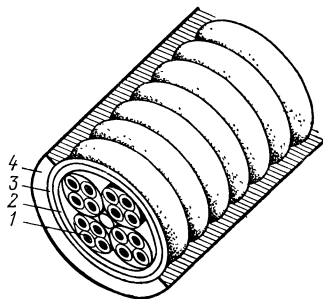
Кабели выпускаются емкостью 4×4 и 7×4. Диаметр жил — 1,2 мм, изоляция — кордельно-полистирольная, скрутка — звездой. Оболочка имеет стальную гофрированную конструкцию со сварным продольным швом, толщина оболочки 0,4 мм. Снаружи располагается полиэтиленовый шланг толщиной 2,5 мм. Строительная длина кабеля 825 м. Конструктивные данные кабеля МКССШп-4×4 приведены в табл. 3.44. Конструкция кабеля приведена на рис. 3.14.

Т а б л и ц а 3.44

Конструктивные данные кабелей МКССШп

Марка кабеля	Диаметр сердечника, мм	Толщина оболочки, мм	Толщина шланга, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
					стали	меди	общая
МКССШп-4×4	16,54	0,4	2,5	28,5	252	164,4	778
МКССШп-7×4	21,44	0,4	2,5	34,2	309	287,7	1114

Рис. 3.14. Симметричный высокочастотный кабель в стальной гофрированной оболочке типа МКССШп-4×4:
1 — изолированные жилы; 2 — алюминиевый экран; 3 — стальная гофрированная оболочка; 4 — полиэтиленовая оболочка



Электрические характеристики кабеля МКССШп-4×4 приведены в табл. 3.32. Частотные зависимости параметров кабеля МКССШп-4×4 приведены в табл. 3.45, 3.46. Коэффициент защитного действия — 0,7.

Таблица 3.45

Частотная зависимость параметров кабеля МКСС-4×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,756	0,281	199,0	17,65	3,65
20	0,886	0,56	189,0	11,15	3,36
30	0,990	0,83	181,8	8,45	3,12
40	1,090	1,07	177,1	6,70	2,92
50	1,187	1,32	174,1	5,90	2,75
60	1,273	1,60	171,6	5,25	2,61
70	1,361	1,84	169,9	4,85	2,49
80	1,443	2,08	168,7	4,50	2,40
90	1,522	2,34	167,8	4,27	2,33
100	1,598	2,58	167,1	4,05	2,27
110	1,623	2,82	166,6	3,90	—
150	1,941	3,80	165,5	3,30	—
200	2,229	5,08	165,4	2,85	2,04
250	2,485	6,32	165,2	2,52	2,02
260	2,533	6,56	165,1	2,50	—
300	2,717	7,56	165,0	2,30	2,02
350	2,933	8,80	164,8	2,20	—
400	3,132	10,05	164,6	2,05	—
450	3,320	11,30	164,3	1,90	—
500	3,497	12,52	164,1	1,85	—
550	3,665	13,78	163,9	1,60	2,02

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

Таблица 3.46

Частотная зависимость параметров кабеля МКСС-7×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,756	0,281	199,0	17,65	3,65
20	0,885	0,55	183,0	10,80	3,36
30	1,003	0,82	178,7	8,0	3,12
40	1,107	1,06	176,2	6,8	2,92
50	1,209	1,32	174,4	6,0	2,75
60	1,300	1,59	173,0	5,5	2,61
70	1,389	1,85	172,0	5,1	2,49
80	1,476	2,10	171,2	4,75	2,40
90	1,556	2,35	170,5	4,5	2,33
100	1,634	2,60	169,9	4,25	2,27
110	1,708	2,85	169,4	4,05	—
150	1,982	3,88	167,8	3,35	—
200	2,277	5,15	166,5	3,00	2,04
250	2,538	6,42	165,6	2,70	2,02
260	2,585	6,68	165,4	2,65	—
300	2,771	7,70	164,8	2,50	2,02
350	2,988	8,95	164,4	2,35	—
400	3,192	10,23	164,2	2,15	—
450	3,383	11,50	164,0	2,00	—
500	3,564	12,75	163,9	1,80	—
550	3,736	14,00	163,8	1,65	2,02

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 0,043$ дБ/км. Отклонение волнового сопротивления $\pm 5\%$.

По величине рабочей емкости кабеля делятся на восемь групп (табл. 3.47). В табл. 3.48 приведены сравнительные данные расхода металла на кабели в свинцовой (МКСБ-4×4), алюминиевой (МКСАБл-4×4) и стальной (МКССШп-4×4) оболочках.

Т а б л и ц а 3.47

Группирование кабелей МКСС

Группа	I	II	III	IV	V
Значение рабочей емкости C_p , нФ/км	23,7—23,9	23,9—24,1	24,1—24,3	24,3—24,5	24,5—24,7

Продолжение табл. 3.47

Группа	VI	VII	VIII	IX
Значение рабочей емкости C_p , нФ/км	24,7—24,9	24,9—25,1	25,1—25,3	25,3—25,5

Т а б л и ц а 3.48

Расход металла на оболочки различных кабелей

Металл	Расход металла на оболочку кабеля, кг/км		
	МКСБ-4×4	МКСАБп-4×4	МКССШп-4×4
Свинец	866	—	—
Сталь	443	486	252
Алюминий	—	163	34

КАБЕЛИ МК С КОРДЕЛЬНО-БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ
В СВИНЦОВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 5.2221—74)

По роду защитных покровов кабели подразделяются:

МКГ — голый без брони;

МКБ — бронированный стальными лентами;

МКП — бронированный плоскими проволоками;

МКК — бронированный круглыми проволоками;

МКБГ — бронированный стальными лентами с антикоррозионным покрытием из компаунда или лака (без джута).

В зависимости от состава сердечника кабели бывают:

однородные, состоящие из трех, четырех или семи высокочастотных четверок звездной скрутки с медными токопроводящими жилами диаметром 1,2 мм;

комбинированные, включающие, помимо высокочастотных четверок, экранированные пары с токопроводящими жилами 1,4 мм.

К комбинированным кабелям относятся: 21-парный кабель емкостью 9×4 с тремя экранированными парами, 32-парный кабель емкостью 14×4 с четырьмя экранированными парами и 13-парный кабель емкостью 6×4 с одной экранированной парой. Кроме того, кабели могут содержать сигнальные жилы диаметром 0,9 мм.

Токопроводящие жилы высокочастотных четверок имеют диаметр 1,2 мм и изолируются трехниточным бумажным корделем диаметром 0,81 мм и двумя лентами из кабельной бумаги К-17. Все кабельные группы имеют взаимно сог-

ласованные шаты в пределах 100—300 мм. Защитная оболочка кабеля выполнена из свинца. Строительная длина кабеля 850 м.

Конструктивные данные кабелей МК с кордельно-бумажной изоляцией приведены в табл. 3.49.

Т а б л и ц а 3.49

Конструктивные данные кабелей МК

Марка кабеля	Емкость	Диаметр сердечника по поясной изоляции, мм	Диаметр сердечника по свинцовой оболочке, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
					свинца	меди	общая
МКГ	3×4	—	20,5	20,5	—	—	1335
	4×4	20,0	23,4	23,5	1310	156	1485
	7×4	24,7	28,3	28,3	1720	295	2148
	13×2	25,4	28,3	28,3	1720	274	2255
	21×2	33,9	38,2	38,2	2720	450	4485
	32×2	39,4	44,0	44,9	3400	670	5800
МКБ	3×4	—	—	30,3	—	—	2328
	4×4	20,0	23,0	31,0	1250	156	2501
	7×4	24,7	27,9	37,9	1514	295	3293
	13×2	25,4	27,9	37,9	1514	274	3293
	21×2	33,9	37,5	47,5	2260	450	6005
	32×2	39,4	43,5	53,5	2940	670	8200
МКК	3×4	—	—	36,6	—	—	4620
	4×4	20,0	24,6	40,6	1825	156	5304
	7×4	24,7	29,3	45,3	2237	295	6596
	13×2	25,4	29,3	45,3	2340	274	6515
	21×2	33,9	38,9	59,9	3200	450	12649
	32×2	39,4	44,4	65,4	3720	670	16900

На рис. 3.15 показана конструкция кабеля МК-7×4. Электрические характеристики кабелей МК приведены в табл. 3.50. Частотная зависимость параметров кабелей МК приведена в табл. 3.51—3.53.

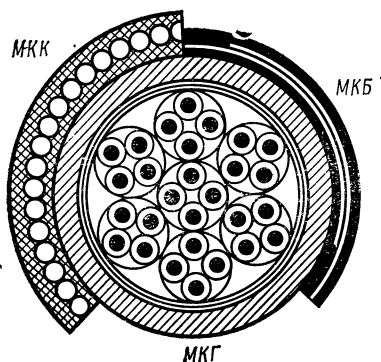


Рис. 3.15. Симметричный высококачественный кабель с кордельно-бумажной изоляцией МК-7×4

Т а б л и ц а 3.50

Электрические характеристики кабелей МК

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Длина кабеля, м	Коэффициент пересчета на другую длину
Сопротивление пары жил постоянному току, не более	Ом/км	Пост. ток	31,9	1000	$l/1000$
Разность сопротивлений жил постоянному току в одной паре, не более	Ом		0,12	850	$\sqrt{l/850}$
Сопротивление изоляции, не более	МОм·км		10 000	1000	$1000/l$
Рабочая емкость, не более	нФ/км	0,8	$27 \pm 1,1$		$l/1000$
Переходное затухание между любыми парами на ближнем конце, не менее То же, на дальнем конце	дБ/сд	100 или 250	59 67,7	850	$10 \lg \frac{l}{850}$
Испытательное напряжение, не менее: между жилами и свинцовой оболочкой между жилами пар	В	0,05 0,05	1800 1000		

Т а б л и ц а 3.51

Частотная зависимость первичных параметров

f , кГц	R , Ом/км	L , мГ/км	G , мкСм/км	f , кГц	R , Ом/км	L , мГ/км	G , мкСм/км
0,8	31,9	0,822	0,542	60	49,1	0,803	93,6
3	32,0	0,822	2,30	80	55,9	0,797	138,5
5	32,15	0,822	4,23	100	61,9	0,789	186,5
10	32,8	0,821	9,33	120	67,2	0,785	240,0
15	33,9	0,820	14,50	150	74,3	0,777	320,0
20	35,3	0,810	20,32	200	85,0	0,770	455,0
30	38,3	0,817	35,60	250	94,2	0,765	602,0
40	41,9	0,812	52,85	300	102,4	0,761	763,0

Т а б л и ц а 3.52

Частотная зависимость вторичных параметров кабелей МК
($R = 31,9 \text{ Ом/км}$; $C = 26,5 \text{ нФ/км}$; $t = +20^\circ \text{C}$)

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\Phi_B$
0,8	0,35	0,0496	487	$41^\circ 11'$
3	0,56	0,114	271	$31^\circ 57'$
5	0,64	0,168	230	$25^\circ 30'$
10	0,79	0,309	196	$16^\circ 03'$
15	0,85	0,451	191	$11^\circ 42'$
20	0,92	0,600	187	$9^\circ 17'$
30	1,04	0,877	183	$6^\circ 48'$
40	1,12	1,18	181	$5^\circ 33'$
60	1,36	1,75	179	$4^\circ 21'$
80	1,56	2,33	177	$3^\circ 41'$
100	1,74	2,91	176	$3^\circ 14'$
120	1,91	3,48	175	$2^\circ 54'$
150	2,15	4,32	174	$2^\circ 32'$
200	2,52	5,59	172	$2^\circ 16'$
250	2,88	7,12	171,5	$1^\circ 50'$
300	3,21	8,55	171	$1^\circ 37'$

Т а б л и ц а 3.53

Частотная зависимость температурных коэффициентов параметров кабелей МК

f , кГц	Расчетные значения					Измеренные значения $\alpha \cdot 10^{-3}$		
	$\alpha_R \cdot 10^{-3}$	$\alpha_L \cdot 10^{-3}$	$\alpha_C \cdot 10^{-3}$	$\alpha_{\text{тгд}} \cdot 10^{-3}$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$	макси- мальные	мини- мальные	средние
10	3,83	0,10	0,50	-13,6	3,69	3,72	3,40	3,56
20	3,53	0,03	0,54	-16,8	3,23	3,12	2,67	2,90
30	3,18	0,06	0,61	-16,7	2,70	2,66	2,10	2,38
40	2,83	0,12	0,64	-16,5	2,21	2,21	1,63	1,92
50	2,57	0,15	0,66	-16,3	1,85	1,85	1,37	1,61
60	2,42	0,17	0,68	-16,2	1,56	1,63	1,21	1,42
70	2,31	0,18	0,69	-15,6	1,39	1,47	1,09	1,28
80	2,26	0,20	0,70	-15,0	1,26	1,34	1,00	1,17
90	2,18	0,21	0,70	-14,5	1,11	1,25	0,93	1,09
100	2,18	0,22	0,71	-13,9	1,07	1,20	0,88	1,04
110	2,18	0,23	0,71	-13,6	1,00	1,16	0,86	1,01
120	2,18	0,24	0,72	-13,4	0,94	1,13	0,84	0,98
130	2,20	0,25	0,73	-13,2	0,89	1,10	0,82	0,95
140	2,22	0,26	0,74	-13,0	0,84	1,07	0,79	0,93
150	2,22	0,27	0,74	-12,5	0,82	1,05	0,77	0,91
175	2,22	0,28	0,74	-11,7	0,79	1,00	0,74	0,87
200	2,22	0,29	0,75	-11,0	0,75	0,95	0,71	0,83
225	2,21	0,29	0,75	-10,5	0,67	0,92	0,68	0,80
250	2,19	0,30	0,75	-9,0	0,63	0,90	0,65	0,78

3.5. ЗОНОВЫЕ (ВНУТРИОБЛАСТНЫЕ) КАБЕЛИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для зоновой связи, т. е. связи областного центра с районами, используются кабели следующих типов:

одночетверочные кабели различных модификаций с полиэтиленовой ЗКП-1×4 и кордельно-полистирольной (стирофлексной) изоляцией МКС-1×4, уплотняемые аппаратурой К-60 по двухкабельной системе;

однооаксиальные кабели ВКПАП-1 (с парой 2,1/9,7), уплотняемые аппаратурой К-120 по однокабельной системе (см. разд. 3.8 «Коаксиальные кабели»).

Известно несколько модификаций одночетверочных кабелей:

ЗКП-1×4 — с полиэтиленовой изоляцией и полиэтиленовой оболочкой;

ЗКВ-1×4 — с полиэтиленовой изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой;

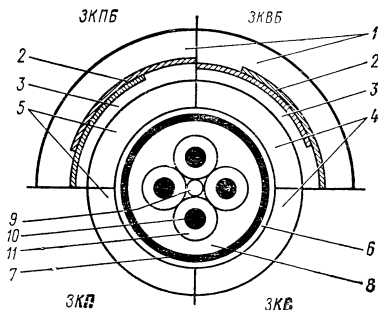
ЗКПАШп-1×4 — с полиэтиленовой изоляцией и алюминиевой оболочкой;

МКС-1×4 — с кордельно-полистирольной изоляцией в свинцовой и алюминиевой оболочках.

Кабели с кордельно-полистирольной изоляцией типа МКС рассмотрены выше в разд. 3.4 «Междугородные симметричные кабели». Здесь приводятся данные кабелей с полиэтиленовой изоляцией типа ЗКП-1×4 и ЗКПАШп-1×4 (рис. 3.16). Эти кабели предназначены для строительства зонавых кабельных

Рис. 3.16. Зонавый кабель с полиэтиленовой изоляцией ЗКП-1×4:

1 — наружный покров; 2 — броня из двух стальных лент; 3 — подушка; 4 — наружная оболочка из поливинилхлоридного пластика; 5 — наружная оболочка из светостабилизированного полиэтилена; 6 — вязкий подклеивающий слой; 7 — экран из двух лент алюминиевой фольги; 8 — заполнение из композиции; 9 — полиэтиленовый кордель; 10 — токопроводящая жила; 11 — полиэтиленовая изоляция



линий с системами передачи К-24 и К-60 в диапазонах до 108 и 252 кГц с передачей дистанционного питания напряжением 690 В переменного тока с частотой 50 Гц или 1000 В постоянного тока. Кабели работают в диапазоне —40 до +50°C. Прокладка и монтаж кабелей должны выполняться при температуре не ниже минус 10°C. Транспортировка кабелей допускается при температурах от —30 до +40°C, хранение — при температуре от —40 до +50°C (для пластмассовых оболочек) и от —50 до +40°C (для алюминиевых оболочек). Допустимое растягивающее усилие на кабель при прокладке — не более 490 Н. Радиус изгиба — не менее 20 диаметров кабеля.

Прокладываются обычно два кабеля, позволяющие получить 120 (при К-60) или 48 (при К-24) каналов. Длина усилительных участков составляет 11 км при системе К-60 и 20 км при системе К-24. Общая дальность связи по одночетверочным кабелям 500 км.

КАБЕЛЬ ЗК-1×4 С ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В ПЛАСТМАССОВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ТУ 16-505.233—73)

По роду защитных покровов кабели маркируются следующим образом:

ЗКП — в полиэтиленовой оболочке;

ЗКПБ — то же, с ленточной броней;

ЗКПК — то же, с круглопроволочной броней;

ЗКВ — в поливинилхлоридной оболочке;

ЗКВБ — то же, с ленточной броней;

ЗКВК — то же, с круглопроволочной броней.

Кабели состоят из одной высокочастотной четверки звездной скрутки. Токопроводящие жилы — медные диаметром 1,2 мм. Изоляция — полиэтиленовая толщиной 1,1 мм. Диаметр изолированной жилы 3,4 мм. Жилы скручены вокруг полиэтиленового центрирующего корделя диаметром 1,8 мм с шагом скрутки

Таблица 3.54

**Электрические характеристики кабелей ЗКП(В)-1×4
со сплошной полиэтиленовой изоляцией**

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Длина кабеля, м	Коэффициент пересчета на другую длину
Сопротивление жилы постоянному току, не более	Ом/км	Пост. ток	15,95	1000	$l/1000$
Разность сопротивлений жил постоянному току, не более	Ом		0,21		$\sqrt{l/1000}$
Сопротивление изоляции жил, не менее	МОм·км		10000		$1000/l$
Сопротивление изоляции оболочки: — полиэтилен — поливинилхлорид	МОм·км		10 0,05	1000 1000	$1000/l$
Испытательное напряжение, не менее	В	0,05 Пост. ток	3000 4000	—	—
Номинальное значение рабочей емкости	нФ/км	0,8	36,9	1000	$l/1000$
Отклонение величины рабочей емкости от номинального значения, не более			$\pm 0,8$		
Переходное затухание на ближнем конце, не менее	дБ/сд	До 250	62,5	1000	$10 \lg \frac{l}{1000}$
То же, для 10% строительных длин, не менее			57,3		
Защищенность на дальнем конце, не менее			71,2		
То же, для 10% строительных длин, не менее			65,7		
Номинальное значение коэффициента затухания	дБ/сд	До 250	См. табл. 3.57	—	$l/1000$
Отклонение величины коэффициента затухания от номинального значения			± 10		—
Коэффициент защитного действия, не более	—	5	0,085		—

Т а б л и ц а 3.55

Конструктивные данные кабелей ЗК

Марка кабеля	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км				
		меди	полиэтилена	поливинилхлорида	стали	общая
ЗКП	16,9/16,7	40,4	93	—	—	270/297
ЗКПБ	24,1/23,9	40,4	93	—	208	790/797
ЗКВ	16,9/16,7	40,4	—	136	—	313/339
ЗКВБ	24,1/23,9	40,4	—	136	208	836/839

Примечание. В числителе указаны данные для кабелей с экраном из алюминиевой фольги, а в знаменателе — из медной фольги.

150 мм. Жилы первой пары имеют цвета красный и желтый (натуральный), второй пары — синий и зеленый. Поверх скрутки дается сплошное заполнение из полиэтилена, диаметр по заполнению 11,4 мм. Поверх заполнения расположен экран из алюминиевых или медных лент толщиной соответственно 0,15 и 0,10 мм. Ширина лент — не менее 25 мм. Ленты накладываются спирально в одном направлении, причем верхняя лента должна перекрывать зазоры нижней ленты. Поверх экрана накладывается слой битумного компаунда, а затем оболочка из полиэтилена в кабелях типа ЗКП и из поливинилхлорида в кабелях ЗКВ. Толщина оболочки 2,2 мм.

Т а б л и ц а 3.56

Частотная зависимость параметров кабеля ЗК-1×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
0,3	0,301	0,030	666	44,0	2,65
0,5	0,378	0,045	535	42,4	2,80
1,0	0,512	0,065	408	39,6	2,90
1,5	0,592	0,085	330	37,3	3,03
2,0	0,653	0,103	280	35,3	3,10
2,5	0,697	0,120	249	33,4	—
3,0	0,736	0,135	228	31,6	3,20
3,5	0,765	0,151	207	30,0	—
4,0	0,793	0,166	205	28,3	3,25
5,0	0,836	0,198	191	25,4	3,31
6,0	0,872	0,229	182	23,0	3,35
7,0	0,899	0,260	176	20,9	—
8,0	0,922	0,291	171	19,2	3,37
9,0	0,939	0,322	168	17,6	3,39
10,0	0,958	0,352	166	16,2	3,39

Бронированные кабели ЗКПБ и ЗКВБ имеют поверх пластмассовой оболочки броню из двух стальных лент толщиной 0,3 мм, а кабели ЗКПК и ЗКВК — броню из стальных оцинкованных проволок диаметром 1,8 мм. Поверх брони располагаются нормальные защитные покровы.

Спроектированная длина одночетверочных кабелей 1000 м.

Электрические характеристики одночетверочных кабелей типа ЗК приведены в табл. 3.54. Конструктивные данные кабеля ЗК-1×4 приведены в табл. 3.55. Частотные зависимости параметров кабеля ЗК даны в табл. 3.56 и 3.57.

Таблица 3.57

Частотная зависимость параметров кабеля ЗК-1×4×1,2

f, кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	— φ°	$\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град, при экране	
					алюминие- вом	медном
10	0,958	0,35	166,0	16,2	3,39	3,34
20	1,091	0,69	151,3	10,3	3,06	3,03
30	1,191	1,00	147,8	8,0	2,82	2,80
40	1,282	1,33	145,9	6,6	2,64	2,61
50	1,380	1,66	144,5	5,6	2,49	2,46
60	1,469	2,00	143,4	5,0	2,39	2,35
70	1,558	2,30	142,7	4,5	2,31	2,27
80	1,644	2,63	142,0	4,2	2,26	2,22
90	1,724	2,95	141,6	3,8	2,22	2,18
100	1,800	3,28	141,1	3,6	2,20	2,16
120	1,945	3,93	140,5	3,1	2,16	2,10
140	2,085	4,55	140,2	2,75	2,14	2,07
150	2,152	4,90	140,1	2,6	2,13	2,05
160	2,216	5,23	140,1	—	2,12	2,03
180	2,340	5,86	—	—	2,11	2,02
200	2,454	6,50	139,9	2,1	2,10	2,00
220	2,563	7,15	—	—	2,09	1,99
240	2,671	7,80	—	—	2,08	1,98
250	2,723	8,12	139,8	1,6	2,08	1,98

Примечание. Отклонение коэффициента затухания составляет $\pm 3\%$, а волнового сопротивления — $\pm 5\%$.

КАБЕЛЬ ЗКПА-1×4 С ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В АЛЮМИНИЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ТУ 16-505.640—74)

Кабель состоит из одной высокочастотной четверки звездной скрутки (рис. 3.17). Токопроводящие жилы — медные диаметром 1,2 мм. Изоляция выполнена из сплошного полиэтилена толщиной 1,1 мм. Диаметр изолированной

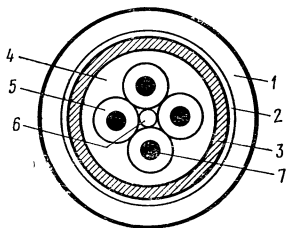


Рис. 3.17. Зонный кабель с полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке ЗКПАШп-1×4:
1 — полиэтиленовый шланг; 2 — слой битумного компаунда; 3 — алюминиевая оболочка; 4 — заполнение из полиэтилена; 5 — полиэтиленовая изоляция; 6 — центрирующий кордель; 7 — токопроводящая жила

Таблица 3.58

Конструктивные данные кабеля ЗКПАШп-1×4

Наименование конструктивного элемента	Размеры, мм		Масса, кг/км
	диаметр	радиальная толщина	
Токопроводящая жила	1,2	—	40,4
Изоляция из полиэтилена	—	1,1	31,6
Сердечник из полиэтилена	1,3	—	1,3
Заполнение из полиэтилена	11,4	—	62,2
Алюминиевая оболочка	13,6	1,0	129
Оболочка из полиэтилена	18,6	2,5	125
Общий диаметр и масса кабеля	18,9	—	400

Т а б л и ц а 3.59

Электрические характеристики кабеля ЗКПА-1Х4

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Длина кабеля, м	Коэффициент пересчета на другую длину
Сопротивление жилы постоянному току, не более	Ом	Пост. ток	15,95	1000	$l/1000$
Омическая асимметрия жил, не более			0,21	1000	$\sqrt{l/1000}$
Сопротивление изоляции каждой жилы относительно всех других жил, соединенных с оболочкой, не менее	МОм	Пост. ток	20000	1000	$1000/l$
Сопротивление изоляции полиэтиленовой оболочки, не менее			10	1000	$1000/l$
Испытательное напряжение: между жилами между жилами и экраном	В	0,05	3000	—	—
		Пост. ток	4000	—	—
Номинальное значение рабочей емкости	нФ	0,8	36,3	1000	$l/1000$
Отклонение величины рабочей емкости от номинального значения, не более: для 100% строительных длин для 90% строительных длин		0,8 —	$\pm 1,1$ $\pm 0,8$	— —	— —
Переходное затухание на ближнем конце, не менее: для 100% строительных длин, отгружаемых в один адрес для 90% строительных длин, отгружаемых в один адрес	дБ	В диапазоне частот до 250 кГц	57,3	1000	$-10 \lg \frac{l}{1000}$
			62,5	1000	
Защищенность на дальнем конце, не менее: для 100% строительных длин, отгружаемых в один адрес для 90% строительных длин, отгружаемых в один адрес	дБ	В диапазоне частот до 250 кГц	65,7	1000	$-10 \lg \frac{l}{1000}$
			71,2	1000	
Коэффициент защитного действия, не более	—	5	0,01	—	—

жилы 3,4 мм. Жилы скручены вокруг полиэтиленового центрирующего корделя диаметром 1,3 мм. Жилы первой пары имеют цвета красный и желтый (натуральный), второй пары — синий и зеленый. Поверх скрутки накладывается сплошное заполнение из полиэтилена. Затем дается сплошная алюминиевая оболочка толщиной 1,0 мм. Снаружи накладываются слой битумного компаунда и полиэтиленовый шланг радиальной толщиной 2,5 мм.

Строительная длина кабеля 1000 м.

Т а б л и ц а 3.60

Частотная зависимость параметров кабеля ЗКПА-1×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
0,3	0,272	0,030	666	44,0	2,95
0,5	0,378	0,046	535	42,4	2,80
1,0	0,512	0,065	408	39,6	2,90
1,5	0,584	0,085	330	37,3	
2,0	0,634	0,103	280	35,3	3,10
2,5	0,675	0,120	249	33,4	
3,0	0,709	0,135	228	31,6	3,20
3,5	0,739	0,151	207	30,0	
4,0	0,765	0,166	205	28,3	3,25
5,0	0,809	0,198	191	25,4	3,31
6,0	0,844	0,229	182	23,0	
7,0	0,873	0,260	176	20,9	
8,0	0,897	0,291	171	19,2	3,33
9,0	0,917	0,322	168	17,6	
10,0	0,935	0,352	166	16,2	3,34

Примечание. Отклонение коэффициента затухания составляет $\pm 3\%$, волнового сопротивления — $\pm 5\%$.

Конструктивные данные кабеля ЗКПАШп-1×4 приведены в табл. 3.58, электрические характеристики кабеля — в табл. 3.59, частотные зависимости вторичных параметров кабеля — в табл. 3.60 и 3.61.

Т а б л и ц а 3.61

Частотная зависимость параметров кабеля ЗКПА-1×4×1,2

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, 1/град
10	0,935	0,352	166,0	16,2	3,34
20	1,061	0,72	152,4	10,5	3,03
30	1,160	1,06	148,8	8,2	2,80
40	1,255	1,42	146,9	6,9	2,61
50	1,350	1,76	145,6	5,9	2,46
60	1,438	2,10	144,9	5,3	2,35
70	1,520	2,43	144,4	4,8	2,27
80	1,600	2,77	143,9	4,4	2,22
90	1,680	3,12	143,6	4,1	2,18
100	1,755	3,46	143,3	3,9	2,16
120	1,900	4,14			2,10
140	2,040	4,81			2,07
150	2,110	5,17	142,5	3,2	2,05
160	2,173	5,52			2,03
180	2,295	6,21			2,02
200	2,415	6,88	142,2	3,0	2,00
220	2,520	7,56			1,99
240	2,623	8,25			1,98
250	2,671	8,60	141,8	2,9	1,98

Примечание. Отклонение коэффициента затухания составляет $\pm 3\%$, волнового сопротивления — $\pm 5\%$.

3.6. КАБЕЛИ ДЛЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ВСТАВОК ТИПЫ КАБЕЛЕЙ

Кабели предназначены для каблирования узлов связи, устройства кабельных вставок в воздушные линии связи, устройства соединительных, межстанционных линий между телефонными станциями, а также для пригородной связи. Кабели имеют многочетверочную конструкцию (до 114×4) и преимущественно медные жилы диаметром 0,8; 0,9; 1,2 мм.

По роду защитных покровов и наличию экранировки кабели подразделяются на:

ТЗ — с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке;

ТЗА — с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке;

ТЗПА — с пористо-полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке.

Для указанных целей, кроме того, используются комбинированные кабели типа ТДС.

КАБЕЛИ ТЗ С КОРДЕЛЬНО-БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В СВИНЦОВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 5008—73)

Кабели ТЗ однородной конструкции изготавливаются в двух модификациях: ТЗ — с обычными четверками и ТЗЭ — с экранированными четверками. По виду защитных покровов кабели имеют следующую номенклатуру:

ТЗГ — телефонный кабель звездной скрутки в свинцовой оболочке;

ТЗБ — то же, бронированный стальными лентами (рис. 3.18);

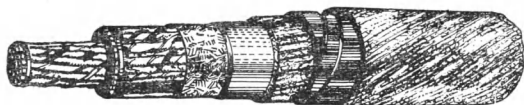


Рис. 3.18. Кабель для соединительных линий и вставок марки ТЗБ

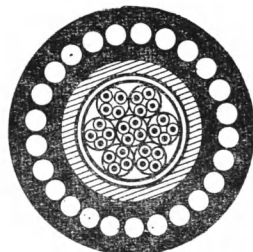


Рис. 3.19. Сечение кабеля марки ТЗК

ТЗБл — то же, с пластмассовым подслоем по оболочке, бронированный стальными лентами;

ТЗБГ — то же, бронированный стальными лентами с противокоррозионным покрытием;

ТЗБлГ — то же, с пластмассовым подслоем, бронированный стальными лентами и с противокоррозионным покрытием;

ТЗК — то же, бронированный стальными проволоками (рис. 3.19);

ТЗКл — то же, с пластмассовым подслоем по оболочке, бронированный стальными проволоками.

Экранированные кабели типа ТЗЭ имеют аналогичную номенклатуру по видам защитных покровов. Число четверок и диаметр жил кабелей приведены в табл. 3.62.

Токопроводящие жилы кабелей имеют звездную скрутку и изолируются спирально из бумажного корделя и бумажной ленты, наложенной в один или два слоя. Для кабеля с жилами диаметром 0,8 и 0,9 мм допускается изоляция из двух бумажных лент без корделя. Шаг скрутки в четверку — не более 300 мм. Расцветка изоляции жил — красная и желтая (натуральная) для

Т а б л и ц а 3.62

Число четверок и диаметр жил кабелей ТЗ

Марка кабеля	Число четверок при диаметре жил, мм	
	0,8 и 0,9	1,2
ТЗГ, ТЗБ, ТЗБл, ТЗБГ, ТЗБлГ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37, 52, 61, 80, 102, 114	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37, 52, 61
ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗЭБл, ТЗЭБГ, ТЗЭБлГ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37
ТЗК, ТЗЭК, ТЗКл, ТЗЭКл	7, 12, 14, 19, 27, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37

одной пары, синяя и зеленая — для другой. Каждая четверка обматывается спиралью хлопчатобумажной нитью или бумажной лентой, цвет которых для четверок с различными шагами скрутки различен.

В экранированных кабелях четверки обматываются лентой из металлизированной бумаги или металлической фольги. Экранированные четверки чередуются с неэкранированными. По экрану допускается прокладка медной отожженной проволоки диаметром 0,4 мм. Общая скрутка групп — повивная и для смежных повивов — в различные стороны. Шаг общей скрутки не должен превышать 25 диаметров по скрутке.

Кабели емкостью 4×4 и 7×4 с токопроводящей жилой 1,2 мм имеют четверки с различными взаимно согласованными шагами скрутки, позволяющими высокочастотное уплотнение до 150 кГц. Поверх сердечника кабеля накладывается поясная бумажная изоляция, а затем — свинцовая оболочка. Толщина свинцовых оболочек различных типов кабелей ТЗ приведена в табл. 3.63. Строительная длина кабеля 425 м или кратная ей.

Т а б л и ц а 3.63

Толщина свинцовой оболочки кабелей ТЗ, мм

Диаметр кабеля под свинцовой оболочкой, мм	ТЗБл, ТЗЭБл, ТЗБ, ТЗЭБ, ТЗБГ, ТЗЭБГ, ТЗБлГ, ТЗЭБлГ			ТЗГ, ТЗЭГ			ТЗК, ТЗЭК, ТЗКл, ТЗЭКл		
	минимальная	номинальная (расчетная)	максимальная	минимальная	номинальная	максимальная	минимальная	номинальная	максимальная
До 13	1,1	1,25	1,31	1,2	1,4	1,47	1,8	2,05	2,15
13—16	1,2	1,4	1,47	1,3	1,5	1,58	1,8	2,05	2,15
16—20	1,3	1,5	1,58	1,4	1,6	1,68	1,9	2,15	2,26
20—23	1,3	1,5	1,58	1,5	1,7	1,79	2,0	2,30	2,42
23—26	1,4	1,6	1,68	1,6	1,8	1,89	2,0	2,3	2,42
26—30	1,5	1,7	1,79	1,7	1,95	2,05	2,1	2,4	2,52
30—33	1,6	1,8	1,89	1,8	2,05	2,15	2,1	2,4	2,52
33—36	1,6	1,8	1,89	1,9	2,15	2,26	2,2	2,5	2,63
36—40	1,8	2,05	2,15	2,0	2,3	2,42	2,2	2,5	2,63
40—43	1,8	2,05	2,15	2,1	2,4	2,52	2,3	2,6	2,73
43—46	1,9	2,15	2,26	2,2	2,5	2,63	2,4	2,7	2,84
46—50	2,0	2,3	2,42	2,3	2,6	2,73	2,5	2,8	2,94
50—53	2,0	2,3	2,42	2,4	2,7	2,84	2,5	2,8	2,94
53—56	2,1	2,4	2,52	2,5	2,8	2,94	2,6	2,9	3,05
Свыше 56	2,2	2,5	2,63	2,6	2,9	3,05	2,7	3,0	3,26

Таблица 3.64

Конструктивные данные кабелей ТЗГ с различным диаметром жил

Количество четверок в кабеле	$d=0,8$ мм		$d=0,9$ мм		$d=1,2$ мм	
	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км
3	11,8	622	13,0	705	14,5	841
4	12,8	699	14,2	796	15,8	956
7	15,1	886	16,8	1082	19,0	1327
12	19,8	1374	22,4	1590	25,4	2073
14	20,8	1479	23,5	1799	26,7	2355
19	23,3	1929	26,3	2105	29,4	2960
24	27,3	2274	31,1	2820	35,3	3761
27	28,1	2380	31,7	3006	36,0	3957
30	29,0	2520	32,9	3120	37,6	4276
37	31,6	3000	35,7	3492	40,8	5073
44	35,5	3560	40,4	4543	46,3	6110
48	36,2	3705	41,0	4705	47,0	6260
52	37,4	3870	42,2	4921	48,3	6747
61	39,8	4390	45,1	5572	51,5	7639
75	44,4	5300	50,8	6822	—	—
80	45,5	5666	51,7	7047	—	—
90	47,8	6104	54,4	7600	—	—
102	51,8	7079	58,9	8765	—	—
108	52,7	7280	60,1	9060	—	—
114	53,7	7510	61,1	9310	—	—

Таблица 3.65

Конструктивные данные кабелей ТЗБ с различным диаметром жил

Количество четверок в кабеле	$d=0,8$ мм		$d=0,9$ мм		$d=1,2$ мм	
	наружный диаметр, мм	масса, кг/мм	наружный диаметр, мм	масса, кг/мм	наружный диаметр, мм	масса, кг/мм
3	19,1	1057	20,3	1160	21,8	1480
4	20,1	1150	21,5	1410	23,1	1635
7	22,4	1550	24,1	1818	27,1	2152
12	27,7	2225	30,3	2522	35,3	3230
14	28,7	2363	31,4	2777	36,6	3560
19	31,2	2695	36,2	3289	39,8	4230
24	37,2	3500	41,0	4124	45,2	5144
27	38,0	3629	41,6	4273	46,0	5360
36	39,0	3801	42,8	4484	47,3	5660
37	41,5	4320	45,6	5100	50,5	6767
44	45,4	5019	50,1	5770	56,0	7765
48	46,1	5188	50,7	6352	56,7	7940
52	47,1	5380	51,9	6610	58,0	8465
61	49,5	5830	54,8	7167	61,2	9560
75	54,1	7075	60,5	8414	—	—
80	55,1	7304	61,5	8990	—	—
91	57,5	7800	65,1	9812	—	—
102	61,5	9200	69,4	10900	—	—
108	63,4	9423	70,6	11224	—	—
114	64,4	9686	71,6	11523	—	—

Конструктивные данные различных типов кабелей ТЗ с кордельно-бумажной изоляцией указаны в табл. 3.64—3.67. Электрические характеристики кабелей приведены в табл. 3.69. Частотные зависимости параметров цепей кабеля приведены в табл. 3.68, 3.70 и 3.71.

Т а б л и ц а 3.66

Конструктивные данные кабелей ТЗК с различным диаметром жил

Количество четверок в кабеле	$d=0,8$ мм		$d=0,9$ мм		$d=1,2$ мм	
	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км
3	—	—	—	—	32,2	3534
4	—	—	—	—	33,5	3815
7	32,8	3550	34,5	3880	36,5	4470
12	37,3	4580	39,7	5120	43,7	6110
14	38,3	4735	40,8	5540	45,0	6450
19	40,6	5400	44,6	6180	48,2	7350
24	45,6	6420	49,2	7350	53,4	8570
27	46,4	6655	49,9	7500	54,1	8795
30	47,4	6940	51,0	7825	59,5	11435
37	49,7	7560	53,6	8525	62,7	12590

Т а б л и ц а 3.67

Конструктивные данные кабелей ТЗЭБ с различным диаметром жил

Количество четверок в кабеле	$d=0,8$ мм		$d=0,9$ мм		$d=1,2$ мм	
	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км
3	22,7	1500	23,0	1500	26,3	1920
4	25,2	1700	25,5	1770	28,0	2220
7	28,5	2250	28,9	2245	32,3	2973
12	37,3	3350	38,1	3342	41,7	4320
14	39,0	3570	39,6	3560	43,6	4760
19	42,5	4195	43,2	4180	47,6	5490
24	48,3	5112	49,1	5093	55,0	7000
27	49,1	5293	50,1	5272	56,0	7290
30	50,8	5960	51,7	5935	57,7	7860
37	51,3	6580	55,2	6550	64,2	9895

Т а б л и ц а 3.68

Частотная зависимость параметров кабелей ТЗ

(диаметр жил 0,8 мм; $R_0=72,2$ Ом/км; $C=0,033$ мкФ/км; $t=20^\circ\text{C}$)

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B$	f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B$
0,05	0,170	0,019	2640	$44^\circ49'$	10,0	1,74	0,360	200	$29^\circ06'$
0,1	0,238	0,029	1864	$44^\circ41'$	15,0	1,91	0,503	174	$23^\circ52'$
0,3	0,401	0,050	1058	$44^\circ21'$	20,0	2,03	0,749	166	$19^\circ46'$
0,5	0,513	0,064	816	$44^\circ00'$	30,0	2,18	0,940	156	$14^\circ55'$
0,8	0,638	0,079	648	$44^\circ27'$	40,0	2,36	1,232	150	$12^\circ10'$
1,0	0,712	0,087	578	$43^\circ03'$	60,0	2,66	1,830	147	$9^\circ15'$
2,0	0,873	0,119	405	$41^\circ15'$	80,0	2,98	2,430	147	$7^\circ51'$
2,4	1,06	0,131	375	$40^\circ36'$	100,0	3,31	3,020	146	$7^\circ04'$
3,0	1,15	0,151	340	$39^\circ33'$	120,0	3,62	3,620	146	$6^\circ10'$
5,0	1,42	0,212	265	$36^\circ18'$	150,0	4,06	4,520	145	$5^\circ20'$

Т а б л и ц а 3.69

Электрические характеристики кабелей ТЗ

Характеристика	Единица измерения	Норма при 20°C
Сопротивление постоянному току жилы диаметром, мм: 0,8 0,9 1,2	Ом/км	36,1 28,5 16,0
Сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным, соединенным со свинцовой оболочкой кабеля	МОм·км	10000
Испытательное напряжение переменного тока частоты 50 Гц (в течение 2 мин): между жилами диаметром: 0,8 и 0,9 мм 1,2 мм между свинцовой оболочкой в неэкранированных кабелях и жилами диаметром: 0,8 и 0,9 мм 1,2 мм между экраном, соединенным со свинцовой оболочкой, и жилами диаметром: 0,8 и 0,9 мм 1,2 мм	В	700 1000 1800 1800 1000 1800
Рабочая емкость каждой пары на частоте 800 Гц, не более: неэкранированных кабелей экранированных кабелей	нФ/км	36 38
Отклонение рабочей емкости от номинального значения, не более	нФ/км	6
Емкостная связь (максимальные значения): κ_1 κ_{9-12}	пФ/сд	260/150 180/50
Емкостная симметрия ϵ_{12}		1000/500

Примечания: 1. Строительная длина l равна $425 \pm 1\%$. 2. В числителе для 100%, в знаменателе для 80%.

Т а б л и ц а 3.70

Частотная зависимость параметров кабелей ТЗ
(диаметр жил 0,9 мм; $R_0=57$ Ом/км; $C=0,0335$ мкФ/км; $t=20^\circ\text{C}$)

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_{В}|$, Ом	$-\Phi_{В}$	f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_{В}|$, Ом	$-\Phi_{В}$
0,05	0,139	0,016	2330	$44^\circ 47'$	10,0	1,49	0,345	192	$26,10'$
0,1	0,208	0,025	1648	$44^\circ 38'$	15,0	1,58	0,500	167	$20^\circ 36'$
0,3	0,348	0,042	923	$44^\circ 11'$	20,0	1,74	0,845	159	$16^\circ 55'$
0,5	0,452	0,055	721	$43^\circ 45'$	30,0	1,91	0,940	150	$12^\circ 35'$
0,8	0,573	0,069	588	$43^\circ 63'$	40,0	2,07	1,240	147	$10^\circ 25'$
1,0	0,634	0,076	526	$42^\circ 36'$	60,0	2,39	1,840	146	$8^\circ 02'$
2,0	0,869	0,110	360	$40^\circ 57'$	80,0	2,70	2,445	145	$6^\circ 52'$
2,4	0,929	0,123	333	$39^\circ 36'$	100,0	3,01	3,050	145	$6^\circ 03'$
3,0	1,01	0,142	303	$38^\circ 21'$	120,0	3,33	3,650	145	$5^\circ 18'$
5,0	1,19	0,202	248	$34^\circ 10'$	150,0	3,72	4,560	144	$4^\circ 38'$

Т а б л и ц а 3.71

Частотная зависимость параметров кабелей ТЗ
(диаметр жил 1,2 мм; $R_0=32,28$ Ом/км; $C=0,0345$ мкФ/км; $t=20^\circ\text{C}$)

f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B$	f , кГц	α , дБ/км	β , рад/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B$
0,05	0,115	0,0134	1740	$44^\circ40'$	10,0	0,929	0,337	158	$18^\circ52'$
0,1	0,162	0,0182	1230	$44^\circ25'$	15,0	1,03	0,490	148	$14^\circ09'$
0,3	0,270	0,0324	688	$43^\circ39'$	20,0	1,13	0,647	145	$10^\circ57'$
0,5	0,343	0,424	540	$42^\circ51'$	30,0	1,30	0,950	144	$7^\circ50'$
0,8	0,430	0,0550	424	$41^\circ39'$	40,0	1,46	1,255	143	$6^\circ32'$
1,0	0,474	0,0625	376	$40^\circ51'$	60,0	1,74	1,870	142	$5^\circ035'$
2,0	0,634	0,0968	275	$37^\circ12'$	80,0	2,00	2,485	142	$5^\circ03'$
2,4	0,666	0,1105	258	$35^\circ52'$	100,0	2,26	3,090	142	$4^\circ36'$
3,0	0,704	0,1315	237	$34^\circ00'$	120,0	2,60	3,700	142	$4^\circ12'$
5,0	0,793	0,1825	190	$27^\circ40'$	150,0	2,83	4,620	142	$3^\circ35'$

КАБЕЛИ ТЗА С КОРДЕЛЬНО-БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В АЛЮМИНИЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ТУ 16-505.186—71)

Кабели имеют следующую маркировку:

ТЗАП — телефонные кабели звездной скрутки с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке и полиэтиленовом шланге;

ТЗАПБ — то же, бронированный стальными лентами;

ТЗАПБП — то же, бронированный стальными лентами с наружным полиэтиленовым шлангом;

ТЗАБВ — то же, бронированный стальными лентами с поливинилхлоридным подслоем по алюминиевой оболочке.

Кабели ТЗА изготавливаются емкостью в 3, 4, 7, 12, 14, 19, 27 и 37 четверок с жилами диаметром 0,9 и 1,2 мм.

Токопроводящие жилы кабеля изолированы бумажным корделем, наложенным по спирали, и бумажной лентой, наложенной в один или два слоя с перекрытием. Для жил диаметром 0,9 мм допустима изоляция двумя бумажными лентами без корделя.

Т а б л и ц а 3.72

Конструктивные данные кабелей ТЗА

Марка кабеля	Количество четверок	Толщина алюминиевой оболочки, мм, при диаметре жил, мм		Толщина полиэтиленового шланга, мм, при диаметре жил, мм		Диаметр кабеля, мм, при диаметре жил, мм		Масса кабеля, кг/км, при диаметре жил, мм	
		0,9	1,2	0,9	1,2	0,9	1,2	0,9	1,2
ТЗАП	4	1,1	1,1	2,2	2,2	21,1	22,6	462	501
	7	1,1	1,1	2,2	2,2	23,7	25,9	609	784
	12	1,2	1,35	2,3	2,3	28,6	31,9	891	1184
	19	1,45	1,45	2,3	2,3	32,8	36,8	1253	1184
	37	1,45	1,45	2,5	2,5	42,0	48,0	2047	2877
ТЗАПБ	4	1,1	1,1	1,5	1,5	29,7	31,2	1195	1333
	7	1,1	1,2	1,5	1,5	32,3	34,5	1446	1660
	12	1,2	1,35	1,6	1,6	37,2	40,5	1847	2240
	19	1,45	1,45	1,6	1,6	41,4	45,4	2336	2854
	37	1,45	1,45	1,7	1,7	50,4	56,4	3380	4386

Четыре изолированные жилы разного цвета скручены звездой в четверку с шагом не более 300 мм. В каждой четверке две жилы, расположенные по диагонали, образуют рабочую пару. Изоляция жил одной пары каждой четверки имеет цвета красный и желтый (или натуральный), а другой пары — синий и зеленый. Каждая четверка обмотана по спирали хлопчатобумажной пряжей или бумажной лентой, цвет которых для четверок с различными шагами скрутки различный.

Смежные четверки в одном повиве имеют различные шаги скрутки для достижения лучшей защищенности между цепями. Кабели емкостью 4×4 и 7×4 имеют не менее четырех различных взаимосогласованных шагов скрутки. Скрученный кабель обматывается четырьмя лентами из бумаги марки К-17 или шестью лентами из бумаги марки К-12. Затем наложена алюминиевая оболочка и полиэтиленовый шланг. Строительная длина кабелей 425 и 850 м.

Прокладка и монтаж кабелей производятся при температуре не ниже -10°C , транспортировка — при температуре от -30 до $+40^{\circ}\text{C}$, хранение — от -50 до $+40^{\circ}\text{C}$.

В табл. 3.72 даны конструктивные данные кабелей ТЗА, в табл. 3.73 приведены электрические характеристики кабелей.

Т а б л и ц а 3.73

Электрические характеристики кабелей ТЗА

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма при диаметре жилы, мм		Коэффициент пересчета на другую длину
			0,9	1,2	
Сопротивление жилы постоянному току, не более	Ом/км	Пост. ток	28,5	16	$l/1000$
Сопротивление изоляции, не менее	МОм·км		10000	10000	$1000/l$
Испытательное напряжение, не менее: между жилами между жилой и оболочкой	В	0,05 —	1800 700	1800 1000	— —
Рабочая емкость, не более	нФ/км	0,8	36	36	$l/1000$
Емкостная связь, не более: κ_1 κ_{9-12}	пФ/сд	0,8	280 200	280 200	— —
Емкостная асимметрия ϵ_{12}			1110	1110	—
Сопротивление изоляции шланга, не менее	МОм·км	Пост. ток	10	10	$1000/l$
Коэффициент затухания	дБ/км	150	—	2,78	$l/1000$
Волновое сопротивление	Ом			160	—

КАБЕЛИ ТЗПА С ПОРИСТОЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В АЛЮМИНИЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ТУ 16-505.715—75)

Кабели ТЗПА имеют следующую маркировку:

ТЗПАШп — телефонные кабели звездной скрутки с пористо-полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке и полиэтиленовом шланге;

ТЗПАБпШп — то же, с броней из стальных лент с наружным полиэтиленовым шлангом;

ТЗПАБп — то же, бронированные стальными лентами;

ТЗПАБпГ — то же, бронированный стальными лентами с противокоррозионным покрытием;

ТЗПАКпШп — то же, бронированный стальными проволоками с наружным полиэтиленовым шлангом;

ТЗПАуШп — то же, с утолщенной алюминиевой оболочкой;

ТЗПАуБпШп — то же, бронированный стальным полиэтиленовым шлангом.

Кабели изготавливаются емкостью 4, 7, 14, 19 четверок и имеют токопроводящие медные жилы диаметром 0,9 и 1,2 мм с пористо-полиэтиленовой изоляцией. Четыре изолированные жилы разного цвета скручиваются вокруг полиэтиленового корделя в звездную четверку с шагом не более 300 мм. Пары располагаются по диагонали. Первая пара имеет красный и желтый (натуральный) цвета, а вторая пара — синий и зеленый. Каждая четверка имеет обмотку цветной пряжей по открытой спирали. Кабели емкостью 4×4 и 7×4 содержат не менее четырех групп с различными шагами. По этим группам возможно уплотнение системой ВЧ до 150 кГц.

Общая скрутка сердечника — повивная. Шаг скрутки повивов — порядка 25 диаметров кабеля поверх скрутки. Смежные четверки скручиваются с различными шагами скрутки.

Скрученный сердечник имеет обмотку из 6—8 лент кабельной бумаги. Затем располагаются алюминиевая и полиэтиленовая оболочки. Толщина алюминиевой оболочки 1,3 мм (кабель 4×4 и 7×4) и 1,5 мм (кабель 14×4 и 19×4). Толщина наружной полиэтиленовой оболочки 2,5—2,8 мм.

Прокладка и монтаж кабелей ТЗПА производятся при температуре не ниже -10°C , транспортировка — при температуре от -25 до $+40^{\circ}\text{C}$, хранение — от -50 до $+40^{\circ}\text{C}$. Радиус изгиба должен быть больше 15 диаметров кабеля. Строительная длина кабелей 425 м.

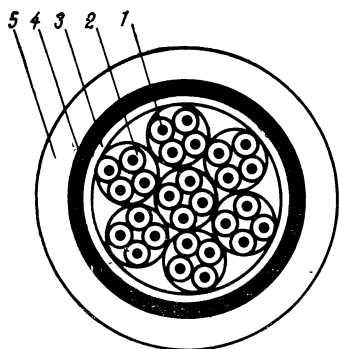


Рис. 3.20. Кабель для соединительных линий и вставок с пластмассовой изоляцией и алюминиевой оболочкой марки ТЗПАШп-7×4:

1 — токопроводящая жила; 2 — пористая полиэтиленовая изоляция; 3 — поясная изоляция; 4 — алюминиевая оболочка; 5 — полиэтиленовая оболочка

На рис. 3.20 показан кабель типа ТЗПА-7×4. Конструктивные данные кабелей приведены в табл. 3.74, электрические характеристики — в табл. 3.75. Частотные зависимости параметров кабелей приведены в табл. 3.76.

Таблица 3.74

Конструктивные данные кабелей ТЗПА

Емкость кабеля	Диаметр по алюминевой оболочке, мм	ТЗПАШп		ТЗПАБпШп		ТЗПАБп		ТЗПАКпШп		ТЗПАуБпШп	
		диаметр, мм	масса, кг/км	диаметр, мм	масса, кг/км	диаметр, мм	масса, кг/км	диаметр, мм	масса, кг/км	диаметр, мм	масса, кг/км
4×4×0,9	15,5	20,0	457	29,1	1094	29,4	1140	35,0	2473	31,4	1363
7×4×0,9	18,1	23,6	599	31,7	1307	32,6	1380	37,6	2852	33,6	1553
14×4×0,9	24,7	30,4	992	38,7	1896	39,6	2080	44,6	3825	39,2	1988
19×4×0,9	27,2	32,9	1203	41,2	2166	42,4	2400	47,1	4255	41,7	2253
4×4×1,2	18,3	23,8	601	31,9	1313	32,7	1470	37,8	2854	34,0	1593
7×4×1,2	21,5	27,0	817	35,1	1616	36,5	1792	41,0	3404	36,2	1781
14×4×1,2	29,7	35,8	1411	44,1	2456	45,8	2701	50,0	4667	44,6	2572
19×4×1,2	33,0	39,1	1750	47,2	2889	49,1	3131	53,83	5382	47,9	3005

Таблица 3.75

Электрические характеристики кабелей ТЗПА

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма при жилах диаметром, мм	
			0,9	1,2
Сопrotивление жилы постоянному току, не более	Ом/км	Пост. ток	28,5	16
Сопrotивление изоляции, не менее	МОм·км		10000	10000
Испытательное напряжение, не менее: между жилами между жилой и оболочкой	В	0,05 —	1500 2000	1500 2000
Рабочая емкость, не более	нФ/км	0,8	31±3	33±3
Емкостная связь: κ_1 κ_{9-12}	пФ/км	0,8	200/100 150/100	200/100 150/100
Емкостная асимметрия $\epsilon_{1,2}$			800/600	800/600
Коэффициент защитного действия кабеля: ТЗПАШп 4×4 и 7×4 ТЗПАШп 14×4 и 19×4 ТЗПАБпШп 4×4 и 7×4 ТЗПАБпШп 14×4 и 19×4 ТЗПАуБпШп (все емкости)	—	0,5	0,7 0,6 0,35 0,2 0,1	0,7 0,6 0,35 0,2 0,1
Сопrotивление изоляции полиэтиленовой оболочки, не менее	МОм·км	Пост. ток	10	10

Примечание. В числителе для 100%, в знаменателе для 95%.

Т а б л и ц а 3.76

**Частотная зависимость вторичных параметров кабелей ТЗПА
с различным диаметром жил**

$f, \text{кГц}$	0,9 мм				1,2 мм			
	$\alpha, \text{дБ/км}$	$\beta, \text{рад/км}$	$|Z_B|, \text{Ом}$	$-\varphi^\circ$	$\alpha, \text{дБ/км}$	$\beta, \text{рад/км}$	$|Z_B|, \text{Ом}$	$-\varphi^\circ$
0,3	0,34	0,040	965	44°15'	0,26	0,030	702	43°45'
0,8	0,55	0,068	592	43 1	0,42	0,054	434	41 42
3	0,96	0,143	312	37 46	0,70	0,122	234	33 30
10	1,39	0,343	194	24 58	0,93	0,332	165	18 25
20	1,60	0,633	170	16 10	1,08	0,620	152	11 18
30	1,70	0,933	163	11 51	1,23	0,918	150	8 50
40	1,80	1,230	160	9 38	1,35	1,217	148	7 16
60	2,04	1,829	158	7 17	1,61	1,820	147	5 47
80	2,27	2,300	157	6 07	1,82	2,395	146	5 03
100	2,52	3,018	156	5 28	2,08	2,980	145	4 36
120	2,73	3,611	155	4 58	2,26	3,400	144	4 11
150	2,97	4,416	154	4 25	2,55	4,450	143	3 46
200	3,46	5,937	153	3 47	2,90	5,870	142	3 16
250	3,93	7,889	152	3 30	3,25	7,320	141	2 53
300	4,30	8,818	152	3 13	3,50	8,739	140	2 42
350	4,60	10,273	151	2 57	3,86	10,172	140	2 30
400	4,92	11,725	151	2 46	4,11	11,567	139	2 21
450	5,21	13,159	150	2 37	4,44	12,994	139	2 15
500	5,47	14,583	149	2 29	4,67	14,427	139	2 09
550	5,75	16,088	149	2 22	5,00	15,854	139	2 05

**КОМБИНИРОВАННЫЕ КАБЕЛИ ТДС С КОРДЕЛЬНО-БУМАЖНОЙ
ИЗОЛЯЦИЕЙ В СВИНЦОВОЙ ОБОЛОЧКЕ (ГОСТ 5008—73)**

Кабели ТДС имеют медные жилы, кордельно-бумажную изоляцию и свинцовую оболочку. По виду защитных покровов кабели ТДС имеют тот же ассортимент, что и кабели ТЗ. Особенностью кабелей ТДС является сложная конструкция сердечника, состоящая из комбинации различных групп.

Кабели различаются по характеру применяемых элементов, виду скрутки, диаметру токопроводящих жил. Основными элементами конструкций этих кабелей являются: пара, усиленная пара, экранированная пара, четверка звездная, четверка звездная усиленная, шестерка. Усиленная пара и четверка имеют обмотку из двух слоев бумажной ленты. Шестерка состоит из трех пар, скрученных с разными шагами не более 300 мм. Поверх шестерки накладывается обмотка из двух слоев бумажной ленты. Токопроводящие жилы имеют диаметры 0,8; 0,9; 1,2 и 1,4 мм.

Т а б л и ц а 3.77

Типы однопровивных и двухпроводных комбинированных кабелей ТДС

Марка кабеля	Диаметр жил, количество и сочетание элементов в кабеле	
	однопровивном	двухпроводном
ТДСГ ТДСБ ТДСБЛ ТДСБГ ТДСБЛГ ТДСК ТДСКЛ	2×2 экр.×1,2+1×(3×2×0,8)	2×2 экр.×0,9+13×2×0,9
	2×2 экр.×1,2+2×(3×2×0,8)	3×2 экр.×1,4+18×2×0,8
	3×2 экр.×1,2+1×(3×2×0,8)	3×2 экр.×1,4+15×4×0,8
	3×2 экр.×1,2+4×(3×2×0,8)	4×2 экр.×0,9+15×2×0,9
	3×2 экр.×1,4+4×(3×2×0,8)	4×2 экр.×1,4+15×4×0,8
	4×2 экр.×1,2+3×(3×2×0,8)	4×2 экр.×1,4+15×4×0,8
	4×2 экр.×1,4+3×(3×2×0,8)	7×2 экр.×1,4+20×4×0,9
	2×2 экр.×0,9+2×4ус×0,8	14×2 экр.×1,4+25×4×0,9
	4×2 экр.×0,9+3×4ус×0,8	
	3×2 экр.×0,9+4×4ус×0,8	

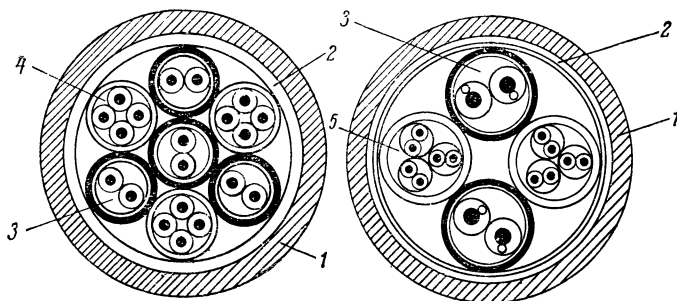


Рис. 3.21. Однопровитные комбинированные кабели марки ТДСГ:
1 — свинцовая оболочка; 2 — поясная изоляция; 3 — экранированные пары; 4 — усиленные четверки; 5 — шестерки

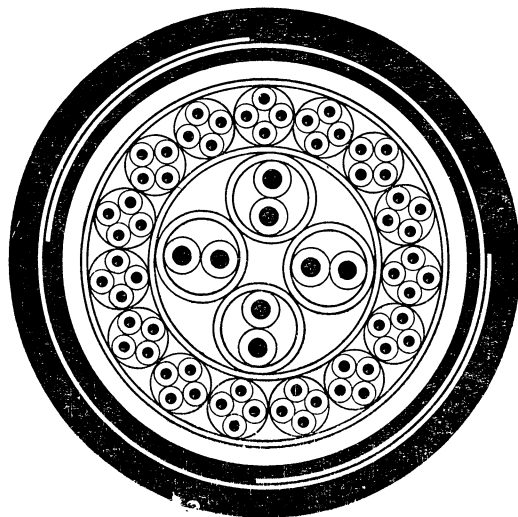


Рис. 3.22. Двухпроводный комбинированный кабель марки ТДСБ-4х2 экр. х1,4х15х4х0,9

Таблица 3.78
Конструктивные данные однопровитных кабелей ТДСГ и ТДСБ

Емкость и диаметр жил кабеля, мм	ТДСГ		ТДСБ	
	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км
2х2 экр. х1,2+1х (3х2х0,8)	20,0	1190	27,5	1700
2х2 экр. х1,2+2х (3х2х0,8)	22,5	1440	31,0	2050
3х2 экр. х1,2+1х (3х2х0,8)	22,0	1400	30,5	2010
3х2 экр. х1,2+4х (3х2х0,8)	27,5	1940	36,0	2650
3х2 экр. х1,4+4х (3х2х0,8)	28,0	2010	36,5	2840
4х2 экр. х1,2+3х (3х2х0,8)	27,5	1930	36,0	2640
4х2 экр. х1,4+3х (3х2х0,8)	28,0	2910	36,5	2840
2х2 экр. х0,9+2х4ус. х0,8	17,0	880	24,5	1390
4х2 экр. х0,9+3х4ус. х0,8	20,5	1260	28,0	1780
3х2 экр. х0,9+4х4ус. х0,8	20,5	1260	28,0	1780

По числу повивов кабели подразделяются на одноповивные и двухповивные. Типы одноповивных и двухповивных комбинированных кабелей приведены в табл. 3.77. Конструкция некоторых типов одноповивных кабелей показана на рис. 3.21, а двухповивных — на рис. 3.22.

Конструктивные данные кабелей ТДС приведены в табл. 3.78—3.80. Строительные длины кабелей равны 425 м. Электрические характеристики комбинированных кабелей ТДС аналогичны характеристикам кабелей ТЗ.

Таблица 3.79

Конструктивные данные одноповивных кабелей ТДСБГ и ТДСК

Емкость и диаметр жил кабеля, мм	ТДСБГ		ТДСК	
	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км
2×2экр.×1,2+1×(3×2×0,8)	24,5	1650	36,0	3690
2×2экр.×1,2+2×(3×2×0,8)	28,0	2000	39,5	4240
2×2экр.×1,2+1×(3×2×0,8)	27,5	1960	39,0	4190
3×2экр.×1,2+4×(3×2×0,8)	33,0	2600	44,5	5230
3×2экр.×1,4+4×(3×2×0,8)	33,5	2790	45,0	5310
4×2экр.×1,2+3×(3×2×0,8)	33,0	2590	44,5	5220
4×2экр.×1,4+3×(3×2×0,8)	33,5	2790	45,0	5310
2×2экр.×0,9+2×4ус×0,8)	21,5	1340	33,0	3120
4×2экр.×0,9+3×4ус×0,8)	25,0	1730	36,5	3760
3×2экр.×0,9+4×4ус×0,8)	25,0	1730	36,5	3760

Таблица 3.80

Конструктивные данные двухповивных кабелей ТДСГ, ТДСБ и ТДСК

Емкость и диаметр жил кабеля, мм	ТДСГ		ТДСБ		ТДСК	
	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км	наружный диаметр, мм	масса, кг/км
2×2экр.×0,9+13×2×0,9	24,8	1830	32,2	2597	—	—
3×2экр.×1,4+18×2×0,8	30,2	2061	41,8	3939	48,0	7065
3×2экр.×1,4+15×4×0,8	32,4	2841	—	—	50,0	7571
4×2экр.×0,9+15×2×0,9	26,9	2061	—	—	—	—
4×2экр.×1,4+15×4×0,9	34,8	3274	44,2	4289	52,4	8110
7×2экр.×1,4+20×4×0,9	40,0	4231	49,0	5300	—	—
14×2экр.×1,4+25×4×0,9	49,8	6104	59,0	7589	71,5	15658

3.7. КАБЕЛИ СЕЛЬСКОЙ СВЯЗИ (ОСТ 16-505.002—71)

ТИПЫ КАБЕЛЕЙ

Линии сельской (внутрирайонной) связи подразделяются на: межстанционные (соединительные), связывающие районный центр с колхозами, совхозами, сельсоветами, а также эти пункты между собой; абонентские, соединяющие телефонные станции райцентров колхозов, совхозов, сельсоветов с абонентами.

Для межстанционных соединительных линий применяются упрощенные конструкции одночетверочных кабелей типа КСПП-1×4 с диаметром жил 0,9 и 1,2 мм, а также четырехчетверочные кабели КСПП-4×4 с жилами 0,9 мм. Для абонентских линий применяются однопарные кабели типа ПРПВМ-1×2 и ПРПВА-1,1×2, а также городские телефонные кабели в пластмассе типа ТП емкостью преимущественно 5×2 и 10×2. Все кабели сельской связи имеют

Таблица 3.81

Конструктивные данные кабелей сельской связи КСПП

Наименование конструктивного элемента	Единица измерения		Норма	
	мм	мм	КСПП-1×4×0,9	КСПП-1×4×1,2
Диаметр: медной жилы	мм		0,9	1,2
стальной оцинкованной проволоки в броне кабеля КСПК	мм		1,2	1,2
Толщина: сплошной полиэтиленовой изоляции жилы	мм		0,7±0,1	0,8±0,1
внутренней полиэтиленовой оболочки (поясной изоляции)	мм		0,8±0,1	0,8±0,1
экрана из алюминиевой отожженной ленты	мм		0,1—0,15	0,1±0,15
поливинилхлоридной ленты (в кабелях КСППБ и КСППК)	мм		0,15	0,15
брони из стальной ленты (в кабеле КСППБ)	мм		0,1	0,1
защитной полиэтиленовой оболочки защитной оболочки троса	мм		1,8±0,3	1,8±0,3
Разрывная прочность троса из стальной проволоки (в кабеле КСППС), не менее	Н		—	—
Максимальный наружный диаметр кабеля	мм		—	—
масса	кг/км		12,0 — 106	14,0 — 141
	мм		13,5 — 150	16,0 — 187
	мм		16,4 — 210	—
Строительная длина, не менее	м		750	750
				22,0 — 315
				25,0 — 440
				27,0 — 718
				22,0×30,0 — 460
				500

Электрические характеристики кабелей сельской связи КСПП

Характеристика	Единица измерения	Частота	Норма		
			КСПП 1×4×0,9	КСПП 1×4×1,2	КСПП 4×4×0,9
Сопrotивление жилы постоянному току, не более Ом/км	Ом/км	Пост. ток.	28,4 0,3	15,8 0,3	2804 0,3
Сопrotивление изоляции каждой жилы относительно других, соединенных друг с другом и экраном	МОм·км		15000	15000	15000
Электрическая прочность изоляции жил, не менее В	В	0,05 Гц	2000	2000	2000
Электрическое сопротивление экрана, не более Ом/км	Ом/км		16	16	20
Сопrotивление изоляции оболочки (экран—земля), не более МОм·км	МОм·км	Пост. ток	5	5	5
Сопrotивление изоляции полиэтиленового шланга	МОм·км	Пост. ток	5	5	5
Электрическая рабочая емкость основных цепей, не более нФ/км	нФ/км	0,8 кГц	38±2,0	43,5±2,0	35,0±2,0
Переходное затухание между цепями кабеля на ближнем конце, не менее: для 100% измеренных величин в кабелях 1×4 и 90% измеренных величин в кабелях 1×4 и 85% в кабелях 4×4	дБ/сд	В диапазоне частот до 700 кГц	62,4	53,0	56,3
Защисненность на дальнем конце между цепями кабеля, не менее: для 100% измеренных величин в кабелях 1×4 и 90% измеренных величин в кабелях 1×4 и 85% в кабелях 4×4	дБ/сд	Для кабелей 1×4 в диапазоне до 550 кГц, для кабелей 4×4 до 120 кГц	65	54,8	62,4
Коэффициент затухания	дБ/км	120 кГц	67,8	66	69,5
		550 »	69,5	67,8	73,7
		700 »	3,28±0,26	3,04±0,26	2,86±0,17
		120 »	6,34±0,43	5,64±0,43	—
		700 »	7,03±0,43	6,16±0,43	6,25±0,43
		120 »	136±6	119±5	155±5
		700 »	129±5	113±5	145±5
		120 »	2,35·10—3	1,98·10—3	2,30·10—3
Волновое сопротивление	Ом				
Температурный коэффициент затухания					

медные или алюминиевые жилы, полиэтиленовую изоляцию и полиэтиленовую (поливинилхлоридную) оболочку.

Монтаж кабелей производится при температуре не ниже -10°C , эксплуатация — при температуре от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$.

Кабели четверочных конструкций уплотняются высокочастотной аппаратурой типа КНҚ-6Т на шесть каналов с дальностью связи до 80 км или импульсно-кодовой аппаратурой ИКМ-12 на 12 каналов с дальностью связи до 100 км. Таким образом, по каждой четверке можно получить 12—24 канала связи. Возможно также уплотнение аппаратурой типа КРР в диапазонах частот 12—252 и 312—552 кГц. В результате по кабелю емкостью 1×4 можно получить 60 каналов с дальностью связи до 50 км.

ОДНОЧЕТВЕРОЧНЫЕ КАБЕЛИ СЕЛЬСКОЙ СВЯЗИ КСП-1×4

Кабели емкостью 1×4 имеют следующую номенклатуру:

КСПП-1×4 — кабель сельской связи с полиэтиленовой изоляцией и полиэтиленовой оболочкой;

КСППБ-1×4 — то же, бронированный стальными лентами;

КСППК-1×4 — то же, бронированный круглыми стальными проволоками.

Указанные кабели изготавливаются с токопроводящими жилами диаметром 0,9 и 1,2 мм. На рис. 3.23 показано сечение одночетверочных кабелей сельской

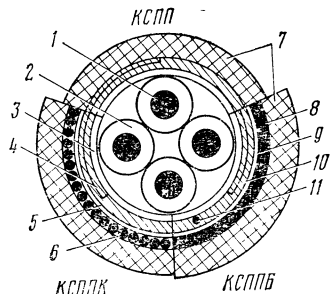


Рис. 3.23. Одночетверочный кабель сельской связи КСПП-1×0,9:

1 — медная жила; 2 — полиэтиленовая изоляция; 3 — полиэтиленовая оболочка; 4 — алюминиевый экран; 5 — поливинилхлоридная лента; 6 — круглая оцинкованная проволока; 7 — полиэтиленовая оболочка; 8 — стальная лента; 9 — поливинилхлоридная лента; 10 — алюминиевый экран; 11 — медный проводник

Таблица 3.83

Частотная зависимость параметров кабелей КСПП

Частота, кГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B$	β , рад/км	Частота, кГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B$	β , рад/км
0,8	0,62	536	$42^{\circ}48'$	0,067	300	4,75	131	$3^{\circ}00'$	9,40
6	1,32	210	$29^{\circ}46'$	0,267	400	5,43	130	$2^{\circ}40'$	12,53
10	1,52	181	$23^{\circ}49'$	0,398	550	6,34	130	$2^{\circ}24'$	17,23
30	2,13	149	$13^{\circ}09'$	1,034	600	6,56	129	$1^{\circ}57'$	18,6
60	2,58	142	$8^{\circ}23'$	2,057	700	7,87	129	$1^{\circ}30'$	21,2
76	2,84	139	$7^{\circ}09'$	2,500	1000	8,34	128	$1^{\circ}11'$	30,8
120	3,28	136	$5^{\circ}33'$	3,900	1500	3,99	128	$0^{\circ}40'$	45,3
250	4,39	132	$3^{\circ}26'$	7,83	2000	11,92	128	$0^{\circ}30'$	60,8

связи. Конструктивные данные кабелей приведены в табл. 3.81. Допустимые напряжения одночетверочных кабелей на разрыв составляют: 600 Н для кабелей КСПП и КСППБ и 1960 Н для КСППК.

Электрические характеристики кабелей приведены в табл. 3.82. Частотная зависимость вторичных параметров кабелей типа КСПП-1×4×0,9 дана в табл. 3.83.

ЧЕТЫРЕХЧЕТВЕРОЧНЫЕ КАБЕЛИ СЕЛЬСКОЙ СВЯЗИ КСП-4×4

Кабели емкостью 4×4 имеют следующую номенклатуру:

КСПП-4×4 — кабель сельской связи с полиэтиленовой изоляцией и полиэтиленовой оболочкой;

КСППБ-4×4 — то же, бронированный стальными лентами;

КСППК-4×4 — то же, бронированный круглыми стальными проволоками;

КСППС-4×4 — то же, со стальным несущим тросом.

Указанные кабели изготавливаются с диаметром токопроводящих жил 0,9 мм. Изоляция — полиэтиленовая. Сердечник состоит из четырех скрученных четверок, изолируется полиэтиленовой оболочкой, затем располагаются алюминиевый экран и наружный полиэтиленовый шланг (рис. 3.24). Кабель КСППС-4×4

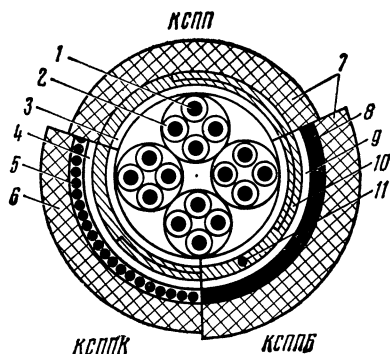


Рис. 3.24. Четырехчетверочный кабель сельской связи КСПП-4×4×0,9:

1 — медная жила; 2 — полиэтиленовая изоляция; 3 — полиэтиленовая поясная оболочка; 4 — поливинилхлоридная лента; 5 — стальная круглая проволока; 6 и 7 — полиэтиленовая оболочка; 8 — стальная лента; 9 — поливинилхлоридная лента; 10 — алюминиевый экран; 11 — медный проводник

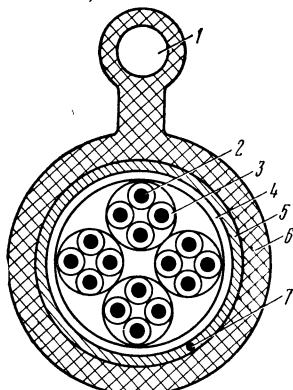


Рис. 3.25. Самонесущий кабель сельской связи КСППС-4×4×0,9:

1 — стальной трос; 2 — медная жила; 3 — полиэтиленовая изоляция; 4 — поливинилхлоридная внутренняя оболочка; 5 — алюминиевый экран; 6 — полиэтиленовая наружная оболочка; 7 — медный проводник

является самонесущей конструкцией и допускает подвеску по опорам воздушных линий без дополнительных тросов (рис. 3.25).

Конструктивные данные кабелей приведены в табл. 3.81, электрические характеристики кабелей — в табл. 3.82.

ОДНОПАРНЫЕ КАБЕЛИ ПРПВМ-1×2 И ПРПВА-1×2 (МРТУ 16-505.045—70)

Кабели предназначены для устройства линий сельской телефонной связи и радиофикации, уплотняемых высокочастотной трехканальной аппаратурой К-3 на расстоянии 30—50 км. Прокладка кабелей производится при температуре не ниже -10°C , эксплуатация — в температурном диапазоне $-30 \div +45^{\circ}\text{C}$. При прокладке тяговое усилие на кабель должно быть не более 30 кг. Кабели предназначены для дистанционного питания напряжением до 360 В частотой 50 Гц.

Кабели ПРПВМ имеют полиэтиленовую изоляцию и поливинилхлоридную оболочку, ПРППМ — полиэтиленовую изоляцию и оболочку.

Кабель ПРПВМ-1×2 изготавливается с медными токопроводящими жилами диаметром 0,8; 1,0 и 1,2 мм, а кабели ПРПВА-1×2 — с жилами из алюминия

вого сплава диаметром 1,6 мм. Толщина полиэтиленовой изоляции на жилах 0,7 мм. Толщина общей поливинилхлоридной оболочки 0,8 мм.

На рис. 3.26 показано сечение кабеля ПРПВ-1×2. Конструктивные данные кабелей ПРПВ-1×2 приведены в табл. 3.84.

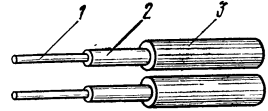


Рис. 3.26. Однопарный кабель сельской связи и радификации типа ПРПВ-1×2: 1 — жилы (медь, алюминий); 2 — изоляции; 3 — пластмассовая оболочка

Таблица 3.84

Конструктивные данные кабелей ПРПВ-1×2

Диаметр жилы, мм	Диаметр кабеля, мм		Масса, кг/км	
	ПРПВМ	ПРПВА	ПВПВМ	ПРПВА
0,8	3,8×7,6	—	40	—
1,0	4,0×8,0	—	44	—
1,2	4,2×8,4	—	50	—
1,6	—	4,6×8,4	—	50

Аналогичные конструкции однопарных кабелей, имеющие полиэтиленовую изоляцию и оболочку или поливинилхлоридную изоляцию и оболочку, маркируются соответственно ПРПП и ПРПВ.

Электрические характеристики кабелей ПРПП-1×2 и ПРПВ-1×2:

сопротивление постоянному току токопроводящей жилы

диаметром, мм:

0,8 (медь) 35,5 Ом/км

1,0 (медь) 22,8 »

1,2 (медь) 15,8 »

1,6 (алюминий) 16 »

сопротивление изоляции при трехчасовом испытании в воде 100 МОм·км

электрическая прочность при трехминутной электризации переменным током 4000 В

Таблица 3.85

Частотная зависимость параметров кабеля ПРППМ-1×2 с различным диаметром жил

f, кГц	d=0,8 мм		d=1,0 мм		d=1,2 мм	
	α, дБ/км	| Z _B |, Ом	α, дБ/км	| Z _B |, Ом	α, дБ/км	| Z _B |, Ом
0,8	0,73	552	0,62	416	0,53	409
1,2	0,89	452	0,73	344	0,62	271
2,0	1,03	350	0,89	268	0,66	211
3,0	1,29	296	1,04	223	0,86	178
10,0	1,79	179	1,35	149	1,04	129
50,0	2,16	146	1,70	132	1,41	119
100,0	2,60	146	2,11	131	1,93	118
	C=44,8 нФ/км		C=50,4 нФ/км		C=56,4 нФ/км	

электрическая емкость кабелей с жилами диаметром, мм:

0,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	55,0	нФ/км
1,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60,0	»
1,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	70,0	»
1,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	80,7	»

Частотные зависимости вторичных параметров однопарных кабелей сельской связи и радиофикации приведены в табл. 3.85—3.88.

Т а б л и ц а 3.86

Частотная зависимость параметров кабелей ПРПВА-1×2×1,6
($C=137$ нФ/км)

f , кГц	R , Ом/км	L , мГ/км	G , мкСм/км	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	f , кГц	R , Ом/км	L , мГ/км	G , мкСм/км	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом
0	29,4	0,702	—	—	—	40	36,5	0,692	2009	2,87	71,5
0,8	29,4	0,702	41	0,82	206	50	39,3	0,688	2512	3,21	70,8
5	29,5	0,702	251	1,56	92,5	60	42,4	0,683	3014	3,56	70,6
10	30,0	0,701	502	1,74	78,8	110	55,0	0,663	5526	5,12	69,7
20	31,4	0,699	1005	2,17	73,6	150	64,1	0,656	7536	6,25	69,2
30	34,2	0,695	1507	2,52	72,4						

Т а б л и ц а 3.87

Частотная зависимость параметров кабелей ПРПВМ-1×2
с различным диаметром жил

f , кГц	$d=0,8$ мм		$d=1,0$ мм		$d=1,2$ мм	
	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом
0,8	0,78	518	0,66	389	0,57	306
1,2	0,93	423	0,78	318	0,68	252
2,0	1,00	330	0,96	248	0,77	190
3,0	1,36	273	1,12	207	0,92	167
10,0	1,91	170	1,45	138	1,13	121
50,0	2,46	137	1,79	115	1,48	111
100,0	2,98	136	2,64	114	2,41	110
$C=50,6$ нФ/км			$C=58$ нФ/км		$C=64,6$ нФ/км	

Т а б л и ц а 3.88

Частотная зависимость параметров кабелей ПРПВА-1×2×1,6
($C=80,7$ нФ/км)

f , кГц	R , Ом/км	L , мГ/км	G , мкСм/км	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	f , кГц	R , Ом/км	L , мГ/км	G , мкСм/км	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом
0	29,4	0,702	—	—	—	50	39,3	0,688	540	2,04	92,3
0,8	29,4	0,702	51	0,62	269	60	42,4	0,683	604	2,24	92,0
5	29,5	0,702	251	1,19	121	110	55,0	0,663	1109	3,09	90,9
10	30,0	0,701	502	1,33	103	150	64,1	0,656	1613	3,71	90,2
20	31,4	0,700	1005	1,48	96,1	200	72,6	0,650	2016	4,30	89,7
30	34,2	0,695	1507	1,73	92,8	250	80,3	0,645	2520	4,88	89,0
40	36,5	0,692	2009	1,89	92,6						

3.8. КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

ТИПЫ КАБЕЛЕЙ

Основными типами магистральных коаксиальных кабелей связи являются следующие:

1) среднего типа КМБ-4 с парами 2,6/9,4 мм, предназначены для систем передачи К-1920 в диапазоне до 8,5 МГц, К-3600 в диапазоне до 17 МГц и в перспективе К-10 800 в диапазоне до 60 МГц;

2) малогабаритные МКТП-4 (МКТСБ-4) с парами 1,2/4,6 мм, предназначены для системы передачи К-300 в диапазоне до 1,3 МГц и К-1020 в диапазоне до 5,7 МГц. Возможна также работа по данному кабелю системы К-1920 в диапазоне до 8,5 МГц;

3) комбинированные типа КМБ-8/6, содержащие восемь коаксиальных пар 2,6/9,4 мм и шесть коаксиальных пар 1,2/4,6 мм. Коаксиальные пары 2,6/9,4 мм предназначены для организации многоканальной связи и телевидения на большие расстояния между оконечными пунктами и крупными узлами связи, а по коаксиальным парам 1,2/4,6 мм организуются распределительные каналы связи между промежуточными пунктами и городами, расположенными по трассе магистрали. Как правило, во всех коаксиальных конструкциях имеется также определенное количество симметричных цепей, предназначенных для служебной связи, сигнализации и телеуправления магистралью.

Для внутриобластной зоновой связи получил применение однокоаксиальный кабель типа ВКПАП-1 с коаксиальной парой 2,1/9,7 мм, предназначенный для зоновой связи. Кабель допускает уплотнение аппаратурой К-120 в диапазоне до 1,3 МГц по двухполосной схеме. Кабель можно прокладывать в земле, а также подвешивать по опорам воздушных линий.

В отдельную группу выделяются подводные коаксиальные кабели типа КПК, предназначенные для устройства связи через моря и океаны. Кабели, как правило, имеют однокоаксиальную конструкцию большого размера: 5/18; 4,1/15,7; 8,4/25,4 мм и др. Возможно уплотнение их аппаратурой на 48, 80, 120, 360 и 720 каналов связи.

МАГИСТРАЛЬНЫЙ КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ КМ-4 (ГОСТ 10971—78)

Кабели имеют следующую маркировку:

КМГ-4 — кабель коаксиальный магистральный с четырьмя коаксиальными парами в свинцовой оболочке;

КМБ-4 — то же, бронированный двумя стальными лентами;

КМБГ-4 — то же, бронированный двумя стальными лентами с противокоррозийной защитой;

КМБЛ-4 — то же, со слоем поливинилхлоридного пластиката, бронированный, двумя стальными лентами;

КМБШп-4 — то же, бронированный двумя стальными лентами с полиэтиленовым шлангом;

КМК-4 — то же, бронированный круглыми стальными проволоками;

КМКл-4 — то же, со слоем поливинилхлоридного пластиката по оболочке;

КМЭБ-4 — кабель коаксиальный магистральный с четырьмя коаксиальными парами в двухслойной оболочке (алюминий — свинец), бронированный двумя стальными лентами;

КМЭБл-4 — то же, с поливинилхлоридным шлангом по оболочке.

КМАБп — то же, в алюминиевой оболочке, бронированный.

Сечение коаксиального кабеля типа КМ-4 показано на рис. 3.27. Кроме четырех коаксиальных пар, под общей оболочкой расположено пять симметричных четверок для служебной связи и телесигнализации.

Коаксиальные кабели КМ-4 предназначены для систем передачи К-1920 в диапазоне до 8,5 МГц и К-3600 в диапазоне до 17 МГц. Допустимое рабочее

напряжение дистанционного питания составляет 1400 В постоянного тока или 1000 В переменного тока.

Прокладка кабелей осуществляется ручным и механизированным способами при температуре не ниже -10°C . Транспортировка кабеля производится при

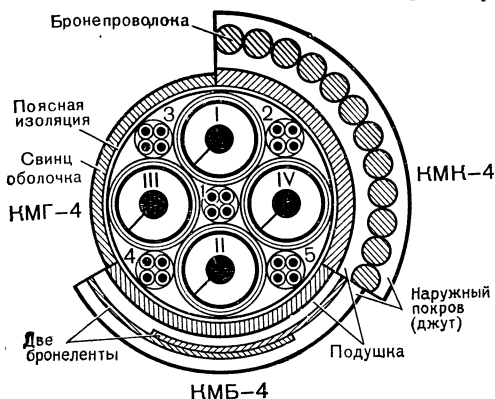


Рис. 3.27. Коаксиальный кабель КМ-4. Расцветка симметричных пар с конца А: 1 — желтая; 2 — красная; 3 — синяя; 4 — белая; 5 — коричневая

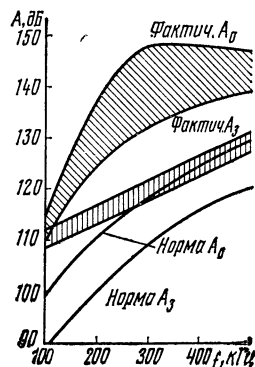


Рис. 3.28. Частотная зависимость переходного затухания между коаксиальными парами в кабеле КМБ-4 на усиленных участках

Т а б л и ц а 3.89
Конструктивные данные коаксиальной пары 2,6/9,4 с шайбово-полиэтиленовой изоляцией

Наименование элемента пары	Диаметр, мм	Масса, кг/км
Внутренний проводник из меди	2,58	46,5
Шайба полиэтиленовая толщиной $2,2 \pm 0,05$ мм	9,4	4,1
Внешний проводник из медной ленты шириной $37 \pm 0,2$ мм и толщиной $0,3 \pm 0,01$ мм	9,92	70,1
Экран — две стальные ленты толщиной $0,15 \pm 0,15$ мм, накладываемые с шагом 10 мм	10,7	61,6
Два слоя бумаги К-120	11,3	7,7
Общая масса пары	—	190

Т а б л и ц а 3.90
Конструктивные данные коаксиальных кабелей КМ-4

Марка кабеля	Диаметр сердечника, мм	Толщина свинцовой оболочки, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
				меди	свинца	общая
КМГ-4	28,2	1,8	35	592	2012	2974
КМБ-4	28,2	1,5	45	592	1675	3881
КМБГ-4	28,2	1,5	41	592	1675	3599
КМБЛ-4	28,2	1,5	46	592	1675	4024
КМК-4	28,2	2,1	54	592	2408	7328
КМКЛ-4	28,2	2,1	55	592	2408	7575

Таблица 3.91

**Электрические характеристики кабелей КМ-4 при температуре 20°C
(ГОСТ 10971—71)**

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
1	2	3	4	5
Коаксиальная пара 2,58/9,4				
Электрическое сопротивление внутреннего проводника, не более	Ом/км		3,7	l/1000
Электрическое сопротивление изоляции между внутренним и внешним проводниками, не менее	МОм·км	Пост. ток	10000	1000/l
Номинальное значение волнового сопротивления:	Ом	1000	75	—
а) максимальная величина отклонения волнового сопротивления, измеренная на входе и выходе коаксиальной пары, не более:		2500	74,6	—
для 100% значений		Импульс длительностью 0,06 или 0,12 мкс	±0,65	—
для 95% значений			±0,5	—
для 50% значений			±0,3	—
б) разность волновых сопротивлений, измеренных на входе и выходе каждой коаксиальной пары, не более:	То же	То же		
для 100% значений			0,6	—
для 95% значений			0,4	—
для 50% значений			0,2	—
в) внутренняя неоднородность каждой коаксиальной пары, не более:	»	»		
для 100% значений			3×10^{-3}	—
для 95% значений			2×10^{-3}	—
для 50% значений			1×10^{-3}	—
г) среднее арифметическое трех наибольших неоднородностей в каждой коаксиальной паре любой строительной длины, не более	»	»	$1,8 \times 10^{-3}$	—
Переходное затухание между любыми коаксиальными парами, не менее	дБ	300	122	$-10 \lg l/600$
Коэффициент затухания коаксиальной пары	—	—	(См. табл. 3.93)	l/1000
Испытательное напряжение (в течение 2 мин): между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары между экранами коаксиальных пар	Вт	Пост. ток То же 0,05	3700 430 300	— — —
Симметричные четверки				
Сопротивление пары жил, не более	Ом/км	Пост. ток	57	l/1000
Разность электрических сопротивлений жил в рабочей паре на длине 600 м, не более	Ом		0,6	$\sqrt{l/600}$

Продолжение табл. 3.91

1	2	3	4	5
Электрическое сопротивление изоляции каждой жилы относительно всех других жил, соединенных с экранами и оболочкой, не менее	МОм·км	Пост. ток	3000	1000/л
Рабочая емкость пар четверок: а) номинальное значение б) отклонение от номинального значения: для 100% значений для 90% значений	нФ/км	0,8 0,8 0,8	32 ±5 ±4	1/1000
Испытательное напряжение (в течение 2 мин): между каждой жилой относительно всех других жил и внешних проводников, соединенных с оболочкой между жилами симметричных четверок и внешними проводниками коаксиальных пар, соединенными вместе, по отношению к оболочке	В	Пост. ток 0,05 Пост. ток 0,05	1000 700 2500 2000	— — — —
Коэффициент защитного действия металлических покровов кабеля с ленточной броней при продольных ЭДС 50—150 В/км в состоянии поставки, не более	—	0,05	0,5	—
Коэффициент защитного действия кабелей с алюминиевой и двухслойной оболочкой	—	0,05	0,1—0,14	—

температуре от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$, хранение — от -50 до $+40^{\circ}\text{C}$. Строительная длина кабелей с ленточной броней — не менее 600 м, небронированных и с круглой броней — не менее 200 м.

Каждая коаксиальная пара состоит из медного внутреннего проводника диаметром 2,6 мм и внешнего проводника в виде медной трубки диаметром 9,4 мм с одним швом «молния». Толщина трубки 0,25—0,3 мм. Коаксиальная пара изолирована полиэтиленовыми шайбами толщиной 2,2 мм с расстоянием между ними 25 мм. Поверх внешнего проводника накладывается экран в виде двух стальных лент толщиной 0,15—0,2 мм и затем два слоя кабельной бумаги. Служебные четверки имеют медную токопроводящую жилу диаметром 0,9 мм. Изоляция — воздушно-бумажная или полиэтиленовая.

Конструктивные данные коаксиальной пары 2,6/9,4 приведены в табл. 3.89, а кабеля — в табл. 3.90. Электрические характеристики кабелей типа КМ-4 приведены в табл. 3.91. Частотные зависимости вторичных параметров коаксиальных пар 2,6/9,4 приведены в табл. 3.92, 3.94, симметричных пар с воздушно-бумажной изоляцией и диаметром жил 0,9 мм — в табл. 3.93.

По средним значениям волнового сопротивления $Z_{\text{в}}$ кабели КМ-4 делятся на пять групп отдельно для конца А и конца Б (табл. 3.95). На щеке барабана дробью указывается в числителе номер группы конца А, в знаменателе — номер группы конца Б. Кабели поставляются на барабанах номер 18.

Переходное затухание и защищенность кабеля КМБ-4 в строительных длинах и на усилительных участках приведены на рис. 3.28. Там же указаны нормы этих параметров по МККТТ. Во всех случаях переходное затухание и защищенность от помех коаксиального кабеля выше норм.

Таблица 3.92

Частотная зависимость параметров коаксиальных пар 2,6/9,4 кабелей КМ-4 и КМ-8/6 при температуре 20°С

f , МГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	$-\Phi_B$	β , рад/км	$v \cdot 10^3$, км/с	f , МГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	β , рад/км	$v \cdot 10^3$, км/с
0,01	0,326	80,5	6°20'	0,25	250	2,0	3,499	74,7	45,0	279
0,02	0,390	79,1	4°40'	0,49	258	2,5	3,912	74,6	56,25	279
0,03	0,457	78,6	3°50'	0,71	266	3,0	4,286	74,6	67,46	279
0,04	0,508	78,1	3°20'	0,93	270	4,0	4,951	74,5	89,85	280
0,05	0,553	77,8	3°10'	1,15	272	5,0	5,538	74,5	112,24	280
0,06	0,596	77,5	3°00'	1,38	273	6,0	6,070	74,4	134,63	280
0,08	0,737	77,1	2°30'	1,83	274	7,0	6,560	74,4	157,01	280
0,10	0,800	76,8	2°20'	2,31	274	8,0	7,017	74,4	179,38	280
0,20	1,099	76,1	1°40'	4,58	275	8,6	7,278	74,4	192,64	280
0,30	1,353	75,7	1°20'	6,85	276	9,0	7,447	74,4	101,75	280
0,40	1,568	75,5	1°10'	9,10	277	10,0	7,856	74,3	224,13	280
0,50	1,755	75,4	1°00'	11,36	277	11,0	8,244	74,3	246,00	280
0,60	1,922	75,3	0°50'	13,60	277	12,0	8,616	74,3	269,00	280
0,70	2,076	75,2	0°50'	15,86	277	13,0	8,974	74,3	291,00	280
0,80	2,218	75,1	0°50'	18,12	278	14,0	9,318	74,25	314,00	280
0,90	2,351	75,0	0°40'	20,37	278	15,0	9,652	74,25	336,00	280
1,00	2,477	75,0	0°40'	22,6	278	16,0	9,974	74,25	357,00	280
1,10	2,597	75,0	0°40'	24,86	278	17,0	10,287	74,25	381,00	280
1,20	2,712	74,9	0°40'	27,09	278	18,0	10,584	74,25	403,00	280
1,30	2,822	74,9	0°40'	29,34	278	19,0	10,880	74,25	426,00	280
1,40	2,928	74,8	0°30'	31,58	278	20,0	11,169	74,2	448,00	280
1,50	3,031	74,8	0°30'	33,82	278	21,0	11,452	74,2	470,00	280
1,80	3,318	74,7	0°30'	40,56	279	22,0	11,727	74,2	493,00	280
						23,0	11,997	74,2	515,00	280
						24,0	12,262	74,2	538,00	280
						25,0	12,521	74,2	560,00	280

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 2,0\%$.

Таблица 3.93

Частотная зависимость параметров симметричных пар кабелей КМ-4 при температуре +20°С

f , кГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	$-\Phi_B$	f , кГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	$-\Phi_B$
10	1,301	195,0	21°48'	70	2,376	162,0	4°15'
20	1,480	177,0	12°50'	80	2,555	161,2	3°45'
30	1,659	169,8	9°24'	90	2,734	160,4	3°20'
40	1,839	166,2	7°15'	100	2,913	159,8	3°10'
50	2,018	164,3	5°50'	110	3,092	159,4	3°00'
60	2,197	163,0	4°48'				

Таблица 3.94

Температурный коэффициент затухания α_α коаксиальных пар кабелей
КМ-4, КМ-8/6 и МКТ-4

f, МГц	$\alpha_{\alpha} \cdot 10^{-3}$, 1/град		f, МГц	$\alpha_{\alpha} \cdot 10^{-3}$, 1/град	
	коаксиальные пары типа			коаксиальные пары типа	
	2,6/9,5	1,2/4,4		2,6/9,5	1,2/4,4
0,06	2,4000	2,8000	2,50	1,9880	1,9693
0,10	2,3000	2,5000	3,00	1,9845	1,9675
0,15	—	2,3440	3,50	1,9815	1,9662
0,20	2,1900	2,2500	4,00	1,9790	1,9650
0,25	—	2,1900	4,50	1,9765	1,9640
0,30	2,1300	2,1460	5,00	1,9745	1,9633
0,35	—	2,1080	5,50	1,9720	1,9625
0,40	2,0900	2,0800	6,00	1,9700	1,9623
0,45	—	2,0560	6,50	1,9685	1,9615
0,50	2,0650	2,0360	7,00	1,9670	1,9612
0,55	—	2,0200	7,50	1,9655	1,9608
0,60	2,0450	2,0080	8,00	1,9640	1,9606
0,65	—	2,0000	8,50	1,9625	1,9604
0,70	2,0300	1,9940	9,00	1,9620	1,9603
0,75	—	1,9880	9,50	1,9610	1,9601
0,80	2,0180	1,9840	10,0	1,9600	1,9600
0,85	—	1,9820	11,0	1,9590	—
0,90	2,0100	1,9800	12,0	1,9580	—
0,95	—	1,9795	13,0	1,9670	—
1,00	2,0050	1,9790	14,0	1,9565	—
1,05	—	1,9785	15,0	1,9560	—
1,10	2,0000	1,9780	16,0	1,9555	—
1,15	—	1,9775	17,0	1,9550	—
1,20	1,9980	1,9770	18,0	1,9545	—
1,25	—	1,9765	19,0	1,9540	—
1,30	1,9950	1,9760	20,0	1,9535	—
1,35	—	1,9755	21,0	1,9530	—
1,40	1,9940	1,9750	22,0	1,9525	—
1,45	—	1,9745	23,0	1,9520	—
1,50	1,9930	1,9740	24,0	1,9515	—
2,00	1,9910	1,9715	25,0	1,9510	—

Таблица 3.95

Группировка строительных длин кабеля КМ-4 в зависимости
от величины Z_B

Среднее значение волнового сопротивления, Ом	74,35— 74,65	74,66— 74,9	74,91— 75,15	75,16— 75,40	75,41— 75,65
Группа кабеля	I	II	III	IV	V

Примечание. В случае, если значения волновых сопротивлений строительной длины отличаются одно от другого более чем на 0,25 Ом, номер группы обозначается дополнительно цифрой 0. Например, I-0/II или III/II-0.

КОМБИНИРОВАННЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ КМ-8/6 (ТУ 16.505-815—75)

Комбинированные коаксиальные кабели содержат коаксиальные пары 2,6/9,4, малогабаритные коаксиальные пары 1,2/4,6 и симметричные группы.

Комбинированные кабели позволяют:

организовать мощные пучки телефонных каналов и телевизионную передачу на большие расстояния по коаксиальным парам 2,6/9,4 с помощью систем передачи К-1920, К-3600 и в перспективе К-10800;

обеспечить распределительные каналы для связи между городами и промежуточными пунктами, расположенными на магистрали, по коаксиальным парам 1,2/4,6 с помощью системы К-300 и в последующем системы К-1020;

обеспечить выделение необходимого количества каналов в любом пункте трассы из системы передачи К-24К, организуемой по симметричным парам;

организовать служебную связь и телесигнализацию по симметричным парам и четверкам.

В табл. 3.96 приведены данные о числе каналов, которые можно организовать по комбинированным коаксиальным кабелям.

Т а б л и ц а 3.96

Число каналов, организуемых по комбинированным кабелям при различных системах передачи

Тип кабеля	Система передачи				Общее число каналов
	2,6/9,4		1,2/4,6		
	К-1920	К-3600	К-300	К-1020	
КМБ-8/6	7680	— 14400	900 —	— 3060	8580 17460
КМБ-6/4	5760 —	— 10800	600 —	— 2040	6360 12840

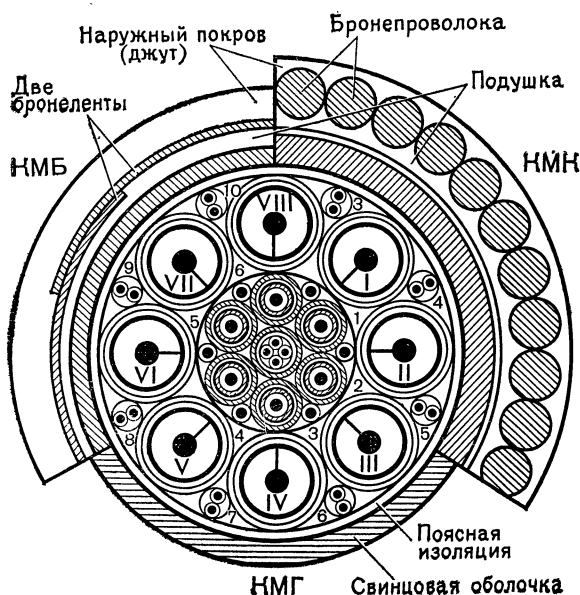


Рис. 3.29. Комбинированный коаксиальный кабель КМ-8/6. Расцветка с конца А контрольных симметричных пар: 3 — красная—белая; 4 — зеленая—белая; контрольных одиночных жил: 1 — красная; 2 — зеленая

Кабели КМ-8/6 имеют следующую номенклатуру:

КМГ-8/6 — коаксиальный кабель в свинцовой оболочке;

КМБ-8/6 — то же, бронированный двумя стальными лентами;

КМБл-8/6 — то же, со слоем поливинилхлоридного пластика по оболочке, бронированный двумя стальными лентами;

КМК-8/6 — то же, бронированный круглыми стальными проволоками;

КМКл-8/6 — то же, со слоем поливинилхлоридного пластика, бронированный круглыми стальными проволоками.

Сечение кабелей КМ-8/6 приведено на рис. 3.29. Строительная длина кабелей — не менее 490 м. Кабели поставляются на барабанах номер 20. Про-

Т а б л и ц а 3.97

Конструктивные данные кабелей КМ-8/6

Марка кабеля	Диаметр сердечника, мм	Толщина свинцовой оболочки, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
				меди	свинца	общая
КМГ-8/6	44	2,3	48	1293	3952	6255
КМБ-8/6	44	2,0	56,4	1293	3414	7527
КМБл-8/6	44	2,0	57,4	1293	3414	7673
КМК-8/6	44	2,5	64,4	1293	4315	12103
КМКл-8/6	44	2,5	65,4	1293	4315	12369

Т а б л и ц а 3.98

Коэффициент затухания коаксиальных пар 2,6/9,4

f, МГц	0,06	0,3	1	4	12	20	40	60
α , дБ/км	0,602	1,294	2,367	4,724	8,184	10,581	15,005	18,405

кладка кабелей должна производиться при температуре не ниже -10°C , транспортировка — от -30 до $+40^{\circ}\text{C}$, хранение — от -50 до $+40^{\circ}$. Допустимые напряжения при прокладке не должны превышать 4900 Н. Допустимое рабочее напряжение дистанционного питания составляет 1000 В переменного тока (1400 В постоянного тока) для пар 2,6/9,4 и 660 В переменного тока (1000 В постоянного тока) для пар 1,2/4,6.

Конструктивные данные кабелей приведены в табл. 3.97. Электрические характеристики кабелей КМ-8/6 и частотные зависимости их вторичных параметров аналогичны для пар 2,6/2,9 кабелю КМ-4 и для пар 1,2/4,6 — кабелю 1,2/4,6 (см. табл. 3.92 и 3.102). Коэффициент затухания коаксиальных пар 2,6/9,4 в диапазоне до 60 МГц приведен в табл. 3.98.

МАЛОГАБАРИТНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ МКТ-4 (МРТУ 16-505.027—68)

Малогабаритные коаксиальные кабели предназначены для строительства кабельных магистралей, устройства рокадных линий между магистральями и устройств вводов радиорелейных линий. Кабель уплотняется в диапазоне до 1,3 МГц системой К-300 с последующим уплотнением системой К-1020 в диапазоне до 5,7 МГц.

Применяются два основных типа малогабаритных кабелей; МКТП-4 в пластмассовой оболочке и МКТС-4 в свинцовой оболочке. Имеется также раз-

новидность кабеля в алюминиевой оболочке и пластмассовом шланге МКТАШп-4.

Кабели МКТП-4 имеют следующую маркировку:

МКТП-4 — малогабаритный коаксиальный кабель в двухслойной пластмассовой оболочке из полиэтилена и поливинилхлорида;

МКТПБ-4 — то же, бронированный двумя стальными лентами;

МКТС — малогабаритный коаксиальный кабель в свинцовой оболочке;

МКТСБШп — то же, бронированный двумя стальными лентами с наружной полиэтиленовой оболочкой;

МКТСБГ — то же, бронированный двумя стальными лентами без наружного защитного слоя;

МКТСБл — то же, со слоем поливинилхлоридного пластика, бронированный двумя стальными лентами;

МКТСК — то же, бронированный стальными проволоками;

МКТСКл — то же, со слоем поливинилхлоридного пластика, бронированный стальными проволоками;

МКТАШп — малогабаритный коаксиальный кабель в алюминиевой оболочке с полиэтиленовым шлангом;

МКТАБл — то же, бронированный двумя стальными лентами;

МКТАБШп — то же, бронированный двумя стальными лентами с наружной полиэтиленовой оболочкой.

Во всех типах кабелей сердечник идентичен. Он скручивается из четырех коаксиальных пар, пяти симметричных пар и одной контрольной жилы. Каждая коаксиальная пара состоит из медного внутреннего проводника диаметром 1,2 мм и внешнего проводника в виде медной гофрированной трубки с продольным швом диаметром 4,6 мм. Внутренний проводник изолирован от внешнего концентрично наложенной балонной полиэтиленовой изоляцией, поверх которой имеется экран из двух стальных лент толщиной 0,1 мм. Сверху располагается поливинилхлоридная лента толщиной 0,23 мм. Диаметр коаксиальной пары 6,4 мм.

Конструктивные данные малогабаритных кабелей типа МК-4 приведены в табл. 3.99. На рис. 3.30 и 3.31 показаны сечения кабелей в пластмассовой и свинцовой оболочках.

Т а б л и ц а 3.99

Конструктивные данные кабелей МКТ-4

Марка кабеля	Диаметр сердечника, мм	Материал и толщина оболочки, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км				
				меди	пластмассы	свинца	алюминия	общая
МКТП	15,9	ПЭТ-1,8 ПВХ-2,2	28	167	112 232	—	—	700
МКТПБ	15,9	ПЭТ-1,8 ПВХ-2,2	38	167	112 232	—	—	1200
МКТС	15,9	Свинец 1,5	24	167	—	1099	—	1500
МКТСБ	15,9	» 1,25	33	167	—	910	—	2150
МКТСБГ	15,9	» 1,25	30	167	—	910	—	1900
МКТСБл	15,9	» 1,25	35	167	—	910	—	2250
МКТСК	15,9	» 2,0	45	167	—	1511	—	4760
МКТСКл	15,9	» 2,0	48	167	—	1511	—	4950
МКТАШп	15,9	Алюминий 1,2; ПЭТ 2,0	28	167	139	—	215	800
МКТАБл	15,9	Алюминий 1,2; ПЭТ 2,0	42	167	139	—	215	1600

Малогабаритные коаксиальные кабели изготавливаются строительными длинами не менее 500 м и поставляются на барабанах номер 14. Допустимый радиус изгиба кабелей — не более 15 диаметров по оболочке. Прокладка и монтаж кабелей должны производиться при температуре не ниже -10°C , транспортировка — при температуре от -30 до $+40^{\circ}\text{C}$, хранение — при температуре от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$.

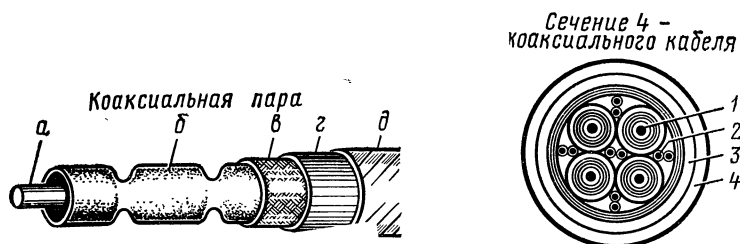


Рис. 3.30. Малогабаритный коаксиальный кабель в пластмассовой оболочке МКТП-4:

1 — коаксиальная пара 1,2/4,6; 2 — симметричная пара; 3 — полиэтиленовая оболочка; 4 — поливинилхлоридная оболочка; а — внутренний проводник; б — баллонная изоляция; в — внешний проводник; г — экран; д — изоляция

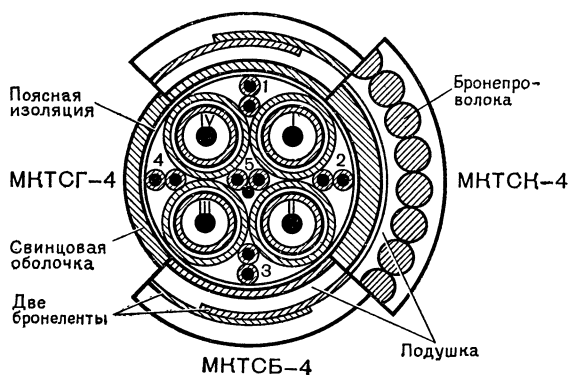


Рис. 3.31. Малогабаритный коаксиальный кабель в свинцовой оболочке МКТСБ-4.

Расцветка симметричных пар с конца А:

1 — красная—белая; 2 — зеленая—белая; 3, 4 и 5 — синяя—белая

Строительная длина кабелей не менее 500 м; для кабелей МКТСК-4 не менее 300 м, а кабелей МКТСШБ-4 не менее 100 м.

Допустимые напряжения при прокладке не должны превышать: 784 Н для кабелей МКТП, МКТПБ, МКТС, МКТСБ; 127 Н — для кабелей МКТАШп, МКТАБп, МКТАБпШп; 2940 Н для кабелей МКТСК. Допустимое напряжение дистанционного питания по кабелям типа МКП-4 1000 В постоянного тока (690 В переменного тока).

Электрические характеристики малогабаритных коаксиальных кабелей приведены в табл. 3.100, а частотные зависимости параметров — в табл. 3.101, 3.102.

Таблица 3.100

Электрические характеристики коаксиального кабеля МКТ

Электрические характеристики коаксиальной пары				
Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
1	2	3	4	5
Коаксиальные пары				
Сопротивление проводника, не более: внутреннего внешнего	Ом/км	Пост. ток	15,85 8	1/1000
Сопротивление изоляции между внутренним и внешним проводниками, не менее	МОм·м		15000	1000/1
Волновое сопротивление, измеренное импульсным прибором: номинальное значение отклонение от номинального значения, не более: для 90% значений для 100% значений	Ом	Импульс длительностью 0,12 мс	75 ±1 ±1,5	—
Разность волновых сопротивлений на входе и выходе коаксиальной пары, не более Внутренняя неоднородность, не более: для 80% значений для 100% значений			1,0 3·10 ⁻³ 4·10 ⁻³	
Электрическая прочность изоляции: между внутренним и внешним проводниками между внешними проводниками	В дейст.	0,05; пост. ток 0,05; пост. ток	2000 2800 200 280	—
Переходное затухание между коаксиальными парами			60 108,6	
Коэффициент затухания	дБ/сд	(См. табл. 3.102)		1/1000
Служебные пары				
Сопротивление жилы постоянному току, не более	Ом/км	Пост. ток	50	1/1000
Сопротивление изоляции жил, не менее	МОм·км		5000	1000/1
Рабочая емкость 1, 2, 3 и 4-й пар: а) номинальное значение б) отклонение от номинала: для 80% значений для 100% значений	нФ/км	0,8 0,8	48 ±3 ±4	1/1000

Продолжение табл. 3.100

1	2	3	4	5
Испытательное напряжение (в течение 2 мин), не менее: между жилами симметричных пар между любой жилой симметричных пар и соединенными между собой внешними проводниками коаксиальных пар	В	0,05; пост. ток 0,05; пост. ток	750 1000 500 700	—
Сопротивление изоляции полиэтиленового шланга	МОм·км	Пост. ток	5	1000/л

Таблица 3.101

Частотная зависимость параметров коаксиальных пар 1,2/4,6 кабелей
КМ-8/6 и МКТ-4 при температуре +20°C

f , МГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	β , рад/км	$v \cdot 10^3$, км/с	f , МГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	β , рад/км	$v \cdot 10^3$, км/с
0,06	1,589	80,0	1,50	250	2,50	8,428	73,8	58,50	270
0,10	1,898	79,0	2,47	254	3,00	9,229	73,7	69,50	271
0,15	2,220	78,0	3,67	257	3,50	9,965	73,6	81,20	272
0,20	2,501	77,4	4,86	259	4,00	10,652	73,6	92,60	272
0,25	2,749	77,0	6,00	263	4,50	11,298	73,5	109,80	273
0,30	2,974	76,7	7,17	264	5,00	11,908	73,4	114,00	274
0,40	3,378	76,2	9,50	265	5,50	12,489	73,3	126,00	274
0,50	3,755	75,9	11,85	266	6,00	13,047	73,2	138,00	274
0,70	4,443	75,4	16,45	267	6,50	13,581	73,2	149,50	274
0,90	5,056	75,1	21,10	268	7,00	14,097	73,1	161,00	274
1,00	5,342	75,0	23,40	269	7,50	14,592	73,1	172,20	274
1,10	5,610	74,8	25,70	270	8,00	15,074	73,0	183,50	274
1,20	5,865	74,7	28,00	270	8,50	15,543	72,9	196,50	274
1,30	6,105	74,6	30,40	270	9,00	15,996	72,8	206,00	275
1,50	6,551	74,4	35,10	270	10,00	16,870	72,7	229,00	275
2,00	7,545	74,0	46,80	270					

Примечание. Отклонение коэффициента затухания — не более $\pm 2,0\%$.

Таблица 3.102

Частотная зависимость параметров коаксиальных пар 1,2/4,6 кабелей
КМ-8/6 и МКТ-4 в широком диапазоне частот при температуре +20°C

f , кГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B^\circ$	f , кГц	α , дБ/км	$|Z_B|$, Ом	$-\varphi_B^\circ$
0,30	0,235	465	44°00'	6,0	0,929	114	30°00'
0,50	0,295	360	43°50'	7,0	0,964	108	28°30'
0,80	0,391	290	43°04'	8,0	1,008	104	26°30'
1,0	0,434	261	42°36'	9,0	1,025	98	25°30'
1,5	0,565	212	41°20'	10,0	1,060	96	23°30'
2,0	0,634	180	40°00'	20,0	1,199	86	15°00'
2,5	0,704	161	38°00'	30,0	1,303	83	11°00'
3,0	0,747	149	36°30'	40,0	1,398	81,5	9°00'
3,5	0,782	140	34°00'	50,0	1,494	80,5	7°00'
4,0	0,816	132	33°30'	60,0	1,589	80	7°00'
5,0	0,886	122	33°00'				

Примечание. Отклонения для диапазона частот 0,3–5 кГц составляют: $\Delta Z_B = \pm 5\%$; для диапазона частот 5–60 кГц: $\Delta Z_B = \pm 3\%$.

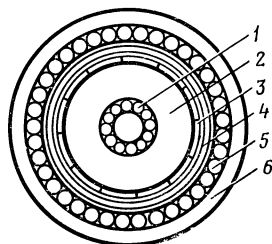
ПОДВОДНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Подводные кабели делятся на речные и морские (океанские). Морские кабели, в свою очередь, подразделяются на глубоководные и береговые, которые отличаются в основном конструкцией брони. Особо усиленную броню, состоящую из двух слоев круглой проволоки, имеют береговые кабели. Этот броневой покров должен противостоять воздействию береговых приливов — отливов и выдерживать возможные удары береговых камней, якорей, багров и т. п.

Отечественной промышленностью выпускается подводный коаксиальный кабель с полиэтиленовой изоляцией в круглопроволочной броне марки КПК-5/18, конструкция которого показана на рис. 3.32.

Рис. 3.32. Конструкция подводного коаксиального кабеля типа КПК-5/18:

- 1 — внутренний проводник;
- 2 — изоляция (полиэтилен);
- 3 — внешний проводник;
- 4 — защитная оболочка;
- 5 — проволочная броня;
- 6 — джутовый покров



Кабель состоит из внутреннего проводника диаметром 3 мм, состоящего из 12 медных проволок диаметром 1 мм, полиэтиленовой сплошной изоляции толщиной 6,5 мм, внешнего проводника, выполненного из медных плоских проволок толщиной 0,7 мм и наложенной спиралью с перекрытием медной ленты толщиной 0,08 мм. Поверх внешнего проводника накладываются пластмассовая лента и джутовый покров, образующий подушку для проволочной брони, состоящей из стальных оцинкованных проволок диаметром 4 мм. Броню покрывает кабельная пряжа толщиной 1,6 мм, предварительно пропитанная противогнилостным составом. Диаметр кабеля 37,2 мм, масса 3700 кг/км.

Связь организуется по однокабельной системе. Кабель уплотняется в диапазонах до 552 и 3000 кГц для получения 60 и 300 телефонных связей по двухполосной схеме. Расстояние между усилительными пунктами составляет 40 и 20 км соответственно.

Сопротивление постоянному току $R = 1,1 + 0,5 = 1,6$ Ом/км, емкость $C = 100$ нФ/км, сопротивление изоляции $R_{из} = 50\,000$ Мом·км, электрическая прочность при длительном напряжении дистанционного питания $U = 3500$ В, волновое сопротивление $Z_{в} = 52$ Ом.

Частотная зависимость коэффициента затухания подводного кабеля КПК-5/18 дана в табл. 3.103.

Т а б л и ц а 3.103

Частотная зависимость коэффициента затухания кабеля КПК-5/18

f , кГц	36	60	100	200	250	300	400	500	552
α , дБ/км	0,40	0,52	0,67	0,95	1,06	1,16	1,35	1,52	1,58

Отечественной промышленностью выпускается также аналогичный экранированный кабель с ленточной стальной броней типа КПЭБ-5/18, предназначенный для подземной прокладки и прибрежных районах, и с круглопроволочной броней КПЭК-5/18, предназначенный для подземной прокладки в прибрежных районах.

Впервые межконтинентальные подводные коаксиальные кабели телефонной связи были проложены в 1956 г. между Англией и США. Протяженность магистрали составляет порядка 5000 км, глубина — до 5 км. В 1964 г. вступила в строй Тихоокеанская магистраль, связывающая Австралию с Америкой. Закапчиваются работы по сооружению всемирной кабельной магистрали через Атлантический и Тихий океаны протяженностью 50 000 км.

В качестве основного типа утвердился коаксиальный кабель больших габаритов со сплошной полиэтиленовой изоляцией. Конструкция подводного кабеля с круглопроволочной броней приведена на рис. 3.33. Наряду с этим кабелем для

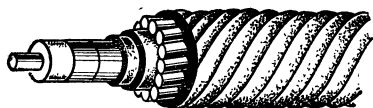


Рис. 3.33. Бронированный подводный кабель

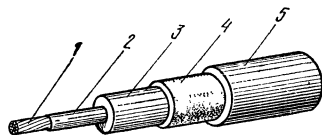


Рис. 3.34. Безбронная конструкция подводного кабеля:
1 — трос из стальных проволок; 2 — внутренний проводник; 3 — полиэтиленовая изоляция; 4 — внешний проводник; 5 — полиэтиленовая оболочка

Таблица 3.104

Основные данные подводных кабелей и систем передачи

Характеристика	Единица измерения	Системы связи		
Число каналов	МГц	48	80	128
Передаваемая частота		0,164	0,61	1,1
Количество кабелей	мм	2	1	1
Размеры кабеля		4,1/15,75	8,1/25,15	8,38/25,4
Тип кабеля	мм	С броней	Без брони	Без брони
Диаметр кабеля		35,6	33	32
Масса кабеля	кг/км	3075	1200	1320
Тип усилителя		Гибкий на лампах	Жесткий на лампах	Жесткий на лампах
Напряжение дистанционного питания	В	2500	6300	6000
Длина усилительного участка	км	68,5	48,7	37
Дальность системы связи	км	4070	13000	6475

Продолжение табл. 3.104

Характеристика	Единица измерения	Системы связи		
Число каналов	МГц	360	720	1280
Передаваемая частота		3,0	5,9	10
Количество кабелей	мм	1	1	1
Размеры кабеля		8,1/25,15	8,5/38,1	—
Тип кабеля	мм	Без брони	Без брони	—
Диаметр кабеля		33	44,5	Без брони
Масса кабеля	кг/км	1200	—	—
Тип усилителя		Жесткий	Жесткий на транзисторах	Жесткий на транзисторах
Напряжение дистанционного питания	В	6300	—	—
Длина усилительного участка	км	18,5	18,5	11
Дальность системы связи	км	6500	7400	—

глубоководных трасс применяют также кабели без броневой конструкции (рис. 3.34), в которых требуемая механическая прочность на разрыв достигается за счет гибкого стального троса, расположенного внутри центрального проводника кабеля. Кабель без брони при идентичных электрических характеристиках в 1,5 раза легче бронированного.

Первые конструкции подводных коаксиальных кабелей имели диаметры проводников 4,1/15,7 мм. Сейчас применяются конструкции существенно больших размеров: 8,4/25,4; 8,5/38,1 и др. Системы передачи по подводным кабелям постоянно совершенствуются и упрочняются. Развитие подводных магистралей началось с 48 каналов и в настоящее время достигло 360, 720 и даже 2700 каналов.

В подводных кабельных магистральных усилительная аппаратура (усилительные элементы, лампы, транзисторы, фильтры и др.) размещается в гибких или жестких усилителях, встроенных вдоль магистрали примерно через каждые 20—60 км. Электропитание подводных усилителей осуществляется дистанционно с обоих концов магистрали по внутреннему проводнику при напряжении источников тока на концах кабеля 2500—6000 В.

Основные данные подводных кабелей систем передачи приведены в табл. 3.104.

ОДНОКОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ ВКПАП (ТУ 16-505.389—72)

Однокоаксиальный кабель ВКПАП-1×2,1/9,7 предназначен для организации зоновой (областной) связи. Кабель уплотняется в диапазоне до 1,3 МГц аппаратурой К-120 по двухполосной системе: 60—552 кГц в прямом направлении и 718—1320 кГц в обратном направлении. Длина усилительного участка 10 км. Общая дальность связи с двумя переприемами 600 км. Возможно выделение 12-канальных групп в любом НУП с общим количеством каналов, равным 60. Допустимое рабочее напряжение по кабелю 1000 В переменного тока.

Однокоаксиальные кабели типа ВКПАП-1 имеют следующую номенклатуру:

ВКПАП — внутризонный коаксиальный с пористополиэтиленовой изоляцией с алюминиевым внешним проводником в полиэтиленовой оболочке;

ВКПАПт — то же, с тросом на 6860 Н;

ВКПАПут — то же, с усиленным тросом на 14 700 Н;

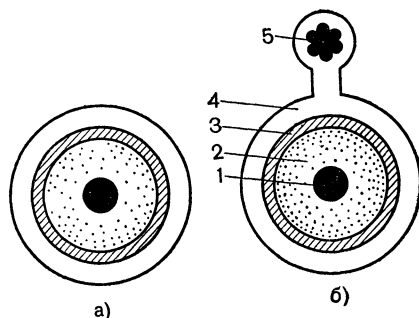
ВКПАКШп. — то же с броней из круглых проволок в полиэтиленовом шланге.

Конструктивно кабель ВКПАП выполняется в двух вариантах: подземный и самонесущий подвесной с встроенным тросом (рис. 3.35). Кабели должны про-

Рис. 3.35. Однокоаксиальный кабель зоновой (внутриобластной) связи:

а) подземный ВКПАП-1; б) подвесной ВКПАПт-1:

1 — внутренний проводник (медь);
2 — полиэтиленовая изоляция; 3 —
внешний проводник (алюминий);
4 — полиэтиленовая оболочка; 5 —
стальной трос



кладываться при температуре от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$, эксплуатироваться при температуре от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$, храниться при температуре от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$. Длина пролета подвешенного кабеля порядка 50—65 м.

Внутренний проводник кабеля выполнен из медной проволоки диаметром 2,1 мм; изоляция — из пористого полиэтилена с внешним диаметром 9,7 мм. Внешний проводник представляет собой алюминиевую прессованную трубку толщиной 1,0 мм. Эта же трубка выполняет роль экрана. Защитная оболочка выполнена из светостойкого полиэтилена толщиной 2,5 мм. В конструкции подвесных кабелей ВКПАПт и ВКПАПут в общую полиэтиленовую оболочку вмонтирован семистренговый трос из стальных оцинкованных проволок. При этом кабель в поперечном сечении имеет форму восьмерки. Кабель подвешивается к опорам воздушной линии с помощью специальных клемм (рис. 3.36).

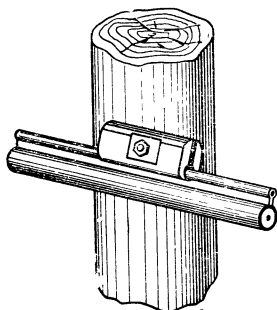


Рис. 3.36. Крепление кабеля ВКПАПт к опоре

Стальные тросы, рассчитаны на разрывное усилие 6860Н (кабель ВКПАПт) и 14 700 Н (кабель ВКПАПут). Механическая прочность на разрыв подземного кабеля ВКПАП составляет 2940 Н. Кабель допускает прокладку механизированным способом при продольной нагрузке не более 980 Н. Радиус кабелей — не более 20 диаметров кабеля. Строительная длина кабелей 600 м.

Конструктивные данные однокоаксиальных кабелей приведены в табл. 3.105, электрические характеристики — в табл. 3.106, а частотные зависимости их параметров — в табл. 3.107.

Таблица 3.105

Конструктивные данные однокоаксиальных кабелей ВКПАП

Конструктивный элемент	Размеры, мм		Масса, кг/км			
	толщина	диаметр	ВКПАП	ВКПАПт	ВКПАПут	ВКПАПКШп
Проволока медная	—	2,14	32	32	32	32
Пористый полиэтилен	3,8	9,7	32	32	32	32
Трубка алюминиевая сварная	1,0	11,7	100	100	100	100
Покрытие из битума	0,25	12,2	9	9	9	9
Оболочка полиэтиленовая:						
на коаксиальной паре	2,5	17,2	110	110	132	110
на тросе	1,5	6,0	—	26	29	—
на шейке	4,0	—	—	15	19	—
Канат из стальных оцинкованных проволок:						
7×1 мм или 7×7×0,34 мм	—	3,0	—	43	—	—
7×1,3 мм	—	3,9	—	—	78	—
Броня из стальных круглых проволок						
21×2,8 мм	—	22,8	—	—	—	1020
Наружная оболочка	—	28,3	—	—	—	190
Наружный диаметр	—	—	17,4	17,2	18,2	28,3
Общая масса кабеля	—	—	283	365	418	1490

Т а б л и ц а 3.106

Электрические характеристики кабеля ВКПАП при температуре 20°C
(ТУ 16-505.389—72)

Характеристика	Единица измерения	Частота кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление, не более: внутреннего проводника внешнего проводника	Ом/км	Пост. ток	5,15 1,50	l/1000
Электрическое сопротивление изоляции, не менее: между внутренним и внешним проводниками между внешним проводником и землей (водой)	МОм·км		10 000 10	1000/l
Номинальное значение волнового сопротивления: а) максимальная величина отклонения волнового сопротивления, измеренная на входе и выходе коаксиальной пары, не более: для 100% значений для 95% значений для 90% значений б) разность волновых сопротивлений, измеренных на входе и выходе коаксиальной пары, не более в) внутренняя неоднородность, не более: для 100% значений для 90% значений	Ом	Импульс длительностью 0,12 мкс	75 ±3 ±2 ±1,5 2 10×10 ⁻³ 8×10 ⁻³	—
Коэффициент затухания	—	—	(См. табл. 3.107)	l/1000
Испытательное напряжение (в течение 2 мин) между: внутренним и внешним проводниками внешним проводником и водой	В	0,05 0,05	3000 5000	—

Т а б л и ц а 3.107

Частотная зависимость параметров коаксиальных кабелей ВКПАП

f, МГц	α, дБ/км	|Z _B|, Ом	—φ _B	β, рад/км	v·10 ⁸ , км/с	f, МГц	α, дБ/км	|Z _B|, Ом	—φ _B	β, рад/км	v·10 ⁸ , км/с
0,06	0,762	77,8	2°45'	1,64	231	0,80	2,639	75,1	0°50'	21,00	239
0,10	0,968	77,1	2°12'	2,70	234	0,90	2,800	75,1	0°46'	23,60	239
0,20	1,300	76,2	1°36'	5,32	236	1,00	2,953	75,05	0°44'	26,20	240
0,30	1,607	75,8	1°24'	8,95	237	1,10	3,099	75,00	0°42'	28,80	240
0,40	1,862	75,6	1°07'	10,57	238	1,20	3,239	75,00	0°40'	31,40	240
0,50	2,058	75,25	1°02'	13,19	239	1,30	3,373	75,0	0°39'	34,00	240
0,60	2,289	75,2	0°58'	15,80	239	1,40	3,502	74,95	0°38'	36,60	240
0,70	2,469	75,15	0°53'	18,43	239	1,50	3,627	74,9	0°35'	39,20	240

П р и м е ч а н и е. Отклонение коэффициента затухания — не более ±3,0%.

3.9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУГОРОДНЫХ КАБЕЛЕЙ НА УСИЛИТЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Поскольку междугородная кабельная линия состоит из отдельных соединенных между собой усилительных участков, то электрические нормы устанавливаются для усилительных участков.

Ниже приведены нормы на симметричные и коаксиальные кабели при постоянном и переменном токах.

НОРМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИ ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

Электрические характеристики при постоянном токе симметричных кабелей на смонтированных усилительных участках должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.108.

Таблица 3.108

**Нормы электрических характеристик при постоянном токе
симметричных кабелей**

№ пп.	Характеристика	Единица измерения	Норма
1	Электрическое сопротивление изоляции между каждой жилой и остальными жилами, соединенными с заземленной металлической оболочкой (экраном) при +20°C, не менее	МОм·км	10 000
2	Электрическое сопротивление изоляции полиэтиленового шлангового защитного покрова кабеля, не менее: между оболочкой (экраном) и землей (для кабеля без брони) между оболочкой и броней между броней и землей	МОм·км	5 5 5
3	Электрическое сопротивление изоляции поливинилхлоридного шлангового защитного покрова кабеля 1×4×1,2 между экраном и землей, не менее	кОм·км	50
4	Электрическое сопротивление шлейфа жил рабочей пары при +20°C, не более	Ом/км	$\frac{46}{d^2}$
5	Разность электрических сопротивлений жил в рабочей паре, не более	Ом	$\frac{0,23}{d^2} \sqrt{l}$
6	Испытательное напряжение: между всеми жилами, соединенными в пучок, и заземленной металлической оболочкой для неэкранированных однопроводных кабелей и неэкранированных жил комбинированных кабелей между каждой жилой и остальными жилами диаметром 0,8 и 0,9 мм, соединенными в пучок между жилами и экраном, соединенными с металлической оболочкой: для жил диаметрами 0,8 и 0,9 мм для жил диаметрами 1,2 и 1,4 мм	В	1800 700 1000 1800

Примечания: 1. Испытание изоляции напряжением производится в течение 2 мин.

2. При наличии в кабеле давления воздуха (азота) испытательные напряжения повышаются на 60 В на каждую 0,1 МПа избыточного давления.

3. Электрическое сопротивление шлейфа пупинизированной пары вычисляется по обычной формуле.

4. Электрическое сопротивление шлейфа сигнальных жил и их асимметрия не измеряются.

5. Испытание изоляции пупинизированных пар напряжением не производится.

6. Электрические нормы, приведенные в п. 2, относятся к кабелям в стандартах и технических условиях, на которые нормируется данный параметр.

7. Условные обозначения: d — диаметр жилы; l — длина усилительного участка, км.

Таблица 3.109

**Нормы электрических характеристик при постоянном токе
коаксиальных кабелей**

№ пп.	Характеристика	Единица измерения	Норма
1	2	3	4
Коаксиальная пара типа 2,6/9,4			
1	Электрическое сопротивление изоляции: между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары, не менее	МОм·км	10000
	между внешними проводниками коаксиальных пар, не менее	МОм	2,0
	между внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной оболочкой кабеля, не менее	МОм	1,0
2	Электрическое сопротивление при +20°C, не более: внутреннего проводника	Ом/км	3,8
	внешнего проводника		2,0
3	Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары	В	3000
Коаксиальная пара типа 2,1/9,7			
4	Электрическое сопротивление изоляции, не менее: между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары	МОм·км	10000
	между внешним алюминиевым проводником кабеля и землей (для подземного кабеля)		10
5	Электрическое сопротивление шлейфа коаксиальной пары при +20°C, не более	Ом/км	6,65
6	Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары	В	3000
Коаксиальная пара типа 1,2/4,6			
7	Электрическое сопротивление изоляции: между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары, не менее	МОм/км	10000
	между внешними проводниками коаксиальных пар, не менее	МОм	2,0
8	Электрическое сопротивление при +20°C, не более: внутреннего проводника	Ом/км	15,85
	внешнего проводника		8
9	Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары	В	2000
Симметричные отдельные пары и пары четверок коаксиальных кабелей			
10	Электрическое сопротивление изоляции между каждой жилой и другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой, при +20°C, не менее:	МОм·км	3000
	проводники в бумажной изоляции		5000
	проводники в полиэтиленовой изоляции		
11	Электрическое сопротивление шлейфа рабочей пары из жил при +20°C, не более:	Ом/км	57
	для жил диаметром 0,9 мм		100
	для жил диаметром 0,7 мм		
12	Разность электрических сопротивлений жил в рабочей паре, не более	Ом	$\frac{0,4}{d^2} \sqrt{L}$
13	Испытательное напряжение между каждой жилой диаметром 0,7 мм и всеми другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой (в случае ее наличия)	В	500

Продолжение табл. 3.109

1	2	3	4
Контрольная жила			
14	Электрическое сопротивление изоляции между контрольной жилой и соединенными между собой внешними проводниками коаксиальных пар, не менее	МОм	10
15	Испытательное напряжение между контрольной жилой и соединенными вместе внешними проводниками коаксиальных пар	В	300

Примечания: 1. Испытание изоляции напряжением производится в течение 2 мин.

2. При наличии в кабеле давления воздуха (азота) испытательные напряжения коаксиальных пар повышаются на 100 В, а симметричных пар и контрольной жилы — на 15 В на каждую 0,1 МПа избыточного давления.

3. Электрические нормы, приведенные в пп. 1, 7 и 14, относятся к кабелю на усилительном участке.

4. Электрическое сопротивление внутреннего (внешнего) проводника определяется путем измерения величины сопротивления шлейфа, составленного из этих проводников, и деления на удвоенную длину измеряемого участка.

5. Величина электрического сопротивления внешнего проводника коаксиальной пары (п. 2) и разности электрических сопротивлений жил в симметричных парах (п. 12), превышающие установленные нормы, не являются браковочным признаком до введения этих норм в ГОСТ на кабель КМБ-4.

6. Коаксиальная пара типа 2,1/9,7 (пп. 4, 5 и 6) относится к однокоаксиальному кабелю зонной связи.

Таблица 3.110

Нормы электрических характеристик при переменном токе НЧ симметричных кабелей

№ пп.	Характеристика	Нормы на частоте 800 Гц для пар, оборудованных универсальными усилителями		Экранированные пары, оборудованные усилителями вещания (на частоте 5 кГц)
		двухпроводными	четырёхпроводными	
1	Номинальные значения волнового сопротивления пар с дополнительной индуктивностью	Типовые характеристики		Типовые характеристики
2	Защищенность пар на ближнем и дальнем концах, дБ, не менее	60,80	65,14	82,52
3	Асимметрия пары относительно земли, дБ, не менее	60,80	65,14	82,52

Примечания: 1. Электрические нормы п. 1 табл. 3.107 относятся к кабельным парам с дополнительной индуктивностью, которые в усилительных пунктах должны оканчиваться полушагом и на протяжении усилительного участка имеют шаги включения катушек, отклоняющиеся от номинального шага не более чем на $\pm 0,5\%$.

2. Электрические нормы, приведенные в пп. 2, 3 табл. 3.107, относятся к парам с дополнительной индуктивностью и к парам без дополнительной индуктивности (основным и искусственным).

3. Защищенность пар, дБ, на ближнем и дальнем концах усилительного участка укороченной длины определяется по следующей формуле:

$$A_{з.к} = A_{з.н} + 10 \lg (N/N_n),$$

где $A_{з.к}$ — нормируемое значение защищенности для укороченного усилительного участка, дБ; $A_{з.н}$ — нормированное значение защищенности для номинального усилительного участка, дБ; N — фактическое число усилительных участков кабельной линии длиной l , км; N_n — количество усилительных участков, если бы длина каждого соответствовала номинальной (l_n):

$$N_n = 2/l_n.$$

Электрические характеристики при постоянном токе коаксиальных кабелей на смонтированных усилительных участках должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.109.

НОРМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

Электрические характеристики при переменном токе НЧ симметричных кабелей на смонтированных участках должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.110.

Электрические характеристики при переменном токе ВЧ симметричных кабелей на смонтированных усилительных участках должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.111.

Электрические характеристики при переменном токе коаксиальных кабелей на смонтированных усилительных участках должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.112.

Таблица 3.111

Нормы электрических характеристик при переменном токе ВЧ симметричных кабелей

Характеристика	Диапазон частот, кГц	Количество комбинаций	Норма для числа значений		
			100%	90%	65%
Распределение значений защищенности цепей на дальнем конце, дБ, для кабелей емкостью: 4×4 7×4 1×4 (для зоновой связи)	12—252 на уч-ке, К-60 12—108 на уч-ке К-24 36—143 на уч-ке КВ-12	56 182 2	71,22 72,96 75,57 ¹	73,83 74,70	78,17 78,17
Распределение значений переходного затухания на ближнем конце, дБ, для кабелей емкостью: 4×4 7×4 1×4 (для зоновой связи)	12—252 на уч-ке, К-60 12—108 на уч-ке К-24 36—143 на уч-ке КВ-12	28 91 1	59,06	60,80 ²	

¹ Для кабелей емкостью 1×4 допускается в 10% комбинаций защищенность 70,36—74,70 дБ, при этом за 100% принимается общее количество комбинаций на участке ОУП—ОУП для каждого кабеля.

² Для кабеля емкостью 1×4 распределение значений переходного затухания проверяется на всех усилительных участках ОУП—ОУП с двух сторон для каждого кабеля.

Таблица 3.112

Нормы электрических характеристик при переменном токе коаксиальных кабелей

№ пп.	Характеристика	Единица измерения	Норма
1	2	3	4
1	Коаксиальная пара типа 2,6/9,4 Максимальная величина неоднородности волнового сопротивления, измеренная импульсным прибором, не более: для 100% участков для 85% участков	Ом	0,80 0,60
2	Среднее квадратическое значение из трех максимальных значений неоднородностей волнового сопротивления каждой пары, не более: для 100% участков для 85% участков	Ом	0,60 0,45

Продолжение табл. 3.112

1	2	3	4
3	Коэффициент затухания коаксиальной пары		Типовые характеристики
4	Переходное затухание		По рекомендации МККТТ
	Коаксиальная пара типа 1,2/9,7		
5	Максимальная величина неоднородности волнового сопротивления, измеренная импульсным прибором, не более	Ом	2,4
6	Коэффициент затухания коаксиальной пары	—	Типовые характеристики
	Коаксиальная пара типа 1,2/4,6		
7	Максимальная величина неоднородности волнового сопротивления, измеренная импульсным прибором, Ом, не более:	Ом	
	для 100% участков		1,3
	для 85% участков		1,2
8	Среднее квадратическое значение из трех максимальных значений неоднородностей волнового сопротивления каждой пары, не более:	Ом	
	для 100% участков		1,2
	для 85% участков		1,1
9	Коэффициент затухания коаксиальной пары	—	Типовые характеристики
10	Защищенность на дальнем конце коаксиальных пар на частоте 60 кГц, не менее	дБ	90,33 (10,4)
	Симметричные отдельные пары и пары четверок коаксиальных кабелей		
11	Коэффициент затухания пары, уплотняемой системой К-24к, в диапазоне частот 12—108 кГц	—	Типовые характеристики
12	Переходное затухание на ближнем конце между двумя парами, уплотняемыми системой К-24К, на частоте 110 кГц, не менее	дБ	78,17
13	Номинальное значение волнового сопротивления симметричной пары с дополнительной индуктивностью в диапазоне частот 0,3—3,0 кГц	дБ	Типовые характеристики
14	Защищенность каждой пары на частоте 800 Гц, не менее	дБ	60,80

Примечания: 1. Распределение максимальных и средних квадратических значений неоднородностей волнового сопротивления определяется на участке ОУП—ОУП для каждой коаксиальной пары отдельно, т. е. за 100% принимается количество участков-пар с одинаковыми номерами.

2. Величины защищенности (п. 10) коаксиальных пар 1,2/4,6 ниже нормы 90,33 дБ не являются браковочным признаком.

3. Электрические нормы п. 13 относятся к паре, которая в усилительных пунктах должна оканчиваться полушагом пупинизации и на протяжении усилительного участка имеет шаги включения катушек, отклоняющиеся от номинального шага не более чем на $\pm 2,0\%$.

4. Переходное затухание на длине усилительного участка должно быть не менее, дБ,

$$A_{\text{ОУУ}} = 80 + 73 \sqrt{f}$$

и защищенность не менее, дБ,

$$A_{3\text{УУ}} = 70,4 + 73 \sqrt{f}$$

где f — частота, МГц.

Земляные работы

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Земляными работами называются работы, связанные с разработкой и перемещением грунтов.

В состав земляных работ при строительстве сооружений связи входят: рытье траншей и котлованов, их засыпка, уплотнение грунтов после прокладки подземных устройств, погрузка и отвозка избыточной земли, а также планировка земляной поверхности. Земляным работам сопутствуют вскрытие и восстановление уличных покровов.

Земляные работы производятся при наличии разрешения соответствующего отдела местного Совета народных депутатов владельца территории (колхоза, совхоза, управления шоссеиной или железной дороги и т. д.). В местах, где имеются действующие подземные коммуникации, земляные работы должны производиться с принятием мер против их повреждения и допускаются лишь при наличии письменного разрешения организации, ответственной за эксплуатацию этих коммуникаций.

Разработка траншей и котлованов, устраиваемых в непосредственной близости от существующих сооружений и заглубляемых ниже уровня их заложения, должна производиться с осуществлением мер против осадки и деформации этих сооружений.

4.2. ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТОВ

Грунтами называются горные породы, залегающие вблизи поверхности земли. Большая часть грунтов — минерального происхождения, но имеются грунты частично или полностью органического образования (торф, чернозем, фосфориты, ил).

Грунты минерального происхождения по своему составу, прочности и трудности разработки подразделяются на скальные, сцементированные конгломераты и нескальные.

Скальные грунты по строению разделяются на однородные и слоистые. Однородные скалистые грунты отличаются значительной плотностью (объем пор — не больше 1%) и малой влагоемкостью (0,1—1%). Прочность слоистых скальных грунтов зависит от состава и толщины слоя. Влагоемкость — от 1,5 до 40%.

Конгломераты — это обломочные породы, сцементированные минеральным цементом.

К нескальным грунтам относятся: глина, лесс, мергели, пески, гравий, супески и суглинки. Глины в чистом виде встречаются редко, чаще они содержат примеси песка и других горных пород. При содержании глины в размере 10—30% грунт носит название суглинка, а при содержании глины менее 10% называется супесями. Лесс содержит 5—10% глины, до 60% кварцевой пыли, 10—20% извести и некоторую часть окиси железа. Лессы легко размываются во-

Таблица 4.1

Классификация грунтов

Наименование и характеристика грунтов	Средняя объемная масса в плот- ном состоя- нии, кг/м ³	Время бу- рения 1 м шпура, мин	Группа грунта
Песок: естественной влажности с примесью гравия, галь- ки или щебня в количестве до 20% объема то же, до 40% по объему сухой барханный и дюнный	1600 1700 1600	— — —	I II III
Глина: жирная мягкая, а также насыпная, слежавшаяся, с примесью гравия, гальки, щебня и строительно- го мусора тяжелая и мягкая ломовая, с теми же примесями, а также с примесью булыг до 10% от объема твердая карбонная кембрийская	1800 1950 2000	— — 3,1	II III IV
Грунт растительного слоя: без корней с корнями с примесью строительного мусора, щебня и гравия	1200 1200 1400	— — —	I II II
Супесок без примесей и с примесью гравия, гальки или щебня	1600—1900 1850	— —	I III
Строительный мусор	1600	—	I
Суглинок: легкий и лессовидный то же, слежавшийся с примесью гравия и гальки или щебня в количестве до 10% объема тяжелый, с примесью булыг	1750—1900 1950 1200—1300	— — —	II III II
Чернозем и каштановый грунт	1200—1300	—	II
Гравий (галька): мелкий размером до 20 мм средний размером до 40 мм крупный размером до 150 мм мелкий и средний, с примесью булыг массой до 10 кг	1700 1750 1950 1900	— — — —	I II III III
Лёсс: естественной влажности, рыхлый то же, с примесью гравия и гальки сухой плотный отвердевший	1600 1800 1750 1800 1800 2200	— — — — 3,1 3,1	I II II III IV IV
Гипс	2200	3,1	IV
Известняк: мягкий мергелистый слабый крепкий плотный крепкий доломитизированный плотный окварцованный	1200 2300 2700 2800 2900 1800	4,2 5,7 7,7 10,4 14,0 3,1	V VI VII VIII IX IV
Древса	600	—	I
Торф	1100	4,2	V
Туф	1100	4,2	V
Песчаник: выветрившийся слабый глинистый очень плотный	2200 2500 2200 2700	4,2 5,7 5,7 10,4	V VI VI VIII
Шлак: котельный рыхлый слежавшийся металлургический металлургический неветрившийся	756 1000 1500	— — 3,1	I II IV
Граниты, гнейсы, фюриты и др.: сильно выветрившиеся нетронутые выветриванием	2200—2600 2800—3300	7,7 25,5	V—VII VIII—XI

дой. Мергелями называют глины с содержанием 40—60% извести. Они обладают значительной твердостью.

Трудоемкость выполнения разработки грунтов зависит от их свойств, объемной массы (массы единицы объема в естественном состоянии) и от степени сцепления частиц грунта между собой.

По трудности разработки грунты делятся на 11 групп. Классификация грунтов приведена в табл. 4.1. Первые пять групп составляют грунты, поддающиеся разработке вручную лопатами, отбойными молотками, ломом и частично взрывом. Грунты остальных групп могут разрабатываться только взрывным способом или специальными средствами механизации. Для земляных работ, выполняемых скрытым способом, принята специальная классификация грунтов (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Классификация грунтов для работ, выполняемых скрытым способом

Характеристика грунта	Группа грунта	Характеристика грунта	Группа грунта
Глина жирная мягкая	I	Лёсс всех видов	I
Грунт насыпной слежавшийся:		Песок всех видов	III
без примесей	I	Солончак и солонец	I
с примесью щебня, гравия и	II	Суглинок:	
строительного мусора		легкий, лессовидный и тяже-	
Грунт растительный:		лый без примесей	I
с корнями и без них	I	то же, с примесью щебня и	
с примесью щебня, гравия и	II	гравия	II
строительного мусора		Супесок всех видов	II
		Торф всех видов с примесями	I

4.3. РАЗБИВКА ТРАСС

Разбивка трасс в натуре должна точно соответствовать утвержденным и согласованным рабочим чертежам.

Разбивка трассы состоит из двух рабочих операций:

переноса с рабочего чертежа в натуру и закрепления поворотных и основных промежуточных центров оси трассы;

определения прямолинейности и переноса в натуру продольной оси трассы между поворотными и промежуточными центрами.

Перенос трассы с рабочих чертежей в натуру производится от постоянных ориентиров (домов, опор и т. п.). В незастроенных местах перенос трассы осуществляется от полигонометрических знаков. В последнем случае разбивка выполняется при помощи геодезических инструментов. Разбивка трассы на прямолинейных участках между поворотными и промежуточными центрами выполняется с помощью вех, мерной цепи или рулетки и шнура. При разбивке трассы особое внимание должно быть обращено на места пересечения и сближения с другими подземными сооружениями и прочими препятствиями, которые отмечены на рабочих чертежах. Места предполагаемого нахождения подземных сооружений на трассе отмечают отличительными знаками и предупреждают рабочих о необходимости соблюдения осторожности при работе.

При недостаточной точности материала, фиксирующего местонахождение существующих подземных сооружений, производят шурфование в трех — пяти местах на каждые 100 м в виде узких поперечных траншей на продольной оси трассы. Шурфы отрываются на всю глубину и ширину разрабатываемой траншеи. Для уточнения местоположения кабелей рекомендуется пользоваться кабелеискателями.

4.4. ОГРАЖДЕНИЕ УЧАСТКОВ РАБОТ

Участки производства земляных работ в городских условиях с целью предотвращения несчастных случаев должны ограждаться инвентарными щитами (рис. 4.1) или сплошными заборами либо рогатками на двух переносных стой-

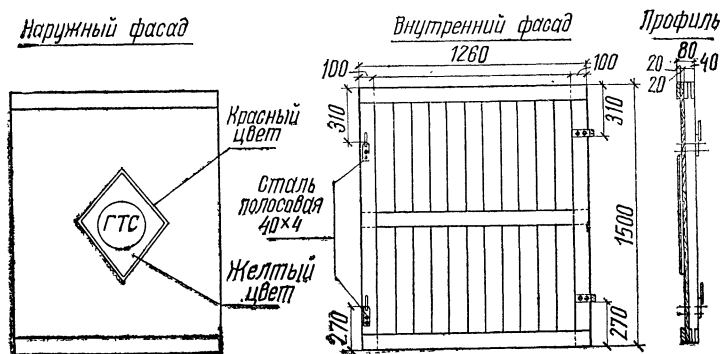


Рис. 4.1. Инвентарные щиты ограждения

ках (рис. 4.2). Инвентарными щитами или сплошным забором места, где ведутся земляные работы, ограждаются в случаях технологической необходимости или по требованию органов местного Совета народных депутатов. В ос-

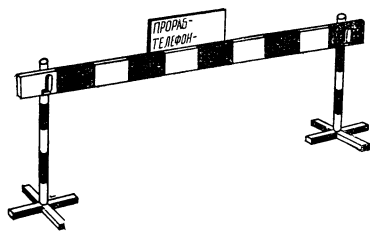


Рис. 4.2. Ограждение рогатками на двух стойках

тальных случаях для ограждения используются рогатки; при рытье траншей с двух концевых сторон (рис. 4.3); при рытье котлованов с трех или четырех сторон (рис. 4.4). На ограждении должен быть прикреплен щиток с наименованием строительной организации и номером телефона производителя работ.

Перед местами производства работ, требующими осторожного движения транспорта, должны быть установлены: днем знаки в соответствии с правилами уличного движения, а с наступлением темноты и при тумане красный световой сигнал. Световые сигналы устанавливают на концах траншей и у котлованов.

Места ведения работ под трамвайными путями должны быть ограждены как специальными ограждениями, так и сигналами. Сигналы устанавливают на расстоянии не менее 0,6 м от наружной стороны рельса за 30 м до места пересечения траншеи при необходимости снижения скорости и за 90 м в случае необходимости остановки трамвая.

Встречающиеся в непосредственной близости от трассы деревья и люки колодцев подземных сооружений до начала работ необходимо защитить ограждением от засыпки земель. К люкам пожарного водопровода и водостока должен быть обеспечен свободный подход. На период работы водосточные трубы должны быть временно нарощены через траншею или котлован, с тем чтобы

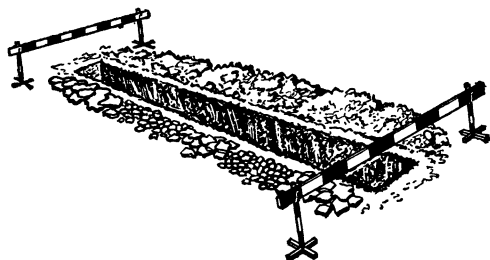


Рис. 4.3. Ограждение траншей

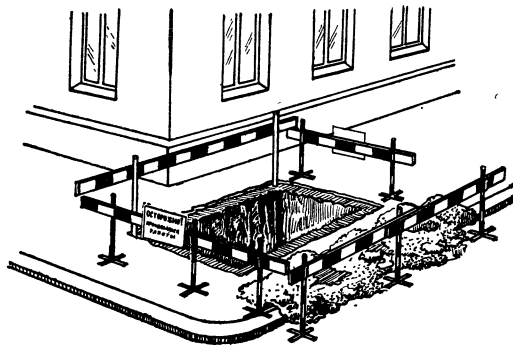


Рис. 4.4. Ограждение котлованов

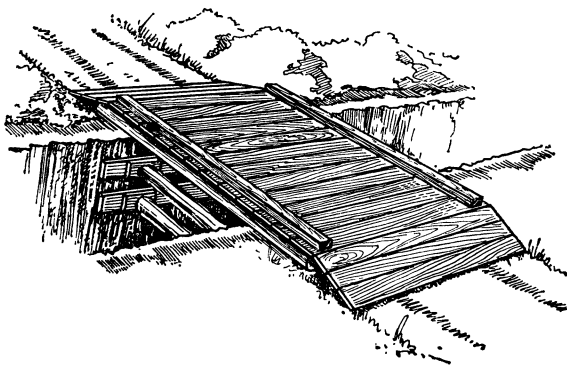


Рис. 4.5. Транспортный мост

устранить возможность попадания дождевой воды с крыш в траншею или котлован.

При разрытии шурфов перед каждым из них по направлению движения транспорта необходимо устанавливать рогатки, дорожные знаки и световые сигналы.

С целью обеспечения нормального прохода транспорта и пешеходов как при поперечном, так и продольном разрытии улиц, дорог и проездов над траншеями должны быть установлены транспортные (рис. 4.5) и пешеходные (рис. 4.6) мосты. Мосты должны быть рассчитаны на проезд безрельсового транспорта через улицу с нагрузкой на ось 10 т, а при въезде во дворы — 7 т.

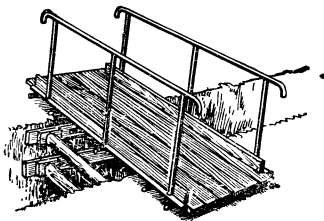


Рис. 4.6. Пешеходный мостик

Длина мостов и мостиков должна быть такой, чтобы обеспечивать их опору на грунт за пределами естественного откоса. Траншеи под транспортными мостами и пешеходными мостиками должны быть укреплены распорами.

4.5. ОТКРЫТАЯ РАЗРАБОТКА ГРУНТОВ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ И ТРУБ МЕХАНИЗИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА ГРУНТОВ

Земляные работы, как правило, должны выполняться механизированным способом. Вскрытие покровов и рыхление твердых пород грунта осуществляется отбойными молотками типа ОМПС-5 и МО-6к или пневматическими ломками типа ЛП-2-0 или ЛП-2. Отбойные молотки и пневматические ломы работают от передвижных компрессорных станций. С помощью пневматических инструментов разрушаются также всевозможные препятствия (старые фундаменты и др.), попадающие в полосу траншеи.

Основным землеройным механизмом является экскаватор. Для механизации земляных работ при строительстве сооружений связи наибольшее распространение получили одноковшовые экскаваторы типа Э-153 с ковшами емкостью 0,15 м³, а также траншейные экскаваторы типа ЭТЦ-161. Взамен экскаваторов Э-153 в настоящее время выпускаются экскаваторы ЭО-2621А с ковшом 0,25 м³.

При работе в городских условиях использование механизмов требует особого тщательной подготовки трасс.

Разработка грунта в непосредственной близости от действующих подземных сооружений и на пересечениях с ними должна производиться только ручным способом. Одноковшовые экскаваторы могут использоваться для погрузки грунта в автомашины и отрывки котлованов.

При механизированном способе производства земляных работ рекомендуется сначала выкапывать траншеи, а затем котлованы. При ручном способе работ траншеи и котлованы можно отрывать в любой последовательности.

При использовании траншейных экскаваторов на загородных участках трасса траншеи предварительно планируется и очищается от пней, валунов, кустарника и др. Экскаваторами, как правило, разрабатываются грунты I—III групп. Грунты IV группы и мерзлые требуют предварительного рыхления. При наличии мешающих подземных сооружений допускается частичная разработка механизированным способом верхних слоев грунта.

В специфических условиях строительства сооружений связи механизация земляных работ связана с рядом серьезных ограничений, которые еще и в современных условиях вынуждают выполнять вручную значительные объемы этих работ.

РУЧНАЯ РАЗРАБОТКА ГРУНТОВ

Способы ручной разработки грунтов I—V групп приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Способы ручной разработки грунтов

Группа грунта	Наименование грунта	Способ разработки	Коэффициент рыхления (от первоначального объема)
I	Пески Супеси	Подборочными и штыковыми лопатами	1,1—1,2 1,1—1,2
II	Растительный грунт		1,1—1,2
	Чернозем		1,2—1,3
	Легкий лессовидный суглинок.	Штыковыми лопатами с незначительным киркованием	1,2—1,25
	Влажный рыхлый лёсс, мягкий солончак и солонец		1,2—1,25
	Гравий мелкий и средний размером до 15 мм		1,1—1,3
III	Плотный растительный грунт с корнями травы		1,1—1,25
	Песок с галькой		1,2—1,3
	Супесок с примесью гальки, щебня и строительного мусора		1,2—1,3
	Жирная глина	Штыковыми лопатами со сплошным киркованием и частичным применением ломов	1,3—1,4
	Тяжелые суглинки		1,3—1,4
IV	Гравий крупный		1,3—1,4
	Суглинок, смешанный со щебнем или галькой и строительным мусором		1,4—1,45
V	Тяжелая ломовая глина, жирная глина и тяжелые суглинки	Штыковыми лопатами со сплошным применением ломов и отбойных молотков	1,4—1,6
	Крупная галька		
	Скальные грунты мягкие	Ломами или кирками, отбойными молотками и с частичным применением взрывных работ	1,8—2,4

При засыпке траншей и котлованов вынутым грунтом необходимо стремиться, чтобы наиболее рыхлая часть грунта отсыпалась в нижние слои. В городских условиях засыпка траншей и котлованов должна производиться слоями толщиной не более 20 см с уплотнением каждого слоя. Уплотнение должно быть таким, чтобы исключалась возможность просадки в дальнейшем.

В зимних условиях, а также в условиях скальных и каменных грунтов первые 10—20 см от труб или кабеля должны засыпаться талым размельченным грунтом или песком. Засыпка песком производится также при специальном указании об этом в проекте.

Засыпка осуществляется траншеезасыпщиками, бульдозерами или вручную. При прокладке кабеля с помощью кабелеукладчика при необходимости про-

изводится предварительная планировка трассы бульдозером. За кабелеукладчиком следует прицепной траншеезасыпщик, который собирает разрыхленный грунт в валик над траншеей.

Траншеи, вырытые на уклонах, для предотвращения от размыва после засыпки покрывают дерном. Пологие откосы укрепляются сплошной одерновкой, а верхние отроги — плетневыми стенками. Поврежденные при разрытии сооружения: водоспуски, усовершенствованные покрытия, ограждения и др. — должны быть восстановлены. Оставшийся после засыпки траншей и котлованов грунт вывозится в специально отведенные места.

4.6. СКРЫТАЯ (БЕСТРАНШЕЙНАЯ) РАЗРАБОТКА ГРУНТОВ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ И ТРУБ

Земляные работы, связанные с прокладкой кабелей и труб на пересечениях улиц с усовершенствованным покровом, железнодорожных путей, шоссе и т. п., выполняются обычно способом скрытой (бестраншейной) проходки без вскрытия наружного покрова. Скрытая проходка осуществляется либо проколом с уплотнением грунта без его экскавации, либо бурением, вдавливанием футляра с выемкой грунта из скважины. На концах будущей скважины с обеих сторон улицы, шоссе, железнодорожного полотна открываются котлованы. В котловане, расположенном на более загруженной подземными сооружениями стороне улицы, размещаются механизмы для прокола, бурения или продавливания футляра. Размеры котлованов зависят от способа производства работ и типа механизмов, применяемых для осуществления скрытой проходки. Котлованы и траншеи должны быть тщательно и надежно укреплены инвентарными щитами с использованием жестких распорных рам, изготовленных по габаритам котлована.

Закладка труб в скважины при проколе и бурении осуществляется путем затяжки их вслед за расширителем. При продавливании футляра достаточных размеров производится обычная пакетная укладка труб.

Наибольшее распространение для выполнения скрытых проходок получила установка типа БГ-3. Она применяется для прокола скважины с протягиванием на обратном ходе расширителя, вслед за которым могут быть затянуты три трубы. При необходимости закладки большего количества труб прокладываются дополнительные скважины.

Размеры рабочего котлована: длина 2200 мм, ширина 1600 мм, глубина — на 500 мм ниже оси прокладываемых каналов.

На приемном конце перехода конец плети штанг может иметь отклонение от оси прокладки, поэтому размеры приемного котлована корректируются по месту. Первоначально перпендикулярно оси прокладывания отрывается траншея длиной 1,5—2 м и шириной 600 мм для отыскания места выхода наконечника штанги. При выходе наконечника штанги дополнительно отрывается котлован длиной 2500 мм и шириной 1000 мм. Этот котлован используется для затягивания труб в скважину. Погрузка, разгрузка и установка опорных плит пресса производятся краном.

Первоначальный (пионерный) прокол грунта прессом БГ-3 производится штангой диаметром 70 мм. Затем диаметр скважины увеличивается с помощью расширителей, втягиваемых в скважины при обратном ходе штанги. К хвостовой части расширителя крепятся от одной до трех асбестоцементных или пластмассовых труб и с помощью каната затягиваются в расширенную скважину.

В настоящее время для бестраншейной проходки используется также пневмобойники типа ИП-4601 и ИП-4603, пробивающие скважины соответственно диаметром 250 и 300 мм. В последние годы находят применение и реверсивные пневмобойники ИП-4605 для скважин диаметром 180 мм.

При общем количестве каналов более шести на переходах применяются футляры (стальные трубы), которые затем заполняются асбестоцементными или пластмассовыми трубами.

Футляр прокладывается путем вдавливания в грунт с помощью мощных (до 300 т) домкратов с последующей эвакуацией грунта из трубы. В качестве футляров применяются стальные электросварные прямошовные трубы. После вдавливания в грунт очередного звена с помощью сварки производится наращивание следующего звена. Разработка грунта в футляре и эвакуация его проводятся с головного участка забоя. Предельная длина проходки — 75 м.

Размеры котлованов на концах проходок при продавливании футляров в зависимости от диаметров последних приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Размеры котлованов для продавливания футляров

Измеряемый параметр	Размеры котлованов, м, при диаметре футляров, мм		
	520—720	820—920	1020—1420
Длина	10,0	9,0	9
Ширина	2,6—2,8	2,9—3,0	4,0—5,0

Глубина котлованов в зависимости от местных условий в каждом случае определяется проектом.

Ограниченное применение находят установки для горизонтального бурения типа УГБ-3 и ДМ, особенностью которых является то, что внутри постепенно наращиваемых, вдавливаемых в грунт обсадных труб вращается также постепенно наращиваемый шнек, снабженный буровой головкой. Грунт выбрасывается шнеком в котлован, откуда он перекидывается на бровку и увозится.

4.7. КРЕПЛЕНИЕ ТРАНШЕЙ И КОТЛОВАНОВ

Траншеи и котлованы в грунтах естественной влажности и при отсутствии грунтовых вод могут отрываться с вертикальными стенками без крепления до глубины, не более: в насыпных, песчаных и гравийных грунтах 1 м; в супесчаных и суглинистых грунтах 1,25 м; в глинистых грунтах 1,5 м; в особо плотных грунтах, требующих для разработки применения ломов, кирок и клиньев, 2 м. Работы по прокладке подземных сооружений следует осуществлять немедленно вслед за отрытием траншей и котлованов.

При превышении указанных глубин рытье траншей и котлованов допускается только при условии крепления вертикальных стен или при устройстве откосов допустимой крутизны. Наибольшая допустимая крутизна откосов траншей, котлованов и ям зависит от породы разрабатываемого грунта, его влажности и характера нагрузок, действующих на бровки разработок.

Угол откоса α измеряется в градусах, а крутизна откосов определяется как отношение глубины разработки H к проекции откоса A на горизонтальную плоскость (рис. 4.7). Допустимые углы α и крутизна откосов траншей и котлованов приведены в табл. 4.5. Рытье траншей и котлованов в мерзлых грунтах всех пород, за исключением сухого песчаного, можно вести с вертикальными стенками без креплений на всю глубину их промерзания. При углублении ниже

Таблица 4.5

Максимальная крутизна откосов траншей и котлованов

Грунт	Крутизна откосов при глубине выемок, м					
	до 1,5		от 1,5 до 3		от 3 до 5	
	α , градусы	$tg \alpha = H:A$	α , градусы	$tg \alpha = H:A$	α , градусы	$tg \alpha = H:A$
Насыпной естественной влажности	76	1:0,25	45	1:1,00	38	1:1,25
Песчаный и гравийный влажный, но не насыщенный	63	1:0,50	45	1:1,00	45	1:1,00
Глинистый естественной влажности:						
супесь	76	1:0,25	56	1:0,67	50	1:0,85
суглинок	90	1:0,00	63	1:0,50	53	1:0,75
глина	90	1:0,00	76	1:0,25	63	1:0,50
Лёссовидный сухой	90	1:0,00	63	1:0,50	63	1:0,50

Примечание. При глубине выемки свыше 5 м крутизна откоса определяется расчетным путем.

уровня промерзания должно обеспечиваться крепление по условиям и нормам, указанным ниже.

Траншеи и котлованы в сухих песчаных грунтах независимо от степени промерзания следует разрабатывать с обеспечением откосов установленной крутизны или же с устройством креплений вертикальных стен. Рытье траншей и

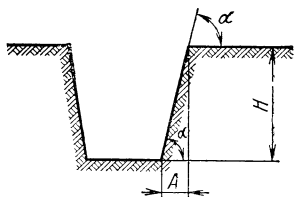


Рис. 4.7. Крутизна откосов

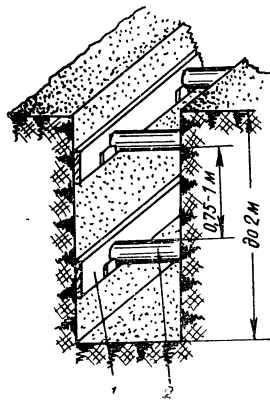


Рис. 4.8. Горизонтально-рамное крепление траншей:
1 — горизонтальные доски;
2 — распорки

котлованов в отогретых (размороженных) грунтах следует производить также с обеспечением необходимой крутизны откосов или устройством креплений в тех случаях (местах), когда глубина отогретого участка превышает указанные выше размеры.

На пересечениях с железнодорожными или трамвайными путями стены открытых траншей и котлованов должны обязательно крепиться. В случаях, предусмотренных проектом, пути крепятся рельсовыми пакетами.

Вертикальные или с малым уклоном стены крепятся в необходимых случаях с применением следующих конструкций:

а) горизонтально-рамного крепления для сухих грунтов, способных сохранить отвесные стенки при глубине до 2 м (рис. 4.8);

б) горизонтально-сплошного крепления для сухих оползающих грунтов (например, сыпучих песков), а также плотных грунтов, если траншея или котлован остаются открытыми на протяжении длительного времени (рис. 4.9);

в) горизонтального крепления с прозорами для сухих связных грунтов при отсутствии грунтовых вод (допускается при глубине траншей не более 3 м) (рис. 4.10);

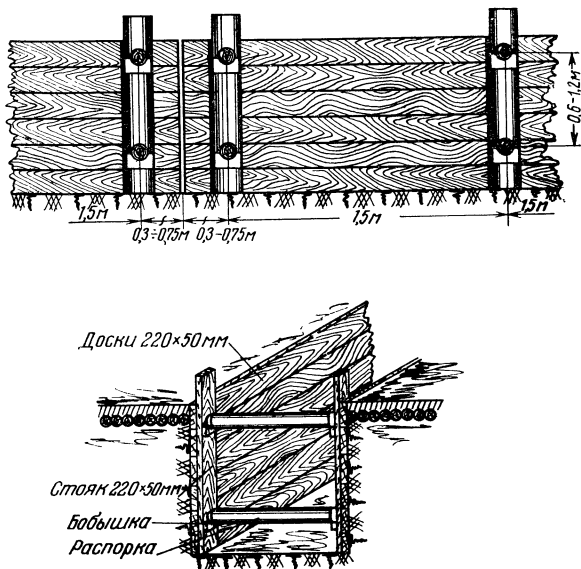


Рис. 4.9. Горизонтально-сплошное крепление траншей

г) смешанного крепления (горизонтально-сплошное и шпунт) для водонесных грунтов и нижней части траншеи, котлована или ямы; этот тип крепления позволяет крепить стенки в верхней части более простым и дешевым способом, а нижнюю часть делать более усиленной путем устройства забойного крепления (рис. 4.11);

д) вертикально-рамного крепления для условий, аналогичных п. в) при механической разработке траншей (рис. 4.12);

е) вертикально-сплошного крепления для сыпучих грунтов при глубоких траншеях, когда горизонтальное крепление недостаточно безопасно, и для грунтов с прослойками плывуна (рис. 4.13).

Котлованы и траншеи глубиной до 3 м, как правило, крепятся инвентарными щитами. При глубине более 3 м стены котлованов и траншей крепятся индивидуальными конструкциями, чертежи которых утверждаются техническим руководителем (главным инженером) строительной организации. Один из способов крепления котлованов показан на рис. 4.14.

Крепления котлованов и траншей глубиной до 3 м, устраиваемые на месте, должны отвечать следующим требованиям:

при рытье в грунтах естественной влажности (кроме песчаных) должны применяться доски толщиной не менее 40 мм, а в грунтах повышенной влажности — не менее 50 мм; доски следует укладывать за вертикальные стойки вплотную к грунту, с укреплением бревенчатыми распорками или анкерными стяжками;

стойки креплений должны устанавливаться не реже чем через 1,5 м; расстояние между распорками по вертикали не должно превышать 1 м; распорки закрепляются бобышками;

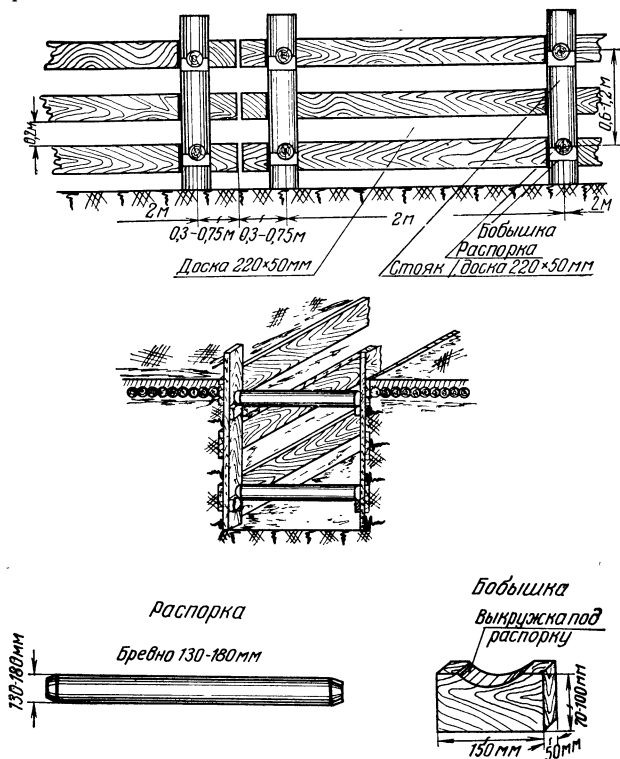


Рис. 4.10. Крепление траншей с прозорами

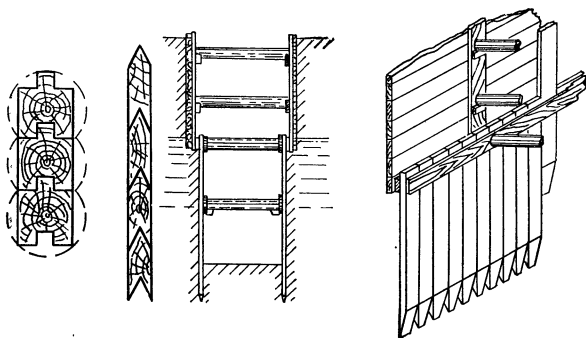


Рис. 4.11. Смешанное крепление траншей

над бровками верхние доски должны выступать не менее чем на 15 см; узлы креплений, на которые опираются полки для переброски грунта, необходимо делать усиленными; полки следует ограждать бортовыми досками высотой не менее 15 см;

в особо слабых грунтах и плывунах должны устраиваться сплошные стенки из досчатых или бревенчатых шпунтовых свай, забиваемых в грунт, при этом должны быть обеспечены интенсивный водоотлив, искусственное водопонижение и др.

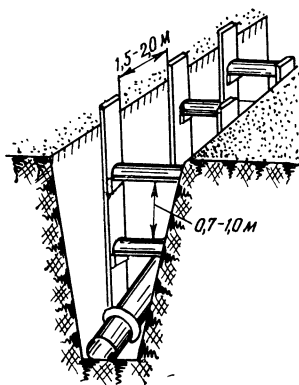


Рис. 4.12. Вертикально-рамное крепление траншей

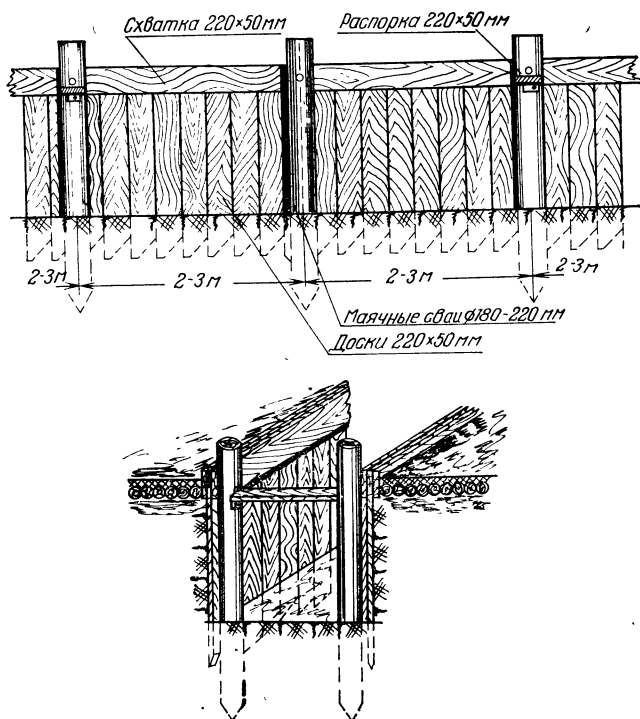


Рис. 4.13. Вертикально-сплошное крепление траншей

Крепления котлованов и траншей по мере обратной засыпки должны удаляться, за исключением случаев, когда удаление крепления технически невозможно либо может вызвать осадку или повреждение расположенных вблизи сооружений.

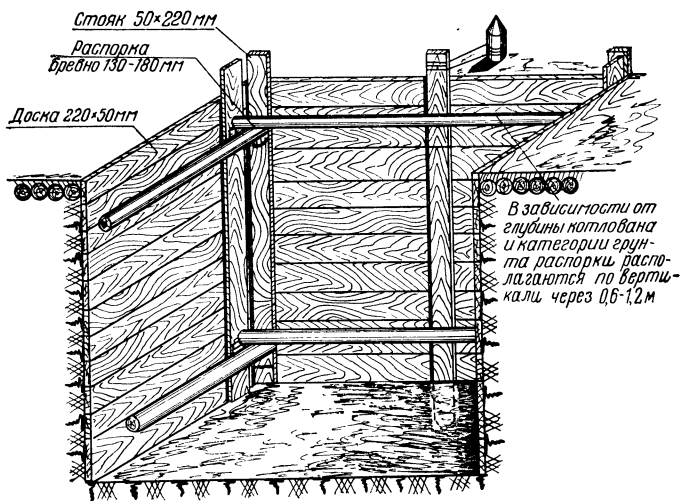


Рис. 4.14. Крепление котлованов

4.8. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ В МЕРЗЛЫХ И ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Разработка мерзлого грунта требует рыхления или оттаивания. Ручное рыхление ломом, киркой, клином и т. п. допустимо лишь на небольших участках при неглубоком промерзании. При более значительных объемах работ и ручной выемке грунта последний рыхлится с помощью пневматических или электрических отбойных молотков и передвижных компрессорных или электрических станций. В остальных случаях работы, как правило, следует вести с применением отогрева или специальных механизмов.

В последнее время для разработки мерзлых грунтов применяются однобаравные машины на базе траншейных экскаваторов ЭТЦ-161 с баром комбайна «Урал-33», резцами И-80 со вставками ВК-8. Цепью бара в мерзлом грунте прорезается щель шириной 150 мм и глубиной до 1,2 м.

Оттаивание грунта осуществляется с помощью нагретых сыпучих тел, горячей воды, пара, электрического тока, а также сжиганием газа или жидкого топлива.

При оттаивании грунта горячей водой последняя подается насосом в несколько игл. Проходя по иглам, вода обогревает и оттаивает грунт. Из игл вода возвращается обратно в котел для повторного подогрева. Аналогично производится оттаивание грунта паром, который от передвижной установки проходит через систему игл и выходит в виде конденсата. Паровые иглы вводятся в мерзлый грунт в заранее подготовленные скважины.

Электропрогрев грунта осуществляется несколькими способами:

электродами с использованием земли как токопроводящей среды (метод НИЛЭС);

сопротивлениями (сталь, никром), которые укладываются на грунт и нагреваются током (метод Ленэнерго);

инфракрасным излучением тепла рефлекторных печей (метод Мосэнерго).

Описанные способы обогрева грунта требуют наличия специальных установок (котельных или электростанций).

Наиболее простым способом обогрева грунта является использование горячих сыпучих материалов — шлака или песка, специально прогретого до температуры около 200°C . За время транспортировки сыпучие материалы теряют часть тепла, но оставшегося тепла достаточно, чтобы в несколько приемов согреть грунт на необходимую глубину. Привезенный теплоноситель насыпается вдоль траншеи слоем толщиной до 20 см. К рытью траншеи на возможную глубину приступают через 6—8 ч с момента насыпки теплоносителя.

Распространенным способом обогрева мерзлого грунта является сжигание топлива: твердого (дрова, древесные отходы) или жидкого (тракторный керосин и отходы дизель-топлива или мазута) непосредственно на трассе. После снятия асфальта и слоя подготовки трасса на всем протяжении накрывается металлическими коробками. Ширина траншей должна соответствовать ширине коробов. Длина одного короба 1,2 м. Секция состоит из 12 коробов, концевой короб имеет вытяжную трубу высотой 2 м и диаметром 150 мм.

При использовании для обогрева грунта твердого топлива оно до установки коробов равномерно раскладывается по всей траншее. После розжига дров и установки коробов последние сверху присыпаются песком или грунтом.

Для обогрева грунта жидким топливом применяются различные горелки, которые работают как большие паяльные лампы. Горючее, поступающее в камеру подогрева горелки, переходит в парообразное состояние и под давлением выбрасывается через форсунку в камеру сгорания, где происходит его сжигание. При этом создается температура $600\text{--}800^{\circ}\text{C}$. За счет тяги тепло распространяется вдоль всей секции коробов.

Во время обогрева грунта на трассах, загруженных подземными сооружениями, необходимо следить за тем, чтобы между источником тепла и находящимися в земле кабелями (любого назначения) находился защитный слой грунта толщиной не менее 10 см.

В ряде случаев разработка траншей и котлованов в мерзлых грунтах производится с выполнением буровзрывных работ, описанных в разд. 4.8.

Более сложными являются работы в вечномерзлых грунтах. Вечной мерзлотой называется состояние грунта в природных условиях, при котором толщи грунтов постоянно имеют отрицательную температуру и не подвергаются сезонному оттаиванию. В районах вечной мерзлоты образуются пучения и просадки грунта, а также морозобойные трещины, оползни и наледи. Наибольшую опасность для кабелей представляют пучение и морозобойные трещины. Для разработки вечномерзлых грунтов обычные методы и широко распространенные механизмы часто оказываются непригодными.

Мерзлотно-грунтовые условия прокладки кабелей разделяются на неопасные, опасные и особо опасные.

Неопасными считаются условия при отсутствии или незначительном действии неравномерного пучения, морозобойные трещины в этом случае либо отсутствуют, либо глубина их не превышает 1,2 м для грунтов I—III категорий и 0,6 м для грунтов IV—XI категорий, а ширина на поверхности земли — не более 5 см. Другие мерзлотные явления отсутствуют.

Опасными считаются условия на участках с пучинистым грунтом, когда имеются морозобойные трещины глубиной до 2 м и шириной на поверхности земли от 5 до 10 см.

Особо опасным относятся условия на участках с наличием морозобойных трещин глубиной более 2 м и шириной более 10 см и неравномерным пучением грунта, а также на участках с наличием бугров пучения, действующих оползней; места пересечения железных и автомобильных дорог, где земляное полотно подвержено осадкам.

Для прокладки бронированного кабеля в условиях мерзлых и вечномерзлых грунтов наиболее эффективными механизмами являются роторные экскава-

торы, например, типа ЭТР-132, работающие в комплекте со специальным кабелеукладчиком и траншеезасыпщиком. Для рытья траншей в мерзлых грунтах на глубину до 0,8—0,9 м может быть использована дисковая фрезерная машина типа ДФМ-50, принцип действия которой основан на прорезании щелей в грунте дисковой пилой.

4.9. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ В СКАЛЬНЫХ ГРУНТАХ

В зависимости от категории грунта с учетом протяженности трассы и объемов работ могут быть применены следующие методы рыхления скальных пород и разработки траншей:

- многократная пропорка специальным ножом кабелеукладчика;
- рыхление отбойными молотками;
- рыхление взрывом.

Метод многократной пропорки возможен только в грунтах, поддающихся расклиниванию, т. е. имеющих в своем составе несплошную скалу. Пропорка выполняется обычным кабелеукладчиком, но со специальным литым ножом, без кассеты.

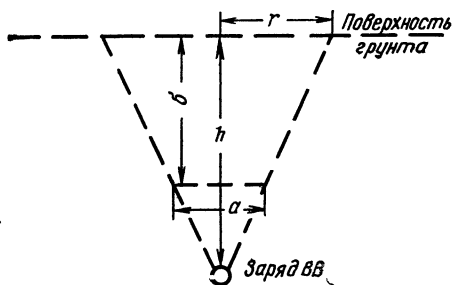


Рис. 4.15. К определению эффективности действия взрыва

При наличии больших объемов скальных пород наиболее целесообразно производить разработку траншей взрывным способом. Взрывные работы должны выполняться с соблюдением единых правил безопасности при ведении взрывных работ. Руководить и вести взрывные работы разрешается только лицам, имеющим специальные права.

Наиболее целесообразным для кабельных работ является способ рыхления, называемый методом шпуровых зарядов. Он состоит в том, что в скальных породах выбуриваются отверстия (шпуры), в которые закладываются заряды взрывчатого вещества (ВВ) и с помощью электрических запалов взрываются в определенном порядке, чем и достигается рыхление породы. При этом методе опасная зона распространяется примерно в радиусе до 100 м. Если в зоне 100 м имеются посторонние сооружения, то с целью их защиты от возможных повреждений осколками грунта при взрыве траншея должна быть накрыта специальными деревянными или металлическими щитами шириной 1,8—2,0 м.

Расстояние между шпуровыми скважинами, глубина их и величина зарядов ВВ определяются расчетом в зависимости от необходимого профиля и глубины разрабатываемой траншеи. Эффективность действия взрыва H прямо пропорциональна r радиусу воронки (рис. 4.15), образуемой взрывом, и обрат-

но пропорциональна расстоянию h от центра заряда до поверхности земли:

$$H = r/h. \quad (4.1)$$

Объем взорванной породы на 1 м траншеи (в м^3) подсчитывается по формуле

$$W_{\text{вз}} = rh. \quad (4.2)$$

Глубина заложения зарядов (шпуров) для образования траншей в скальных породах, залегающих под поверхностным слоем грунта I—III категории толщиной 10—60 см, принята равной 1,2 м, а расстояние между зарядами — равным радиусу взрыва, т. е. 0,9 м. В этом случае объем взорванной породы на 1 м траншеи (в м^3) определяется как объем конуса, имеющего основание с радиусом $r=0,9$ м и высоту $h=1,2$ м.

Объем выемки грунта экскаватором (в м^3) подсчитывается по формуле

$$W_{\text{в}} = \frac{(2r + a) l}{2} \sigma, \quad (4.3)$$

где a — ширина траншеи по дну, соответствующая ширине ковша (экскаватора), принимается равной 0,85 м; σ — глубина траншеи — равной 0,7 м.

Подставив значения, получим, что в данном случае объем выемки разрыхленного грунта равен 0,93 м^3 . При выходе скальных пород на поверхность глубина прокладки кабеля принята 0,5 м. В этом случае объем взорванной породы составит 0,75 м^3 , а объем выемки грунта — 0,6 м^3 на 1 м траншеи.

Для бурения шпуров используются электросверла, питаемые от передвижных электростанций, или пневматические перфораторы, работающие от компрессорных установок. После бурения любым способом шпуры продуваются сжатым воздухом для очистки их от остатков породы.

Разработка «на рыхление» производится обычно путем одновременного взрыва до 300 зарядов. В табл. 4.6 приведены данные, характеризующие по-

Т а б л и ц а 4.6

Расход взрывчатых веществ и расстояние между шпурами

Порода	Расположение шпуров	Глубина шпура, м	Расстояние между шпурами, м	Масса заряда, кг	Расстояние между рядами, м	Ширина траншеи, м	
						по верху	по низу
Древесная	Вертикальное однорядное	0,7	0,7	0,6	—	0,9—1,2	1,0
Скальная	Вертикальное двухрядное	0,7	0,5	0,8	0,3	0,3—0,5	0,3—0,4

требное количество взрывчатых веществ и расстояние между шпурами в зависимости от вида разрабатываемого грунта.

Организация работ на участках со скальными грунтами должна предусматривать предварительную разведку трассы с определением способов разработки траншей. Для работ на таких участках создаются специальные механизированные колонны, в состав которых включают передвижной компрессор с пневмоперфораторами.

4.10. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ В ГРУНТАХ, НАСЫЩЕННЫХ ВОДОЙ

Рытье траншей и котлованов в грунтах, насыщенных водой, производится с забивкой шпунтового ограждения и применением усиленного водоотлива с помощью механических насосов типа ВНМ-18, С-204 и т. п. В ряде случаев при интенсивном притоке грунтовых вод организациями, ведущими крупнообъемные земляные работы, используются системы водопонижения с установкой иглофильтров. Однако в специфических условиях строительства сооружений связи такие системы водопонижения практического применения не находят.

Для прокладки бронированных кабелей в полевых условиях на участках грунтов с повышенной влажностью (болота, плавунуны) применяются специальные кабелеукладчики на полозьях-волокушах.

По специальным проектным решениям при прокладке кабельной канализации в зоне грунтовых вод устраивается попутный трубчатый или щебеночный дренаж, понижающий уровень грунтовых вод по трассе и отводящий воду из колодцев кабельной канализации. Для дренажа применяются асбестоцементные или пластмассовые трубы диаметром от 75 до 150 мм. В трубах просверливаются отверстия для приема воды. Выпуск дренажей осуществляется в водостоки, овраги, водоемы, реки и т. п. При выпуске в водосток или канализацию у кабельных колодцев на трубах устанавливаются запирающие обратные клапаны. Уклон дренажа должен быть не менее 2%.

Для дренажных насыпок применяют гравий и щебень. Дренажные насыпки должны быть подобраны таким образом, чтобы частицы дренирующего грунта не вымывались протекающей водой.

Кабельная канализация

5.1. СОСТАВ И НАЗНАЧЕНИЕ

Кабельная канализация представляет собой совокупность трубопроводов, каналов, шахт, коллекторов и смотровых устройств, предназначенных для прокладки, монтажа и эксплуатационного обслуживания кабелей связи с обеспечением возможности развития сети в пределах, предусмотренных проектом, без вскрытия покровов и производства земляных работ.

Основную часть кабельной канализации составляют подземные трубопроводы, прокладываемые под пешеходной и проезжей частями улиц. Применяются также трубопроводы, прокладываемые в стенах и других элементах зданий в так называемых закладных устройствах скрытой проводки, частью которых являются также каналы, образуемые пустотами в стенах, полах, потолках, плинтусах, карнизах и т. п.

Шахты представляют собой головные сооружения кабельной канализации и устраиваются непосредственно под зданиями, где размещаются станционные оборудование и аппаратура связи. В шахтах, как и в коллекторах, кабели прокладываются открыто по поддерживающим конструкциям и в любой точке доступны обслуживающему персоналу.

Коллекторы устраиваются под землей на участках большого сосредоточения подземных коммуникаций одного или различного назначения и достигают значительной протяженности. Сечение коллектора должно обеспечивать свободное в полный рост передвижение обслуживающего персонала. Коллекторы, как и шахты, оборудуются постоянным освещением и принудительной вентиляцией. Разновидностью коллекторов-туннелей малого сечения являются так называемые сцепки, связывающие подземные коммуникации отдельных зданий внутри кварталов.

Смотровые устройства (колодцы) представляют собой подземные камеры с внутренним объемом от 0,2 до 6,5 м³ (применительно к типовым конструкциям), устраиваемые под пешеходной и проезжей частями улиц по трассе подземных кабельных трубопроводов на расстоянии до 150 м друг от друга. Смотровые устройства предназначены для протягивания через них кабелей связи в каналы трубопроводов, срачивания соседних строительных длин, производства необходимых измерений, испытаний, проверок кабелей в процессе монтажа, отыскания повреждений, ремонтов и эксплуатационного обслуживания. Разновидностью смотровых устройств кабельной канализации являются различного вида люки, коробки, шкафы в стенах, полах и других элементах зданий по трассе трубопроводов и каналов закладных устройств скрытой проводки.

А. ТРУБОПРОВОДЫ

В мировой практике находят применение деревянные, керамические, бетонные, асбестоцементные, полиэтиленовые, винипластовые (поливинилхлоридные), пековолокнистые (пропитанные жаростойким пеком, бумажные), резино-эбони-

товые, резино-битумные, бумажно-металлические и другие трубы и блоки кабельной канализации. В нашей стране на ранней стадии развития сетей связи применялись деревянные, затем керамические и бетонные трубы, но больше всего до последнего времени использовались асбестоцементные трубы. В перспективе следует рассчитывать на внедрение труб из ряда новых материалов и, в частности, полиэтиленовых, виниловых, пековолокнистых и др.

5.2. АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЕ ТРУБЫ

В нашей стране асбестоцементные трубы для устройства кабельной канализации стали использовать начиная с 30-х годов. Наибольшее применение находят безнапорные асбестоцементные трубы. Конструктивные данные этих труб с внутренним диаметром 100 мм и муфт к ним приведены на рис. 5.1, 5.2 и в табл. 5.1.

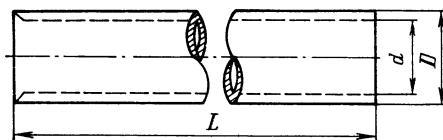


Рис. 5.1. Безнапорная асбестоцементная труба

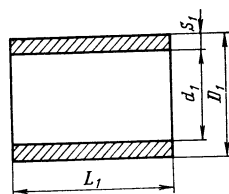


Рис. 5.2. Асбестоцементная муфта для безнапорных трубопроводов

В зарубежных странах из-за ограниченности сырьевых ресурсов асбестоцементные трубы используются сравнительно мало.

Таблица 5.1

Конструктивные данные асбестоцементных труб и муфт
для безнапорных трубопроводов
(ГОСТ 1839—72)

Условный проход, мм	Трубы (см. рис. 5.1)					Муфты (рис. 5.2)				
	внутренний диаметр d , мм	наружный диаметр D , мм	толщина стенки S , мм	длина L , мм	масса 1 м, кг	внутренний диаметр d_1 , мм	наружный диаметр D_1 , мм	толщина стенки S_1 , мм	длина L_1 , мм	масса 1 шт., кг
100	100	118	9	2950	6,1	140	160	10	150	1,4
150	141	161				188	212	12	150	2,0
200	189	211	11	3950	13,2	234	262	14	150	3,0
300	279	307				334	366	16	150	5,0
400	368	402	17	3950	40,5	441	477	18	180	9,0

Предел прочности труб на раздавливание должен быть не менее 29,4 МПа (300 кгс/см²). Раздавляющие нагрузки на 1 м труб должны составлять соответственно: 22,5 кН (2300 кгс) для условного прохода 100 мм; 19,6 кН (2000 кгс) для 150 мм; 15,7 кН (1600 кгс) для 200 мм; 20,6 кН (2100 кгс) для

Таблица 5.2
(см. рис. 5.3)

Конструктивные данные асбестоцементных напорных (водопроводных) труб (ГОСТ 539—65)

Внутренний диаметр трубы d , мм	Наружный диаметр трубы D , мм				Толщина стенок обточенных концов трубы S , мм				Длина трубы L , мм (допуск ± 50 мм)	Длина обточенных концов трубы l , мм (допуск ± 5 мм)				Масса 1 м трубы, кг			
	ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12		ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12
50	—	68 -1,4	68 -1,5	—	9,0 -1,5	9,0 -1,5	9,0 -1,5	—	2,95	300	350	—	—	3,7	3,7	3,7	—
75	—	93 -1,4	93 -1,5	—	9,0 -1,5	9,0 -1,5	9,0 -1,5	—	2,95	300	350	—	—	5,4	5,4	6,1	—
100	—	118 -1,4	122 -2,0	—	9,0 -2,0	9,0 -2,0	11,9 -2,0	—	2,95	300	350	—	—	7,1	7,1	8,5	—
125	—	137 -1,4	143 -2,0	—	9,0 -2,0	10,0 -2,0	12,0 -2,0	—	2,95 и 3,95	300	350	—	—	8,3	8,8	10,5	—
150	135	161 -1,4	163 -2,0	169	10,0 -2,0	11,0 -2,0	14,0 -2,5	17,0	2,95 и 3,35	300	350	200	200	10,9	11,9	14,5	17,0
200	181	209 -1,7	221 -2,5	224	10,0 -2,5	14,0 -2,5	16,0 -2,5	21,5	3,95	300	350	200	200	14,4	20,3	24,1	32,4
250	228	259 -1,7	273 -2,5	274	12,0 -3,0	15,0 -3,0	19,0 -3,0	23,0	3,95	300	350	200	200	21,8	26,4	33,9	38,5
300	279	305 -2,0	314 -2,5	325	13,0 -3,0	17,5 -3,0	23,0 -3,0	27,5	3,95	300	350	200	200	36,0	37,0	47,6	56,7
350	322	352 -2,0	361 -3,0	376	15,0 -3,0	19,5 -3,0	27,0 -3,0	32,0	3,95	360	380	200	200	36,7	46,6	60,3	70,9
400	368	402 -2,0	414 -3,0	428	17,0 -4,0	23,0 -4,0	30,0 -4,0	36,0	3,95	360	380	200	200	46,8	62,0	79,8	102,5
500	456	498 -2,0	511 -3,0	532	21,0 -4,0	27,5 -4,0	38,0 -4,0	45,5	3,95	400	380	200	200	70,7	92,4	118,0	141,6

Примечания: 1. Указанные в таблице трубы рассчитаны на рабочее гидравлическое давление: ВТ3 — 294 кПа (3 кгс/см²); ВТ6 — 589 кПа (6 кгс/см²); ВТ9 — 883 кПа (9 кгс/см²); ВТ12 — 1,18 МПа (12 кгс/см²).

2. Условный проход соответствует внутреннему диаметру чугунных труб, чугунные фасонные части которых используются в асбестоцементных трубопроводах.

3. По республиканским техническим условиям допускается изготовление асбестоцементных труб марок ВТ3 и ВТ6 с условными проходами 600, 700, 800, 900 и 1000 мм.

Таблица 5.3

Конструктивные данные муфт асбестоцементных к напорным (водопроводным) асбестоцементным трубам
(ГОСТ 539—65) (см. рис. 5.4)

Условный проход труб, мм	Внутренний диаметр муфты D_1 , мм			Наружный диа- метр муфты D_2 , мм (допуск +5,0)			Диаметр буртиков (выступов) рабочего конца D_3 , мм			Диаметр буртиков нерабочего конца D_4 , мм			Длина L муфты, мм (допуск +5 мм)			Масса одной муфты, кг			Размеры ре- зиновых ко- лец, мм (рис. 5.3)	
	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9		
50	79,0	79,0	78,9	108	108	108	108	108	108	75,2	75,2	74,0	70	70	71	150	1,2	1,4	53	12
75	104,0	104,0	103	133	133	133	133	133	133	100,2	100,2	99,0	95	95	96	150	1,5	1,8	73	12
100	130,6	130,6	134	160	160	160	160	160	160	126,4	126,4	130	120	120	125	150	1,9	2,8	90	14
125	149,6	151,6	155	179	183	191	183	191	183	145,4	147,4	151	139	141	146	150	2,1	2,9	110	14
150	173,6	175,6	181	206	211	217	217	217	217	169,4	171,4	177	163	165	172	150	2,7	3,4	122	14
200	221,1	229,1	233	252	269	269	252	269	269	217,4	225,4	229	211	219	224	150	3,3	4,4	160	14
250	271,1	277,1	285	305	313	327	305	313	327	267,4	273,4	281	261	267	276	150	4,4	5,4	200	14
300	317,1	326,1	337	351	365	387	351	365	387	313,4	322,4	333	307	316	328	150	5,0	6,8	230	14
350	366,2	375,2	391	402	419	440	402	419	440	362,2	371,2	387	354	363	379	180	7,3	9,1	264	17
400	416,2	428,0	443	457	479	511	457	479	511	412,2	424,2	439	404	416	431	180	9,5	12,1	300	17
500	512,1	525,2	547	563	586	631	563	586	631	508,2	521,2	543	500	513	535	200	16,1	20,0	373	17

Примечания: 1. Муфты марок ВМ3, ВМ6, ВМ9 с резиновыми кольцами предназначены соответственно для труб марок ВТ3, ВТ6 и ВТ9. Трубы марки ВТ12 соединяются чугунными муфтами с резиновыми кольцами.

2. Для рабочего конца муфты конусная расточка C_1 (см. рис. 5.4) должна составлять: 15,6 мм для труб с условным проходом 50 и 75 мм; 17,4 мм — с условным проходом от 100 до 300 мм; 20,8 мм — с условным проходом 350 мм и более.

3. Допустимые отклонения диаметров D_1 , D_2 , D_3 , D_4 для труб с условным проходом до 300 мм составляет 1,0 мм; от 350 мм и более +0,5 мм, -1,0 мм. Допустимое отклонение C_1 для труб с условным проходом до 300 мм +1,5 мм; от 350 мм и более +2,0 мм.

4. Ширина буртиков b_1 , b_2 должна быть равна 7 мм (допустимое отклонение +2 мм).

300 мм и 22,5 кН (2300 кгс) для 400 мм. Предел прочности на изгиб должен быть не менее 11,8 МПа (120 кгс/см²). Разрушающие нагрузки посредине двухметрового пролета при испытании труб на изгиб должны составлять не менее: 1,8 кН (180 кгс) для труб с условным проходом 100 мм и 3,9 кН (400 кгс) с условным проходом 150 мм. Трубы и муфты должны выдерживать без разрушений и признаков проникновения воды гидравлическое давление не менее 390 кПа (4 кгс/см²). В отличие от безнапорных наружные поверхности концов напорных (водопроводных) труб имеют обточку на определенной длине.

Конструктивные данные напорных (водопроводных) асбестоцементных труб и муфт приведены на рис. 5.3, 5.4 и в табл. 5.2 и 5.3

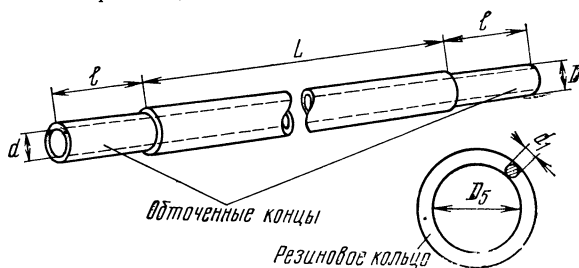


Рис. 5.3. Труба асбестоцементная напорная (водопроводная)

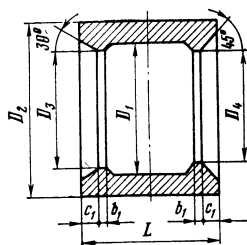


Рис. 5.4. Муфта асбестоцементная для напорных (водопроводных) асбестоцементных труб

Следует учитывать, что использование напорных (водопроводных) асбестоцементных труб для кабельной канализации, как правило, не допускается. Применение их для этой цели в особых случаях требует специальных обоснований.

При прокладке асбестоцементных труб кабельной канализации в нормальных сухих грунтах стыкование их может осуществляться с помощью полиэтиленовых муфт. Это наиболее быстрый и экономичный способ стыкования. Муфта (рис. 5.5) разогревается в баке с кипящей водой и в горячем виде надевается на конец одной трубы. Конец стыкуемой с ней второй трубы вдвигается с обратной стороны в муфту до отказа и подбивается ударами по другому концу трубы через дощечку. После остывания муфта плотно стягивает концы труб. При использовании полиэтиленовых муфт в мокрых грунтах концы труб, вводимые в муфту, должны быть смазаны по всей окружности битумом, разжиженным в керосине.

До внедрения полиэтиленовых муфт преимущественно применялся так называемый манжетный способ стыкования асбестоцементных труб (рис. 5.6). Этот способ требует значительных трудовых затрат и не обеспечивает должной надежности стыков, особенно в мокрых грунтах.

Разновидностью манжетного способа является стыкование асбестоцементных труб при помощи стальной манжеты, накладываемой на слой смоляной ленты, намотанной на стык. После прогрева пламенем паяльной лампы горячая манжета обматывается вторым слоем смоляной ленты (рис. 5.7). Опла-

ляясь, смола ленты надежно уплотняет стык и изолирует от коррозии манжету. Обмазка цементно-песочным раствором в данном случае не нужна.

Этот способ стыкования обеспечивает меньшую водопроницаемость и пригоден для увлажненных грунтов.

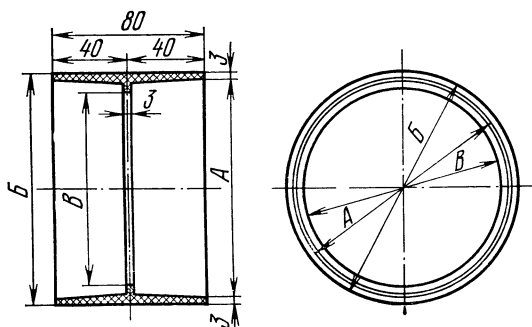


Рис. 5.5. Муфта полиэтиленовая для стыкования асбестоцементных труб

Типы асбестоцементных труб ($d_{\text{внутр}} = 100 \text{ мм}$)	Размеры, мм		
	А	Б	В
Напорная	122	128	112
Безнапорная	116	122	106

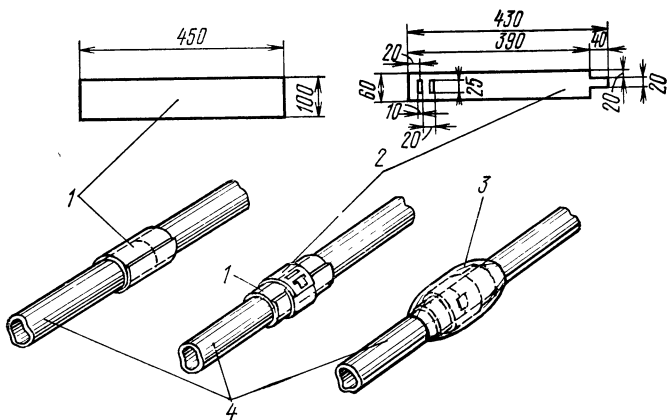


Рис. 5.6. Манжетный способ стыкования асбестоцементных труб: 1 — полоска гидроизолирующего материала (гидроизола, металлоизола и т. д.); 2 — манжета из кровельной стали; 3 — обмазка из цементно-песчаного раствора; 4 — стыкуемые асбестоцементные трубы

Для мокрых грунтов одним из наиболее надежных является способ стыкования асбестоцементных труб с помощью асбестоцементных муфт, заливаемых горячим битумом (рис. 5.8а). Однако этот способ дорог, требует повышенных трудовых затрат и должен применяться только в особо оговоренных в проекте случаях.

Для особых районов, где грунт, а следовательно, и трубопровод могут подвергаться колебаниям и сдвигам, рекомендуется способ стыкования асбестоцементных труб с применением специальных асбомуфт и резиновых колец (рис. 5.86).

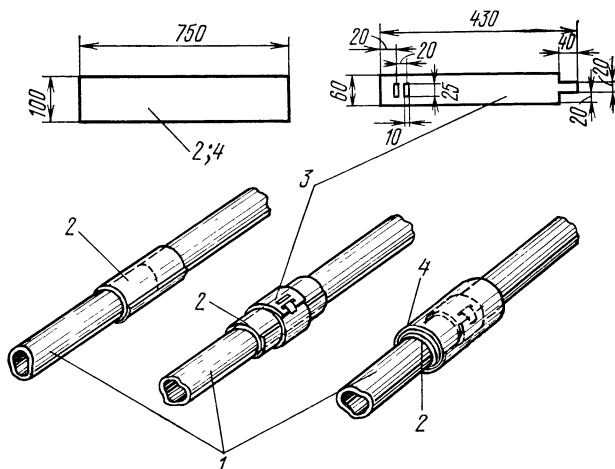


Рис. 5.7. Стыкование асбестоцементных труб при помощи стальной манжеты и смоляной ленты (с прогревом): 1 — стыкуемые асбестоцементные трубы; 2 — внутренняя обмотка смоляной лентой; 3 — манжета из кровельной стали; 4 — внешняя обмотка смоляной лентой

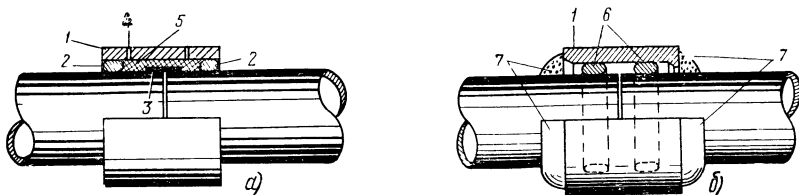


Рис. 5.8. Стыкование асбестоцементных труб: а) с помощью асбестоцементных муфт, заливаемых горячим битумом; б) с помощью специальных асбестоцементных муфт и резиновых колец: 1 — асбестоцементная муфта; 2 — резиновое кольцо; 3 — битуминизированная лента; 4 — отверстие для заливки горячего битума; 5 — битумная заливка; 6 — резиновое кольцо; 7 — обмазка бетоном

5.3. БЕТОННЫЕ (ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫЕ) ТРУБЫ

Для кабельной канализации используются бетонные (цементно-песчаные) трубы и блоки прямоугольной, круглой, треугольной и других форм с количеством каналов от одного до 37. Наибольшее распространение получили прямоугольные бетонные трубы длиной 1 м с количеством каналов от одного до трех — четырех включительно при диаметре каналов 90 и 100 мм (рис. 5.9 а — г и табл. 5.4). В нашей стране такие трубы с количеством каналов до трех включительно при диаметре каналов 90 мм изготавливаются ручным способом в унифицированных металлических формах (рис. 5.10), устанавливаемых на деревянных станках (рис. 5.11). Трубы формируются и переносятся на деревянных поддонах (подкладочных досках) (рис. 5.12).

Таблица 5.4

Конструктивные данные бетонных прямоугольных труб с количеством каналов от 1 до 12

Количество каналов в блоке	Диаметр d канала, мм	Размеры, мм				Объем 100 м труб, м ³	Объем бетона в 100 м труб, м ³	Масса 1 м трубы, кг	№ рисунка
		a	b	c	d				
1	90	140	140	—	70	1,96	1,32	29,0	5.9 а
	100	150	150	—	75	2,25	1,46	32,0	
2	90	245	140	105	70	3,43	2,15	46,0	5.9 б
	100	275	150	125	75	4,13	2,55	56,0	
3	90	350	140	105	70	4,90	2,98	65,0	5.9 в
	100	400	150	125	75	6,00	3,63	80,0	
4	90	455	140	105	70	6,37	3,83	84,0	5.9 г
	100	525	150	125	75	7,88	4,74	104,0	
4	100	275	275	125	75	7,56	4,42	97,0	5.9 д
6	100	400	275	125	75	11,00	6,29	138,0	5.9 е
8	100	525	275	125	75	14,44	8,16	180,0	5.9 ж
12	100	525	400	125	75	21,00	11,58	255,0	5.9 з

Примечание. Приведенные в таблице данные носят справочный характер. Они базируются на согласованных с Министерством связи СССР технических требованиях к блокам машинного производства, организация которого ожидается в ближайшей перспективе.

Для изготовления ручным способом прямоугольных бетонных труб применяется жесткий бетон марки 200 с водоцементным отношением (В/Ц) в пределах 0,42—0,47. При активности цемента 29—49 МПа (300—500 кгс/см² (ГОСТ 310—60) примерное соотношение цемента и песка должно составлять 1:3—1:4. Однако для каждой партии цемента и песка дозировку необходимо уточнять по результатам лабораторных испытаний экспериментальных кубиков. Песок должен быть чистым с разнородной крупностью зерен в пределах 0,5—0,15 мм.

При испытании после полного вызревания (28 дней в естественных условиях) такие трубы должны выдерживать, не разрушаясь, изгибающие нагрузки, приложенные к поперечной осевой линии широкой части трубы, не менее приведенных в табл. 5.5.

Транспортировка труб из бетона марки 200 на значительные расстояния и перегрузка их с одного вида транспорта на другой, как правило, не должны допускаться.

Таблица 5.5

Минимальные значения испытательных изгибающих нагрузок для бетонных прямоугольных труб

Количество каналов в трубе	Изгибающая нагрузка, кгс, при расстоянии между опорами	
	600 мм	800 мм
1	650	475
2	1100	875
3	1550	1150

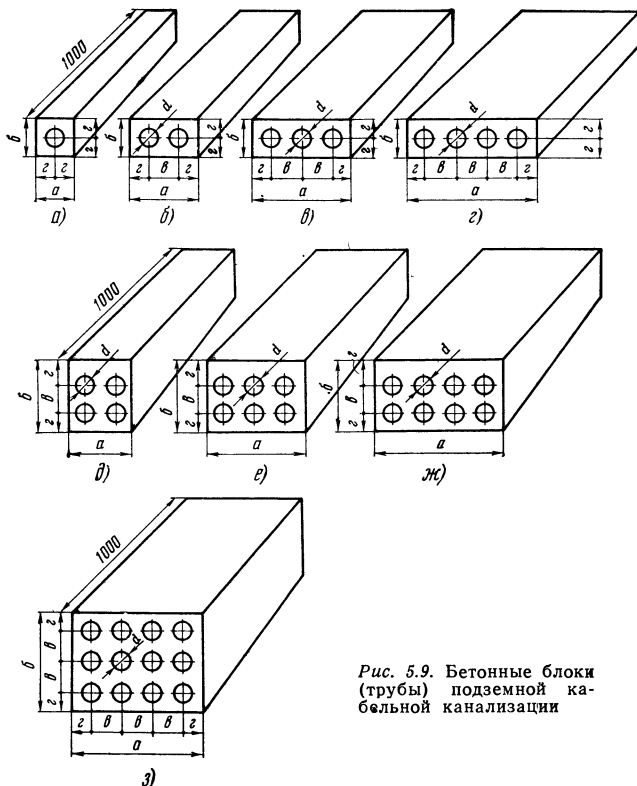


Рис. 5.9. Бетонные блоки (трубы) подземной кабельной канализации

При прокладке многоотверстного трубопровода из прямоугольных одно-, двух- и трехотверстных труб сборку их в блоки наиболее целесообразно осуществлять в соответствии с рис. 5.13.

В ряде стран бетонные трубы кабельной канализации изготавливаются машинным способом. В нашей стране также ведутся работы по созданию механизированных установок для изготовления бетонных труб кабельной канализации.

В табл. 5.6 дается примерный расход материалов на изготовление бетонных прямоугольных труб ручного и машинного производства. Приводимые данные являются лишь ориентировочными и могут меняться в сравнительно ши-

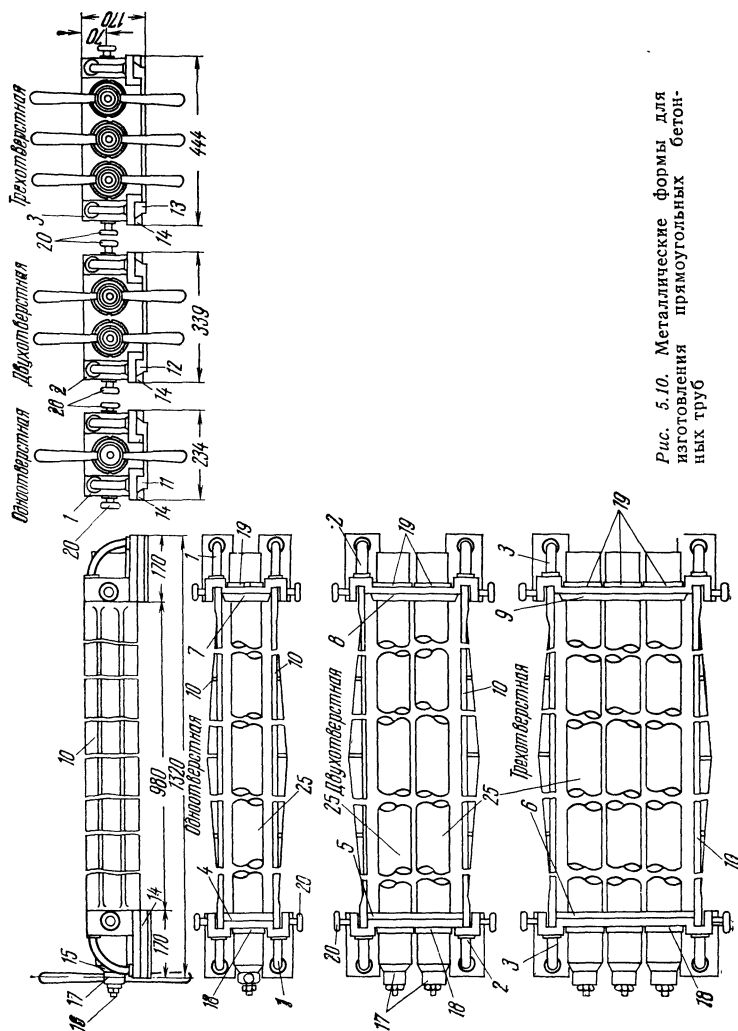


Рис. 5.10. Металлические формы для изготовления прямоугольных бетонных труб

Спецификация к рис. 5.10

№ детали	Наименование	Материал	Количество деталей для формы		
			одно-отверстной	двух-отверстной	трех-отверстной
1, 2, 3	Стенка передняя и задняя	Чугун	2	2	2
4, 5, 6	Накладка передней стенки	»	1	1	1
7, 8, 9	Накладка задней стенки	»	1	1	1
10	Боковая стенка	»	2	2	2
11, 12, 13	Направляющая	»	1	1	1
14	Параллель	Сталь полосовая	4	4	4
15	Основание рукоятки	Чугун	1	2	3
16	Штырь рукоятки	Сталь	1	2	3
17	Рукоятка скалки	»	1	2	3
18	Втулка к передней стенке	Бронза	1	2	3
19	Втулка к задней стенке	»	1	2	3
20	Стопорный винт	Чугун, сталь	4	4	4
21	Болт крепления направляющей	Сталь	6	6	6
22, 23, 24	Прокладка	Сталь полосовая	2	2	2
25	Скалка-труба ($d_{\text{внеш}}=90$ мм)	Труба газовая	1	2	3
26	Гайка к детали 16 (M20)	Сталь	1	2	3
27	Шайба к детали 16 ($d=2$ мм)	»	1	2	3
28	Гайки к детали 16 и 21 (M10)	»	7	8	9
29	Винт M6×30	»	24	30	32
30	Винт M5×121 (к детали 5)	»	3	6	9

роких пределах в зависимости от качества цемента, песка, влажности последнего и некоторых других факторов. Точную дозировку следует производить по результатам лабораторных проверок пробных кубиков.

Для фиксации стыков бетонных прямоугольных труб могут применяться бетонные, армированные проволокой подкладки, примерная конструкция, и

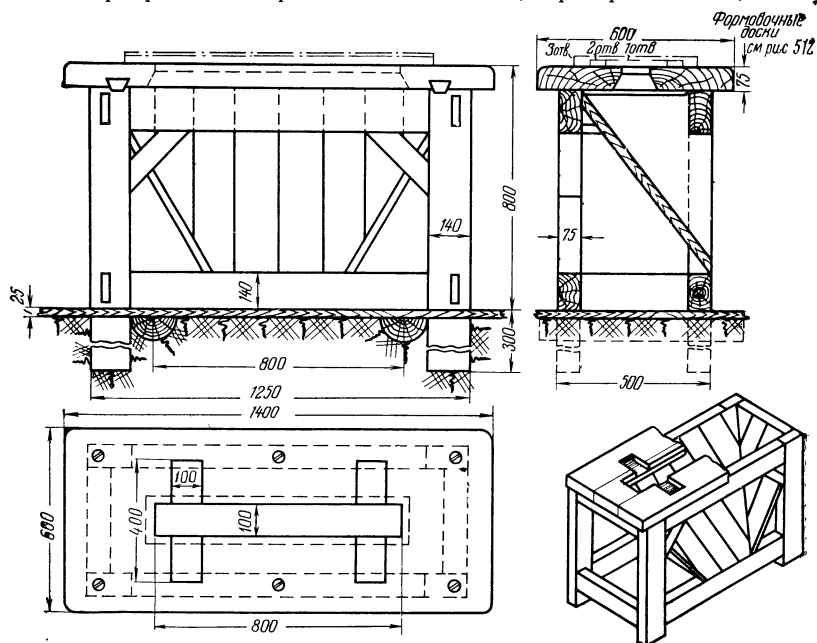


Рис. 5.11. Деревянный стол (станок) для изготовления бетонных труб

Таблица 5.6

Примерный расход материалов на изготовление 100 м бетонных прямоугольных труб

Число каналов в трубе	Диаметр каналов, мм	Расход цемента, кг		Расход песка, м³	Расход воды, л
		бетон марки 200	бетон марки 300		
1	2	3	4	5	6
1	90	600	725	1,1	300
	100	650	800	1,2	325
2	90	950	1200	1,8	500
	100	1150	1400	2,2	575
3	90	1300	1650	2,4	675
	100	1650	2000	3,1	825

¹ См. рис. 5.9г.

² См. рис. 5.9д.

Продолжение табл. 5.6

1	2	3	4	5	6
4 ¹	90 100	1700 2100	2100 2600	3,2 3,9	850 1050
4 ²	100	2000	2400	3,8	1000
6	100	2800	3450	5,3	1400
8	100	3650	4450	6,8	1825
12	100	5200	6350	9,8	2600

Примечание. Для бетона марки 200 рекомендуется применять цемент марки 300—500, а для бетона марки 300 — цемент марки 400—600.

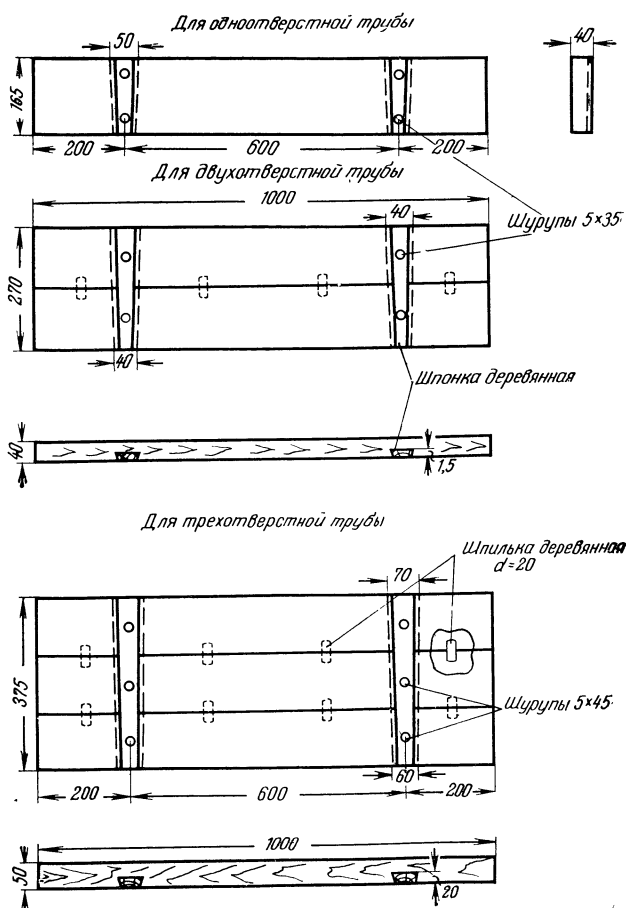


Рис. 5.12. Поддоны (формовочные доски) для изготовления бетонных труб

Т а б л и ц а 5.7

**Конструктивные данные бетонных подкладок под прямоугольные
бетонные трубы**

Число канав в трубе	Размеры, мм						Расход материалов на 100 шт.				
	а	б	в	г	д	е	бетон марки 200		стальная арматурная проволока		
							объем, м³	масса, кг	диаметр, мм	длина, м	масса, кг
1	160	120	25	15	20	40	0,043	94,6	3	42	2,4
2	280	120	30	20	20	40	0,092	202,4	3	78	4,4
3	410	140	40	30	20	50	0,217	477,4	5	117	17,6
4	$\frac{280}{540}$	$\frac{120}{150}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{20}{25}$	$\frac{40}{50}$	$\frac{0,092}{0,308}$	$\frac{202,4}{677,6}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{78}{156}$	$\frac{4,4}{23,4}$
6	410	140	40	30	20	50	0,217	477,4	5	117	17,6
8	540	150	40	30	25	50	0,308	677,6	5	156	23,4
12	540	150	40	30	25	50	0,308	677,6	5	156	23,4

Примечание. Для четырехотверстных труб числитель относится к рис. 5.9д, а знаменатель — к рис. 5.9г.

данные которых приведены на рис. 5.14 и в табл. 5.7 (подкладки могут быть и иной конструкции). Подкладки армируются тремя не доходящими на 10 мм до

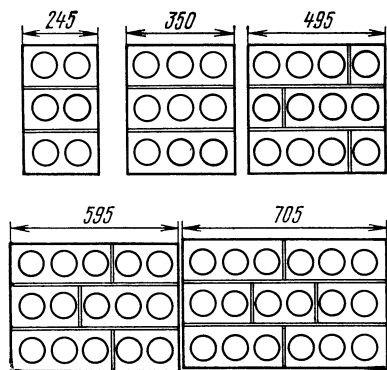


Рис. 5.13. Сборка в блоки одно-, двух- и трехотверстных бетонных труб

торцов продольными стальными проволоками по средней плоскости горизонтального сечения.

В траншеях с хорошо спланированным и уплотненным дном можно обойтись без подкладок. В этом случае под стыками труб в дне траншеи делаются небольшие выемки, которые заполняются цементно-песчаным раствором.

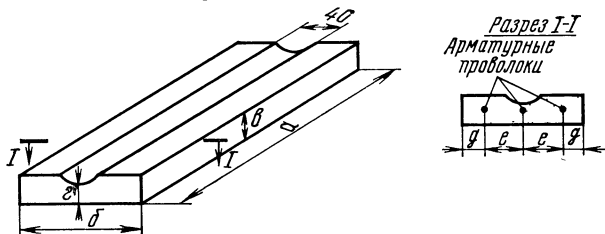


Рис. 5.14. Бетонные подкладки для бетонных прямоугольных труб

Бетонные трубы стыкуются вдвиганием выступа одной трубы во впадину другой (рис. 5.15). Стыки труб обмазываются цементно-песчаным раствором марки 50 в сухих грунтах и марки 100 — в мокрых.

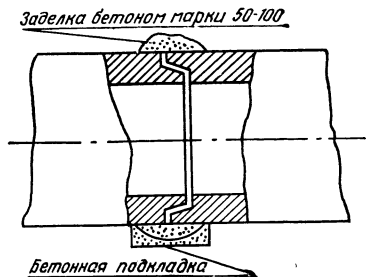


Рис. 5.15. Стыкование бетонных труб

5.4. ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ

В качестве напорных (для транспортировки воды, газа, агрессивных жидкостей) полиэтиленовые трубы используются сравнительно давно. Для кабельной канализации полиэтиленовые трубы и так называемые «каналы полиэтиленовые для кабелей связи» стали применяться в нашей стране начиная с конца 60-х годов. К числу существенных преимуществ полиэтиленовых труб в сравнении с асбестоцементными и бетонными относятся:

высокое качество внутренней поверхности с низким коэффициентом трения для материалов оболочек кабелей связи;

практическая водо- и газонепроницаемость стенок труб;

стойкость к коррозии от агрессивных сред в грунтах и от блуждающих ТОКОВ;

малая масса (удельный вес материала 0,92—0,96);

возможность изготовления их на заводах большими длинами, а следовательно, уменьшение числа стыков в кабельной канализации в сравнении с другими трубами;

возможность стыкования труб сваркой, что обеспечивает надежную прочность, герметичность стыков и пролетов в целом кабельной канализации;

возможность стыкования труб сваркой не в траншее, а на ее бровке с последующим опусканием всей плети сваренных труб в траншею; в ряде случаев это позволяет уменьшать объем земляных работ и повышает уровень их механизации;

возможность изгибания труб в необходимых случаях, например для обхода препятствий при прокладке в траншее и устройстве выводов на стены зданий и опоры линий связи;

стойкость к вибрации, колебаниям и легким сдвигам грунта.

Недостатками полиэтиленовых труб являются:

сравнительно высокая стоимость;

наличие при несоблюдении определенных условий опасности некоторого сплющивания труб под воздействием массы грунта над ними и транспортных нагрузок;

некоторая подверженность старению при длительном прямом воздействии солнечных лучей;

наличие некоторой опасности появления трещин при прокладке и транспортировке их зимой в условиях температур ниже установленного предела;

наличие некоторой опасности их деформирования при прокладке и транспортировке, а также длительном хранении в многоядных штабелях жарким летом и в условиях температур выше установленного предела.

Материалом для таких труб кабельной канализации служат полиэтилен высокой плотности (ПВП) и полиэтилен низкой плотности (ПНП). Трубы (каналы) из полиэтилена низкой плотности применяются с более толстыми стенками, чем из полиэтилена высокой плотности. Каналы полиэтиленовые для кабелей связи изготавливаются также и из вторичного полиэтилена, получаемого из технологических отходов трубного производства.

Конструктивные данные каналов полиэтиленовых для кабелей связи приведены в табл. 5.8.

Т а б л и ц а 5.8

Конструктивные данные каналов полиэтиленовых для кабелей связи
(ТУ-6 Лит. СССР 3—70)

Каналы из полиэтилена	Средний наружный диаметр, мм		Толщина стенки, мм		Масса 1 м, кг
	номинальный	допустимое отклонение	номинальная	допустимое отклонение	
Низкой плотности	63	+1,3	3,0	+0,7	0,59
	75	+1,4	3,6	+0,8	0,83
	110	+2,0	5,3	+1,0	1,78
Высокой плотности	63	+1,1	2,5	+0,6	0,51
	75	+1,2	2,9	+0,7	0,70
	110	+1,6	3,7	+0,8	1,39

Практическое применение для кабельной канализации пока находят трубы (каналы) с наружными диаметрами 110 и 63 мм. Внутренние диаметры их составляют соответственно 97—101 и 55—57 мм.

Трубы (каналы) с наружным диаметром 110 мм из ПВП и ПНП и наружным диаметром 63 мм из ПВП выпускаются длиной от 5,5 до 12 м, а трубы (каналы) с наружным диаметром 63 мм из ПНП могут поставаться длинами до 200 м, свернутыми в бухты диаметром не более 3 м. Их применение особенно удобно для одноотверстной безстыковой кабельной канализации на внутриквартирных прокладках и на вводах в дома.

Важным требованием к каналам полиэтиленовым для кабелей связи является ограничение допустимого отклонения формы их сечения от окружности. Оно регламентируется разностью между максимальными и минимальными значениями диаметров в любом перпендикулярном к продольной оси канала сечении. Для каналов с наружным диаметром 110 мм эта разность не должна превышать 6 мм, а с наружными диаметрами 75 и 63 мм — 3 мм.

Для подземной кабельной канализации и закладных устройств скрытой проводки в зданиях ограниченное применение находят напорные трубы из первичного полиэтилена высокой плотности по МРТУ 6-05-917—67 (табл. 5.9) и низкой плотности по МРТУ 6-05-918—67 (табл. 5.10).

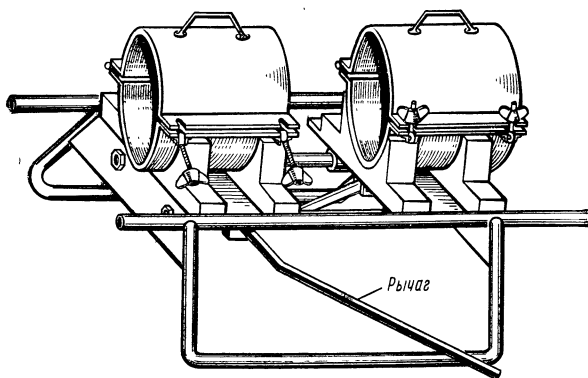


Рис. 5.16. Станок для соединения полиэтиленовых труб методом стыковой сварки

Соединение полиэтиленовых труб между собой при прокладке производится на бровке траншеи методом стыковой сварки. Для этой цели используется специальный переносной станок (рис. 5.16), в хомутах которого зажимаются концы свариваемых труб. Один из хомутов станка при помощи рычажной системы может перемещаться по отношению к другому. Перед сваркой концы труб подвергаются

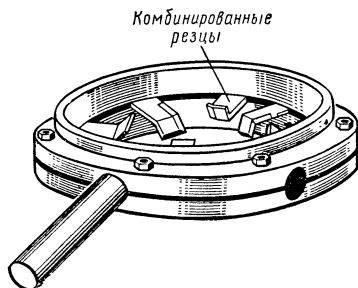


Рис. 5.17. Фреза для обработки торцов полиэтиленовых труб перед сваркой

ся обработке специальной фрезой (рис. 5.17). При помощи комбинированных резцов этой фрезы производится так называемая торцовка, т. е. с торцов концов обеих труб для их более плотного прилегания снимается стружка. Одновременно теми же резцами с внутренней стороны торцов труб снимается фаска под углом 45° . При соединении концов труб фаски образуют выемку, в которой скрывается появляющийся при сварке буртик шва, что значительно уменьшает высоту выступающей внутрь трубы его части.

Сварка производится при помощи медного или латунного нагревателя (рис. 5.18), разогретого пламенем паяльной лампы или газовой горелки до температуры $200\text{--}220^\circ\text{C}$. Температура контролируется биметаллическим термомодатчиком, управляющим сигнальными лампочками, вмонтированными в рукоятку нагревателя, и питающимся от батареек, размещенных в той же рукоятке. Горячий нагреватель помещается между концами труб в станке. Действуя рычагом, концы труб прижимают к нагревателю, благодаря чему торцы

Таблица 5.9
Конструктивные данные труб напорных из полиэтилена высокой плотности (МРТУ 6-05-9[7—67])

Средний наружный диаметр, мм		Легкий тип «Л»			Среднелегкий тип «СЛ»			Средний тип «С»			Тяжелый тип «Т»		
	номинальная	толщина стенки, мм		масса 1 м, кг	толщина стенки, мм		масса 1 м, кг	толщина стенки, мм		масса 1 м, кг	толщина стенки, мм		масса 1 м, кг
		номинальная	допустимые отклонения		номинальная	допустимые отклонения		номинальная	допустимые отклонения		номинальная	допустимые отклонения	
16	+0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,5	0,09
20	+0,6	—	—	—	—	—	—	2,0	—	—	2,3	+0,6	0,12
25	+0,7	—	—	—	—	—	—	2,3	—	—	2,9	+0,7	0,19
32	+0,8	—	—	—	—	—	—	2,9	+0,5	0,20	3,7	+0,8	0,29
40	+0,9	—	—	—	—	—	—	3,7	+0,6	0,29	4,6	+0,9	0,44
50	+1,1	—	—	—	2,0	+0,5	0,32	4,6	+0,7	0,45	5,8	+1,1	1,08
63	+1,2	—	—	—	2,9	+0,6	0,51	5,1	+0,8	0,71	6,9	+1,2	1,53
75	+1,4	2,0	+0,5	0,49	3,5	+0,7	0,70	5,1	+0,9	1,06	8,2	+1,4	2,18
90	+1,6	2,2	+0,6	0,63	4,3	+0,8	1,02	5,1	+1,0	1,54	10,0	+1,6	3,24
110	+2,4	3,5	+0,8	0,97	5,4	+0,9	1,51	8,0	+1,2	2,14	12,8	+1,7	5,26
140	+2,7	4,0	+1,0	1,58	6,2	+1,1	2,41	9,1	+1,4	3,44	14,6	+2,1	6,86
160	+3,7	5,5	+1,2	2,06	8,7	+1,2	3,17	12,8	+1,6	4,47	—	—	—
225	+4,5	6,9	+1,5	3,94	10,8	+1,8	6,20	—	+2,1	8,80	—	—	—
280	+5,2	7,7	+2,0	6,15	12,2	+2,1	9,55	—	—	—	—	—	—
315	—	—	—	7,75	—	—	12,10	—	—	—	—	—	—

Примечание. Трубы типа «Л» рассчитаны на рабочее давление до 245 кПа (2,5 кгс/см²); типа «СЛ» — 392 кПа (4,0 кгс/см²); типа «С» — 389 кПа (5,0 кгс/см²); типа «Т» — 981 кПа (10 кгс/см²).

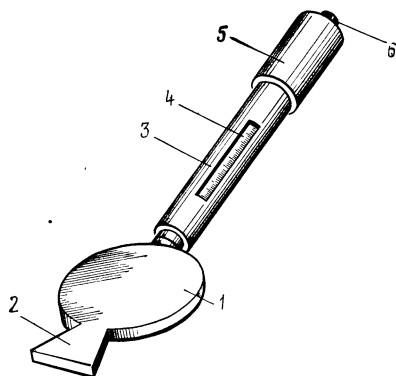


Рис. 5.18. Нагреватель для сварки полиэтиленовых труб:

1 — медный или латунный диск; 2 — выступ для нагрева диска пламенем паяльной лампы или газовой горелки; 3 — дюралевая трубка; 4 — электроконтактный термометр (или биметаллический термодатчик с батарейками в рукоятке); 5 — деревянная или пластмассовая рукоятка; 6 — сигнальная лампочка

их оплавливаются. Через короткое время (10—15 с) концы труб слегка разводят, быстро извлекают нагреватель и оплавленные торцы с некоторым усилием прижимают один к другому. После естественного остывания в течение 0,5—1,0 мин сваренный стык извлекают из хомутов станка.

5.5. ВИНИПЛАСТОВЫЕ ТРУБЫ

Для подземной кабельной канализации, как и для закладных устройств скрытой проводки в зданиях, могут использоваться винипластовые трубы, конструктивные данные которых приведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11
Конструктивные данные труб винипластовых отечественного производства (МН 1427—61)

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм		Легкий тип «Л»		масса 1 м, кг	Средний тип «С»			Тяжелый тип «Т»		
	номинальный	допустимые отклонения	толщина стенки, мм			толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм		масса 1 м, кг	
			номинальная	допустимые отклонения				номинальная	допустимые отклонения		
6	10	+0,5	—	—	—	—	—	—	1,6	—	0,07
8	12	—	—	—	—	1,6	—	0,08	1,8	—	0,09
10	16	+0,6	—	—	—	1,6	—	0,12	1,8	+0,4	0,13
15	20	—	1,6	—	0,15	1,8	+0,4	0,16	2,0	—	0,18
20	25	+0,7	1,6	—	0,19	1,8	—	0,21	2,0	—	0,22
25	32	+0,8	1,8	+0,4	0,27	2,0	—	0,29	2,5	+0,5	0,36
32	40	+0,9	1,8	—	0,34	2,0	—	0,37	3,1	—	0,55
40	50	+1,1	2,0	—	0,47	2,4	+0,5	0,56	3,9	+0,6	0,86
50	63	+1,3	2,2	—	0,65	3,0	—	0,86	4,9	+0,7	1,35
70	75	+1,5	2,5	—	0,88	3,6	+0,6	1,23	5,8	+0,8	1,9
80	90	+1,7	2,8	+0,5	1,18	4,3	+0,7	1,76	7,0	+0,9	2,73
100	110	+2,0	3,2	+0,6	1,63	5,3	+0,8	2,64	8,5	+1,1	4,06
125	140	+2,4	4,0	—	2,59	6,7	+0,9	4,21	10,8	+1,3	6,54
150	160	+2,7	4,0	—	2,96	7,7	+1,0	5,54	12,4	+1,5	8,57

Примечание. Трубы типа «Л» рассчитаны на рабочее давление 245 кПа (2,5 кгс/см²); типа «С» — 590 кПа (6,0 кгс/см²); типа «Т» — 980 кПа (10,0 кгс/см²).

Винипласт характеризуется удельным весом 1,3—1,5; морозостойкостью —15÷—40° С; пределом прочности: на сжатие 500—1000 кгс/см² (49,1—98,1 МПа); на изгиб 900—1200 кгс/см² (88,3—117,7 МПа).

Стыкование винипластовых труб может осуществляться сваркой встык способом, описанным в разд. 5.4 для полиэтиленовых труб, с использованием тех же инструментов и приспособлений, но при иной температуре. Применение находит также способ стыкования этих труб при помощи раструба, отформовываемого специальной оправкой на предварительно разогретом до температуры 100—130° С одном из концов стыкуемых труб или плотно надвигаемой на стык винипластовой муфтой. При таком стыковании винипластовых труб используется клей или лак по одной из рецептов, приведенных в табл. 5.12.

Т а б л и ц а 5.12

Рецептуры клеев для соединения винипластовых труб

Марка клея или лака	Содержание отдельных компонентов в весовых частях				
	дихлорэтан технический	метилен- хлорид	перхлорви- ниловая смола	дибутилфта- лат или три- хлорбензол	соевол или касторовое масло
Клей РС-20	—	80	20	—	—
Клей РСД-15	85	—	15	—	—
Лак № 1 ПХВ-1	100	—	15	2	1
Лак № 2 ПХВ-2	100	—	30	4	1

5.6. ПЕКОВОЛОКНИСТЫЕ ТРУБЫ

Название пековолокнистых получили трубы, изготовленные в основном из бумажной макулатуры, пропитанной горячим пеком. Такие трубы уже на протяжении нескольких десятилетий широко применяются за рубежом для подземных кабельных трубопроводов. Опытное изготовление и применение таких труб проводятся в последние годы и в нашей стране.

Эксплуатационная надежность пековолокнистых труб в значительной степени зависит от условий и качества их пропитки. Неполноценность пропитки лишает материал труб биостойкости, что приводит к его преждевременному разрушению, делает поверхности стенок липкими и может способствовать коррозированию металлических оболочек проложенных в них кабелей.

Для кабельной канализации используются в основном трубы длиной 2—4 м с внутренним диаметром 100 мм и толщиной стенок 7—9 мм. Материал труб легко обрабатывается резанием.

В зарубежной практике стыкование пековолокнистых труб производится при помощи муфт, изготовленных из таких же труб большего диаметра с внутренними коническими расточками с обеих сторон. Концы труб в заводских условиях стачиваются на такой же конус и при стыковании вводятся в муфты до отказа. По данным зарубежной практики в нормальных грунтовых условиях никакой дополнительной фиксации и уплотнения стыков не требуется.

Для пековолокнистых труб пригодны также все способы стыкования асбоцементных труб (см. разд. 5.2).

5.7. СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Для кабельных трубопроводов стальные трубы находят применение в случаях:

когда вынужденно малая глубина прокладки в земле требует либо специальной дополнительной защиты от механических повреждений, либо повышения механической прочности самих труб;

прокладки кабельной канализации под мостами;

открытой прокладки по стенам зданий, металлоконструкциям, вертикальным шахтам, стоякам, на вводах в здания, выводах на опоры линий связи; скрытой прокладки в стенах, полах и других элементах зданий.

В табл. 5.13 приведены конструктивные данные стальных водогазопроводных (газовых) труб, применяемых в случаях, когда требуется повышенная механическая прочность трубопровода.

Таблица 5.13

Конструктивные данные труб стальных водогазопроводных (газовых)
(ГОСТ 3262—62)

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Легкие		Обыкновенные		Усиленные	
		толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
6	10,2	1,8	0,37	2,0	0,40	2,5	0,47
8	13,5	2,0	0,57	2,2	0,61	2,8	0,74
10	17,0	2,0	0,74	2,2	0,80	2,8	0,98
15	21,3	2,5	1,16	2,8	1,28	3,2	1,43
20	26,8	2,5	1,50	2,8	1,66	3,2	1,86
25	33,5	2,8	2,12	3,2	2,39	4,0	2,91
32	42,3	2,8	2,73	3,2	3,09	4,0	3,78
40	48,0	3,0	3,33	3,5	3,84	4,0	4,34
50	60,0	3,0	4,22	3,5	4,88	4,5	6,16
70	75,5	3,2	5,71	4,0	7,05	4,5	7,88
80	88,5	3,5	7,34	4,0	8,34	4,5	9,32
90	101,3	3,5	8,44	4,0	9,60	4,5	10,74
100	114,0	4,0	10,85	4,5	12,15	5,0	13,44
125	140,0	4,0	13,42	4,5	15,04	5,5	18,24

Примечание. Трубы легкие и обыкновенные рассчитаны на испытательное давление 2,45 МПа (25 кгс/см²), а усиленные — на 3,14 МПа (32 кгс/см²).

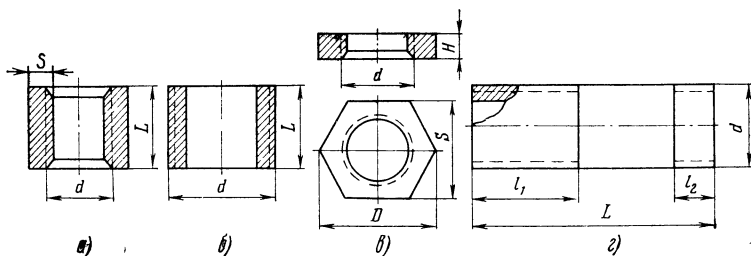


Рис. 5.19. Стальные резьбовые соединительные части для трубопроводов ($P=16$ кгс/см², или 1569,6 кПа):

а) муфты прямые короткие; б) ниппели; в) контргайки; г) сгоны

Указанные трубы обычно поставляются длиной от 4 до 12 м. Стыкование их между собой осуществляется при помощи стальных резьбовых соединительных частей — муфт, ниппелей, контргайк и сгонов, данные которых приведены на рис. 5.19 и в табл. 5.14.

Таблица 5.14

Конструктивные данные стальных соединительных частей с цилиндрической резьбой для стальных трубопроводов

Условный проход, мм	Резьба трубная d , дюймы	Муфты прямые короткие (ГОСТ 8966—59) (см. рис. 5.19а)			Ниппели (ГОСТ 8967—59) (рис. 5.19б)	
		L , мм	S , мм	масса, кг	L , мм	масса, кг
8	1/4	22	3,5	0,026	18	0,008
10	3/8	24	3,5	0,034	20	0,012
15	1/2	28	4	0,055	24	0,021
20	3/4	31	4	0,075	27	0,031
25	1	35	5	0,133	30	0,052
32	1 1/4	39	5	0,183	34	0,075
40	1 1/2	43	5	0,229	38	0,109
50	2	47	5,5	0,347	42	0,148
(70)	2 1/2	53	6	0,543	47	0,234
(80)	3	59	6	0,702	52	0,316
(100)	4	84	8	1,830	79	0,366
(125)	5	90	8	2,324	—	—
(150)	6	98	10	3,841	—	—

Продолжение табл. 5.14

Условный проход, мм	Резьба трубная d , дюймы	Контргайки (ГОСТ 8968—59) (см. рис. 5.19в)				Сгоны (ГОСТ 8969—59) (см. рис. 5.19г)			
		H , мм	S , мм	D , мм	масса, кг	l_2 , мм	l_1 , мм	L , мм	масса, кг
8	1/4	6	22	25,4	0,014	7,0	38	80	0,029
10	3/8	6	27	31,2	0,021	8,0	42	90	0,043
15	1/2	8	32	36,9	0,036	9,0	50	100	0,075
20	3/4	9	36	41,6	0,044	10,5	54	110	0,108
25	1	10	46	53,1	0,082	11,0	62	120	0,176
32	1 1/4	10	55	63,5	0,105	13,0	68	130	0,246
40	1 1/2	10	60	69,4	0,112	15,0	75	140	0,341
50	2	10	75	86,5	0,174	17,0	86	150	0,456
(70)	2 1/2	12	95	110	0,334	19,5	98	170	0,730
(80)	3	12	105	121	0,347	22,0	106	180	0,965
(100)	4	14	135	156	0,660	—	—	—	—
(125)	5	—	—	—	—	—	—	—	—
(150)	6	—	—	—	—	—	—	—	—

В закладных устройствах скрытой проводки внутри зданий преимущественно применяются стальные тонкостенные электросварные трубы, конструктивные данные которых приведены в табл. 5.15.

Таблица 5.15
Конструктивные данные труб стальных электросварных (тонкостенных)
(ГОСТ 10704—63)

Наружный диаметр, мм		Теоретическая масса 1 м труб, кг, при толщине стенки, мм															
1,0	1,2 _п	1,4	(1,5)	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4,5	5,0	5,5
8	0,173	0,202															
9	0,197	0,231															
10	0,222	0,261															
11	0,247	0,290															
12	0,271	0,320	0,365	0,388	0,411												
(13)	0,296	0,349	0,400	0,425	0,451												
14	0,321	0,379	0,434	0,462	0,490												
(15)	0,345	0,409	0,468	0,499	0,529												
16	0,370	0,438	0,503	0,536	0,568												
(17)	0,395	0,468	0,537	0,573	0,608												
18	0,419	0,497	0,572	0,610	0,647	0,717	0,789										
(19)	0,444	0,527	0,606	0,647	0,687	0,762	0,838										
20	0,469	0,556	0,642	0,684	0,726	0,806	0,888										
(21)	0,493	0,586	0,675	0,721	0,767	0,851	0,937										
22	0,518	0,616	0,710	0,758	0,806	0,895	0,986										
(23)	0,543	0,645	0,745	0,795	0,846	0,940	1,04	1,13	1,26								
(24)	0,567	0,674	0,779	0,832	0,885	0,984	1,09	1,18	1,33								
25	0,592	0,703	0,813	0,869	0,925	1,03	1,13	1,24	1,39								
26	0,617	0,733	0,849	0,906	0,963	1,07	1,18	1,29	1,45								
(27)	0,641	0,762	0,882	0,943	1,00	1,12	1,23	1,34	1,51								
28	0,666	0,792	0,916	0,980	1,04	1,16	1,28	1,40	1,57								
30	0,715	0,851	0,986	1,05	1,12	1,25	1,38	1,51	1,70								
32	0,755	0,910	1,053	1,13	1,20	1,34	1,48	1,62	1,82	2,02	2,15						
33	0,789	0,941	1,091	1,17	1,24	1,38	1,53	1,67	1,88	2,08	2,22						
34		0,968	1,122	1,20	1,28	1,43	1,58	1,72	1,94	2,15	2,29						
(35)		0,998	1,159	1,24	1,32	1,47	1,63	1,78	2,00	2,22	2,37						
(36)		1,027	1,192	1,28	1,36	1,52	1,68	1,83	2,07	2,29	2,44						

Продолжение табл. 5.15

Наружный диаметр, мм	Теоретическая масса 1 м труб, кг, при толщине стенки, мм																	
	1,0	1,2	1,4	(1,5)	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4,5	5,0	5,5
38	1,087	1,26	1,35	1,44	1,61	1,78	1,94	2,19	2,43	2,59								
40	1,146	1,33	1,42	1,52	1,69	1,87	2,05	2,31	2,56	2,74								
42	1,208	1,41	1,50	1,60	1,79	1,97	2,16	2,44	2,70	2,89								
45	1,295	1,51	1,61	1,71	1,91	2,12	2,32	2,62	2,91	3,11								
48		1,61	1,72	1,83	2,05	2,27	2,48	2,81	3,11	3,33			4,01					
50		1,68	1,79	1,91	2,14	2,37	2,59	2,93	3,25	3,48			4,10					
51		1,71	1,83	1,96	2,18	2,42	2,64	2,99	3,32	3,55			3,79					
53		1,78	1,90	2,03	2,27	2,51	2,76	3,11	3,46	3,70			4,27					
(54)		1,82	1,94	2,07	2,31	2,56	2,81	3,18	3,53	3,77			4,02					
57		1,92	2,05	2,18	2,45	2,71	2,97	3,36	3,74	4,00			4,62		5,27	5,52		
60		2,02	2,16	2,31	2,58	2,86	3,13	3,55	3,94	4,22			4,49		5,59	5,87		
63,5		2,14	2,29	2,44	2,74	3,03	3,24	3,76	4,20	4,48			4,72		6,20	6,51		
70		2,37	2,53	2,70	3,02	3,35	3,68	4,16	4,63	4,96			5,28		6,00	6,48	6,81	
73		2,47	2,64	2,82	3,16	3,50	3,84	4,35	4,84	5,18			5,52		6,26	6,76	7,10	
76		2,57	2,76	3,29	3,65	4,00	4,37	4,96	5,05	5,40			5,75		6,31	6,86	7,42	7,79
83					3,60	4,00	4,40	4,96	5,52	5,92			6,31		6,98	7,38	7,98	8,38
89						4,29	4,70	5,33	5,94	6,36			6,77		7,90	8,55	8,98	9,38
95						4,59	5,02	5,70	6,36	6,81			7,26		8,50	9,20	9,67	10,36
102						4,93	5,40	6,13	6,84	7,32			7,81		9,04	9,76	10,26	10,82
108								6,50	7,25	7,77			8,29		9,54	10,26	10,76	11,49
114								6,87	7,68	8,21			8,74		9,54	10,33	10,85	11,54
121								7,30	8,16	8,73			9,29		10,14	10,98	11,54	12,93
127								7,67	8,57	9,17			9,77		10,66	11,54	12,13	13,59
133								8,04	8,99	9,62			10,25		11,18	12,11	12,73	14,26
140								8,48	9,47	10,13			10,79		11,78	12,76	13,42	15,04
152								9,22	10,30	11,02			11,74		12,82	13,89	14,60	16,65

Примечания: 1. Трубы, наружный диаметр которых указан в скобках, применять на вновь проектируемых объектах не рекомендуется.

2. По длине трубы должны поставляться:

- а) немерной длины при диаметре до 30 мм не менее 2 м; при диаметре более 30 и до 70 мм не менее 3 м; при диаметре более 70 и до 152 мм не менее 4 м; при диаметре 152 мм и более не менее 5 м;
- б) мерной длины при диаметре до 70 мм от 5 до 9 м; при диаметре более 70 и до 152 мм включительно от 6 до 9 м.

Стальные трубы могут прокладываться по одной и сблокированными в пакеты. Пакеты стальных труб находят наибольшее применение в закладных устройствах скрытой проводки внутри зданий общественного и промышленного назначения для горизонтальной прокладки в конструкции полов и вертикальной — в стенах и шахтах.

Трубы в пакете обычно скрепляются между собой сваркой. Стыкование тонкостенных стальных труб при использовании их для закладных устройств скрытой слаботочной проводки в зданиях может осуществляться:

стяжными манжетами из листовой стали;

манжетами с клиновыми обоями;

сваркой, простыми резьбовыми соединениями и резьбовыми соединениями с царпающими гайками, предназначенными для обеспечения надежного электрического контакта между смотровым устройством и вводимыми в него трубами;

склеиванием при помощи колец или полуколец из кровельной стали и клея К-169, содержащего эпоксидную смолу ЭД6 (90%) и полиэфир МГФ (10%). В полученный компаунд вводится отвердитель — кубовый остаток в объеме 15% от веса компаунда.

Существуют и другие способы стыкования таких труб.

Для защиты затягиваемых кабелей и проводов от повреждений об острые кромки труб на концы последних надеваются стальные оконцеватели или полиэтиленовые втулки.

5.8. ТРУБЫ РЕЗИНО-ЭБОНИТОВЫЕ (ПОЛУТВЕРДЫЕ)

Резино-эбонитовые трубы, конструктивные данные которых приведены в табл. 5.16, используются преимущественно для скрытых абонентских проводок в

Т а б л и ц а 5.16

Конструктивные данные резино-эбонитовых (полутвердых) труб

Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг
11,0	7	2,0	0,08	21,0	16	2,5	0,21
13,4	9	2,2	0,11	29,0	23	3,0	0,40
15,4	11	2,2	0,14	36,0	29	3,5	0,55
18,0	13	2,5	0,17	43,0	36	3,5	0,65

стенах зданий. После прокладки такие трубы накрываются слоем штукатурки или иным облицовочным материалом.

5.9. ТРУБЫ РЕЗИНО-БИТУМНЫЕ

Резино-битумные трубы используются в закладных устройствах скрытой проводки, проходящих по несгораемым стенам, перекрытиям, полам, в слоях штукатурки, монолитного бетона помещений, в которых исключается длительный подъем температуры выше $+35^{\circ}\text{C}$. Конструктивные размеры труб приведены в табл. 5.17. Длина пролетов труб между смотровыми устройствами не должна превышать 12 м на прямолинейных участках и 6—4 м на участках с двумя-тремя изгибами под углом 90° . Защита выходов резино-битумных труб осуществляется с помощью отрезков стальных тонкостенных труб или металлоукавов.

Т а б л и ц а 5.17

Конструктивные данные резино-битумных труб

Внутренний диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг
20,0	4,0	0,39
26,0	5,0	0,63
32,0	6,0	0,93
47,0	6,0	1,3

Между собой резино-битумные трубы соединяются отрезками таких же труб большего диаметра или посредством вставления в стык отрезка тонкостенной стальной трубы. Соединение указанных труб со смотровыми устройствами (коробками) осуществляется с помощью разбортованных патрубков или путем ввода непосредственно в отверстия коробок.

5.10. ТРУБЫ БУМАЖНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Такое название получили бумажные трубы, покрытые по наружной поверхности панцирем из металлической ленты толщиной 0,1—0,2 мм. Они используются для устройства скрытых проводов связи и сигнализации внутри зданий. Конструктивные данные труб приведены в табл. 5.18.

Т а б л и ц а 5.18

Конструктивные данные бумажно-металлических труб

Наружный диаметр трубы, мм	Внутренний диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Минимально допустимый радиус изгиба, мм	Масса 1 м, кг
20	16	2,0	120	0,19
26	21	2,5	160	0,28
32	27	2,5	190	0,34
47	42	2,5	290	0,51
59	54	2,5	360	0,64

Бумажно-металлические трубы между собой могут быть соединены теми же способами, что и тонкостенные стальные трубы. Кроме того, они, равно как водогазопроводные, электросварные и металлорукава, могут соединяться с помощью муфт типа ТР и муфт-коробок типа КБ.

5.11. РУКАВА МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ГИБКИЕ
(МЕТАЛЛУРУКАВА)

Гибкие металлорукава применяются на отдельных, обычно коротких, участках скрытой проводки связи и сигнализации в зданиях для защиты кабелей и проводов от механических повреждений, пыли, а иногда от сырости и перегревов. Прокладываются они обычно в пустотах конструкций стен, полов, перекрытий, колонн.

Имеется много разновидностей герметичных и негерметичных металлорукавов, отличающихся по материалу защитной металлической ленты (сталь, оцин-

кованная сталь, алюминий, медь) и материалу уплотнения (хлопчатобумажное, асбестовое). В настоящее время наибольшее применение для скрытой проводки связи и сигнализации в зданиях находят негерметичные гибкие металлорукава (табл. 5.19) марок РЗ-Ц-Х из стальной оцинкованной ленты с хлопчатобумаж-

Таблица 5.19

**Выборочные конструктивные данные металлорукавов марок
РЗ-Ц-Х и РЗ-С-Х**

Марка металлорукава	Диаметр, мм		Масса 1 м, кг	Наибольшая допустимая осевая на- грузка, кг	Минимально допустимый радиус из- гиба, мм	Соединяется со стальной трубкой диа- метром, дюймы
	внутрен- ний	наружный				
РЗ-Ц-Х	22	27,0	0,53	130	200	3/4
	29	33,6	0,65	160	250	1
	38	43,0	0,85	230	350	1 1/4—1 1/2
	50	57,5	1,40	250	450	2
РЗ-С-Х	60	69,5	1,80	250	450	2 1/2
	78	86,5	2,80	250	600	3

ным уплотнением и РЗ-С-Х из стальной ленты с хлопчатобумажным уплотнением.

Соединение металлорукавов со стальными трубами осуществляется при помощи хомутов или гильз, а между собой — при помощи патрубков, стальных манжет и хомутов.

5.12. МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ЗАГЛУБЛЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И ГЛУБИНА ТРАНШЕЙ

Прокладка подземных трубопроводов в зависимости от того, производится ли она под пешеходной или проезжей частью улиц, а также от типов применяемых труб, должна выполняться с учетом минимально допустимых заглублений (табл. 5.20). Приведенные в таблице данные относятся к заглублению трубопроводов в пролетах; на вводах же в колодцы глубина заложения должна составлять не менее 0,7 м под пешеходной частью улиц и 0,8 м под проезжей частью.

Таблица 5.20

**Минимально допустимое заглубление подземных трубопроводов
под кабели связи**

Типы труб по материалу	Минимальное расстояние от поверхности покрова до верхней трубы, м	
	под пешеход- ной частью улиц	под проезжей частью улиц
Асбоцементные, полиэтиленовые, винилитовые, пековолокни- стые	0,4	0,6
Бетонные (цементно-песчаные), керамические	0,5	0,7
Стальные	0,2	0,4

Примечания: 1. Под трамвайными и железнодорожными путями расстояние от подошвы рельса до верха трубы любого типа должно составлять не менее 1,0 м.

2. Под арыками и кюветами расстояние от их дна до верхней трубы должно составлять не менее 0,5 м.

3. При вероятности докладки труб минимальное заглубление должно учитывать эту закладку.

В табл. 5.21, исходя из данных табл. 5.20, приведены расчетные значения минимальной глубины траншей для подземных трубопроводов под кабели связи в наивысшей точке пролета.

Таблица 5.21

**Минимальная глубина траншей для трубопроводов под кабели связи
в наивысшей точке пролета**

Тип труб	Место прокладки труб	Минимальная глубина, м, при количестве рядов труб по высоте					
		1	2	3	4	5	6
Асбоцементные, полиэтиленовые, винилитовые, пековолокнистые с внутренним диаметром каналов 100 мм	В пешеходной части	0,52	0,66	0,80	0,94	1,08	1,22
	В проезжей части	0,72	0,86	1,00	1,14	1,28	1,42
	Под трамвайными ж. д. путями	1,22	1,36	1,50	1,64	1,78	1,92
То же, с внутренним диаметром каналов 55 мм	В пешеходной части	0,46	0,54	0,63	0,71	0,80	0,88
	В проезжей части	0,66	0,74	0,83	0,91	0,99	1,08
	Под трамвайными ж. д. путями	1,16	1,24	1,32	1,41	1,49	1,58
Бетонные (цементно-песчаные), керамические с каналами диаметром 90 мм	В пешеходной части	0,64	0,79	0,94	1,09	1,24	1,39
	В проезжей части	0,84	0,99	1,14	1,29	1,44	1,59
	Под трамвайными ж. д. путями	1,24	1,39	1,54	1,69	1,84	1,99
То же, с каналами диаметром 100 мм	В пешеходной части	0,65	0,81	0,97	1,13	1,29	1,45
	В проезжей части	0,85	1,01	1,17	1,33	1,49	1,65
	Под трамвайными ж. д. путями	1,25	1,41	1,57	1,73	1,89	2,05
Стальные с каналами диаметром 100 мм	В пешеходной части	0,32	0,45	0,58	0,70	0,83	0,96
	В проезжей части	0,52	0,65	0,77	0,89	1,02	1,14
	Под трамвайными ж. д. путями	1,22	1,35	1,47	1,59	1,72	1,84

Расчетная глубина траншей на вводах в колодцы в зависимости от количества рядов труб в блоке приведена в табл. 5.22.

Таблица 5.22

Глубина траншей для трубопроводов под кабели связи на вводах в колодцы

Тип труб	Место прокладки труб	Глубина, м, при количестве рядов труб по высоте					
		1	2	3	4	5	6
Асбоцементные, полиэтиленовые, винилитовые, пековолокнистые и стальные с каналами диаметром 100 мм	В пешеходной части	0,82	0,96	1,10	1,24	1,38	1,52
	В проезжей части	0,92	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62
То же, с внутренним диаметром каналов 55 мм	В пешеходной части	0,76	0,84	0,92	1,00	1,08	1,16
	В проезжей части	0,86	0,94	1,02	1,10	1,18	1,26
Бетонные (песчано-цементные), керамические с каналами диаметром 90 мм	В пешеходной части	0,84	0,99	1,14	1,29	1,44	1,59
	В проезжей части	0,94	1,09	1,24	1,39	1,54	1,69
То же, с каналами диаметром 100 мм	В пешеходной части	0,85	1,01	1,17	1,33	1,49	1,65
	В проезжей части	0,95	1,11	1,27	1,43	1,59	1,75

Примечание. В колодцы типа ККС-1 трубы вводятся на уровне дна, т. е. глубина траншей при вводе труб не должна превышать 0,7 м.

5.13. ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ СВЯЗИ И ДРУГИХ СООРУЖЕНИЙ

В табл. 5.23 приведены нормы сближения подземных кабельных трубопроводов связи с другими сооружениями.

Т а б л и ц а 5.23

Минимальные расстояния между подземными трубопроводами связи и другими сооружениями

От сооружений	Минимальные расстояния, м	
	в горизонтальной плоскости	в вертикальной плоскости (при пересечениях)
Водопровода диаметром 300 мм	0,5	0,15
То же, свыше 300 мм	1,0	0,15
Канализации	0,5	0,15
Дренажей и водостоков	0,5	0,15
Теплопроводов	1,0	0,15
Газопроводов:		
низкого давления до 4,9 кПа (0,05 кгс/см ²)	1,0	0,15
среднего давления от 4,9 до 294,3 кПа (0,05—3 кгс/см ²)	1,5	0,15
высокого давления от 294,6 до 588,6 кПа (3—6 кгс/см ²)	2,0	0,15
при давлении от 588,6 до 1177,2 кПа (6—12 кгс/см ²)	3,0	0,15
Кабелей силовых	0,5	0,25—0,15
Обрезов фундаментов зданий и сооружений	0,6	—
Оси ж. д. неэлектрифицированного пути (но не менее чем на глубину траншеи от подошвы насыпи)	3,0	1,0
Оси ближайшего рельса трамвайного пути	2,0	1,0
Мачт и опор, сети наружного освещения, контактной сети и сети связи	0,5	—
Стен или опор тоннелей и путепроводов (на уровне или ниже основания)	0,5	—
Подошвы насыпи или наружной бровки канала	1,0	—
Стволов существующих деревьев	1,5	—
Бортового камня	1,5	—
Общих коллекторов для подземных сетей	0,5	—

Примечания: 1. Расстояние между бронированными кабелями связи и газопроводами независимо от давления в горизонтальной плоскости принимается 1 м.

2. То же, в вертикальной плоскости (при пересечениях) 0,5 м.

3. При сложившейся застройке расстояние по горизонтали от кабелей связи до бортового камня обосновывается проектом.

4. При пересечениях силовые кабели прокладываются ниже блоков кабельной канализации связи.

5.14. УКЛОНЫ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПОД КАБЕЛИ СВЯЗИ

Подземный трубопровод должен прокладываться с уклоном не менее 3—4 мм на метр длины в сторону колодцев для обеспечения стока воды из пролета в колодцы. На местности, имеющей достаточный естественный уклон (не менее 3—4 мм на метр длины), трубопровод можно укладывать с одинаковым заглублением по всей длине пролета и лишь у подходов к колодцам трубопроводу дается уклон, обеспечивающий ввод в колодец на заданной вертикальной отметке. Схема прокладки трубопровода на местности, имеющей достаточный естественный уклон, показана на рис. 5.20.

На местности, не имеющей достаточного естественного уклона, трубопровод укладывается либо с уклоном в одну сторону, когда у одного колодца минимальное заглубление, а у другого — повышенное (рис. 5.21), либо с уклоном на

две стороны, когда в одной точке пролета дается минимальное заглубление, от которой к обоим колодцам трубопровод укладывается с заданным уклоном (рис. 5.22).

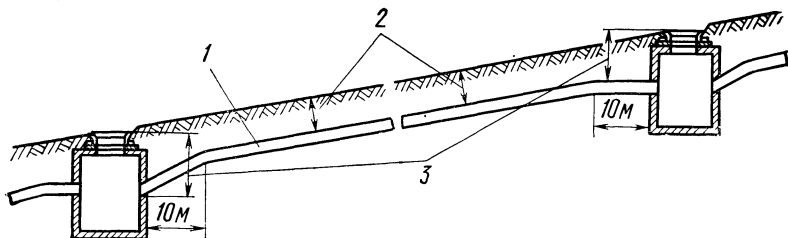


Рис. 5.20. Схема прокладки трубопровода на местности, имеющей естественный уклон:
1 — трубопровод; 2 — одинаковая глубина; 3 — заданная глубина ввода в колодец по табл. 5.22

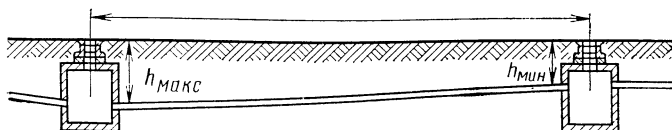


Рис. 5.21. Схема прокладки трубопровода с уклоном в одну сторону на местности, не имеющей достаточного естественного уклона:
 $h_{\max} = h_{\min} + aL$, где a — уклон трубопровода (3—4 мм на 1 м)

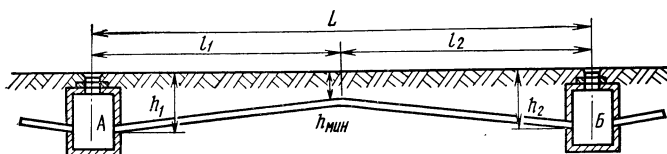


Рис. 5.22. Схема прокладки трубопровода с уклоном в обе стороны на местности, не имеющей достаточного естественного уклона:
 $h_1 = h_{\min} + al_1$; $h_2 = h_{\min} + al_2$,
где a — уклон трубопровода (3—4 мм на 1 м); l_1, l_2 — расстояние от точки минимального заглубления до колодца A и B соответственно

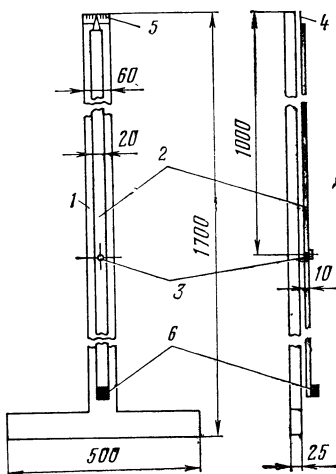


Рис. 5.23. Прямоугольная рейка с отвесом (уклономер) для регулировки уклона трубопровода:
1 — T-образная деревянная рейка; 2 — качающаяся рейка отвеса; 3 — ось вращения рейки-отвеса; 4 — латунная стрелка; 5 — линейка с миллиметровыми делениями; 6 — груз массой 1 кг (свинец)

В процессе прокладки трубопровода заданная величина уклона обеспечивается и контролируется применением рейки с уровнем или уклономера, показанного на рис. 5.23.

5.15. РАСЧЕТ ДИАМЕТРОВ ТРУБ

ДЛЯ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ

Расчет минимально необходимого диаметра трубы для одного кабеля или провода скрытой проводки можно производить по формуле

$$D \geq dk, \quad (5.1)$$

где D — необходимый внутренний диаметр трубы; d — наружный диаметр кабеля или провода; k — коэффициент, зависящий от длины и степени искривленности пролета между смотровыми устройствами.

При прокладке в одной трубе нескольких кабелей или проводов необходимый диаметр канала определяется по формуле

$$D \geq \sqrt{\frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + n_3 d_3^2 + \dots + n_n d_n^2}{\kappa_1}}, \quad (5.2)$$

где n_n — число кабелей или проводов одинакового диаметра; d_n — наружный диаметр кабеля или провода; κ_1 — коэффициент, зависящий от количества проводов или кабелей одинакового или различного диаметра и категории сложности прокладки.

Расчетные формулы с числовыми значениями коэффициентов k и κ_1 приведены в табл. 5.24.

Т а б л и ц а 5.24

Расчетные формулы для определения необходимых диаметров труб

Категория сложности прокладки	Количество кабелей или проводов			
	один	два		три и более
		одинакового наружного диаметра	разного наружного диаметра	
А	$D \geq 1,65d$	$D \geq 2,7d$	$D \geq 1,35 (d_1 + d_2)$	$D \geq \sqrt{\frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2}{32}}$
Б	$D \geq 1,4d$	$D \geq 2,5d$	$D \geq 1,25 (d_1 + d_2)$	$D \geq \sqrt{\frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2}{0,4}}$
В	$D \geq 1,25d$	$D \geq 2,4d$	$D \geq 1,2 (d_1 + d_2)$	$D \geq \sqrt{\frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2}{0,45}}$

Приведенные в табл. 5.24 категории сложности определяются условиями прокладки, изложенными в табл. 5.25.

Т а б л и ц а 5.25

Категории сложности прокладки кабелей или проводов в зависимости от длины пролетов закладных устройств, количества и величин углов изгибов труб

Длина пролета, м	Количество изгибов			Категория сложности прокладки
	всего	в том числе на углы		
		90—105°	120—150°	
100	0	—	—	А
75	1 или 2	1	2	
50	2 или 3	2	3	
50	3	1	2	
40	3 или 4	3	4	
40	4	1	3	
40	4	2	2	
30	4 или 5	4	5	
30	5	1	4	
30	5	2	3	
30	5	3	2	
75	0	—	—	Б
50	1 или 2	1	2	
30	2 или 3	2	3	
30	3	1	2	
25	3 или 4	3	4	
25	4	1	3	
25	4	2	2	
20	4 или 5	4	5	
20	5	1	1	
20	5	2	3	
20	5	3	2	
50	0	—	—	В
30	1 или 2	1	1	
20	2 или 3	2	3	
20	3	1	2	
15	3 или 4	3	4	
15	4	1	3	
15	4	2	2	
10	4 или 5	4	5	
10	5	1	4	
10	5	2	3	
10	5	3	2	

5.16. РАЗМЕРЫ ТРАНШЕЙ И ОБЪЕМЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Размеры траншей и объемы земляных работ (рытье, засыпка, отвозка), производимых при прокладке трубопроводов из асбестоцементных, полиэтиленовых, винилпластовых (поливинилхлоридных) и пековолокнистых труб с внутренним диаметром каналов 100 мм, приведены в табл. 5.26, а труб бетонных и керамических с диаметрами каналов 90 и 100 мм — в табл. 5.27.

В табл. 5.26 средняя расчетная глубина траншей определена исходя из схемы, приведенной на рис. 5.20 для местности, имеющей естественный уклон, и из схемы, приведенной на рис. 5.22, — для местности, не имеющей естественного уклона. При этом длина участка на подходах к колодцам (см. рис. 5.20) принята равной 10 м, глубина траншей в наивысшей точке пролета взята по табл. 5.21, глубина траншей на вводах в колодцы взята по табл. 5.22.

Объемы земляных работ рассчитаны для плотных грунтов (не разрыхленных).

Таблица 5.26

Средние размеры траншей и объемы земляных работ при прокладке трубопроводов из асбестоцементных, полиэтиленовых, виниловых и бестканых труб с внутренним диаметром канала 100 мм

Число каналов трубопровода	Число каналов в основании блока	Ширина траншеи, м	Средняя расчетная глубина, траншей, м		Средний объем на 100 м, м³				отвозки
			на местности с уклоном	на местности без уклона	рытья		засыпки		
					на местности с уклоном	на местности без уклона	на местности с уклоном	на местности без уклона	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,4	<u>0,55</u>	<u>0,67</u>	<u>22,0</u>	<u>26,8</u>	<u>20,6</u>	<u>25,4</u>	1,4
			0,74	0,82	29,6	32,8	28,2	31,4	
2	2	0,5	<u>0,55</u>	<u>0,67</u>	<u>27,5</u>	<u>33,5</u>	<u>24,4</u>	<u>30,4</u>	3,1
			0,74	0,82	37,0	41,0	33,9	37,9	
3	2	0,5	<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>34,5</u>	<u>40,5</u>	<u>29,7</u>	<u>35,7</u>	4,8
	3	0,65	0,88	0,96	44,0	48,0	39,2	43,2	4,8
			<u>0,55</u>	<u>0,67</u>	<u>35,8</u>	<u>43,6</u>	<u>31,0</u>	<u>38,8</u>	
			0,74	0,82	48,1	53,3	43,3	48,5	
4	2	0,5	<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>34,5</u>	<u>40,5</u>	<u>27,7</u>	<u>33,7</u>	6,8
	4	0,8	0,88	0,96	44,0	48,0	37,2	41,2	6,5
			<u>0,55</u>	<u>0,67</u>	<u>44,0</u>	<u>53,6</u>	<u>37,5</u>	<u>47,1</u>	
			0,74	0,82	59,2	65,6	52,7	59,1	
5	2	0,5	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>41,5</u>	<u>47,5</u>	<u>33,1</u>	<u>39,1</u>	8,4
	3	0,65	1,02	1,1	51,0	55,0	42,6	46,6	8,4
			<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>44,9</u>	<u>52,7</u>	<u>36,5</u>	<u>44,3</u>	
			0,88	0,96	57,2	62,4	48,8	54,0	
	4	0,8	<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>55,2</u>	<u>64,8</u>	<u>47,0</u>	<u>56,6</u>	8,2
			0,88	0,96	70,4	76,8	62,2	68,6	
6	2	0,5	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>41,5</u>	<u>47,5</u>	<u>31,1</u>	<u>37,1</u>	10,4
	3	0,65	1,02	1,1	51,0	55,0	40,6	44,6	10,4
			<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>44,9</u>	<u>52,7</u>	<u>34,5</u>	<u>42,3</u>	
			0,88	0,96	57,2	62,4	46,8	52,0	
	4	0,8	<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>55,2</u>	<u>64,8</u>	<u>45,1</u>	<u>54,7</u>	10,1
			0,88	0,96	70,4	76,8	60,3	66,7	
7	2	0,5	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>48,5</u>	<u>54,5</u>	<u>36,4</u>	<u>42,4</u>	12,1
			1,16	1,24	58,0	62,0	45,9	49,9	

Продолжение табл. 5.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	3	0,65	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>54,0</u>	<u>61,8</u>	<u>41,9</u>	<u>49,7</u>	12,1
			1,02	1,1	66,3	71,5	54,2	59,4	
	4	0,8	<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>55,2</u>	<u>64,8</u>	<u>43,1</u>	<u>52,7</u>	12,1
			0,86	0,96	70,4	76,8	58,3	64,7	
8	2	0,5	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>48,5</u>	<u>54,5</u>	<u>34,5</u>	<u>40,5</u>	14,0
			1,16	1,24	58,0	62,0	44,0	48,0	
	3	0,65	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>54,0</u>	<u>61,8</u>	<u>40,0</u>	<u>47,8</u>	14,0
			1,02	1,1	66,3	71,5	52,3	57,5	
	4	0,8	<u>0,69</u>	<u>0,81</u>	<u>55,2</u>	<u>64,8</u>	<u>41,2</u>	<u>50,8</u>	14,0
			0,88	0,96	70,4	76,8	56,4	62,8	
9	2	0,5	<u>1,11</u>	<u>1,23</u>	<u>55,5</u>	<u>61,5</u>	<u>39,8</u>	<u>45,8</u>	15,7
			1,3	1,38	65,0	69,0	49,3	53,3	
	3	0,65	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>54,0</u>	<u>61,8</u>	<u>38,0</u>	<u>45,8</u>	16,0
			1,02	1,1	66,3	71,5	50,3	55,5	
	4	0,8	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>66,4</u>	<u>76,0</u>	<u>50,7</u>	<u>60,3</u>	15,7
			1,02	1,1	81,6	88,0	65,9	72,3	
10	2	0,5	<u>11,1</u>	<u>1,23</u>	<u>55,5</u>	<u>61,5</u>	<u>37,5</u>	<u>43,5</u>	18,0
			1,3	1,38	65,0	69,0	47,0	51,0	
	3	0,65	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>63,1</u>	<u>70,9</u>	<u>46,0</u>	<u>53,8</u>	17,1
			1,16	1,24	75,4	80,6	58,3	63,5	
	4	0,8	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>66,4</u>	<u>76,0</u>	<u>48,1</u>	<u>57,7</u>	18,3
			1,02	1,1	81,6	88,0	63,8	69,7	
11	2	0,5	<u>1,25</u>	<u>1,37</u>	<u>62,5</u>	<u>68,5</u>	<u>42,5</u>	<u>48,5</u>	20,0
			1,44	1,52	72,0	76,0	52,0	56,0	
	3	0,65	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>63,1</u>	<u>70,9</u>	<u>44,2</u>	<u>52,0</u>	18,9
			1,16	1,24	75,4	80,6	56,5	61,7	
	4	0,8	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>66,4</u>	<u>76,0</u>	<u>46,6</u>	<u>56,2</u>	19,8
			1,02	1,1	81,6	88,0	61,8	68,2	
12	2	0,5	<u>1,25</u>	<u>1,37</u>	<u>62,5</u>	<u>68,5</u>	<u>40,7</u>	<u>46,7</u>	21,8
			1,44	1,52	72,0	76,0	50,2	54,2	
	3	0,65	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>63,1</u>	<u>70,9</u>	<u>42,8</u>	<u>50,6</u>	20,3
			1,16	1,24	75,4	80,6	55,1	60,3	
	4	0,8	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>66,4</u>	<u>76,0</u>	<u>44,9</u>	<u>54,5</u>	21,5
			1,02	1,1	81,6	88,0	60,1	66,5	

Продолжение табл. 5.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	4	0,8	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>77,6</u>	<u>87,2</u>	<u>54,1</u>	<u>63,7</u>	23,5
			1,16	1,24	92,8	99,2	69,3	75,7	
	6	1,1	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>91,3</u>	<u>104,5</u>	<u>68,7</u>	<u>81,9</u>	22,6
			1,02	1,1	112,2	121,0	89,6	98,4	
14	4	0,8	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>77,6</u>	<u>87,2</u>	<u>52,3</u>	<u>61,9</u>	25,3
			1,16	1,24	92,8	99,2	67,5	73,9	
	6	1,1	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>91,3</u>	<u>104,5</u>	<u>66,9</u>	<u>80,1</u>	24,4
			1,02	1,1	112,2	121,0	87,8	96,6	
15	4	0,8	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>77,6</u>	<u>87,2</u>	<u>51,3</u>	<u>60,9</u>	26,3
			1,16	1,24	92,8	99,2	66,5	72,9	
	6	1,1	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>91,3</u>	<u>104,5</u>	<u>65,4</u>	<u>78,6</u>	25,9
			1,02	1,1	112,2	121,0	86,3	95,1	
16	4	0,8	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>77,6</u>	<u>87,2</u>	<u>48,6</u>	<u>58,2</u>	29,0
			1,16	1,24	92,8	99,2	63,8	70,2	
	6	1,1	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>91,3</u>	<u>104,5</u>	<u>63,3</u>	<u>76,5</u>	28,0
			1,02	1,1	112,2	121,0	84,2	93,0	
17	4	0,8	<u>1,11</u>	<u>1,23</u>	<u>88,8</u>	<u>98,4</u>	<u>57,8</u>	<u>67,4</u>	31,0
			1,3	1,38	104,0	110,4	73,0	79,4	
	6	1,1	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>91,3</u>	<u>104,5</u>	<u>61,3</u>	<u>74,5</u>	30,0
			1,02	1,1	112,2	121,0	82,2	91,0	
18	4	0,8	<u>1,11</u>	<u>1,23</u>	<u>88,8</u>	<u>98,4</u>	<u>56,0</u>	<u>65,6</u>	32,8
			1,3	1,38	104,0	110,4	71,2	77,6	
	6	1,1	<u>0,83</u>	<u>0,95</u>	<u>91,3</u>	<u>104,5</u>	<u>60,8</u>	<u>74,0</u>	30,5
			1,02	1,1	112,2	121,0	81,7	90,5	
19	4	0,8	<u>1,11</u>	<u>1,23</u>	<u>88,8</u>	<u>98,4</u>	<u>54,8</u>	<u>64,4</u>	34,0
			1,3	1,38	104,0	110,4	70,0	76,4	
	6	1,1	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>106,7</u>	<u>119,9</u>	<u>74,2</u>	<u>87,4</u>	32,5
			1,16	1,24	127,6	136,4	95,1	103,9	
20	4	0,8	<u>1,11</u>	<u>1,23</u>	<u>88,8</u>	<u>98,4</u>	<u>52,8</u>	<u>62,4</u>	36,0
			1,3	1,38	104,8	110,4	68,0	74,4	
	6	1,1	<u>0,97</u>	<u>1,09</u>	<u>106,7</u>	<u>119,9</u>	<u>72,4</u>	<u>85,6</u>	34,3
			1,16	1,24	127,6	136,4	93,3	102,1	

Окончание табл. 5.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	4	0,8	1,25	1,37	100,0	109,6	62,0	71,6	38,0
			1,44	1,52	115,2	121,6	77,2	83,6	
	6	1,1	0,97	1,09	106,7	119,9	70,9	84,1	35,8
			1,16	1,24	127,6	136,4	91,8	100,6	
22	4	0,8	1,25	1,37	100,0	109,6	60,2	69,8	39,8
			1,44	1,52	115,2	121,6	75,4	81,8	
	6	1,1	0,97	1,09	106,7	119,9	68,9	82,1	37,8
			1,16	1,24	127,6	136,4	89,8	98,6	
23	4	0,8	1,25	1,37	100,0	109,6	58,5	68,1	41,5
			1,44	1,52	115,2	121,6	73,7	80,1	
	6	1,1	0,97	1,09	106,7	119,9	66,9	80,1	39,8
			1,16	1,24	127,6	136,4	87,8	96,6	
24	4	0,8	1,25	1,37	100,0	109,6	56,5	66,1	43,5
			1,44	1,52	115,2	121,6	71,7	78,1	
	6	1,1	0,97	1,09	106,7	119,9	65,5	78,7	41,2
			1,16	1,24	127,6	136,4	86,4	95,2	

Примечания: 1. Числитель относится к пешеходной части, знаменатель — к проезжей.

2. Объемы земляных работ даны без учета крепления траншей. При рытье с креплением ширина траншей увеличивается на 0,2 м. Объемы рытья и засыпки при этом увеличиваются на произведение средней глубины траншей на 0,2 м.

Таблица 5.27

Средние размеры траншей и объемы земляных работ при прокладке трубопроводов из бетонных и керамических труб с диаметрами каналов 90 и 110 мм

Число каналов трубопровода	Число каналов в основании блока	Ширина траншей, м		Средняя расчетная глубина траншей, м		Средний объем на 100 м, м³					
						рытья		засыпки		отвозки	
		для труб с диаметром канала, мм									
		90	100	90	100	90	100	90	100	90	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0,4	0,4	0,7	0,71	28,0	28,4	26,0	26,2	2,0	2,25
				0,87	0,88	34,8	35,2	32,8	33,0		
2	2	0,5	0,55	0,7	0,71	35,0	39,1	31,6	35,0	3,4	4,13
				0,87	0,88	43,5	48,4	40,1	44,3		

Продолжение табл. 5.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	2	0,5	0,55	0,85	0,87	42,5	47,9	37,0	41,5	5,5	6,4
				1,02	1,04	51,0	57,2	45,5	50,8		
	3	0,6	0,65	0,7	0,71	42,0	46,2	37,1	40,2	4,9	6,0
				0,87	0,88	52,2	57,2	47,3	51,2		
4	2	0,5	0,55	0,85	0,87	42,5	47,9	35,2	39,7	7,3	8,2
				1,02	1,04	51,0	57,2	43,7	49,0		
	4	0,75	0,8	0,7	0,71	52,5	56,8	45,5	48,9	7,0	7,9
				0,87	0,88	65,3	70,4	58,3	62,5		
5	2	0,5	0,55	1,0	1,03	50,0	56,7	40,7	46,2	9,3	10,5
				1,17	1,20	58,5	66,0	49,2	55,5		
	3	0,6	0,65	0,85	0,87	51,0	56,6	42,5	46,5	8,5	10,1
				1,02	1,04	61,2	67,6	52,7	57,5		
6	4	0,75	0,8	0,85	0,87	63,8	69,6	54,8	59,4	9,0	10,2
				1,02	1,04	76,5	83,2	67,5	73,0		
7	2	0,5	0,55	1,0	1,03	50,0	56,7	39,2	44,3	10,8	12,4
				1,17	1,20	58,5	66,0	47,7	53,6		
	3	0,6	0,65	0,85	0,87	51,0	56,6	40,8	44,6	10,2	12,0
				1,02	1,04	61,2	67,6	51,0	55,6		
8	4	0,75	0,8	0,85	0,87	63,8	69,6	53,0	57,6	10,8	12,0
				1,02	1,04	76,5	83,2	65,7	71,2		
9	2	0,5	0,55	1,15	1,19	57,5	65,5	44,7	50,9	12,8	14,6
				1,32	1,36	66,0	74,8	53,2	60,2		
	3	0,6	0,65	1,0	1,03	60,0	67,0	47,8	52,7	12,2	14,3
				1,17	1,20	70,2	78,0	58,0	63,7		
10	4	0,75	0,8	0,85	0,87	63,8	69,6	51,5	55,7	12,3	13,9
				1,02	1,04	76,5	83,2	64,2	69,3		
11	2	0,5	0,55	1,15	1,19	57,5	65,5	43,0	49,0	14,5	16,5
				1,32	1,36	66,0	74,8	51,5	58,3		
	3	0,6	0,65	1,0	1,03	60,0	67,0	46,0	50,9	14,0	16,1
				1,17	1,20	70,2	78,0	56,2	61,9		
12	4	0,75	0,8	0,85	0,87	63,8	69,6	49,3	53,8	14,5	15,8
				1,02	1,04	76,5	83,2	62,0	67,4		

Продолжение табл. 5.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	2	0,5	0,55	1,3	1,35	65,0	74,3	48,5	55,5	16,5	18,8
				1,47	1,52	73,5	83,6	57,0	64,8		
	3	0,6	0,65	1,0	1,03	60,0	67,0	44,9	49,0	15,1	18,0
				1,17	1,20	70,2	78,0	55,1	60,0		
	4	0,75	0,8	1,0	1,03	75,0	82,4	58,5	64,3	16,5	18,1
				1,17	1,20	87,8	96,0	71,3	77,9		
10	2	0,5	0,55	1,3	1,35	65,0	74,3	47,0	53,6	18,0	20,7
				1,47	1,52	73,5	83,6	55,5	62,9		
	3	0,6	0,65	1,15	1,19	69,0	77,4	51,9	57,1	17,1	20,3
				1,32	1,36	79,2	88,4	62,1	68,1		
	4	0,75	0,8	1,0	1,03	75,0	82,4	56,7	62,5	18,3	19,9
				1,17	1,20	87,8	96,0	69,5	76,1		
11	2	0,5	0,55	1,45	1,51	72,5	83,1	52,5	60,2	20,0	22,9
				1,62	1,68	81,0	92,4	61,0	69,5		
	3	0,6	0,65	1,15	1,19	69,0	77,4	50,1	55,3	18,9	22,1
				1,32	1,36	79,2	88,4	60,3	66,3		
	4	0,75	0,8	1,0	1,03	75,0	82,4	55,2	60,6	19,8	21,8
				1,17	1,20	87,8	96,0	68,0	74,2		
12	2	0,5	0,55	1,45	1,51	72,5	83,1	50,7	58,3	21,8	24,8
				1,62	1,68	81,0	92,4	59,2	67,6		
	3	0,6	0,65	1,15	1,19	69,0	77,4	48,7	53,4	20,3	24,0
				1,32	1,36	79,2	88,4	58,9	64,4		
	4	0,75	0,8	1,0	1,03	75,0	82,4	53,5	58,7	21,5	23,7
				1,17	1,20	87,8	96,0	66,3	72,3		
13	4	0,75	0,8	1,15	1,19	86,3	95,2	62,8	69,2	23,5	26,0
				1,32	1,36	99,0	108,8	75,5	82,8		
	6	0,95	1,05	1,0	1,03	95,0	108,2	72,4	81,9	22,6	26,3
				1,17	1,20	111,2	126,0	88,6	99,7		
14	4	0,75	0,8	1,15	1,19	86,3	95,2	61,0	67,4	25,3	27,8
				1,32	1,36	99,0	108,8	73,7	81,0		
	6	0,95	1,05	1,0	1,03	95,0	108,2	70,6	80,1	24,4	28,1
				1,17	1,20	111,2	126,0	86,8	97,9		
15	4	0,75	0,8	1,15	1,19	86,3	95,2	60,0	65,5	26,3	29,7
				1,32	1,36	99,0	108,8	72,7	79,1		
	6	0,95	1,05	1,0	1,03	95,0	108,2	69,1	78,2	25,9	30,0
				1,17	1,20	111,2	126,0	85,3	96,0		

Продолжение табл. 5.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	4	0,75	0,8	1,15	1,19	86,3	95,2	57,3	63,6	29,0	31,6
				1,32	1,36	99,0	108,8	70,0	77,2		
	6	0,95	1,05	1,0	1,03	95,0	108,2	67,0	75,9	28,0	32,3
				1,17	1,20	111,2	126,0	83,2	93,7		
17	4	0,75	0,8	1,3	1,35	97,5	108,0	66,5	74,1	31,0	33,9
				1,47	1,52	110,3	121,6	79,3	87,7		
	6	0,95	1,05	1,0	1,03	95,0	108,2	65,0	74,1	30,0	34,1
				1,17	1,20	111,2	126,0	81,2	91,9		
18	4	0,75	0,8	1,3	1,35	97,5	108,0	64,7	72,3	32,8	35,7
				1,47	1,52	110,3	121,6	77,5	85,9		
	6	0,95	1,05	1,0	1,03	95,0	108,2	64,5	72,2	30,5	36,0
				1,17	1,20	111,2	126,0	80,7	90,0		
19	4	0,75	0,8	1,3	1,35	97,5	108,0	63,5	70,4	34,0	37,6
				1,47	1,52	110,3	121,6	76,3	84,0		
	6	0,95	1,05	1,15	1,19	109,3	125,0	76,8	86,7	32,5	38,3
				1,32	1,36	125,4	142,8	92,9	104,5		
20	4	0,75	0,8	1,3	1,35	97,5	108,0	61,5	68,5	36,0	39,5
				1,47	1,52	110,3	121,6	74,3	82,1		
	6	0,95	1,05	1,15	1,19	109,3	125,0	75,0	84,9	34,3	40,1
				1,32	1,36	125,4	142,8	91,1	102,7		
21	4	0,75	0,8	1,45	1,51	108,8	120,8	70,8	79,0	38,0	41,8
				1,62	1,68	121,5	134,4	83,5	92,6		
	6	0,95	1,05	1,15	1,19	109,3	125,0	73,5	83,0	35,8	42,0
				1,32	1,36	125,4	142,8	89,6	100,8		
22	4	0,75	0,8	1,45	1,51	108,8	120,8	69,0	77,2	39,8	43,6
				1,62	1,68	121,5	134,4	81,7	90,8		
	6	0,95	1,05	1,15	1,19	109,3	125,0	71,5	80,7	37,8	44,3
				1,32	1,36	125,4	142,8	87,6	98,5		
23	4	0,75	0,8	1,45	1,51	108,8	120,8	67,3	75,4	41,5	45,5
				1,62	1,68	121,5	134,4	80,0	88,9		
	6	0,95	1,05	1,15	1,19	109,3	125,0	69,5	78,9	39,8	46,1
				1,32	1,36	125,4	142,8	85,6	96,7		

Окончание табл. 5.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	4	0,75	0,8	1,45	1,51	108,8	120,8	65,3	73,4	43,5	47,4
				1,62	1,68	121,5	134,4	78,0	87,0		
	6	0,95	1,05	1,15	1,19	109,3	125,0	68,1	77,0	41,2	48,0
				1,32	1,36	125,4	142,8	84,2	94,8		

Примечания: 1. Числитель относится к пешеходной части, знаменатель — к проезжей части улиц.

2. Применительно к каналам диаметром 90 мм принята компоновка блоков в соответствии с рис. 5.13, а для каналов диаметром 100 мм принята компоновка в основном из четырехотверстных труб (см. рис. 5.9а) при четырех каналах в основании и из трехотверстных при шести каналах в основании.

В табл. 5.27 расчетные глубина траншей, объемы рытья и засыпки определены для каналов диаметром 90 и 100 мм как средние арифметические из средних расчетных величин для местности с уклоном и местности без уклона.

5.17. ВСКРЫТИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ УЛИЧНЫХ ПОКРОВОВ

Объемы работ по вскрытию и восстановлению уличных покрытий, связанных с рытьем траншей для прокладки подземных трубопроводов под кабеля связи, приведены в табл. 5.28.

Ширина полосы вскрытия определена исходя из того, что по нормам вскрытие замощения должно заходить с каждой стороны траншеи для асфальта и

Таблица 5.28

Ширина полос и площади вскрываемого и восстанавливаемого замощения при рытье траншей для прокладки трубопроводов под кабеля связи

Количество каналов в основании блока			Ширина траншеи для тру- бопровода, м	Ширина полосы замощения, м				Площадь полосы замоще- ния на 100 м траншей, м²			
асбестоцементных труб	бетонных труб с диаметром канала, мм			вскрываемой		восстанавли- ваемой		вскрываемой		восстанавли- ваемой	
	90	100		асфальта	штучного камня	асфальта	штучного камня	асфальта	штучного камня	асфальта	штучного камня
1	1	1	0,4	0,6	0,8	0,7	1,0	60,0	80,0	70,0	100,0
2	2	2	0,5	0,7	0,9	0,8	1,1	70,0	90,0	80,0	110,0
3	3	3	0,55	0,75	0,95	0,85	1,15	75,0	95,0	85,0	115,0
4	4	4	0,6	0,8	1,0	0,9	1,2	80,0	100,0	90,0	120,0
5	5	5	0,65	0,85	1,05	0,95	1,25	85,0	105,0	95,0	125,0
6	6	6	0,75	0,95	1,15	1,05	1,35	95,0	115,0	105,0	135,0
7	7	7	0,8	1,0	1,2	1,1	1,4	100,0	120,0	110,0	140,0
8	8	8	0,85	1,05	1,25	1,15	1,45	105,0	125,0	115,0	145,0
9	9	9	0,9	1,1	1,3	1,2	1,5	110,0	130,0	120,0	150,0
10	10	10	0,95	1,15	1,35	1,25	1,55	115,0	135,0	125,0	155,0
11	11	11	1,05	1,25	1,45	1,35	1,75	125,0	145,0	135,0	165,0
12	12	12	1,1	1,3	1,5	1,4	1,7	130,0	150,0	140,0	170,0

дерна в парках на 0,1 м; растительного слоя в скверах и на газонах — на 0,15 м; штучного камня — на 0,2 м. Ширина полосы восстановления замощения превышает с каждой стороны полосу вскрытия его на 0,05 м для асфальта и 0,1 м для штучного камня. Плитный тротуар и деревянные мостки вскрываются так, чтобы края наиболее выступающих плит и досок не доходили до края траншеи ближе чем на 0,1 м.

Б. СМОТРОВЫЕ УСТРОЙСТВА КАБЕЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ СВЯЗИ И КОЛОДЦЫ

5.18. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОЛОДЦЕВ

Подземные колодцы для кабелей связи подразделяются:

- 1) по конструкции, размерам и соотношению размеров на типовые и специальные;
- 2) по конфигурации, связанной с направлением и количеством входящих в них пакетов (блоков) труб, на проходные, угловые, разветвительные и станционные;
- 3) по материалу на кирпичные и железобетонные; последние по способу изготовления разделяются на сборные и монолитные;
- 4) по нагрузке на месте установки для пешеходной части (вертикальная нагрузка от катка массой 30 т) и для проезжей части (вертикальная нагрузка от трейлера массой 80 т);
- 5) по типоразмерам (табл. 5.29) в соответствии с ТУ 45.1418—75 на «колодцы кабельные связи», сокращенно «ККС», пяти типоразмеров — ККС-1, ККС-2, ККС-3, ККС-4, ККС-5. Кроме того, установлено четыре типа станционных колодцев — на 3, 6, 10 и 20 тыс. номеров.

Т а б л и ц а 5.29

Типоразмеры смотровых устройств кабельной канализации

Типы смотровых устройств		Количество вводимых каналов, не более
Новое наименование	Старое наименование	
Колодец кабельный связи ККС-1	Коробка малого типа	1
» » » ККС-2	Коробка большого типа	2
» » » ККС-3	Колодец, малого типа	6
» » » ККС-4	Колодец среднего типа	12
» » » ККС-5	Колодец большого типа	24

При количестве вводимых каналов и предельной емкости ГТС, превышающих указанные выше, применяются специальные (не типовые) колодцы;

- 6) по форме на прямоугольные, овальные и многогранные.

Применительно к типовым смотровым устройствам прямоугольная форма предусматривается только для колодцев типа ККС-1. Овальная и многогранная формы рекомендуются для остальных типовых колодцев ККС-2 — ККС-5. Наиболее экономичной по расходу бетона и арматурной стали является овальная форма. С точки зрения простоты, прочности и стабильности размеров опалубок предпочтительнее многогранная форма.

Для стационарных колодцев на 3, 6, 10 и 20 тысяч номеров установлена смешанная — овално-многогранная — форма. Эти колодцы строятся в основном кирпичными и в отдельных случаях монолитными железобетонными. В последнее время наметилась тенденция к применению сборных железобетонных элементов при строительстве стационарных, равно как и других нетиповых по форме и габаритам, колодцев. Для монолитных железобетонных колодцев ККС-2 — ККС-5 применяются как овальная, так и многогранная формы. Кирпичные колодцы типов ККС-2 — ККС-5 строятся только овальной формы.

5.19. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ КОЛОДЦЕВ

В табл. 5.30 приведены марки бетонов, растворов и кирпича, используемых при строительстве колодцев. Примерный состав бетона и растворов приведен в табл. 5.31 и 5.32.

Таблица 5.30

Марки бетонов, цементно-песчаных растворов и кирпича, применяемых для строительства колодцев

Наименование конструкций, частей и деталей	Марка		
	бетона	раствора	кирпича
Элементы сборных железобетонных колодцев	200	—	—
Соединение элементов железобетонных колодцев в грунте:			
сухом	—	50	—
мокром	—	100	—
Монолитные железобетонные колодцы	200	—	—
Стены кирпичных колодцев	—	50	75
Днища кирпичных колодцев	50/75	100	—
Перекрытия кирпичных и монолитных железобетонных колодцев	200	—	—
Штукатурка стен кирпичных колодцев	—	50	—
Регулировочные кольца под люк:			
железобетонные	200	50	—
кирпичные	—	50	75

Таблица 5.31

Примерный состав бетона в номинальной дозировке на 1 м³

Марка бетона	Содержание в бетоне		
	цемента марки 200—300, кг	песка, м ³	гравия, м ³
50/75	190	0,5	0,8
100	220	0,485	0,8
150	250	0,465	0,8
200	280	0,445	0,8
300	340	0,408	0,8

Примечание. Марки цемента приняты по ГОСТ 310—60.

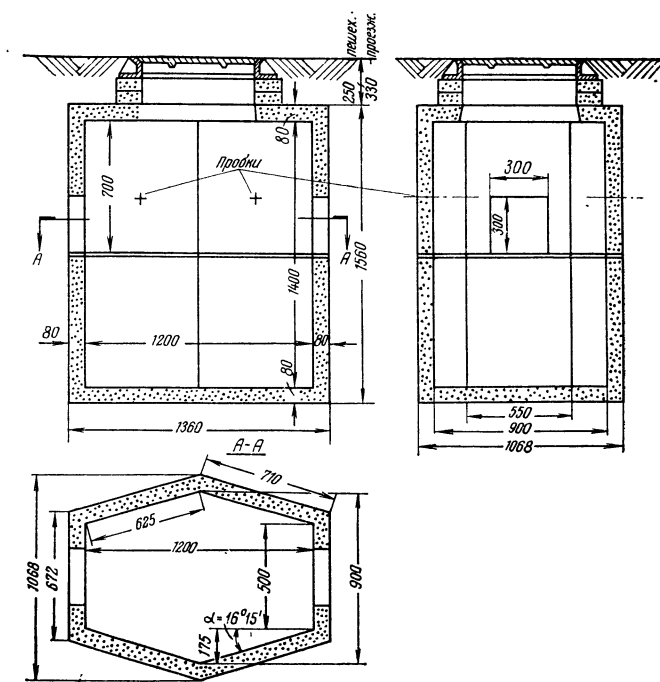


Рис. 5.25. Сборный и монолитный железобетонный колодец типа ККС-2 шестигранной формы

Таблица 5.33

Размеры, мм, проходных сборных и монолитных железобетонных колодцев типов ККС-2, ККС-3, ККС-4, ККС-5 овальной формы (см. рис. 5.26)

Тип колодца	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
ККС-2	1200	900	550	1400	700	1360	1060	1560	$\frac{1810}{1890}$	80
ККС-3	1800	1000	600	1600	800	1960	1160	1780	$\frac{2030}{2110}$	80
ККС-4	2200	1100	700	1800	900	2400	1300	1980	$\frac{2230}{2310}$	100
ККС-5	2800	1400	900	1800	900	3000	1600	$\frac{2000}{2020}$	$\frac{2250}{2330}$	100

Продолжение табл. 5.33

Тип колодца	л	м	н	о	п	Р	с	т	у	Ф
ККС-2	80	300	300	300	80	1150	640	600	300	—
ККС-3	80	800	400	400	100	2000	700	800	500	—
ККС-4	80	1000	500	500	100	3000	835	800	700	—
ККС-5	100	1000	500	750	$\frac{100}{120}$	4000	1040	1600	600	800

Примечания: 1. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.

2. В колодцах типа ККС-5 в средней части овалов устанавливаются дополнительные кронштейны на расстоянии $\Phi = T/2 = 800$ мм от крайних кронштейнов, помещенных на рис. 5.26.

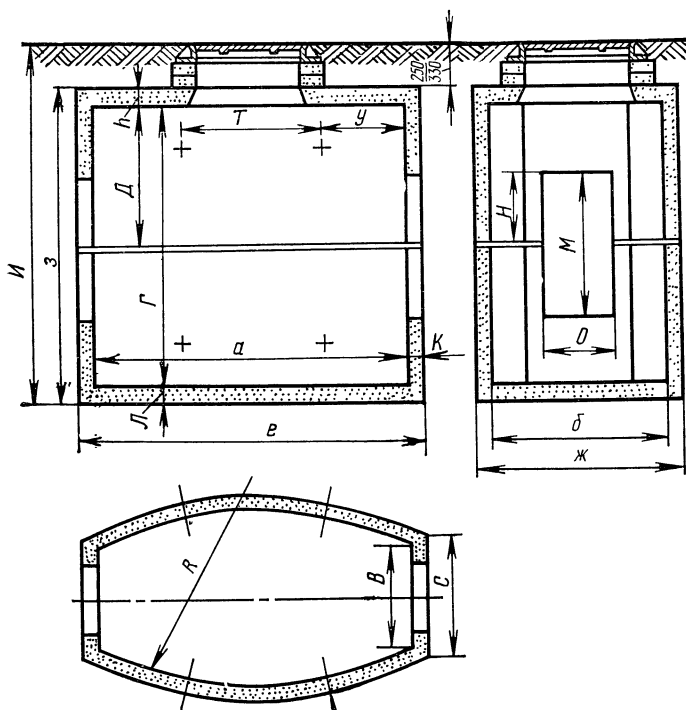


Рис. 5.26. Конструкция проходных сборных и монолитных железобетонных колодцев типов ККС-2, ККС-3, ККС-4 и ККС-5 овальной формы

Т а б л и ц а 5.34

Размеры, мм, проходных сборных и монолитных железобетонных колодцев восьмьюгранной формы
(см. рис. 5.27)

Тип колодца	А	Б ₁	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М
ККС-3	1800	1000	600	1600	800	1960	1160	1780	2030 2110	80	80	800
ККС-4	2200	1100	700	1800	900	2400	1300	1980	2230 2310	100	80	1000
ККС-5	2800	1400	900	1800	900	3000	1600	2000 2020	2250 2330	100	100	1000

Продолжение табл. 5.34

Тип колодца	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Угол α
ККС-3	400	400	480	840	700	520	590	870	200	545	230	100	22°40'
ККС-4	500	500	600	1000	840	635	720	1030	200	685	230	100	18°26'
ККС-5	500	750	750	1300	1040	790	880	1330	250	835	280	100 120	18°26'

Примечания: 1. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.

2. В колодцах типа ККС-5 в средней части пролета Р устанавливаются дополнительные кронштейны на расстоянии 800 мм от крайних кронштейнов, помещенных на рис. 5.27.

требности новые угловые колодцы выгодно строить с угловыми вставками к типовым проходным колодцам или из кирпича.

Необходимо учитывать, что, обладая достаточной механической прочностью в собранном виде в земле, элементы сборных специально угловых колодцев в сравнении с элементами сборных проходных колодцев подвергаются большей

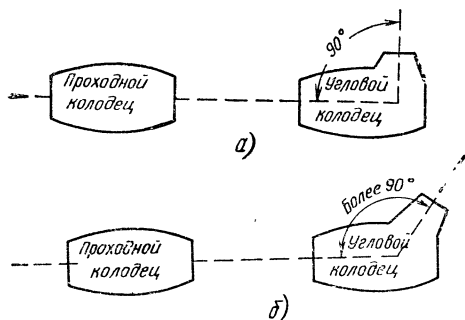


Рис. 5.28. Угловой колодец:
а) типовой; б) нетиповой

опасности разрушения при погрузке, выгрузке и транспортировке. Для придания им в этих условиях достаточной механической прочности сборные железобетонные специально угловые колодцы должны состояться только из двух

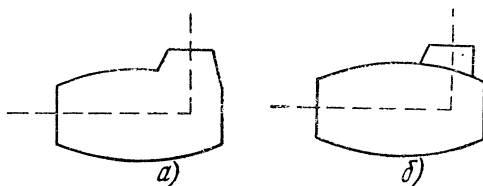


Рис. 5.29. Конструкция колодца:
а) специально углового; б) составленного из проходного колодца и угловой вставки

элементов. В первом из них нижняя половина вертикальных стен составляет одно целое с днищем, во втором — верхняя половина вертикальных стен составляет одно целое с перекрытием (рис. 5.30).

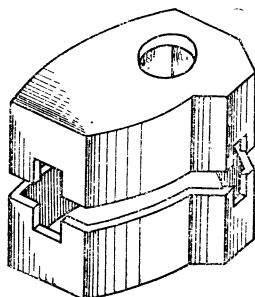


Рис. 5.30. Составные элементы сборного железобетонного специально углового колодца

Максимальная масса одного элемента составит при этом: для колодца типа ККС-3 приблизительно 1,4 т; для колодца типа ККС-4 — 2 т и для колодца типа ККС-5 — 3 т. Для погрузки, выгрузки и установки таких элементов требуются краны максимальной грузоподъемностью до 5 т. Угловые вставки следует использовать во всех случаях, когда действующие проходные колодцы приходится переустанавливать на угловые того же типа.

Специально угловые колодцы строятся овальной и многогранной формы. На рис. 5.31 и 5.32 показана конструкция специально угловых типовых сборных и монолитных железобетонных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 соответственно овальной и восьмигранной формы; размеры этих колодцев приведены в табл. 5.35.

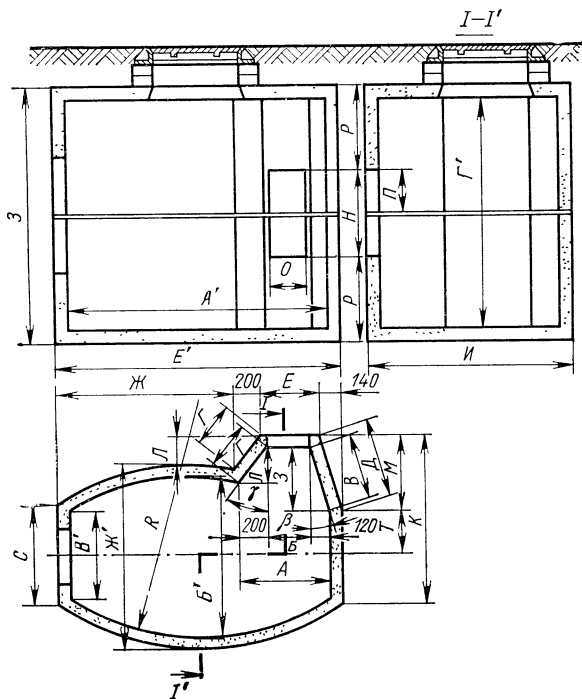


Рис. 5.31. Конструкция специально угловых сборных и монолитных железобетонных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 овальной формы

Угловые вставки представляют собой специальные карманы, пристраиваемые к типовым проходным железобетонным колодцам для ввода каналов со стороны поворота трассы трубопровода. При этом в бетонной стенке проходного колодца устраивается соответствующее окно, на нижнюю кромку которого укладывается бетонная плита днища вставки.

Днища и перекрытия вставок можно делать из готовых типовых или специальных железобетонных плит, вертикальные стенки — из кирпича. Днища вставок разрешается также бетонировать на месте из бетона марки 200. В последнее время находят также применение цельные железобетонные вставки, об-

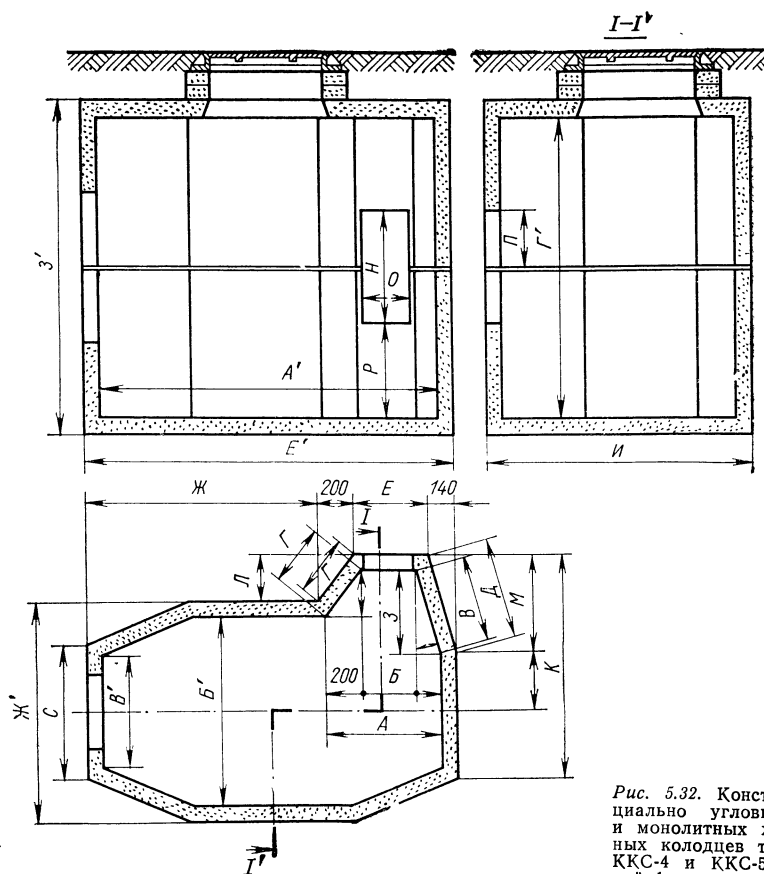


Рис. 5.32. Конструкция специально угловых сборных и монолитных железобетонных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 многогранной формы

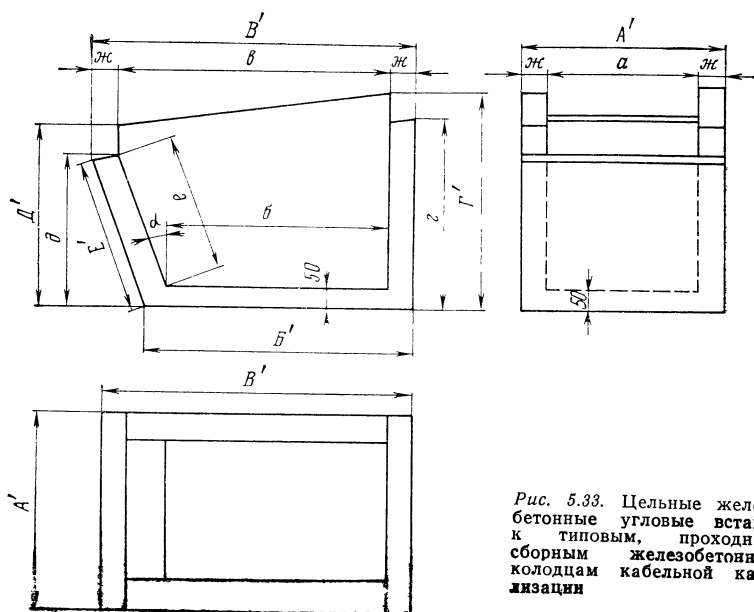


Рис. 5.33. Целые железобетонные угловые вставки к типовым, проходным, сборным железобетонным колодцам кабельной канализации

Таблица 5.35

Размеры, мм, специально угловых сборных и монолитных железобетонных колодцев
(см. рис. 5.31 и 5.32)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О
ККС-3	620	300	470	$\frac{330}{320}$	545	400	1220	450	1410	1180	$\frac{260}{250}$	525	600	300
ККС-4	820	500	470	$\frac{330}{320}$	545	630	1430	450	1550	1320	$\frac{260}{250}$	525	800	500
ККС-5	1060	740	565	$\frac{375}{360}$	660	875	1785	550	1900	1620	$\frac{315}{300}$	640	1000	500

Продолжение табл. 5.35

Тип колодца	П	Р	С	Т	А'	Б'	В'	Г'	Е'	Ж'	З'	Р	β	γ
ККС-3	300	500	700	305	1800	1000	600	1600	1960	1160	1780	2000	14°56'	$\frac{37°34'}{38°40'}$
ККС-4	400	500	840	375	2200	1100	700	1800	2400	1300	1980	3000	14°56'	$\frac{37°34'}{38°40'}$
ККС-5	500	400	1040	460	2800	1400	900	1800	3000	1600	$\frac{2000}{2020}$	4000	12°18'	$\frac{32°24'}{33°42'}$

Примечания: 1. В числителе даны размеры для колодцев овальной формы, в знаменателе — для колодцев восьмигранной формы.

2. Остальные размеры см. в табл. 5.33 и 5.34 и соответственно на рис. 5.26 и 5.27.

3. В графе «З» для колодцев типа ККС-5 обеих форм в числителе даны размеры для пешеходной, а в знаменателе — для проезжей части улиц и проездов.

Размеры, мм, цельных железобетонных угловых вставок к типовым подземным сборным железобетонным колодцам кабельной канализации
(см. рис. 5.33)

Вставки для колодцев типа	а	б	в	г	д	е	ж	а'	б'	в'	г'	д'	е'	Угол α
ККС-3	600	300	435	350	255	250	80	760	425	585	430	335	345	33°
ККС-4	800	520	670	360	265	260	100	1000	670	850	460	365	380	35°
ККС-5	1000	740	890	460	295	290	100	1200	900	1080	560	395	410	31°

Размеры, мм, сборных железобетонных угловых колодцев с угловыми вставками
(см. рис. 5.34 и 5.35)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л
ККС-3	300	210	135	390	295	505	825	165	425	640	600
ККС-4	520	125	150	400	300	725	990	100	435	855	800
ККС-5	740	220	150	500	340	950	1300	200	535	1070	1000

Продолжение табл. 5.37

Тип колодца	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	А'	Б'	В'	Г'
ККС-3	500	330	155	375	1470	330	370	985	1800	1000	600	1600
ККС-4	500	325	165	385	1560	330	370	975	2200	1100	700	1800
ККС-5	400	365	150	520	1945	370	400	875	2800	1400	900	1800

Примечания: 1. Остальные размеры даны в табл. 5.33 и 5.34 и соответственно на рис. 5.26 и 5.27.

2. Размеры даны применительно к колодцам овалной формы; отклонения для восьмигранной формы незначительные и практического значения не имеют.

5.22. ТИПОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ РАЗВЕТВИТЕЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОЛОДЦЫ

Типовые разветвительные колодцы предназначены для установки в местах разветвления трассы трубопровода на два или три направления (рис. 5.36). Специально разветвительными строятся только кирпичные и монолитные железобетонные колодцы. Из сборного железобетона разветвительные колодцы мож-

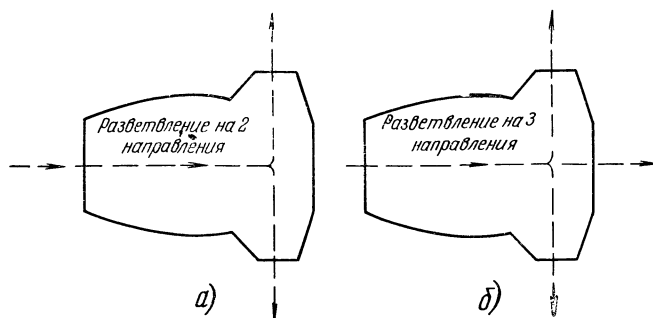


Рис. 5.36. Разветвительные колодцы:
а) на два; б) на три направления

но строить либо с использованием специально угловых колодцев соответствующего типа и добавлением к ним по одной угловой вставке того же типа (рис. 5.37а), либо из проходных колодцев соответствующего типа с двумя угловыми вставками того же типа (рис. 5.37б). Однако из сборного железобетона новые разветвительные колодцы целесообразно строить только при значительной по-

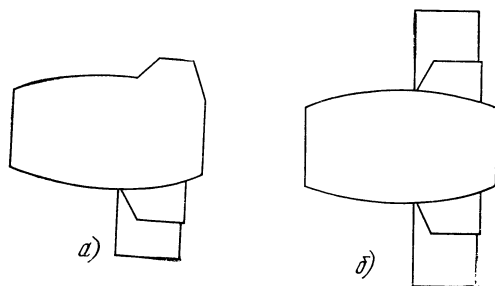


Рис. 5.37. Разветвительный колодец:
а) собранный из специального углового колодца и угловой вставки; б) собранный из проходного с двумя угловыми вставками

требности в них, что бывает редко, или при наличии местных благоприятных условий для их изготовления. При малой же потребности (всего несколько штук каждого типа) и если позволяют почвенные условия такие колодцы выгодно строить из кирпича с использованием специальных готовых железобетонных перекрытий или перекрытий, набранных из готовых стандартных железобетонных плит.

На рис. 5.38 и 5.39 показаны конструкции разветвительных сборных железобетонных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5, составленных в первом случае из специально угловых колодцев соответствующего типа и угловых вставок, а во втором случае — из проходных колодцев соответствующего типа и угловых вставок.

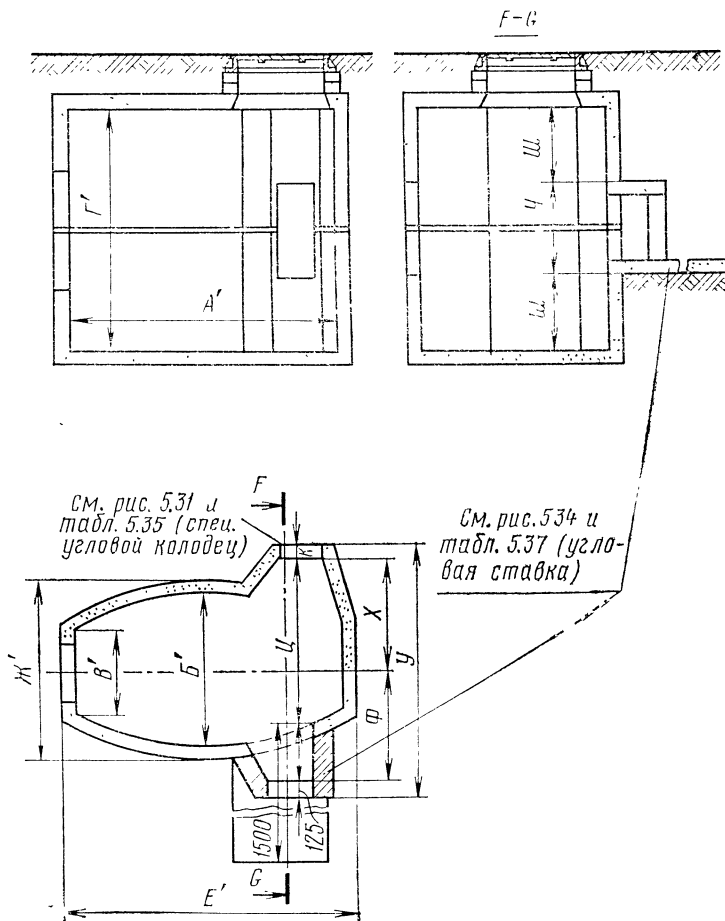


Рис. 5.38. Разветвительные сборные железобетонные колодцы типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5, составленные из специально углового колодца и угловой вставки

В табл. 5.38 приведены основные размеры этих колодцев. Ввиду незначительности отклонений в размерах для разветвительных колодцев различных форм на рис. 5.38 и 5.39, а также в табл. 5.37 рассматривается только овальная форма, хотя допускается также применение восьмигранной.

На рис. 5.40 показана конструкция монолитных железобетонных разветвительных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5. В табл. 5.39 приведены размеры этих колодцев.

Т а б л и ц а 5.38

Размеры, мм, разветвительных сборных железобетонных колодцев
(см. рис. 5.38 и 5.39)

Тип колодца	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	А'	Б'	В'	Г'	Е'	Ж'	К
ККС-3	1720	765	750	1515	600	500	1800	1000	600	1600	1960	1160	80
	1735		765	1530									
ККС-4	1810	785	800	1585	800	500	2200	1100	700	1800	2400	1300	100
	1795		785	1570									
ККС-5	2245	1020	1000	2020	1000	400	2800	1400	900	1800	3000	1600	100
	2265		1020	2040									

Примечания: 1. В числителе даны размеры колодцев, составленных из специального углового колодца и угловой вставки (см. рис. 5.38), в знаменателе — колодцев, составленных из проходного колодца и двух угловых вставок (см. рис. 5.39).
2. Остальные размеры даны на рис. 5.26 и 5.34 и соответственно в табл. 5.33 и 5.37.

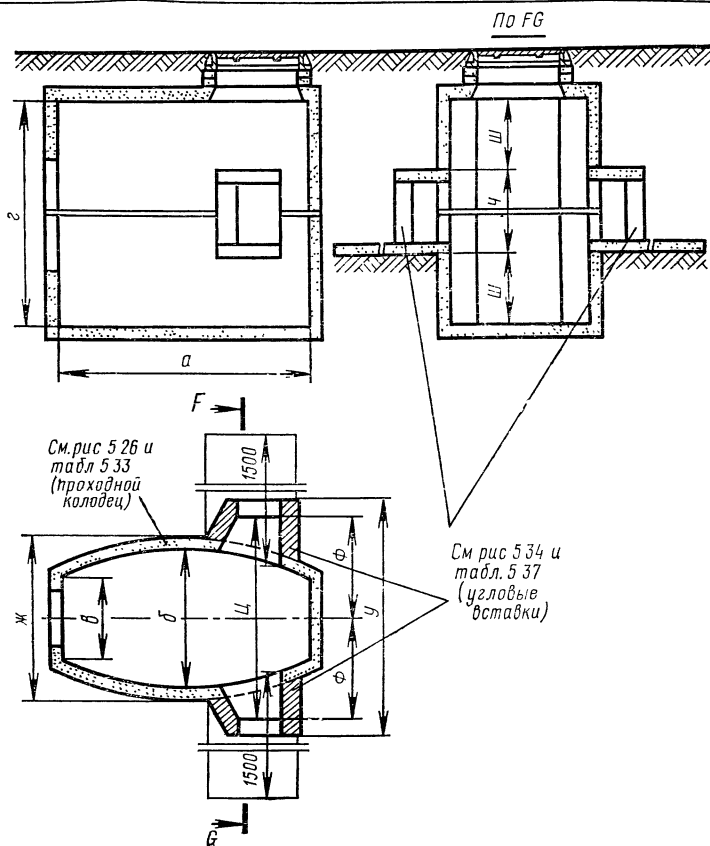


Рис. 5.39. Разветвительные сборные железобетонные колодцы типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5, составленные из проходного колодца и двух угловых вставок

Т а б л и ц а 5.39

Размеры, мм, монолитных железобетонных разветвительных колодцев
(см. рис. 5.40)

Тип колодца	у	х	ц	г		в	е	ж	к
ККС-3	1660	750	1500	1800	1000	600	1960	1160	80
ККС-4	1800	800	1600	2200	1100	700	2400	1300	100
ККС-5	2200	1000	2000	2800	1400	900	3000	1600	100

Примечание. Остальные размеры даны на рис. 5.26 и 5.31 и соответственно в табл. 5.33 и 5.35.

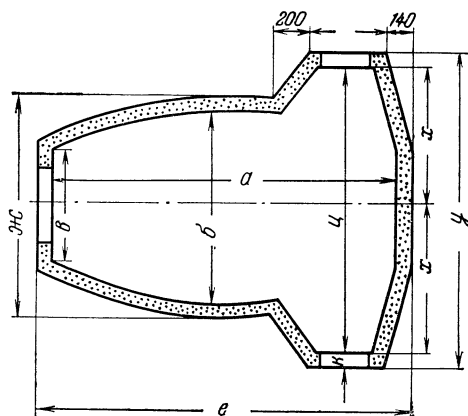


Рис. 5.40. Разветвительный монолитный железобетонный колодец типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5.
Примечание. Другие проекции см. на рис. 5.38

5.23. ТИПОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ СТАЦИОННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОЛОДЦЫ

Станционные колодцы предназначены для установки непосредственно у телефонных станций и соединяются, как правило, коротким участком трубопровода или коллектором с шахтой станции. Установлено четыре типоразмера станционных колодцев:

для станций конечной емкостью до 3 000 номеров

»	6 000	»
»	10 000	»
»	20 000	»

Типовые станционные колодцы строятся либо монолитными железобетонными, либо кирпичными с железобетонными перекрытиями, как правило, бетонными на месте. Допускается использование готовых специальных или стандартных железобетонных плит соответствующих сечения и прочности. В случае применения нетиповых станционных колодцев материал, конструкция и размеры последних должны быть обусловлены проектом и рабочими чертежами.

Т а б л и ц а 5.40

Размеры, мм, типовых стационарных монолитных железобетонных колодцев
для станций конечной емкости 3000, 6000, 10 000 и 20 000 номеров
(см. рис. 5.41)

Тип колодца	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н
На 3 000 номеров	2500	2125	750	1525	875	$\frac{2700}{2760}$	$\frac{2325}{2385}$	750	$\frac{925}{935}$	$\frac{100}{130}$	$\frac{850}{890}$	1250	1625
На 6 000 »	4300	2600	750	2300	1650	$\frac{4540}{4660}$	$\frac{2840}{2960}$	1000	$\frac{1720}{1755}$	$\frac{120}{180}$	$\frac{1100}{1150}$	1620	1995
На 10 000 »	5000	3000	1000	2600	2000	$\frac{5260}{5400}$	$\frac{3260}{3400}$	1000	$\frac{2085}{2130}$	$\frac{130}{200}$	$\frac{1090}{1140}$	1650	2150
На 20 000 »	6000	3000	1000	2780	2250	6400	3400	1500	2385	200	1630	1650	2150

Продолжение табл. 5.40

Тип колодца	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	г	Угол α
На 3 000 номеров	$\frac{1320}{1335}$	$\frac{860}{900}$	500	$\frac{145}{150}$	1800	$\frac{2320}{2400}$	$\frac{1610}{1630}$	0	120	150	2070	125	6300	35°
На 6 000 »	$\frac{1690}{1725}$	$\frac{900}{975}$	605	$\frac{250}{260}$	2200	$\frac{2780}{2860}$	$\frac{2410}{2460}$	750	130	200	2530	230	10400	44°30'
На 10 000 »	$\frac{1720}{1760}$	$\frac{1155}{1240}$	850	$\frac{385}{400}$	2200	$\frac{2780}{2860}$	$\frac{2700}{2760}$	850	130	200	2530	350	9100	50°30'
На 20 000 »	1730	1270	850	400	2200	2860	2950	850	130	200	2530	350	12400	54°

Примечания: 1. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.
2. Размеры в графе «з» рассчитаны на ввод блока с шестью каналами в основании.

Конструкция типовых станционных монолитных железобетонных колодцев для станций конечной емкостью 3000, 6000, 10 000 и 20 000 номеров показана на рис. 5.41, размеры этих колодцев приведены в табл. 5.40.

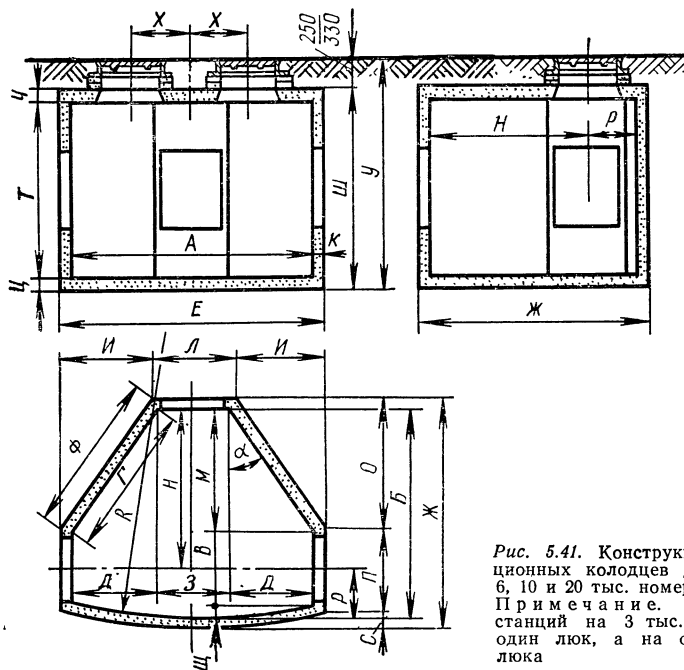


Рис. 5.41. Конструкция типовых станционных колодцев для станций на 3, 6, 10 и 20 тыс. номеров.
Примечание. На колодцы для станций на 3 тыс. номеров ставится один люк, а на остальные — по два люка

5.24. КИРПИЧНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ КОЛОДЦЫ (ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ)

Устройство кирпичных колодцев в сравнении со сборными железобетонными требует больших трудовых затрат и времени непосредственно на месте их установки в усложненных условиях трассы. В связи с этим строить их следует ограниченно и при наличии соответствующих обоснований. Однако применение таких колодцев можно считать оправданным во всех случаях, когда использование сборного железобетона невозможно, затруднено или нецелесообразно и, в частности:

- при устройстве нетиповых колодцев;
- при переустройстве старых, загруженных кабелями колодцев, когда использование сборных железобетонных элементов затруднено;
- при малой потребности в колодцах на объекте, когда организация изготовления их из сборного железобетона требует неоправданно больших материальных и денежных затрат и много времени, а расчеты для данных конкретных условий показывают, что доставка их транспортом нерентабельна;
- при устройстве станционных колодцев, которых требуется всего 1—2 шт. на объект;

при устройстве разветвительных и даже угловых колодцев всех типов, если общее потребное количество их на объекте невелико.

Для типовых проходных, угловых и разветвительных кирпичных колодцев типов ККС-2, ККС-3, ККС-4 и ККС-5 допускается только одна овальная форма.

Типовые стационарные кирпичные колодцы на 3000, 6000, 10 000 и 20 000 номеров строятся смешанной — многогранно-овальной — формы.

Для кирпичных колодцев, как правило, должны применяться готовые железобетонные перекрытия. Допускается устройство перекрытий из набора готовых стандартных железобетонных плит. В стационарных, разветвительных и нетиповых колодцах допускается бетонирование перекрытий на месте с устройством опалубок. Днища кирпичных колодцев бетонируются на месте.

5.25. ТИПОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ПРОХОДНЫЕ КИРПИЧНЫЕ КОЛОДЦЫ

Конструкция и размеры кирпичных колодцев типа ККС-1 показаны на рис. 5.42. Конструкция типовых проходных кирпичных колодцев типов ККС-2, ККС-3, ККС-4 и ККС-5 показана на рис. 5.43, размеры этих колодцев приведены в табл. 5.41.

Таблица 5.41

**Размеры, мм, проходных кирпичных колодцев типов ККС-2, ККС-3,
ККС-4, ККС-5**
(см. рис. 5.43)

Тип колодца	а	б	в	г	е	ж	з	и
ККС-2	1200	900	550	1400	1700	1150 1400	1580	1830 1910
ККС-3	1800	1000	600	1600	2300	1250 1500	1800	2050 2130
ККС-4	2200	1100	700	1800	2700	1600	2000	2250 2330
ККС-5	2800	1400	900	1800	3300	1900	2000 2020	2250 2350

Продолжение табл. 5.41

Тип колодца	п	с	т	у	Р	ф	х	Т'	У
								(в кирпичах)	
ККС-2	80	510 835	250	125 250	1150	300	300	1	0,5 1
ККС-3	100	570 870	250	125 250	2000	400	410	1	0,5 1
ККС-4	100	1010	250	250	3000	250	750	1	1
ККС-5	100 120	1230	250	250	4000	500	750	1	1

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части, а в знаменателе — для проезжей части улиц и проездов.

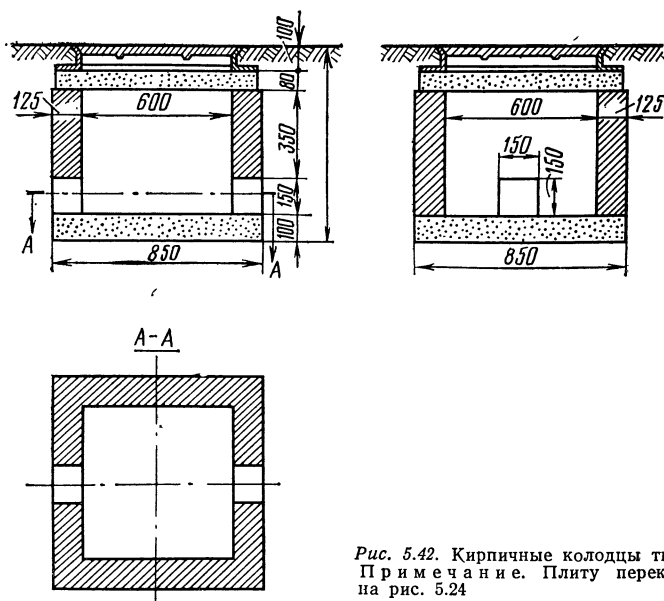


Рис. 5.42. Кирпичные колодцы типа ККС-1.
Примечание. Плиты перекрытия см.
на рис. 5.24

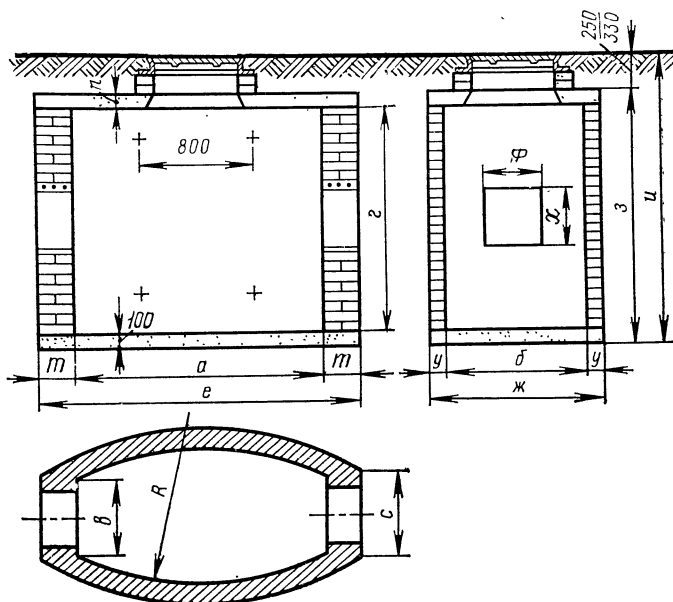


Рис. 5.43. Проходные кирпичные колодцы типов ККС-2, ККС-3,
ККС-4 и ККС-5

5.26. ТИПОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ УГЛОВЫЕ КИРПИЧНЫЕ КОЛОДЦЫ

Конструкция типовых угловых кирпичных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 показана на рис. 5.44, размеры этих колодцев приведены в табл. 5.42.

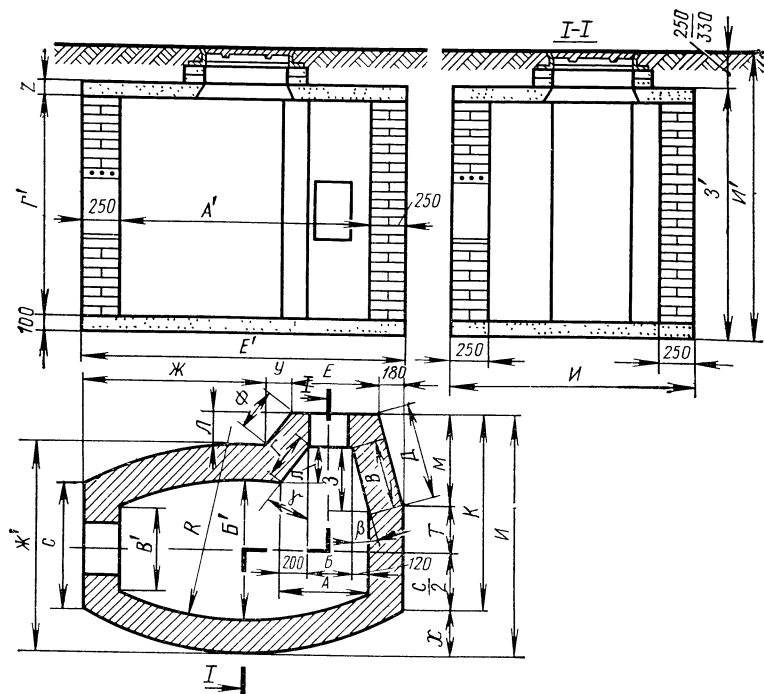


Рис. 5.44. Угловые кирпичные колодцы типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5

Таблица 5.42

Размеры, мм, типовых угловых кирпичных колодцев
(см. рис. 5.44)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	С	Т	У
ККС-3	620	300	470	330	545	615	1305	450	1750	1435	260	675	870	325	200
ККС-4	820	500	470	330	545	815	1505	450	1850	1555	260	675	1000	380	200
ККС-5	1060	740	565	375	655	1080	1880	550	2200	1865	315	815	1235	430	160

Горлоложение табл. 5.42

Тип колодца	Ф	А'	Б'	В'	Г'	Е'	Ж'	З'	И'	х	Р	З	β	γ
ККС-3	330	1800	1000	600	1600	2300	1500	1800	$\frac{2050}{2130}$	315	2000	100	14°56'	37°34' ±
ККС-4	330	2200	1100	700	1800	2700	1600	2000	$\frac{2250}{2330}$	295	3000	100	14°56'	37°34'
ККС-5	355	2800	1400	900	1800	3300	1900	$\frac{2000}{2020}$	$\frac{2250}{2350}$	335	4000	$\frac{100}{120}$	12°28'	32°34'

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.

5.27. ТИПОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ РАЗВЕТВИТЕЛЬНЫЕ КИРПИЧНЫЕ КОЛОДЦЫ

Конструкция типовых разветвительных кирпичных колодцев показана на рис. 5.45, размеры этих колодцев приведены в табл. 5.43.

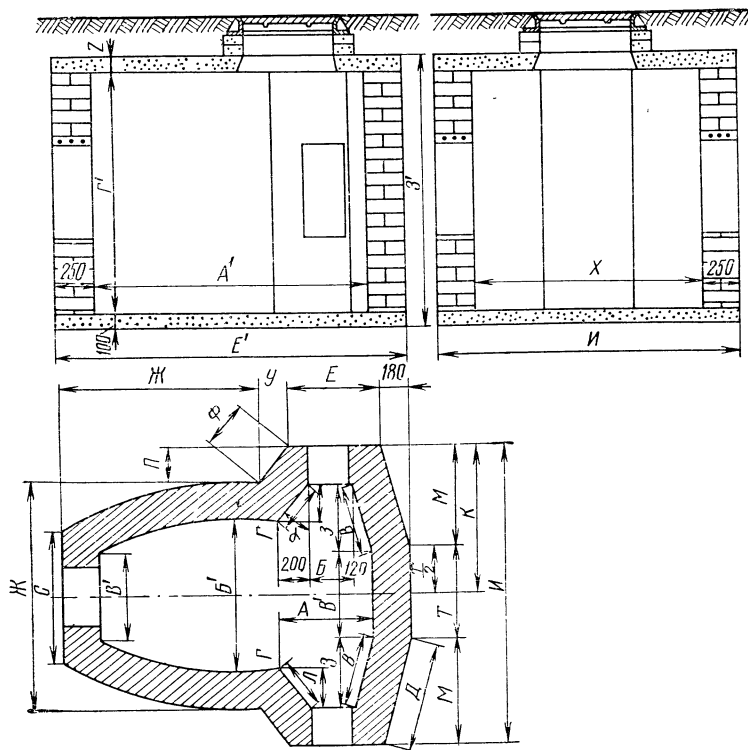


Рис. 5.45. Разветвительные кирпичные колодцы типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5

Таблица 5.43

Размеры, мм, типовых разветвительных кирпичных колодцев
(см. рис. 5.45)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	С	Т	У
ККС-3	620	300	470	330	545	615	1305	450	2000	1000	260	675	870	650	200
ККС-4	820	500	470	330	545	815	1505	450	2100	1050	260	675	1000	750	200
ККС-5	1060	740	565	375	655	1080	1880	550	2500	1250	315	815	1235	870	160

Продолжение табл. 5.43

Тип колодца	Ф	Х	А'	Б'	В'	Г'	Е'	Ж'	З'	Р	З	β	γ
ККС-3	330	1500	1800	1000	600	1600	2300	1500	1800	2000	100	14°56'	37°34'
ККС-4	330	1600	2200	1100	700	1800	2700	1600	2000	3000	100	14°56'	37°34'
ККС-5	355	2000	2800	1400	900	1800	3300	1900	$\frac{2000}{2020}$	4000	$\frac{100}{120}$	12°28'	32°34'

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.

5.28. ТИПОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ СТАНЦИОННЫЕ КИРПИЧНЫЕ КОЛОДЦЫ

Конструкция типовых станционных кирпичных колодцев для станций конечной емкостью 3000, 6000, 10 000 и 20 000 номеров показана на рис. 5.46, размеры этих колодцев приведены в табл. 5.44.

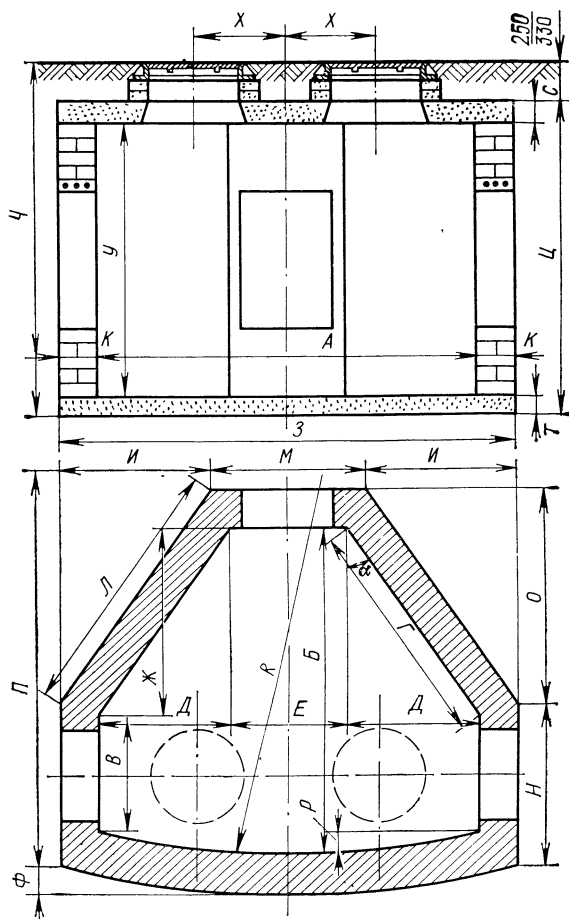


Рис. 5.46. Типовые станционные кирпичные колодцы на 3, 6, 10 и 20 тыс. номеров

Таблица 5.44

Размеры, мм, типовых стационных кирпичных колодез для станций
конечной емкостью 3000, 6000, 10 000 и 20 000 номеров
(см. рис. 5.46)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М
На 3 000 номеров	2500	2125	750	1525	875	750	1250	3000 3250	995 1055	250 375	1735 1840	1010 1140
На 6 000 »	4300	2600	750	2300	1650	1000	1620	4800 5050	1800 1870	250 375	2525 2625	1200 1310
На 10 000 »	5000	3000	1000	2600	2000	1000	1650	5750	2240	375	2905	1270
На 20 000 »	6000	3000	1000	2730	2250	1500	1650	6760	2500	375	3090	1760

Продолжение табл. 5.4

Тип колодца	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Р	α
На 3 000 номеров	1030 1170	1420 1505	2625 2875	125	150	120	1800	175 200	0	2070	2320 2400	6300	35°
На 6 000 »	1050 1205	1770 1840	3100 3350	230	200	130	2200	280 305	750	2530	2780 2860	10400	45°30'
На 10 000 »	1455	1850	3750	350	200	130	2200	445	850	2530	2780 2860	9100	50°30'
На 20 000 »	1500	1815	3750	350	200	130	2200	445	850	2530	2860	12400	54°

Примечания: 1. В числителе даны размеры для пешеходной части, в знаменателе — для проезжей части улиц и проездов.
2. Размеры в графе «Е» рассчитаны на ввод блока с шестью каналами в основании.

5.29. ПЕРЕКРЫТИЯ ДЛЯ ТИПОВЫХ КИРПИЧНЫХ КОЛОДЦЕВ

Перекрытие для типовых проходных кирпичных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 показано на рис. 5.47, а для типовых угловых кирпичных колодцев тех же типов — на рис. 5.48. Размеры перекрытий для этих колодцев приведены соответственно в табл. 5.45 и 5.46.

Для типовых разветвительных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5, а также для стационарных кирпичных колодцев на конечную емкость станций 3000, 6000, 10 000 и 20 000 номеров допускается применение сборных железобетонных перекрытий, составленных из двух отдельных, специально изготовленных железобетонных плит.

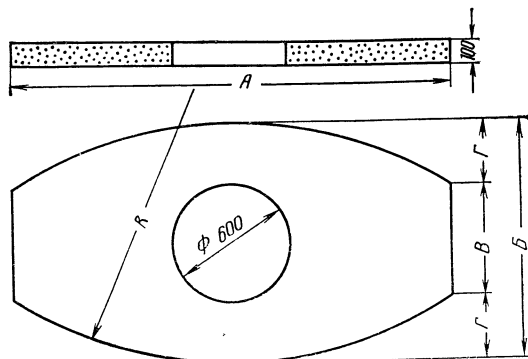


Рис. 5.47. Железобетонные перекрытия для проходных кирпичных колодцев типов ККС-3, ККС-4, ККС-5

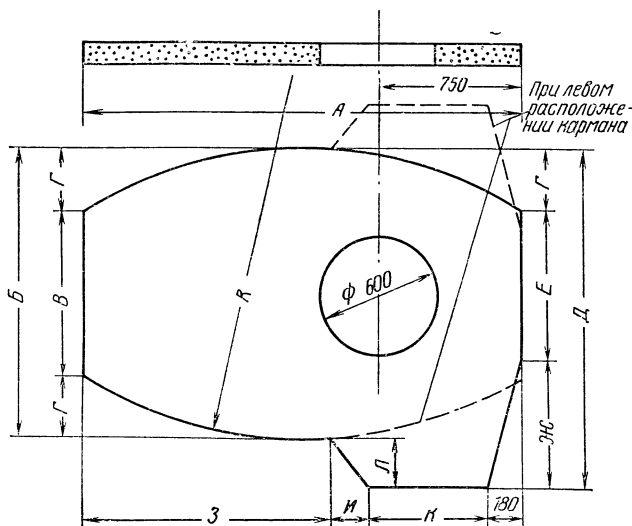


Рис. 5.48. Железобетонные перекрытия для угловых кирпичных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5

Т а б л и ц а 5.45

**Размеры, мм, железобетонных перекрытий для типовых проходных
кирпичных колодцев**
(см. рис. 5.47)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Р
ККС-3	2300	$\frac{1250}{1500}$	$\frac{570}{870}$	$\frac{340}{315}$	$\frac{2125}{2250}$
ККС-4	2700	1600	1000	300	3250
ККС-5	3300	1900	1230	335	4250

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части, в знаменателе — для проезжей части улиц и проездов.

Т а б л и ц а 5.46

**Размеры, мм, железобетонных перекрытий для типовых угловых
кирпичных колодцев**
(см. рис. 5.48)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	Р
ККС-3	2300	1500	870	315	1750	760	675	1305	200	615	260	2250
ККС-4	2700	1600	1000	295	1850	880	675	1505	200	815	260	3250
ККС-5	3300	1900	1230	335	2200	1050	815	1880	160	1080	315	4250

Сборные железобетонные перекрытия для типовых разветвительных кирпичных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 показаны на рис. 5.49, размеры перекрытий для этих колодцев приведены в табл. 5.47.

Т а б л и ц а 5.47

**Размеры, мм, железобетонных перекрытий для разветвительных
кирпичных колодцев**
(см. рис. 5.49)

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	Р
ККС-3	2300	1500	870	315	2000	650	675	1305	200	615	260	1300	1000	1450	2250
ККС-4	2700	1600	1000	300	2100	750	675	1505	200	815	260	1350	1350	1600	3250
ККС-5	3300	1900	1235	335	2500	870	815	1880	160	1080	315	1500	1800	1900	4250

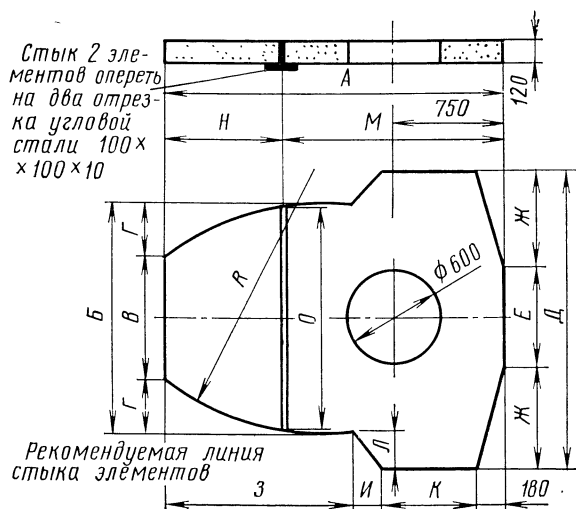


Рис. 5.49. Сборное железобетонное перекрытие для разветвительных кирпичных колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5

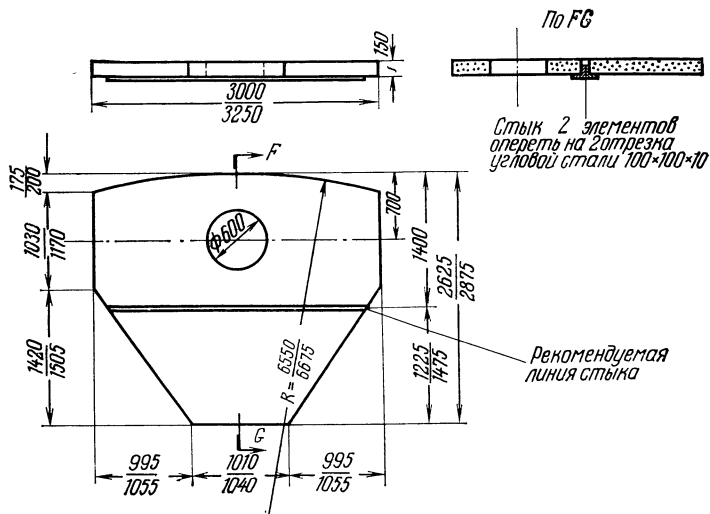


Рис. 5.50. Сборное железобетонное перекрытие для станционного кирпичного колодца на 3 тыс. номеров станционной емкости. Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части, в знаменателе — для проезжей части улиц и проездов

Сборное железобетонное перекрытие для типового станционного кирпичного колодца на конечную емкость станции 3000 номеров показано на рис. 5.50, на емкость 6000, 10 000 и 20 000 номеров — на рис. 5.51. Размеры перекрытий последних трех типов колодцев приведены в табл. 5.48.

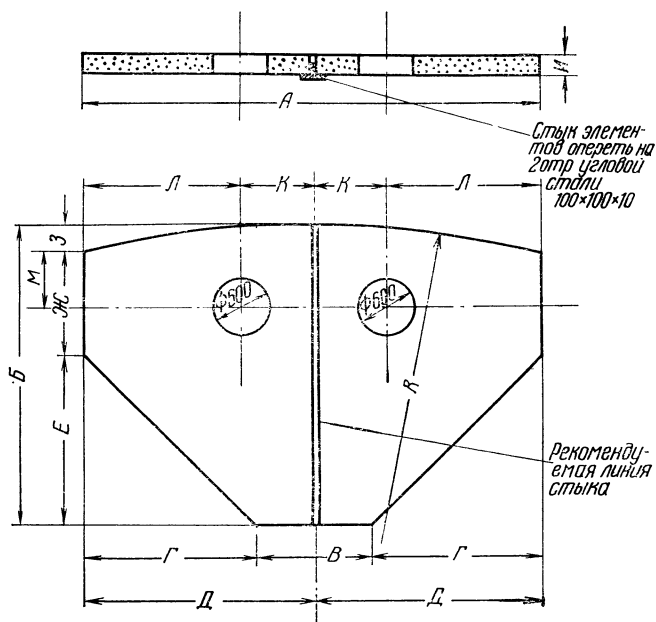


Рис. 5.51. Сборное железобетонное перекрытие для типовых станционных кирпичных колодцев на 6, 10 и 20 тыс. номеров

Тип колодца	А	Б	В	Г	Д	Ж	З	И	К	Л	М	Р	
На 6 000 номеров	4800 5050	3100 3350	1200 1310	1800 1870	2400 2525	1770 1840	1050 1205	280 305	200	750	1650 1775	525 600	10 650 10 775
На 10 000 »	5750	3750	1270	2240	2875	1850	1455	445	200	850	2025	730	9 475
На 20 000 »	6760	3760	1760	2500	3380	1815	1500	445	200	850	2530	700	12 775

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части, в знаменателе — для проезжей части улиц и проездов.

5.30. НЕТИПОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ СБОРНЫЕ КОЛОДЦЫ ИЗ ТИПОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В практике часто возникает необходимость в устройстве колодцев, отличающихся от типовых по своим габаритам и форме. Поэтому в последние годы разработаны и проходят стадию опытного применения конструкции нетиповых сбор-

Таблица 5.48

Размеры, мм, сборных железобетонных перекрытий для типовых станционных кирпичных колодцев на конечную емкость станций 6000, 10 000 и 20 000 номеров (см. рис. 5.51)

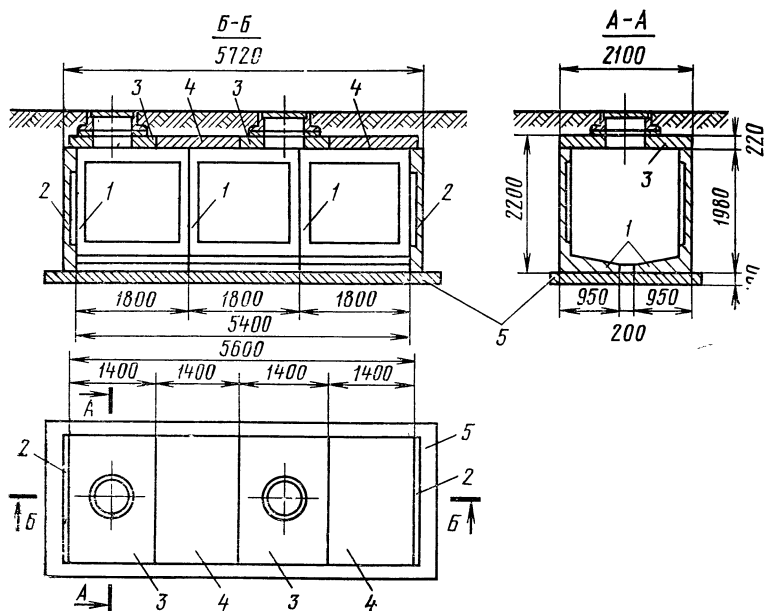


Рис. 5.52. Вариант сборки нетипового железобетонного колодца длиной 5,4 м:
1 — железобетонные стеновые блоки СТ-1 (см. рис. 5.53); 2 — торцевые железобетонные стенки (см. рис. 5.55); 3 — плиты перекрытия с отверстием для люка (см. рис. 5.54а); 4 — плиты перекрытий без отверстий для люка (см. рис. 5.54б); 5 — бетонная подготовка

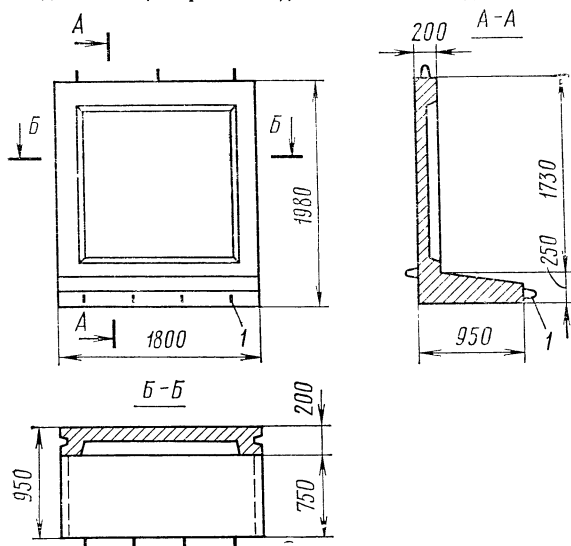


Рис. 5.53. Железобетонный стеновой блок СТ-1:
1 — выпуски

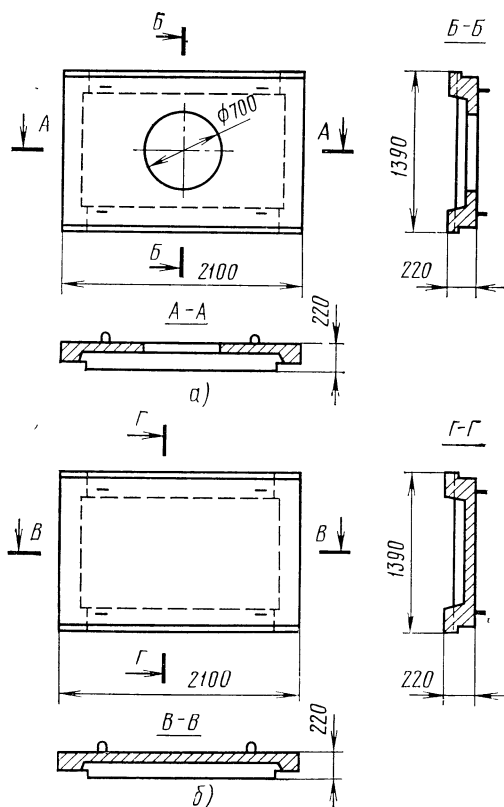


Рис. 5.54. Железобетонные плиты перекрытия:
а) с отверстием для люка (ПК-2); б) без отверстия для люка (ПК-1)

ных колодцев из типовых железобетонных элементов. Эскиз сборки такого колодца длиной 5,4 м и шириной 1,7 м приведен на рис. 5.52.

Основным элементом колодца является L-образный стеновой блок СТ-1, изображенный на рис. 5.53. Для сопряжения в точках изменения направления стен колодца могут применяться элементы, срезынные под различными углами. Не исключается комбинированное устройство таких колодцев — с продольными стенками из элементов по рис. 5.53 и поперечными, а также фигурными из кирпича. Поперечная — торцевая — стенка может выполняться из двух цельных или составных железобетонных элементов, например по рис. 5.55. Перекрытия устраиваются из набора типовых железобетонных плит с отверстиями для люков (рис. 5.54а) и без них (рис. 5.54б).

Стеновые блоки ставятся на бетонную подготовку толщиной 100 мм. Промежутки между днищами блоков заполняются бетоном. Связь между стеновыми блоками в днище обеспечивается петлевыми выпусками, через которые пропускается продольная арматура. Плиты перекрытия связываются со стеновыми бло-

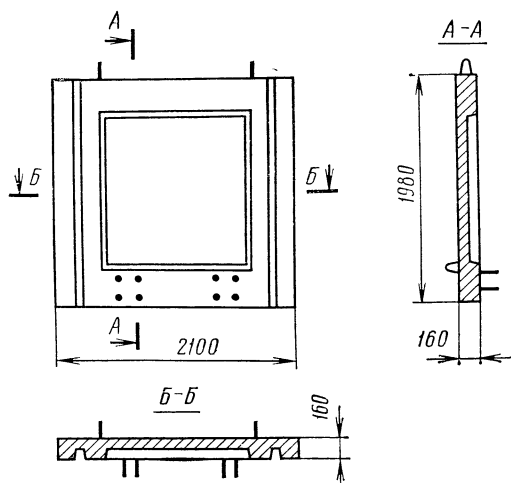


Рис. 5.55. Торцевая цельная железобетонная стенка

ками и стеновые блоки между собой накладными деталями, привариваемыми к накладным деталям сборных элементов. Предусмотрены выпуски-штыри для крепления кронштейнов под кабельные консоли. Однако прямоугольная форма колодцев и отсутствие в этом случае сооружений к их концам приводит к некоторым затруднениям при устройстве опор для кабелей вблизи торцов колодца. Когда устройство опор в таких местах вызывается необходимостью, а это бывает довольно часто, их приходится делать усложненной — выносной конструкции. Кронштейны с кабельными консолями крепятся в этом случае не к стенке, как обычно, а к днищу и перекрытию колодца. Крепление выносного кронштейна возможно также к дополнительному опорному угольнику на стене, а не в пол и потолок. В гранях стеновых блоков предусмотрены пазы, которые при монтаже заполняются цементным раствором М-100.

Конструкция рассчитана для непросадочных грунтов вне зоны грунтовых вод.

5.31. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФОРМЫ — ОПАЛУБКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОДЦЕВ

Сборные железобетонные колодцы подземной кабельной канализации в большинстве случаев изготавливаются централизованно организациями, ведущими строительство кабельных сетей связи в специальных цехах подсобных предприятий или на полигонах при объектах строительства.

Для изготовления сборных железобетонных колодцев применяются металлические формы опалубки — различной конструкции. На рис. 5.56 даны конструкция и размеры одной из наиболее распространенных форм — опалубки шестигранного колодца типа ККС-2, а на рис. 5.57 и в табл. 5.49 — колодцев типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5.

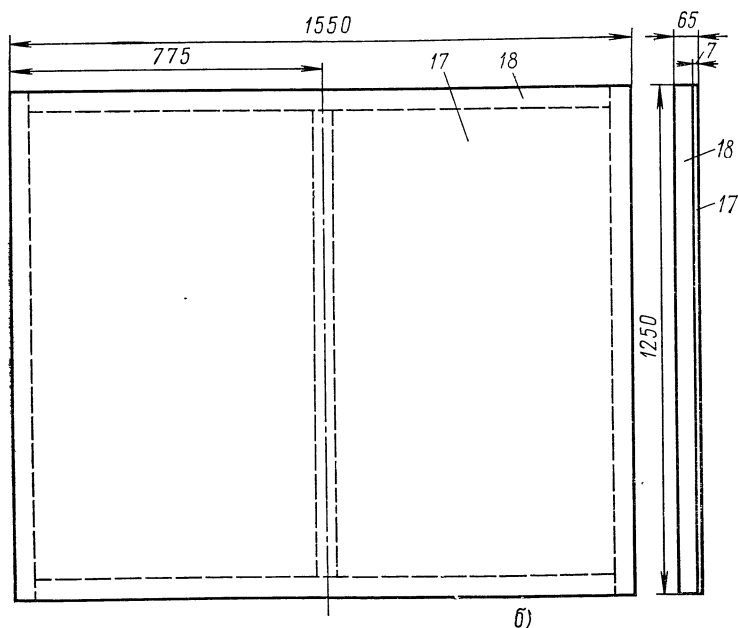


Рис. 5.56. Форма — опалубка (а) и поддон (б) для изготовления шестигранных сборных железобетонных колодцев типа ККС-2:

1 — лист стальной толщиной 4 мм; 2 — угольник верхний 50×50×5; 3 — опорный угольник; 4 — крюк; 5 — ограничитель; 6 — планка; 7 — угольник наружной опалубки 50×50×5 (разъемный); 8 — угольник наружной опалубки; 9 — ручка; 10 — ребро жесткости; 11 — усиленный угольник; 12 — угольник разбега; 13 — клин; 14 — палец; 15 — карман; 16 — ограничитель; 17 — лист стальной поддона толщиной 7 мм; 18 — швеллер № 6, 5 рамы поддона.

Примечание. Внутренняя форма — опалубка конусная, неразъемная, наружная — разъемная

В последнее время стали применять опалубки так называемого лепесткового типа, предложенные рационализаторами треста «Союзтелефонстрой». Особенностью этих опалубок является то, что при неразъемной внутренней форме внешняя состоит из отдельных частей — лепестков, способных раскрываться, поворачиваясь на петлях, приваренных к поддону.

Изготовление цельных железобетонных угловых вставок (см. рис. 5.33) к типовым сборным железобетонным колодцам производится в металлических формах — опалубках, общий вид которых показан на рис. 5.58. Основные размеры внутренней и внешней форм определяются по соответствующим рис. 5.58 индексам, приведенным в табл. 5.36. Опалубки изготавливаются из листовой стали толщиной 3—5 мм.

Угловые вставки армируются сеткой из стальных проволок диаметром 4—5 мм, связываемых на соответствующем шаблоне сваркой или вязкой. Стенка толщиной 50 мм, которая в дальнейшем пробивается для ввода в колодец блока труб, не армируется. Из арматуры выпускаются две подъемные петли.

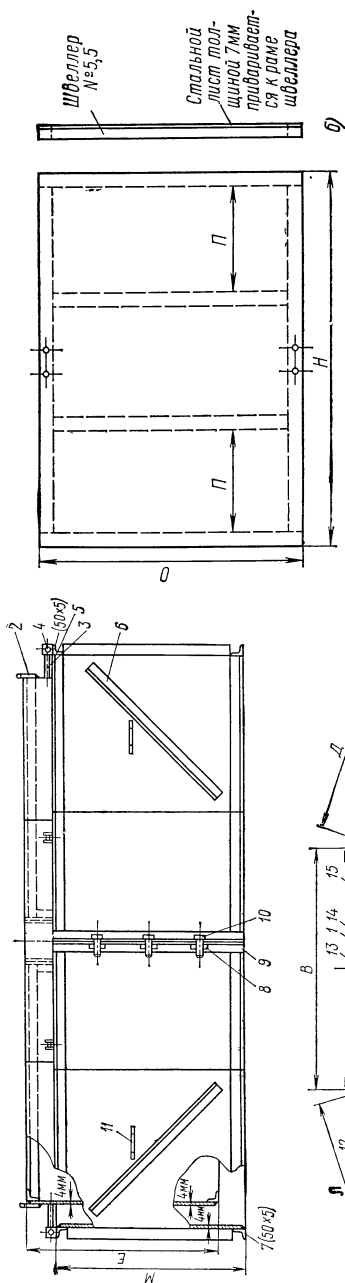


Рис. 5.57. Форма-опалубка (а) и поддон (б) для изготовления типовых восьмигранных сборных железобетонных колодцев:

1 — разъемный швеллер № 12; 2 — крюк; 3 — ограничитель; 4 — планка; 5 — уголок наружный; 6 — ребро жесткости; 7 — уголок наружный; 8 — клин; 9 — угольник в сборе; 10 — палец; 11 — ручка; 12 — распорка поперечная; 13 — угольник разъемный; 14 — палец швеллера; 15 — распорка усиленная; 16 — опорный уголок; 17 — наружная опалубка; 18 — внутренняя опалубка; 19 — ограничитель; 20 — карман.

Примечание. Для колодца типа ККС-3 внутренняя опалубка конусная, неразъемная; типов ККС-4 и ККС-5 — разъемная

Таблица 5.49

Размеры форм — опалубок и поддонов для изготовления типовых сборных железобетонных колодцев подземной кабельной канализации восьмигранной формы

Тип колодца	Размеры, мм (см. рис. 5.57), формы—опалубки								
	А	Б	В	Г	Д		Ж	З	И
ККС-3	1800	1000	840	600	520	900	1960	1160	870
ККС-4	2200	1100	1000	700	635	900	2400	1300	1030
ККС-5	2800	1400	1300	900	790	900	3000	1600	1330

Продолжение табл. 5.49

Тип колодца	Размеры, мм (см. рис. 5.57)						Масса, кг		
	формы—опалубки			поддона			внутренней опалубки	наружной опалубки	поддона
	К	Л	М	Н	О	П			
ККС-3	700	590	880	2150	1350	540	55,4	59,7	212
ККС-4	840	720	980	2600	1500	680	68,2	99,7	276
ККС-5	1040	880	980	3200	1800	880	81,7	100,0	392

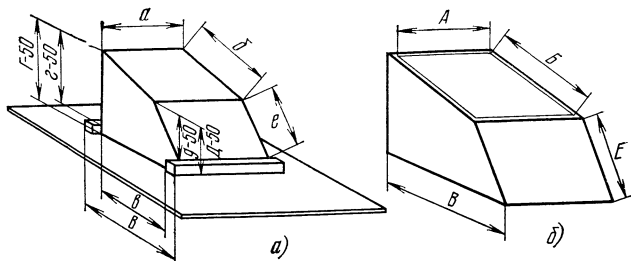


Рис. 5.58. Опалубка для изготовления цельных железобетонных угловых вставок к типовым колодцам кабельной канализации:
а) внутренняя; б) наружная

5.32. ПЛОЩАДИ, ОБЪЕМЫ И МАССЫ ТИПОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ КОЛОДЦЕВ

В табл. 5.50 приведены площади внутренних и внешних поверхностей стен, внутренние и внешние объемы колодцев, объемы и массы составляющих их железобетонных элементов и объемы кирпичной кладки.

При расчете внутренних поверхностей стен учитывались только площади стен от дна до перекрытия, а внешних поверхностей — стен с учетом толщины днищ и перекрытий. При расчете внутренних и внешних объемов учитывались полости колодцев и горловин без чугунных люков. Из объемов элементов исключены объемы окон для ввода труб.

Т а б л и ц а 5.50

Площадь, объем и масса типовых колодцев

№ пп.	Наименование и тип колодца	Площадь поверхности стен, м²		Внутренний объем, м³	Объем по наружному обмеру, м³	Объем и масса бетона, м³/кг								Объем кирпичной кладки	
		внутренней	наружной			всего	в том числе					м³	штук кирпичей		
							днища	нижней части стен	верхней части стен	перекрытия	нижней части стен с днищем			верхней части стен с перекрытием	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1 ККС-1 прямоугольной формы:														
	железобетонные	1,4	2,0	0,21	0,38	$\frac{0,18}{450}$	$\frac{0,046}{115}$	$\frac{0,105}{262}$		$\frac{0,029}{73}$	—	—	—	—	
	кирпичные	1,4	2,3	0,21	0,48	$\frac{0,101}{253}$	$\frac{0,072}{180}$	—		$\frac{0,029}{73}$	—	—	0,176	70	
2	Проходные железобетонные колодцы овальной формы: ККС-2 в пешеходной и проезжей частях улиц в пешеходной и проезжей частях улиц: ККС-3 ККС-4 ККС-5: в пешеходной части улиц в проезжей части улиц	5,1	6,5	1,37	2,03	$\frac{0,6}{1500}$	$\frac{0,1}{250}$	$\frac{0,22}{550}$	$\frac{0,2}{500}$	$\frac{0,08}{200}$	$\frac{0,32}{800}$	$\frac{0,28}{700}$	—	—	
		7,9	9,8	2,63	3,69	$\frac{0,95}{2375}$	$\frac{0,16}{400}$	$\frac{0,31}{775}$	$\frac{0,31}{775}$	$\frac{0,17}{425}$	$\frac{0,47}{1175}$	$\frac{0,48}{1200}$	—	—	
		10,6	13,1	4,05	5,59	$\frac{1,39}{3475}$	$\frac{0,22}{550}$	$\frac{0,46}{1150}$	$\frac{0,46}{1150}$	$\frac{0,25}{625}$	$\frac{0,68}{1700}$	$\frac{0,71}{1775}$	—	—	
		13,5	16,4	6,28	8,59	$\frac{2,11}{5275}$	$\frac{0,43}{1075}$	$\frac{0,64}{1600}$	$\frac{0,64}{1600}$	$\frac{0,4}{1000}$	$\frac{1,07}{2675}$	$\frac{1,04}{2600}$	—	—	
		13,5	16,6	6,29	8,68	$\frac{2,19}{5475}$	$\frac{0,43}{1075}$	$\frac{0,64}{1600}$	$\frac{0,64}{1600}$	$\frac{0,48}{1200}$	$\frac{1,07}{2675}$	$\frac{1,12}{2800}$	—	—	

Продолжение табл. 5.50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	Проходные железобетонные многогранной формы: ККС-2 в пешеходной и проезжей частях улиц в пешеходной и проезжей частях улиц. ККС-3 ККС-4 ККС-5: в пешеходной части улиц в проезжей части улиц	5,1 7,9 10,7 13,6 13,6	6,5 9,8 13,1 16,5 16,7	1,28 2,65 3,99 6,45 6,46	1,94 3,76 5,65 8,95 9,04	0,6 $\frac{1,03}{2575}$ $\frac{1,49}{3725}$ $\frac{2,12}{5300}$ $\frac{2,2}{5500}$	0,1 $\frac{0,17}{425}$ $\frac{0,22}{550}$ $\frac{0,43}{1075}$ $\frac{0,43}{1075}$	0,22 $\frac{0,34}{850}$ $\frac{0,51}{1275}$ $\frac{0,64}{1600}$ $\frac{0,64}{1600}$	0,2 $\frac{0,34}{850}$ $\frac{0,51}{1275}$ $\frac{0,64}{1600}$ $\frac{0,64}{1600}$	0,08 $\frac{0,18}{450}$ $\frac{0,25}{625}$ $\frac{0,41}{1025}$ $\frac{0,49}{1225}$	0,32 $\frac{0,51}{1275}$ $\frac{0,73}{1825}$ $\frac{1,07}{2675}$ $\frac{1,07}{2675}$	0,28 $\frac{0,52}{1300}$ $\frac{0,76}{1900}$ $\frac{1,05}{2625}$ $\frac{1,13}{2825}$	— — — — —	— — — — —
4	Проходные кирпичные овальной формы: ККС-2: в пешеходной части в проезжей части улиц ККС-3: в пешеходной части улиц в проезжей части улиц ККС-4 в пешеходной и проезжей частях улиц ККС-5: в пешеходной части в проезжей части улиц	5,1 5,1 7,9 7,9 10,6 13,5 1,5	7,49 8,44 10,8 11,8 15,2 18,5 18,7	1,36 1,36 2,63 2,63 4,05 6,28 6,29	2,78 3,36 4,32 5,45 7,71 11,21 11,32	$\frac{0,27}{675}$ $\frac{0,35}{375}$ $\frac{0,45}{1125}$ $\frac{0,57}{1425}$ $\frac{0,73}{1825}$ $\frac{1,09}{2725}$ $\frac{1,19}{2975}$	$\frac{0,16}{400}$ $\frac{0,21}{525}$ $\frac{0,24}{600}$ $\frac{0,3}{750}$ $\frac{0,38}{950}$ $\frac{0,56}{1400}$ $\frac{0,56}{1400}$	— — — — — — —	— — — — — — —	$\frac{0,11}{275}$ $\frac{0,14}{350}$ $\frac{0,21}{525}$ $\frac{0,27}{675}$ $\frac{0,35}{875}$ $\frac{0,53}{1325}$ $\frac{0,63}{1575}$	— — — — — — —	— — — — — — —	0,91 1,55 1,12 2,13 2,79 3,61 3,61	355 605 510 915 1210 1490 1490

Продолжение табл. 5.50

[illegible]

Продолжение табл. 5.50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	Монолитные железобетонные разветвительные колодцы овальной формы типа:													
	ККС-3	9,3	12,0	3,21	4,51	$\frac{1,15}{2875}$	$\frac{0,2}{500}$	$\frac{0,74}{1850}$		$\frac{0,21}{525}$	—	—	—	—
	ККС-4	12,2	15,7	4,95	6,79	$\frac{1,63}{4075}$	$\frac{0,28}{700}$	$\frac{1,04}{2600}$		$\frac{0,31}{775}$	—	—	—	—
	ККС-5	15,7	19,8	7,72	10,59	$\frac{2,47}{6175}$	$\frac{0,53}{1325}$	$\frac{1,44}{3600}$		$\frac{0,5}{1250}$	—	—	—	—
11	Кирпичные разветвительные: ККС-3 в пешеходной и проезжей частях улиц	9,3	13,4	3,21	6,85	$\frac{0,73}{1825}$	$\frac{0,38}{950}$	—	—	$\frac{0,35}{875}$	—	—	2,65	1145
	ККС-4 в пешеходной и проезжей частях улиц	12,2	17,2	4,95	9,63	$\frac{0,93}{2325}$	$\frac{0,48}{1200}$	—	—	$\frac{0,45}{1125}$	—	—	3,39	1470
	ККС-5: в пешеходной части улиц	15,7	20,9	7,72	14,05	$\frac{1,37}{3425}$	$\frac{0,7}{1750}$	—	—	$\frac{0,67}{1675}$	—	—	4,35	1800
	в проезжей части улиц	15,7	20,9	7,73	14,18	$\frac{1,51}{3775}$	$\frac{0,7}{1750}$	—	—	$\frac{0,81}{2025}$	—	—	4,35	1800
12	Железобетонные стационные: на 3000 номеров: в пешеходной части улиц	14,1	17,6	7,46	10,3	$\frac{2,76}{6900}$	$\frac{0,59}{1475}$	$\frac{1,47}{3675}$		$\frac{0,7}{1750}$	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	14,1	18,1	7,47	10,9	$\frac{3,31}{8275}$	$\frac{0,62}{1550}$	$\frac{1,95}{4875}$		$\frac{0,74}{1850}$	—	—	—	—

Продолжение табл. 5.50

[illegible]

Продолжение табл. 5.50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	в пешеходной и проезжей частях улиц	29,2	40,1	24,53	42,01	$\frac{5,35}{13375}$	$\frac{2,15}{5375}$	—	—	$\frac{3,2}{8000}$	—	—	12,0	5000
	на 20 000 номеров	31,8	43,5	29,9	45,1	$\frac{6,38}{15950}$	$\frac{2,55}{6375}$	—	—	$\frac{3,83}{9575}$	—	—	13,3	6950
14	Типовые железобетонные элементы для нетиповых сборных железобетонных колодцев:													
	стенные блоки L-образной формы СТ-1	—	—	—	—	$\frac{0,65}{1630}$	—	—	—	—	—	—	—	—
	плиты перекрытий ПК-1, глухие	—	—	—	—	$\frac{0,44}{1100}$	—	—	—	—	—	—	—	—
	плиты перекрытий ПК-2, с отверстиями для люка	—	—	—	—	$\frac{0,4}{1000}$	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. В числителе приведен объем железобетонных элементов в кубометрах, в знаменателе — масса этих элементов в килограммах.

5.33. КОТЛОВАНЫ ДЛЯ ТИПОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ КОЛОДЦЕВ

На рис. 5.59—5.61 показаны формы котлованов для типовых железобетонных и кирпичных колодцев. Размеры этих котлованов применительно к каждому типовому колодцу приведены в табл. 5.51. Размеры рассчитаны на механизированную выемку основной массы грунта из котлованов колодцев с применением экскаватора, например типа Э-153 или иного. Подрезка, выравнивание, планировка и подчистка котлованов после работы экскаватора должны осуществляться вручную.

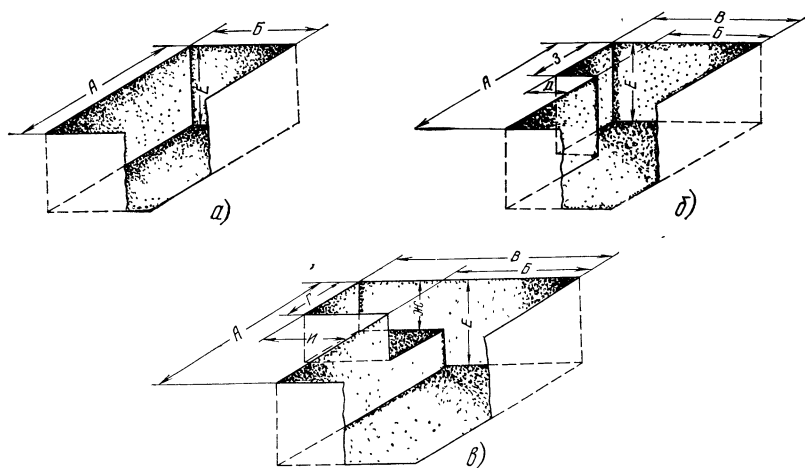


Рис. 5.59. Котлованы:

а) под проходные колодцы; б) под специально угловые колодцы типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5; в) под угловые колодцы, составленные из проходных колодцев и угловых вставок

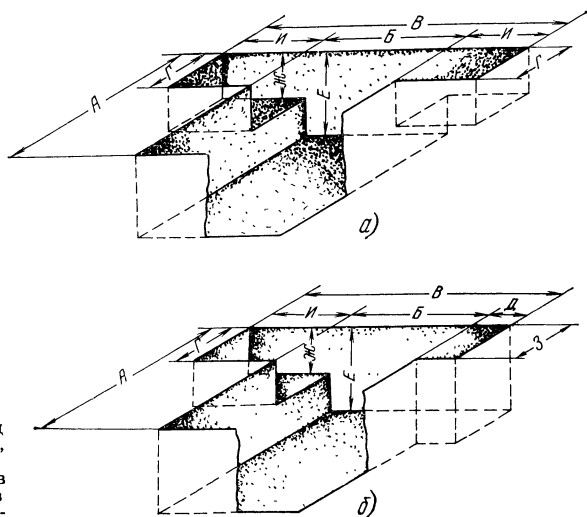


Рис. 5.60. Котлованы под разветвительные колодцы, составленные:

а) из проходных колодцев и угловых вставок; б) из специально углового колодца и угловых вставок

Таблица 5.51

Размеры котлованов для типовых колодцев и коробов

№ пп.	Наименование и тип колодца	Размеры котлованов, м									
		А	Б	В	Г	Д	Е		Ж	З	И
							в пешеход- ной части	в проез- жей части			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Проходные сборные железобетонные (см. рис. 5.59а):										
	ККС-1	$\frac{1,2}{1,4}$	$\frac{1,2}{1,4}$	—	—	—	0,8	—	—	—	—
	ККС-2	$\frac{2,0}{2,2}$	$\frac{1,7}{1,9}$	—	—	—	1,8	1,9	—	—	—
	ККС-3	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{1,8}{2,0}$	—	—	—	2,05	2,1	—	—	—
	ККС-4	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{1,9}{2,1}$	—	—	—	2,25	2,3	—	—	—
2	Проходные монолитные железобетонные (см. рис. 5.59а):										
	ККС-2	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{2,3}{2,5}$	—	—	—	1,8	1,9	—	—	—
	ККС-3	$\frac{3,2}{3,4}$	$\frac{2,4}{2,6}$	—	—	—	2,05	2,1	—	—	—
	ККС-4	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,5}{2,7}$	—	—	—	2,25	2,3	—	—	—
	ККС-5	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{2,8}{3,0}$	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
3	Проходные кирпичные с наружной штукатуркой стен (см. рис. 5.59а):										
	ККС-1	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{1,5}{1,7}$	—	—	—	0,8	—	—	—	—
	ККС-2:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{2,0}{2,2}$	—	—	—	1,85	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{2,2}{2,4}$	—	—	—	—	1,9	—	—	—
	ККС-3:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{3,1}{3,3}$	$\frac{2,1}{2,3}$	—	—	—	2,05	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{3,1}{3,3}$	$\frac{2,3}{2,5}$	—	—	—	—	2,15	—	—	—
	ККС-4	$\frac{3,5}{3,7}$	$\frac{2,4}{2,6}$	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
	ККС-5	$\frac{4,1}{4,3}$	$\frac{2,7}{2,9}$	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—

Продолжение табл. 5.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Проходные кирпичные без наружной штукатурки стен (см. рис. 5.59а):										
	ККС-1	$\frac{1,3}{1,5}$	$\frac{1,3}{1,5}$	—	—	—	0,8	—	—	—	—
	ККС-2:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{2,3}{2,5}$	$\frac{1,8}{2,0}$	—	—	—	1,85	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{2,3}{2,5}$	$\frac{2,0}{2,2}$	—	—	—	—	1,9	—	—	—
	ККС-3:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{2,9}{3,1}$	$\frac{1,9}{2,1}$	—	—	—	2,05	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{2,9}{3,1}$	$\frac{2,1}{2,3}$	—	—	—	—	2,15	—	—	—
	ККС-4	$\frac{3,3}{3,5}$	$\frac{2,2}{2,4}$	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
	ККС-5	$\frac{3,9}{4,1}$	$\frac{2,5}{2,7}$	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
5	Специально угловые сборные железобетонные (см. рис. 5.59б):										
	ККС-3	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{1,8}{2,0}$	$\frac{2,0}{2,2}$	—	0,2	2,05	2,1	—	$\frac{1,3}{1,5}$	—
	ККС-4	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{1,9}{2,1}$	$\frac{2,2}{2,4}$	—	0,3	2,25	2,3	—	$\frac{1,6}{1,8}$	—
	ККС-5	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{2,5}{2,7}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{1,8}{2,0}$	—
6	Специально угловые монолитные железобетонные (см. рис. 5.59б):										
	ККС-3	$\frac{3,2}{3,4}$	$\frac{2,4}{2,6}$	$\frac{2,6}{2,8}$	—	0,2	2,05	2,1	—	$\frac{1,9}{2,1}$	—
	ККС-4	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{2,8}{3,0}$	—	0,3	2,25	2,3	—	$\frac{2,2}{2,4}$	—
	ККС-5	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{2,8}{3,0}$	$\frac{3,1}{3,3}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{2,4}{2,6}$	—
7	Угловые кирпичные с наружной штукатуркой стен (см. рис. 5.59б):										
	ККС-3	$\frac{3,1}{3,3}$	$\frac{2,3}{2,5}$	$\frac{2,6}{2,8}$	—	0,3	2,05	2,15	—	$\frac{1,8}{2,0}$	—
	ККС-4	$\frac{3,5}{3,7}$	$\frac{2,4}{2,6}$	$\frac{2,7}{2,9}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{2,0}{2,2}$	—
	ККС-5	$\frac{4,1}{4,3}$	$\frac{2,7}{2,9}$	$\frac{3,0}{3,2}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{2,2}{2,4}$	—
8	Угловые кирпичные без наружной штукатурки стен (см. рис. 5.59б):										
	ККС-3	$\frac{2,9}{3,1}$	$\frac{2,1}{2,3}$	$\frac{2,4}{2,6}$	—	0,3	2,05	2,15	—	$\frac{1,6}{1,8}$	—
	ККС-4	$\frac{3,3}{3,5}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{2,5}{2,7}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{1,8}{2,0}$	—
	ККС-5	$\frac{3,9}{4,1}$	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{2,8}{3,0}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{2,0}{2,2}$	—

Продолжение табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	Угловые сборные железобетонные, составленные из проходных с угловыми вставками (см. рис. 5.59a):										
	ККС-3	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{1,8}{2,0}$	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{1,2}{1,4}$	—	2,05	2,1	1,5	—	1,2
	ККС-4	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{1,9}{2,1}$	$\frac{3,1}{3,3}$	$\frac{1,5}{1,7}$	—	2,25	2,3	1,7	—	1,2
	ККС-5	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{3,4}{3,6}$	$\frac{1,7}{1,9}$	—	2,25	2,35	1,8	—	1,2
10	Разветвительные сборные железобетонные, составленные из специально угловых колодцев с одной угловой вставкой (см. рис. 5.60b):										
	ККС-3	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{1,8}{2,0}$	$\frac{3,2}{3,4}$	$\frac{1,2}{1,4}$	0,2	2,05	2,1	1,5	$\frac{1,3}{1,5}$	1,2
	ККС-4	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{1,9}{2,1}$	$\frac{3,4}{3,6}$	$\frac{1,5}{1,7}$	0,3	2,25	2,3	1,7	$\frac{1,6}{1,8}$	1,2
	ККС-5	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{3,7}{3,9}$	$\frac{1,7}{1,9}$	0,3	2,25	2,35	1,8	$\frac{1,8}{2,0}$	1,2
11	Разветвительные сборные железобетонные, составленные из проходного колодца и двух угловых вставок (см. рис. 5.60a):										
	ККС-3	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{1,8}{2,0}$	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{1,2}{1,4}$	—	2,05	2,1	1,5	—	1,2
	ККС-4	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{1,9}{2,1}$	$\frac{4,3}{4,5}$	$\frac{1,5}{1,7}$	—	2,25	2,3	1,7	—	1,2
	ККС-5	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{4,6}{4,8}$	$\frac{1,7}{1,9}$	—	2,25	2,35	1,8	—	1,2
12	Разветвительные монолитные железобетонные (см. рис. 5.61a):										
	ККС-3	$\frac{3,2}{3,4}$	$\frac{2,4}{2,6}$	$\frac{2,9}{3,1}$	—	0,25	2,05	2,1	—	$\frac{1,9}{2,1}$	—
	ККС-4	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{3,0}{3,2}$	—	0,25	2,25	2,3	—	$\frac{2,2}{2,4}$	—
	ККС-5	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{2,8}{3,0}$	$\frac{3,4}{3,6}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{2,4}{2,6}$	—
13	Разветвительные кирпичные с наружной штукатуркой стен (см. рис. 5.61a):										
	ККС-3	$\frac{3,1}{3,3}$	$\frac{2,3}{2,5}$	$\frac{2,8}{3,0}$	—	0,25	2,05	2,15	—	$\frac{1,8}{2,0}$	—
	ККС-4	$\frac{3,5}{3,7}$	$\frac{2,4}{2,6}$	$\frac{2,9}{3,1}$	—	0,25	2,25	2,35	—	$\frac{2,0}{2,2}$	—
	ККС-5	$\frac{4,1}{4,3}$	$\frac{2,7}{2,9}$	$\frac{3,3}{3,5}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{2,2}{2,4}$	—

Продолжение табл. 5.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	Разветвительные кирпичные без наружной штукатурки стен (рис. 5.61а):										
	ККС-3	$\frac{2,9}{3,1}$	$\frac{2,1}{2,3}$	$\frac{2,6}{2,8}$	—	0,25	2,05	2,15	—	$\frac{1,6}{1,8}$	—
	ККС-4	$\frac{3,3}{3,5}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{2,7}{2,9}$	—	0,25	2,25	2,35	—	$\frac{1,8}{2,0}$	—
	ККС-5	$\frac{3,9}{4,1}$	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{3,1}{3,3}$	—	0,3	2,25	2,35	—	$\frac{2,0}{2,2}$	—
15	Станционные монолитные железобетонные (рис. 5.61б): на 3000 номеров:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{3,9}{4,1}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,1}{2,3}$	0,9	2,3	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{4,0}{4,2}$	$\frac{2,3}{2,5}$	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{2,1}{2,3}$	0,95	—	2,4	—	—	—
	на 6000 номеров:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{5,7}{5,9}$	$\frac{2,4}{2,6}$	$\frac{4,1}{4,3}$	$\frac{2,3}{2,5}$	1,7	2,8	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{5,9}{6,1}$	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{2,4}{2,6}$	1,75	—	2,9	—	—	—
	на 10 000 номеров:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{6,5}{6,7}$	$\frac{2,8}{3,0}$	$\frac{4,5}{4,7}$	$\frac{2,3}{2,5}$	2,1	2,8	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{6,6}{6,8}$	$\frac{2,9}{3,1}$	$\frac{4,6}{4,8}$	$\frac{2,4}{2,6}$	2,1	—	2,9	—	—	—
	на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях улиц	$\frac{7,6}{7,8}$	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{4,6}{4,8}$	$\frac{2,8}{3,0}$	2,4	2,9	2,9	—	—	—
16	Станционные кирпичные с наружной штукатуркой стен (см. рис. 5.61б): на 3000 номеров:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{3,8}{4,0}$	$\frac{2,0}{2,2}$	$\frac{3,4}{3,6}$	$\frac{1,8}{2,0}$	1,0	2,3	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{4,1}{4,3}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{3,7}{3,9}$	$\frac{1,9}{2,1}$	1,1	—	2,4	—	—	—
	на 6000 номеров:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{5,6}{5,8}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{3,9}{4,1}$	$\frac{2,0}{2,2}$	1,8	2,8	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{5,9}{6,1}$	$\frac{2,3}{2,5}$	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{2,1}{2,3}$	1,9	—	2,9	—	—	—
	на 10 000 номеров в пешеходной и проезжей частях улиц	$\frac{6,6}{6,8}$	$\frac{2,7}{2,9}$	$\frac{4,6}{4,8}$	$\frac{2,1}{2,3}$	2,25	2,8	2,9	—	—	—
	на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях улиц	$\frac{7,6}{7,8}$	$\frac{2,8}{3,0}$	$\frac{4,6}{4,8}$	$\frac{2,6}{2,8}$	2,5	2,9	2,9	—	—	—

Окончание табл. 5.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	Станционные кирпичные без наружной штукатурки стен (см. рис. 5.61б): на 3000 номеров:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{3,6}{3,8}$	$\frac{1,8}{2,0}$	$\frac{3,2}{3,4}$	$\frac{1,6}{1,8}$	1,0	2,3	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{3,9}{4,1}$	$\frac{2,0}{2,2}$	$\frac{3,5}{3,7}$	$\frac{1,7}{1,9}$	1,1	—	2,4	—	—	—
	на 6000 номеров:										
	в пешеходной части улиц	$\frac{5,4}{5,6}$	$\frac{2,0}{2,2}$	$\frac{3,7}{3,9}$	$\frac{1,8}{2,0}$	1,8	2,8	—	—	—	—
	в проезжей части улиц	$\frac{5,7}{5,9}$	$\frac{2,1}{2,3}$	$\frac{4,0}{4,2}$	$\frac{1,9}{2,1}$	1,9	—	2,9	—	—	—
	на 10 000 номеров в пешеходной и проезжей частях улиц	$\frac{6,4}{6,6}$	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{4,4}{4,6}$	$\frac{1,9}{2,1}$	2,25	2,8	2,9	—	—	—
	на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях улиц	$\frac{7,4}{7,6}$	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{4,4}{4,6}$	$\frac{2,4}{2,6}$	2,5	2,9	2,9	—	—	—
18	Угловые вставки сборные для колодца (см. рис. 5.61в):										
	ККС-3	$\frac{1,2}{1,4}$	$\frac{2,0}{2,1}$	$\frac{1,9}{2,1}$	—	—	—	—	1,5	—	—
	ККС-4	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{2,0}{2,1}$	$\frac{1,9}{2,1}$	—	—	—	—	1,7	—	—
	ККС-5	$\frac{1,7}{1,9}$	$\frac{2,0}{2,1}$	$\frac{1,9}{2,1}$	—	—	—	—	1,8	—	—
19	Угловые вставки цельные железобетонные для колодцев (см. рис. 5.61г):										
	ККС-3	$\frac{1,2}{1,4}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,7}{0,8}$	—	—	—	—	1,7	—	—
	ККС-4	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,7}{0,8}$	—	—	—	—	1,9	—	—
	ККС-5	$\frac{1,7}{1,9}$	$\frac{0,9}{1,0}$	$\frac{0,7}{0,8}$	—	—	—	—	2,0	—	—

Примечание. В числителе даны размеры котлованов без крепления стен, в знаменателе — с креплением стен.

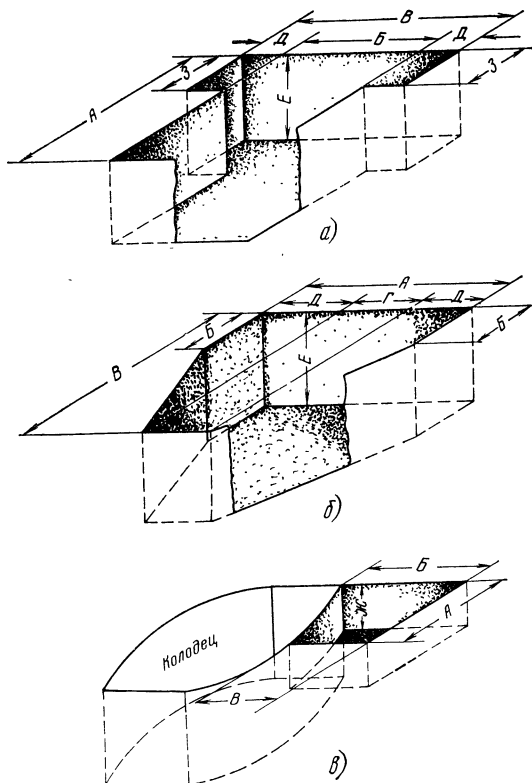


Рис. 5.61. Котлованы под колодцы:
 а) разветвительные монолитные железобетонные и кирпичные типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5; б) станционные малого, среднего и большого типа; в) типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 для угловых вставок

5.34. ВСКРЫТИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОКРОВОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНОВ ДЛЯ ТИПОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ КОЛОДЦЕВ

Для разметки вскрытия покрытий при рытье котлованов следует пользоваться табл. 5.51, прибавляя к указанным в ней размерам 0,1 м с каждой стороны для асфальта и 0,2 м для штучного камня.

5.35. ОБЪЕМЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И ПЛОЩАДИ ВСКРЫВАЕМОГО И ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО ЗАМОЩЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНОВ ДЛЯ ТИПОВЫХ КОЛОДЦЕВ

В табл. 5.52 приведены отдельно для пешеходной и проезжей частей объемы земляных работ (рытье, засыпка, отвозка) и площади вскрываемого и вос-

Продолжение табл. 5.52

[illegible]

Продолжение табл. 5.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	ККС-1	$\frac{1,35}{1,8}$	$\frac{0,67}{1,12}$	0,68	—	—	—	$\frac{2,3}{2,9}$	$\frac{2,9}{3,6}$	—	—	$\frac{2,6}{3,2}$	$\frac{3,6}{4,4}$	—	—
	ККС-2	$\frac{7,66}{9,25}$	$\frac{4,68}{6,27}$	2,98	$\frac{8,74}{10,45}$	$\frac{5,18}{6,89}$	3,56	$\frac{5,0}{5,9}$	$\frac{5,9}{7,0}$	5,5	6,5	$\frac{5,5}{6,4}$	$\frac{7,0}{8,1}$	6,0	7,5
	ККС-3	11,3	6,78	4,52	13,09	7,44	5,65	6,5	7,6	7,1	8,3	7,0	8,8	7,7	9,5
	ККС-4	$\frac{13,35}{16,34}$	$\frac{8,83}{8,43}$	$\frac{7,91}{7,91}$	$\frac{15,33}{17,06}$	$\frac{9,68}{9,15}$	7,91	8,4	9,6	8,4	9,6	8,2	10,0	8,8	10,7
	ККС-5	$\frac{18,9}{21,94}$	$\frac{10,99}{10,53}$	11,41	$\frac{19,74}{22,91}$	$\frac{11,83}{11,39}$	11,52	11,1	12,5	11,1	12,5	10,3	12,3	10,3	12,3
5	Специально угловые сборные железобетонные (см. рис. 5.59б):														
	ККС-3	$\frac{10,15}{12,1}$	$\frac{5,85}{7,8}$	4,3	$\frac{10,4}{12,39}$	$\frac{6,1}{8,09}$	4,3	5,9	6,9	5,9	6,9	6,7	8,1	6,7	8,1
	ККС-4	$\frac{13,91}{16,34}$	$\frac{7,52}{9,95}$	6,39	$\frac{14,21}{16,7}$	$\frac{7,82}{10,31}$	6,39	7,3	8,4	7,3	8,4	7,9	9,7	7,9	9,7
	ККС-5	$\frac{19,04}{21,87}$	$\frac{9,25}{12,08}$	9,79	$\frac{19,88}{22,84}$	$\frac{9,99}{12,95}$	9,89	9,7	11,1	9,7	11,1	10,4	12,5	10,4	12,5
								11,1	12,5	11,1	12,5	11,8	14,0	11,8	14,0
6	Специально угловые монолитные железобетонные (см. рис. 5.59б):														
	ККС-3	$\frac{16,52}{18,98}$	$\frac{12,22}{14,68}$	4,3	$\frac{16,93}{19,45}$	$\frac{12,63}{15,15}$	4,3	9,3	10,5	9,3	10,5	9,9	11,9	9,9	11,9
													13,3	11,2	13,3

Продолжение табл. 5.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	ККС-4	21,74	15,35	6,39	22,22	15,83	6,39	11,0	12,4	11,0	12,4	11,7	13,8	11,7	13,8
		24,71	18,32		25,25	18,86		12,4	13,9	12,4	13,9	13,1	15,4	13,1	15,4
	ККС-5	28,08	18,29	9,79	29,33	19,44	9,89	14,0	15,6	14,0	15,6	14,8	17,2	14,8	17,2
		31,46	21,67		32,85	22,96		15,6	17,2	15,6	17,2	16,4	19,0	16,4	19,0
7	Угловые кирпичные с наружной штукатуркой стен (см. рис. 5.59б):														
	ККС-3	15,72	9,37	6,35	16,49	10,14	6,25	8,9	10,1	8,9	10,1	9,4	11,4	9,4	11,4
		18,14	11,79		19,03	12,68		10,1	11,5	10,1	11,5	10,8	12,9	10,8	12,9
	ККС-4	20,25	11,38	8,87	21,15	12,28	8,87	10,3	11,6	10,3	11,6	11,0	13,1	11,0	13,1
		23,13	14,26		24,16	15,29		11,6	13,1	11,6	13,1	12,4	14,6	12,4	14,6
	ККС-5	26,39	13,56	12,83	27,57	14,62	12,95	13,2	14,7	13,2	14,7	14,0	16,3	14,0	16,3
		29,68	16,85		31,0	18,05		14,7	16,4	14,7	16,4	15,5	18,1	15,5	18,1
8	Угловые кирпичные без наружной штукатурки стен (см. рис. 5.59б):														
	ККС-3	13,47	7,12	6,35	14,13	7,78	6,35	7,7	8,9	7,7	8,9	8,3	10,2	8,3	10,2
		15,62	9,37		16,49	10,14		8,9	10,1	8,9	10,1	9,4	11,4	9,4	11,4
	ККС-4	17,55	8,68	8,87	18,33	9,46	8,87	9,0	10,3	9,0	10,3	9,6	11,6	9,6	11,6
		20,25	11,38		21,15	12,28		10,3	11,6	10,3	11,6	11,0	13,1	11,0	13,1
	ККС-5	23,29	10,46	12,83	24,32	11,37	12,95	11,7	13,2	11,7	13,2	12,5	14,8	12,5	14,8
		26,39	13,56		27,57	14,62		13,2	14,7	13,2	14,7	14,0	16,3	14,0	16,3
9	Угловые сборные железобетонные, составленные из проходных с угловыми вставками (см. рис. 5.59б):														
	ККС-3	11,75	7,6	4,15	11,99	7,84	4,15	7,3	8,5	7,3	8,5	7,9	9,9	7,9	9,9
		14,0	9,85		14,28	10,13		8,5	9,9	8,5	9,9	9,1	11,2	9,1	11,2

Продолжение табл. 5.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	ККС-4	$\frac{15,89}{18,59}$ $\frac{9,68}{12,38}$	$\frac{6,21}{12,38}$	$\frac{16,17}{18,93}$ $\frac{22,28}{25,53}$	$\frac{9,96}{12,72}$ $\frac{12,81}{16,06}$	$\frac{6,21}{9,47}$	$\frac{8,7}{10,1}$ $\frac{11,5}{12,9}$	$\frac{10,1}{11,4}$ $\frac{12,9}{14,6}$	$\frac{8,7}{10,1}$ $\frac{11,5}{12,9}$	$\frac{9,5}{10,8}$ $\frac{12,2}{13,7}$	$\frac{11,5}{13,1}$ $\frac{14,6}{16,2}$	$\frac{9,5}{10,8}$ $\frac{12,2}{13,7}$	$\frac{11,5}{13,1}$ $\frac{14,6}{16,2}$	$\frac{9,5}{10,8}$ $\frac{12,2}{13,7}$	$\frac{11,5}{13,1}$ $\frac{14,6}{16,2}$
10	Разветвительные сборные железобетонные, составленные из специально угловых с одной угловой вставкой (см. рис. 5.60б):														
	ККС-3	$\frac{12,29}{14,62}$	$\frac{7,73}{10,06}$	$\frac{4,56}{14,91}$	$\frac{12,53}{17,27}$ $\frac{20,17}{23,55}$ $\frac{26,94}{26,94}$	$\frac{7,97}{10,35}$ $\frac{10,46}{13,07}$ $\frac{16,46}{16,46}$	$\frac{4,56}{6,81}$	$\frac{7,6}{8,8}$ $\frac{8,8}{9,2}$ $\frac{10,7}{12,0}$ $\frac{13,6}{15,3}$	$\frac{8,8}{10,3}$ $\frac{10,7}{12,2}$ $\frac{13,6}{15,3}$	$\frac{8,2}{9,5}$ $\frac{10,1}{11,4}$ $\frac{12,8}{14,4}$	$\frac{10,3}{11,6}$ $\frac{12,2}{13,8}$ $\frac{15,3}{17,0}$	$\frac{8,2}{9,5}$ $\frac{10,1}{11,4}$ $\frac{12,8}{14,4}$	$\frac{10,3}{11,6}$ $\frac{12,2}{13,8}$ $\frac{15,3}{17,0}$	$\frac{8,2}{9,5}$ $\frac{10,1}{11,4}$ $\frac{12,8}{14,4}$	$\frac{10,3}{11,6}$ $\frac{12,2}{13,8}$ $\frac{15,3}{17,0}$
11	Разветвительные сборные железобетонные, составленные из проходного колена и двух угловых вставок (см. рис. 5.60а):														
	ККС-3	$\frac{13,91}{16,52}$	$\frac{9,5}{12,11}$	$\frac{4,41}{16,8}$	$\frac{14,15}{19,23}$ $\frac{22,4}{25,95}$ $\frac{29,63}{29,63}$	$\frac{9,74}{12,39}$ $\frac{12,6}{15,77}$ $\frac{19,57}{19,57}$	$\frac{4,41}{6,63}$	$\frac{9,0}{10,4}$ $\frac{10,8}{12,6}$ $\frac{13,7}{15,4}$	$\frac{10,4}{12,0}$ $\frac{12,6}{14,0}$ $\frac{15,4}{17,3}$	$\frac{9,0}{10,4}$ $\frac{10,8}{12,6}$ $\frac{13,7}{15,4}$	$\frac{10,4}{12,0}$ $\frac{12,6}{14,0}$ $\frac{15,4}{17,3}$	$\frac{9,7}{10,4}$ $\frac{10,8}{12,6}$ $\frac{13,7}{15,4}$	$\frac{12,0}{13,6}$ $\frac{14,0}{15,8}$ $\frac{16,4}{19,2}$	$\frac{9,7}{11,2}$ $\frac{11,6}{13,2}$ $\frac{14,6}{16,4}$	$\frac{12,0}{13,6}$ $\frac{14,0}{15,8}$ $\frac{16,4}{19,2}$
	ККС-4	$\frac{18,95}{22,06}$	$\frac{12,32}{15,43}$	$\frac{6,63}{15,43}$	$\frac{19,23}{22,4}$	$\frac{12,6}{15,77}$	$\frac{6,63}{10,06}$	$\frac{10,8}{13,7}$	$\frac{12,6}{15,4}$	$\frac{10,8}{13,7}$	$\frac{12,6}{15,4}$	$\frac{11,6}{14,6}$	$\frac{11,6}{13,2}$	$\frac{11,6}{14,6}$	$\frac{14,0}{17,3}$
	ККС-5	$\frac{25,16}{28,72}$	$\frac{15,19}{18,75}$	$\frac{9,97}{18,75}$	$\frac{25,95}{29,63}$	$\frac{15,89}{19,57}$	$\frac{10,06}{19,57}$	$\frac{13,7}{15,4}$	$\frac{15,4}{17,3}$	$\frac{13,7}{15,4}$	$\frac{15,4}{17,3}$	$\frac{14,6}{16,4}$	$\frac{13,2}{15,8}$	$\frac{14,6}{16,4}$	$\frac{17,3}{19,2}$

Продолжение табл. 5.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12	Разветвительные монолитные железобетонные (см. рис. 5.61а):														
	ККС-3	17,69	12,98	4,71	18,12	13,41	4,71	9,9	11,3	9,9	11,3	10,6	12,7	10,6	12,7
		20,27	16,56		20,77	16,06		11,3	12,7	11,3	12,7	11,9	14,2	11,9	14,2
	ККС-4	22,73	15,74	6,99	23,23	16,24	6,99	11,5	12,9	11,5	12,9	12,2	14,4	12,2	14,4
		25,79	18,8		26,36	19,37		12,9	14,4	12,9	14,4	13,7	16,0	13,7	16,0
	ККС-5	29,7	18,91	10,79	31,02	20,12	10,9	14,8	16,4	14,8	16,4	15,6	18,1	15,6	18,1
		33,21	22,42		34,69	23,79		16,4	18,1	16,4	18,1	17,2	19,9	17,2	19,9
13	Разветвительные кирпичные с наружной штукатуркой стен (см. рис. 5.61а):														
	ККС-3	16,46	9,41	7,05	17,26	10,21	7,05	9,3	10,6	9,3	10,6	9,9	11,9	9,9	11,9
		18,96	11,91		19,89	12,84		10,6	11,9	10,6	11,9	11,3	13,4	11,3	13,4
	ККС-4	21,15	11,32	9,83	22,09	12,26	9,83	10,7	12,1	10,7	12,1	11,5	13,6	11,5	13,6
		24,12	14,29		25,19	15,36		12,1	13,6	12,1	13,6	12,9	15,2	12,9	15,2
	ККС-5	27,88	13,63	14,25	29,12	14,74	14,38	13,9	15,6	13,9	15,6	14,7	17,2	14,7	17,2
		31,3	17,05		32,69	18,31		15,6	17,2	15,6	17,2	16,3	19,0	16,3	19,0
14	Разветвительные кирпичные без наружной штукатурки стен (см. рис. 5.61а):														
	ККС-3	14,12	7,07	7,05	14,81	7,76	7,05	8,0	9,3	8,0	9,3	8,7	10,6	8,7	10,6
		16,46	9,41		17,26	10,21		9,3	10,6	9,3	10,6	9,9	11,9	9,9	11,9
	ККС-4	18,36	8,53	9,83	19,18	9,35	9,83	9,4	10,7	9,4	10,7	10,1	12,1	10,1	12,1
		21,15	11,32		22,09	12,26		10,7	12,1	10,7	12,1	11,5	13,6	11,5	13,6

Продолжение табл. 5.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	ККС-5	24,64 27,88	10,39 13,63	14,25	25,73 29,12	11,35 14,74	14,38	12,4 13,9	13,9 15,6	12,4 13,9	13,9 15,6	13,2 14,7	15,6 17,2	13,2 14,7	15,6 17,2
15	Станционные монолитные железобетонные (см. рис. 5.61б):														
	на 3 000 номеров	23,39 32,94	12,89 22,44	10,5	31,61 35,04	20,51 23,94	11,1	14,3 16,0	16,0 17,6	14,7 16,4	16,4 18,1	15,1 16,8	17,6 19,4	15,6 17,2	18,1 19,9
	на 6 000 »	57,34 62,94	32,74 38,34	24,6	63,25 69,22	36,75 42,72	26,5	22,4 24,6	24,6 26,7	23,9 26,0	26,0 28,3	23,5 25,7	26,7 29,0	25,0 27,1	28,3 30,5
	на 10 000 »	71,9 75,6	39,0 42,7	32,9	77,69 84,3	42,29 48,9	35,4	27,9 30,3	30,3 32,6	29,1 31,4	31,4 33,9	29,1 31,4	22,6 25,1	30,3 32,6	33,9 36,4
	на 20 000 »	90,3 97,5	52,5 59,7	37,8	90,3 97,5	52,5 59,7	37,8	33,4 36,0	35,7 38,3	33,4 36,0	35,7 38,3	34,5 37,0	38,0 40,6	34,5 37,0	38,0 40,6
16	Станционные кирпичные колодцы с наружной штукатуркой (рис. 5.61б):														
	на 3 000 номеров	26,5 29,9	13,19 16,59	13,31	32,45 36,29	16,57 20,41	15,88	13,0 14,6	14,6 16,2	15,1 16,8	16,8 18,6	13,7 15,4	16,2 17,9	16,0 17,7	18,6 20,4
	на 6 000 »	52,58 58,02	23,83 29,27	28,75	61,39 67,37	28,29 34,27	33,1	20,7 22,7	22,7 24,9	23,3 25,4	25,4 27,6	21,8 23,8	24,9 27,0	24,3 26,5	27,6 29,9
	на 10 000 »	73,05 79,44	30,84 37,23	42,21	75,66 82,27	33,45 40,06	42,21	28,4 30,7	30,7 33,2	28,4 30,7	30,7 33,2	29,5 31,9	33,2 35,7	29,5 31,9	33,2 35,7
	на 20 000 »	88,3 95,5	43,2 50,4	45,1	88,3 95,5	43,2 50,4	45,1	32,7 35,3	35,0 37,7	32,7 35,3	35,0 37,7	33,8 36,4	37,2 40,0	33,8 36,4	37,2 40,0

Окончание табл. 5.52

1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
17	Станционные кирпичные без наружной штукатурки стен (см. рис. 5.61б): на 3 000 номеров на 6 000 » на 10 000 » на 20 000 »	<u>23,28</u> <u>26,5</u> <u>47,38</u> <u>52,58</u> <u>65,89</u> <u>73,05</u> <u>81,4</u> <u>88,3</u>	<u>9,97</u> <u>13,19</u> <u>18,63</u> <u>23,83</u> <u>23,68</u> <u>30,84</u> <u>36,3</u> <u>43,2</u>	<u>13,31</u> <u>32,45</u> <u>28,75</u> <u>61,39</u> <u>69,28</u> <u>75,66</u> <u>81,4</u> <u>88,3</u>	<u>28,8</u> <u>32,45</u> <u>55,65</u> <u>61,39</u> <u>69,28</u> <u>75,66</u> <u>81,4</u> <u>88,3</u>	<u>12,92</u> <u>16,57</u> <u>22,55</u> <u>28,29</u> <u>27,07</u> <u>33,45</u> <u>36,3</u> <u>43,2</u>	<u>15,88</u> <u>16,57</u> <u>33,1</u> <u>42,21</u> <u>42,21</u> <u>45,1</u>	<u>11,5</u> <u>13,0</u> <u>18,8</u> <u>20,7</u> <u>26,1</u> <u>28,4</u> <u>30,2</u> <u>32,7</u>	<u>13,0</u> <u>14,6</u> <u>20,7</u> <u>22,7</u> <u>28,4</u> <u>30,7</u> <u>32,4</u> <u>35,0</u>	<u>13,5</u> <u>15,1</u> <u>21,2</u> <u>23,3</u> <u>26,1</u> <u>28,4</u> <u>30,2</u> <u>32,7</u>	<u>15,1</u> <u>16,8</u> <u>23,3</u> <u>25,4</u> <u>28,4</u> <u>30,7</u> <u>32,4</u> <u>35,0</u>	<u>12,3</u> <u>13,7</u> <u>19,7</u> <u>21,8</u> <u>27,3</u> <u>29,5</u> <u>31,1</u> <u>33,8</u>	<u>14,6</u> <u>16,2</u> <u>22,7</u> <u>24,9</u> <u>30,7</u> <u>33,2</u> <u>34,6</u> <u>37,2</u>	<u>14,4</u> <u>16,0</u> <u>22,2</u> <u>24,3</u> <u>27,3</u> <u>29,5</u> <u>31,1</u> <u>33,8</u>	<u>16,8</u> <u>18,6</u> <u>25,4</u> <u>27,6</u> <u>30,7</u> <u>33,2</u> <u>34,6</u> <u>37,2</u>
18	Угловые вставки сборные для колодцев (см. рис. 5.61а): ККС-3 ККС-4 ККС-5	<u>3,51</u> <u>4,52</u> <u>4,98</u> <u>6,22</u> <u>5,98</u> <u>7,36</u>	<u>3,25</u> <u>4,26</u> <u>4,56</u> <u>5,8</u> <u>5,39</u> <u>6,77</u>	<u>0,26</u> <u>0,42</u> <u>0,42</u> <u>0,59</u>	<u>3,51</u> <u>4,52</u> <u>4,98</u> <u>6,22</u> <u>5,98</u> <u>7,36</u>	<u>3,25</u> <u>4,26</u> <u>4,56</u> <u>5,8</u> <u>5,39</u> <u>6,77</u>	<u>0,26</u> <u>0,42</u> <u>0,42</u> <u>0,59</u>	<u>3,0</u> <u>3,8</u> <u>3,7</u> <u>4,5</u> <u>4,1</u> <u>4,9</u>	<u>3,8</u> <u>4,6</u> <u>4,5</u> <u>5,4</u> <u>4,9</u> <u>5,9</u>	<u>3,0</u> <u>3,8</u> <u>3,7</u> <u>4,5</u> <u>4,1</u> <u>4,9</u>	<u>3,8</u> <u>4,6</u> <u>4,5</u> <u>5,4</u> <u>4,9</u> <u>5,9</u>	<u>4,6</u> <u>5,5</u> <u>5,4</u> <u>6,3</u> <u>5,9</u> <u>6,9</u>	<u>3,4</u> <u>4,2</u> <u>4,1</u> <u>4,9</u> <u>4,5</u> <u>5,4</u>	<u>3,4</u> <u>4,2</u> <u>4,1</u> <u>4,9</u> <u>4,5</u> <u>5,4</u>	<u>4,6</u> <u>5,5</u> <u>5,4</u> <u>6,3</u> <u>5,9</u> <u>6,9</u>
19	Угловые вставки цельные железобетонные для колодцев (см. рис. 5.61а): ККС-3 ККС-4 ККС-5	<u>1,53</u> <u>2,02</u> <u>2,14</u> <u>2,75</u> <u>2,72</u> <u>3,42</u>	<u>1,39</u> <u>1,88</u> <u>1,83</u> <u>2,44</u> <u>2,14</u> <u>2,83</u>	<u>0,14</u> <u>0,31</u> <u>0,31</u> <u>0,59</u>	<u>1,53</u> <u>2,02</u> <u>2,14</u> <u>2,75</u> <u>2,72</u> <u>3,42</u>	<u>1,39</u> <u>1,88</u> <u>1,83</u> <u>2,44</u> <u>2,14</u> <u>2,83</u>	<u>0,14</u> <u>0,31</u> <u>0,31</u> <u>0,59</u>	<u>1,2</u> <u>1,5</u> <u>1,5</u> <u>1,6</u> <u>1,7</u> <u>2,1</u>	<u>1,5</u> <u>1,9</u> <u>1,8</u> <u>2,2</u> <u>2,1</u> <u>2,5</u>	<u>1,2</u> <u>1,5</u> <u>1,5</u> <u>1,6</u> <u>1,7</u> <u>2,1</u>	<u>1,5</u> <u>1,9</u> <u>1,8</u> <u>2,2</u> <u>2,1</u> <u>2,5</u>	<u>1,4</u> <u>1,8</u> <u>1,7</u> <u>2,2</u> <u>2,1</u> <u>2,4</u>	<u>1,4</u> <u>1,8</u> <u>1,7</u> <u>2,2</u> <u>2,1</u> <u>2,4</u>	<u>1,4</u> <u>1,8</u> <u>1,7</u> <u>2,2</u> <u>2,1</u> <u>2,4</u>	<u>1,9</u> <u>2,3</u> <u>2,2</u> <u>2,7</u> <u>2,5</u> <u>3,0</u>

Примечание. В числителе даны значения для котлованов без крепления стен, а в знаменателе — с креплением стен.

становливаемого покровов (асфальта и штучного камня) при разработке котлованов для типовых колодцев. Объемы земляных работ исчислены для грунта в плотном теле (не разрыхленного).

5.36. ОБОРУДОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ КОЛОДЦЕВ КАБЕЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Все колодцы оборудуются чугунными люками с двумя крышками. При этом для колодцев, устанавливаемых в пешеходной части улиц и проездов, применяются люки легкого типа, рассчитанные на нагрузку до 30 т, а в проезжей части — люки тяжелого типа, рассчитанные на нагрузку 80 т.

Колодцы типов ККС-2 и ККС-1 оборудуются консольными крючьями, вмазываемыми непосредственно в стенки. В колодцах типа ККС-2 устанавливается по два крюка с каждой стороны, а в колодцах типа ККС-1 — по одному.

Колодцы типов ККС-3, ККС-4 и ККС-5 оборудуются кронштейнами, изготовленными по ГОСТ 8487—73. При этом с каждой стороны в колодцах типов ККС-3 и ККС-4 устанавливается по два кронштейна, а в колодцах типа ККС-5 — по три кронштейна. Кронштейны крепятся при помощи ершей, вмазываемых в стенки колодцев. На кронштейны устанавливаются чугунные консоли, изготовленные по ГОСТ 8850—73.

Количество и типы чугунных консолей определяются в зависимости от загрузки колодцев кабелями и распределения последних по каналам вводимых в колодцы блоков трубопровода. В нижней части торцевые стенки колодцев должны быть оборудованы сергами для крепления блоков, используемых при затяжке кабелей в каналы.

Таблица 5.53

Размеры, мм, подпольных коробок из листового стали
(см. рис. 5.62)

Типо- размеры	а	б	в	г	д	е	Н	h ₁
I	254	234	254	241	234	200	80	$\frac{50}{35}$
II	404	384	404	391	384	350	90	$\frac{60}{45}$
III	404	384	404	391	384	350	110	$\frac{80}{65}$
IV	404	384	404	391	384	350	140	$\frac{110}{95}$
V	404	384	794	781	774	730	135	$\frac{105}{90}$
VI	1114	1094	1114	1101	1094	1052	90	$\frac{60}{45}$

Примечание. Толщина крышки h равна 30 мм для полов из плитки, паркета, линолеума, пластика и 45 мм для полов из гранита, мрамора. В последней графе табл. 5.53 размер h_1 дан: в числителе для крышек толщиной 30 мм, а в знаменателе — 45 мм.

5.37. СМОТРОВЫЕ УСТРОЙСТВА НА ТРУБОПРОВОДАХ И КАНАЛАХ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ ВНУТРИ ЗДАНИЙ

На трубопроводах и каналах скрытой проводки внутри зданий сооружаются смотровые устройства — подпольные коробки, лючки, имеющие назначение, аналогичное подземным колодцам и коробкам подземной кабельной канализации.

В зависимости от места установки, количества входящих и исходящих труб и каналов такие коробки, как и подземные колодцы, подразделяются на проходные, угловые, разветвительные и изготавливаются применительно к местным условиям из листовой стали, дерева, пластмасс. Такие коробки имеют плотно пригнанные по размерам крышки, покрытые тем же материалом, что и полы помещений (пластик, линолеум, паркет), что делает их незаметными.

Строгого регламента для конструкций и размеров подпольных коробок и каналов не установлено, однако они уже более или менее определились. На рис. 5.62 показана конструкция широко применяемой подпольной коробки из листовой стали, а в табл. 5.53 даны ее габариты по шести типоразмерам.

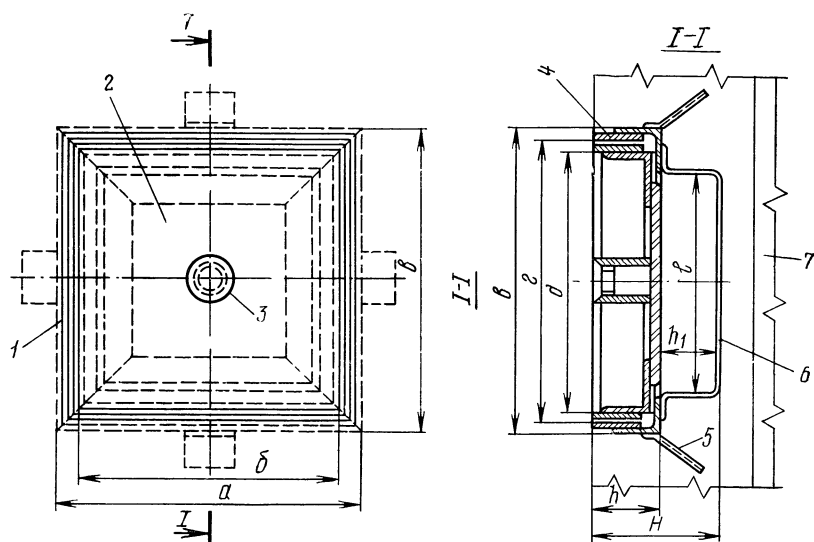


Рис. 5.62. Подпольная коробка из листовой стали:
1 — рамка; 2 — крышка; 3 — гнездо для ключа;
4 — латунная обкладка; 5 — анкер; 6 — короб;
7 — железобетонная плита перекрытия

В. КОЛЛЕКТОРЫ, ТУННЕЛИ И ШАХТЫ

5.38. КОЛЛЕКТОРЫ И ТУННЕЛИ

Коллекторы и туннели представляют собой замкнутые подземные проходы прямоугольной и круглой формы, образованные в результате выемки земли и возведения по всему периметру выемки прочных, обычно железобетонных, ограждающих конструкций (стен, перекрытий, днищ). В некоторых странах вместо железобетонных ограждающих конструкций сейчас используются толстостенные асбестоцементные трубы большого диаметра (до 2,5 м).

Примечание. В данном применении существенную разницу между понятиями «коллектор» и «туннель» трудно уловить. Здесь понятие «коллектор» можно рассматривать относящимся к сооружению, объединяющему (собирающему) комплекс коммуникаций, а «туннель» — только лишь к самому проходу под землей. Среди специалистов по кабельным линиям сильного тока туннелями иногда называют соответствующие сооружения, предназначенные для размещения только силовых и контрольных кабелей, в отличие от имеющих более универсальное назначение коллекторов. В данном справочнике понятиям «коллектор» и «туннель» придается общий практический смысл.

Стоимость строительства коллекторов и туннелей высока, поэтому сооружать их целесообразно на участках большого сосредоточения подземных коммуникаций одного или различного назначения. Стоимость указанных сооружений в значительной степени зависит от площади их поперечного сечения и исходя из этого они проектируются минимально необходимых размеров с учетом наиболее компактного расположения в них коммуникаций.

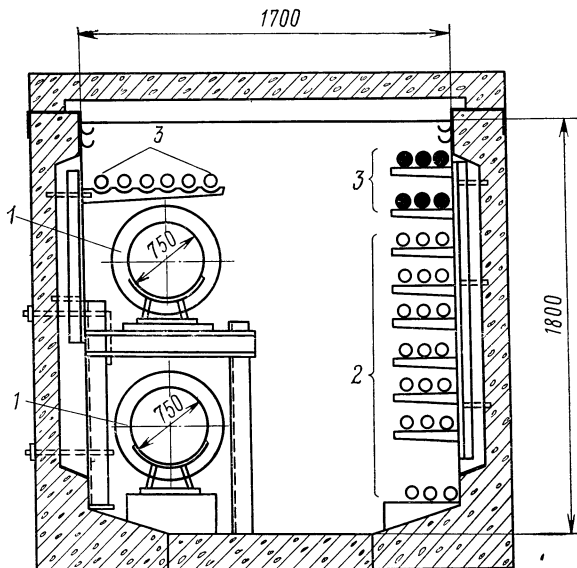


Рис. 5.63. Схематический разрез прямоугольного коллектора, в котором размещены 27 кабелей связи, шесть силовых электрокабелей и две трубы теплосети: 1 — трубы теплосети; 2 — кабели связи; 3 — силовые электрокабели

В коллекторах допускается совместное размещение кабелей связи, силовых, контрольных, а также водопроводов, тепловыводов, паропроводов, воздухопроводов, труб канализации. Находят применение как чисто кабельные, так и смешанного назначения коллекторы разных сечений с различным набором и взаиморасположением коммуникаций.

На рис. 5.63, 5.64 и 5.65 приведены схематические разрезы и основные размеры типичных в нашей стране крупных коллекторов прямоугольного сечения. На рис. 5.66 показан схематический разрез крупного коллектора круглого сечения, обычно сооружаемого закрытым, щитовым способом. На сильно загружен-

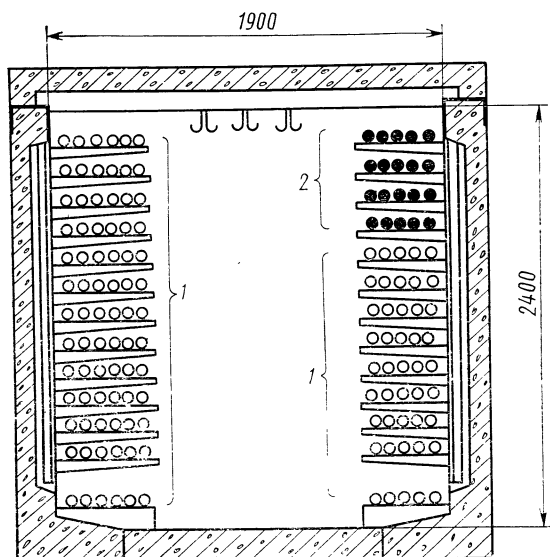


Рис. 5.64. Схематический разрез прямоугольного коллектора, в котором размещены 123 кабеля связи и 20 силовых электрокабелей:
1 — кабели связи; 2 — силовые электрокабели

ных трассах иногда сооружаются двухсекционные коллекторы, схематично изображенные на рис. 5.67.

Широкое распространение в настоящее время получают так называемые «цепки», представляющие собой (рис. 5.68) коллекторы малого сечения проходного и полупроходного типа, предназначенные для прокладки комплекса подземных коммуникаций от здания к зданию или ответвлений к каждому зданию в пределах кварталов в районах массового жилищного строительства. Использование малых коллекторов полупроходного типа (высотой не менее 1,5—1,45 м) допускается, если их длина не превышает 100 м, а также при наличии выходов на обоих концах коллектора. Местное уменьшение высоты (до 1,6 м) в случае необходимости допускается на длине до 2 м и в коллекторах (цепках) проходного типа.

Размеры коллекторов рассчитываются таким образом, чтобы между крайними точками опор и креплений коммуникаций обеспечивался сквозной, свободный проход шириной 1,0—0,8 м. В случаях крайней необходимости на длине не

более 1 м ширина прохода в нижней части коллектора (на высоте до 0,5 м) может быть уменьшена до 0,7—0,6 м.

Как прямоугольные, так и круглые коллекторы обычно представляют собой сборную железобетонную конструкцию, отдельные элементы которой видны на рис. 5.63—5.68.

Коллекторы обеспечиваются надежной защитой от проникновения воды, что обычно достигается соответствующей гидроизолирующей обработкой наружной

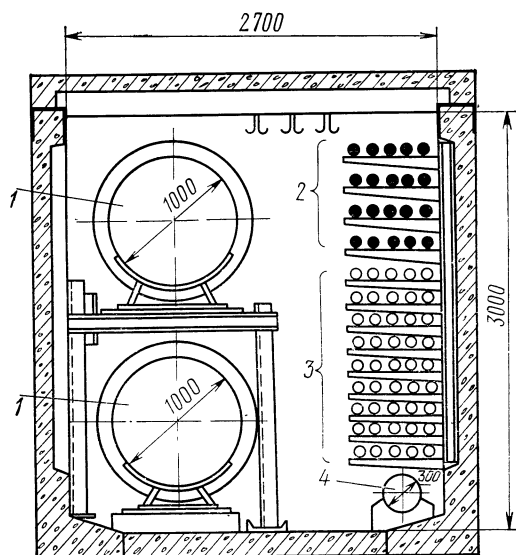


Рис. 5.65. Схематический разрез прямоугольного коллектора, в котором размещаются 45 кабелей связи, 20 силовых электрокабелей, две крупные трубы теплосети и труба водопровода:
1 — труба теплосети; 2 — силовые электрокабели; 3 — кабели связи; 4 — труба водопровода

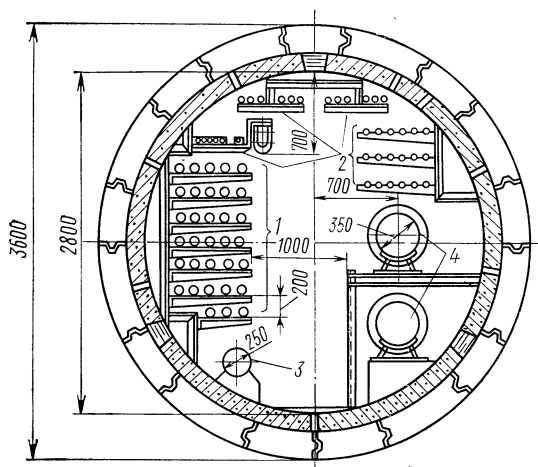


Рис. 5.66. Схематический разрез круглого коллектора, в котором размещаются 33 кабеля связи, 36 силовых электрокабелей, одна водопроводная труба и две трубы теплосети:
1 — кабели связи; 2 — электрокабели; 3 — водопроводная труба; 4 — две трубы теплосети

поверхности опраждающих конструкций. Соединительные швы между сборными элементами уплотняются и заделываются раствором с расширяющимся цементом. На случай же прорыва воды коллекторы оборудуются насосами с электродви-

Рис. 5.67. Схематический разрез двухсекционного коллектора

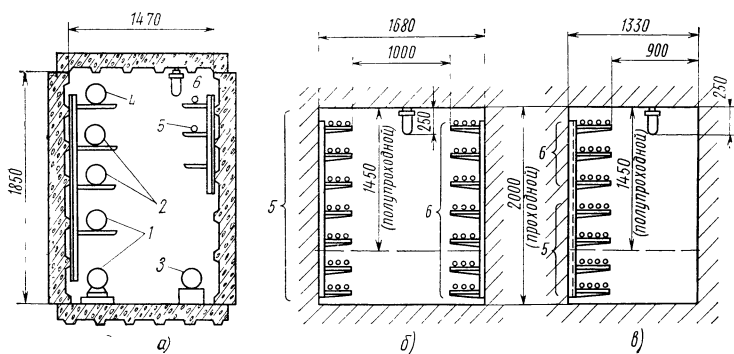
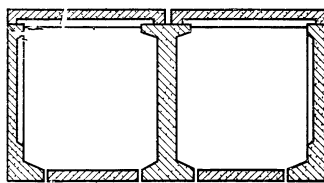


Рис. 5.68. Коллекторы малого сечения (сцепки):

а) двусторонний смешанного назначения; б) двусторонний кабельный проходной ($h=2000$ мм) и полупроходного ($h=1450$ мм) типа; в) односторонний кабельный проходной ($h=2000$ мм) и полупроходного ($h=1450$ мм) типа:

1 — трубы теплосети; 2 — трубы горячего водоснабжения; 3 — труба водопровода; 4 — труба газопровода; 5 — кабели связи и контрольные; 6 — силовые электрокабели

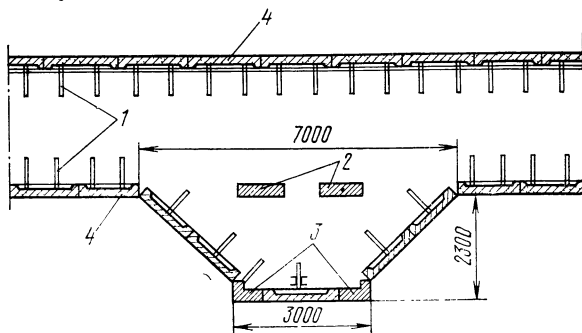


Рис. 5.69. Камера для ввода коммуникаций в коллектор:

1 — кронштейны для укладки кабелей; 2 — дополнительные опоры в пролете камеры; 3 — кирпичная стенка с отверстиями для пропуска кабелей и труб; 4 — стеновые железобетонные блоки

гателями, запуск которых и выключение осуществляются автоматически при срабатывании и отпуске поплавкового реле. Поплавок помещается в специаль-

ный приямок (углубление), который заполняется поступающей в коллектор водой. При подъеме поплавка до предельной верхней отметки срабатывает реле и запускается насос. При опускании до предельной нижней отметки реле отпускает и насос выключается.

Ввод коммуникаций в крупный коллектор и вывод их из него осуществляются через специальную камеру (рис. 5.69). В перекрытиях камер устраиваются люки для подачи через них кабелей в процессе их прокладки или извлечения.

Коллекторы оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией. Вентиляционные установки монтируются в камерах коллектора: с одного конца — приточная, с другого — вытяжная. Засос воздуха осуществляется через приточную шахту диаметром 0,8—1,0 м и высотой 3 м. Выброс воздуха на противоположном конце коллектора происходит через вытяжную шахту высотой 2,0 м и диаметром 0,8 м. Управление запуском и выключением вентиляторов может производиться как непосредственно в камерах, так и дистанционно — из диспетчерского пункта.

Коллекторы оборудуются общим (220 В) и ремонтным (12 В) электроосвещением. Общее освещение обеспечивается подвеской через каждые 5—6 м светильников, например типа РН-60 (рудничный, нормальный, 60 Вт). Электропроводка для них выполняется в стальных трубах. Ремонтное освещение осуществляется при помощи переносных трансформаторов 220/12 В, включаемых в специальные штепсельные розетки. В некоторых коллекторах общее освещение обеспечивается от сети напряжением 36 В.

При открытом способе строительства коллекторы закладываются на такую глубину, чтобы до высшей точки перекрытия коллектора от верха уличного покрытия (асфальта, брусчатки и т. п.) оставалось не менее 1,0—1,2 м. Внутри коллекторы оборудуются металлоконструкциями для раскладки и крепления различных коммуникаций. Для кабелей связи на расстоянии 0,9 м один от другого устанавливаются обычные кронштейны с консолями на количество мест до шести. Расстояние между консолями по вертикали для кабелей связи должно составлять не менее 150—180 мм. При совместном расположении в одной вертикальной плоскости различных кабелей кабели связи должны размещаться по силовым кабелям.

5.39. ШАХТЫ

Кабельные шахты сетей связи представляют собой головные сооружения кабельной канализации, устраиваемые в подвальных этажах зданий телефонных станций средней и крупной емкости непосредственно под помещением, в котором размещается щит переключений (кросс) телефонной станции. В шахту, обычно с разных направлений, из двух станционных колодцев вводят головные, самые крупные на сети блоки кабельной канализации, содержащие до 24, 36, 48 и даже более каналов. В некоторых случаях вместо прокладки очень крупного блока труб шахту соединяют со станционным колодцем небольшим коллектором.

В шахтах в несколько рядов (в зависимости от емкости станции) устанавливаются опорные металлические конструкции, вдоль которых на кабельных консолях прокладываются кабели, вводимые из станционных колодцев. Непосредственно в шахте или в специальном помещении над шахтой (перчаточной) кабели крупной емкости распаиваются в горизонтальных (рис. 5.70) или вертикальных (рис. 5.71) разветвительных муфтах (перчатках) на более мелкие кабели, обычно емкостью 100 пар. Последние собираются в пакеты, прокладываемые по каркасу шахты и металлическим желобам (кабельростам), пропускаются индивидуально, парами или тройками через патрубки, вмонтированные в междэтажное перекрытие под помещением кросса, где включаются в защитные полюсы абонентских или в рамки соединительных линий. Патрубки изготавливаются из труб диаметром 38—63 мм. Длина патрубков берется такой, чтобы края их выступали на 30—50 мм из потолка шахты и на 100—150 мм над полом помещения кросса. Между рядами консолей на каркасе по вертикали должно оставаться не менее 150—180 мм.

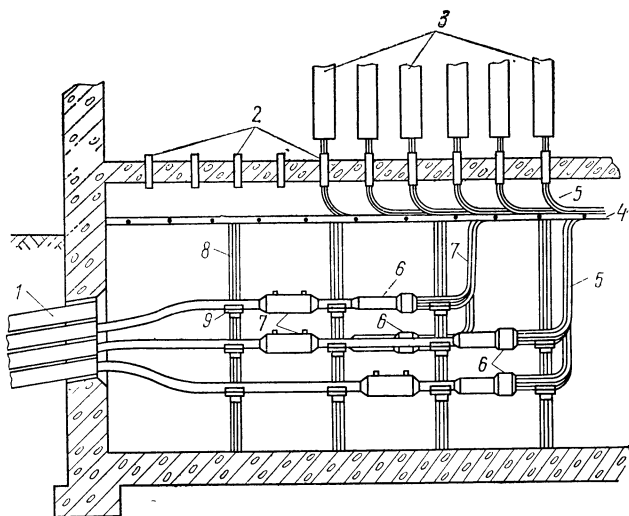


Рис. 5.70. Кабельная шахта с горизонтальным расположением разветвительных муфт (перчаток):

1 — ввод труб кабельной канализации; 2 — патрубки в перекрытии для пропуска кабелей в помещение кросса; 3 — защитные полосы; 4 — желоб (кабельрост) для пакетов кабелей; 5 — кабели 100×2; 6 — разветвительные муфты (перчатки); 7 — газонепроницаемые муфты; 8 — кронштейны каркаса шахты; 9 — кабельные консоли

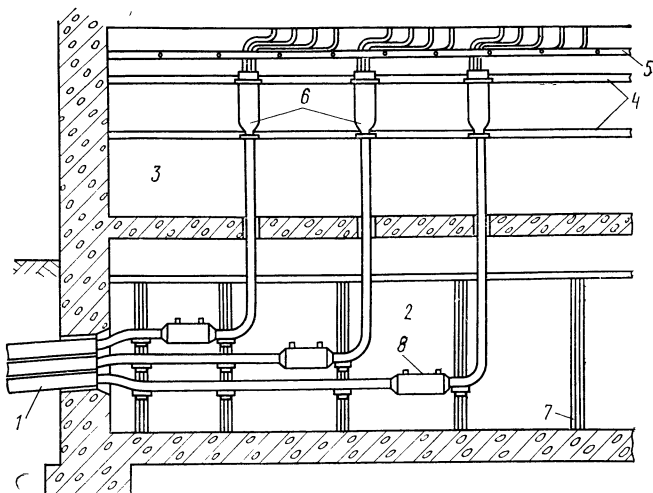


Рис. 5.71. Кабельная шахта и перчаточная с вертикальным расположением разветвительных муфт (перчаток):

1 — ввод труб кабельной канализации; 2 — шахта; 3 — перчаточная; 4 — каркас крепления перчаток; 5 — желоб (кабельрост) для пакетов кабелей; 6 — вертикальные разветвительные муфты (перчатки); 7 — кронштейны с кабельными консолями; 8 — газонепроницаемые муфты

На станциях малой емкости вместо шахты для ввода и распайки кабелей устраиваются так называемые прямки (рис. 5.72). Иногда распайка кабелей вообще переносится в станционный колодец (рис. 5.73), из которого мелкие кабели по изогнутым трубам подаются непосредственно к кабельным оконечным устройствам станции.

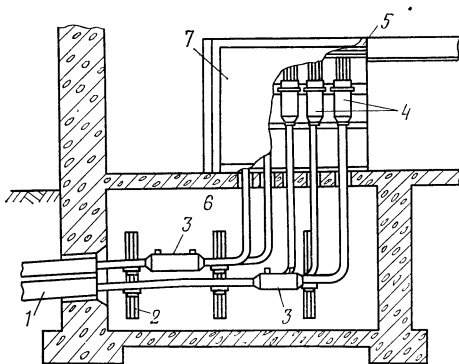


Рис. 5.72. Прямок для ввода и распайки кабелей на телефонных станциях малой емкости:

1 — ввод труб кабельной канализации; 2 — кронштейны с консолями; 3 — газонепроницаемые муфты; 4 — разветвительные муфты (перчатки); 5 — пакет кабелей в кросс; 6 — прямок; 7 — вводный шкаф

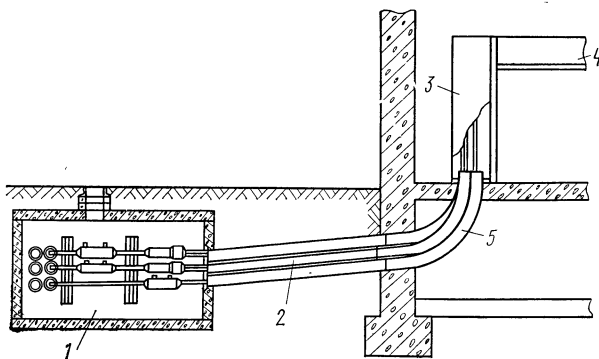


Рис. 5.73. Ввод кабелей в телефонные станции малой емкости с распайкой в станционном колодце:

1 — станционный колодец; 2 — вводный блок труб; 3 — желоб, закрытый кожухом; 4 — желоб с пакетом кабелей в кросс; 5 — изогнутые трубы

5.40. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И ТРАНСПОРТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАБЕЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Наиболее трудоемкими при строительстве кабельной канализации являются земляные работы, выделенные в справочнике в отдельную гл. 4. Там даются и соответствующие рекомендации по использованию средств транспорта и механизации при производстве земляных работ. Рекомендации этого раздела относятся лишь непосредственно к сооружению трубопроводов и смотровых устройств

кабельной канализации. Технические характеристики рекомендуемых машин и механизмов приведены в разд. 12.

Для транспортировки труб, поддонов с кирпичом, ларей с цементом и т. д. пригодны бортовые грузовые автомобили различной грузоподъемности: ГАЗ-51, ГАЗ-53, ЗИЛ-164, ЗИЛ-164Н, ЗИЛ-157, ЗИЛ-130, ЗИЛ-130В с прицепами и без них. Асбестоцементные, полистиленовые, поливинилхлоридные (винилитовые), пекноволокнистые и другие трубы целесообразно транспортировать увязанными в пакеты или в специальных контейнерах. Их погрузка и выгрузка могут производиться самоходными автомобильными кранами, например К-64, КС-2561Д, а также специальными подъемными устройствами — гидрокранами 4030 и 4030П грузоподъемностью до 700 кг, установленными непосредственно на грузовых бортовых автомобилях ГАЗ-53А и ЗИЛ-130. Сыпучие материалы (песок, гравий, грунт) и растворы перевозятся на самосвалах ГАЗ-93Б и ЗИЛ-ММЗ-555.

Сборные железобетонные колодцы и их отдельные элементы транспортируются на бортовых автомобилях, приведенных выше марок, грузоподъемность которых зависит от общей массы перевозимых элементов. Для этой цели удобны также полуприцепы с седельными тягачами ЗИЛ-130В.

Погрузка, выгрузка, сборка и установка элементов железобетонных колодцев и перекрытий кирпичных колодцев на трассах производятся с помощью автомобильных кранов К-64, КС-2561Д и СМК-10. Для погрузочных и монтажно-сборочных работ на производственных и складских площадках железобетонных элементов колодцев пригодны самоходные автопогрузчики 4043, 4045 со сменными рабочими органами, в данном случае крановыми стрелами. Эти же автопогрузчики наряду с другими механизмами пригодны для погрузки, выгрузки и укладки в траншеях многоотверстных блоков кабельной канализации (на 6, 8, 12 каналов).

Для отливки воды из траншей, котлованов и колодцев при строительстве кабельной канализации, кроме ручных, могут применяться насосы типа «лягушка» с электродвигателем, мотопомпа НДМ-4 с бензиновым двигателем, ППН-2М, а также устанавливаемые на специализированных машинах (кабельных «КМ» и др.) насосы типа 1В-20/5, НШН-600 и ВНМ-18 с приводом от двигателя базовой автомашины.

При сооружении закладных устройств скрытой проводки в зданиях используются следующие средства механизации:

передвижные компрессорные установки ЗИФ-55, ПКС-5, ДК-9М, ПК-10 с пневматическими отбойными молотками МО-8П, МО-9П и МО-10П для пробивки отверстий (сквозняков) в стенах и перекрытиях;

электросверлилки обычные и с ударно-вращательными насадками С-480Б, И-28А, С-480, С-437 для сверления отверстий сквозных и под крепежные детали. Для этих же целей служат электромагнитобуры СЦ-2 и пиротехнические колонки УКМ-1;

строительно-монтажные пистолеты СМП-3М для крепления металлоконструкций, скоб, креплений и т. д.;

бороздофрезы для образования борозд в стенах;

труборезы МУПМР;

различные трубогибы гидравлические (РТГ — 2" и ТРГ — 3/4");

ножевки механические НМ-009А;

станки отрезные СА-35 для резки труб и др.

Прокладка и подвеска кабелей связи

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На городских (местных) сетях связи СССР в настоящее время преимущественно применяются кабели типа Т с бумажной (трубчато-бумажной и пористо-бумажной) изоляцией жил и типа ТП с полиэтиленовой изоляцией жил. Кабели типа Т используются с жилами диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм парной (повивной и пучковой) скрутки с количеством пар от 10 до 1200. Кабели типа ТП используются с жилами диаметром 0,32; 0,4; 0,5 и 0,7 мм парной и четверочной (повивной и пучковой) скрутки с количеством пар от 10 до 600 при жилах диаметром 0,7 мм и от 10 до 1200 пар (5÷600 четверок) при жилах диаметром 0,5; 0,4 и 0,32 мм. В ближайшие годы ожидается выпуск кабелей типа ТП с предельным количеством пар 2400 при использовании медных жил диаметром 0,32 мм.

Для прокладки в каналах подземных трубопроводов применяются кабели типа Т в свинцовых оболочках (ТГ), а в опытном порядке — в стальных гофрированных оболочках с внешним защитным полиэтиленовым шлангом (ТСШп).

Кабели типа ТП, используемые для прокладки в каналах подземных трубопроводов, должны быть в полиэтиленовых оболочках (ТПП) или стальных гофрированных оболочках с внешним защитным полиэтиленовым шлангом (ТПСШп).

Для прокладки непосредственно в грунте применяются кабели с дополнительной защитой двумя стальными лентами и антикоррозионным покрытием (ТБ, ТППБ) или с наружным защитным шлангом из полиэтилена (ТППБШп). Кабели в стальной гофрированной оболочке с защитным полиэтиленовым шлангом (ТСШп и ТПСШп) пригодны для прокладки в грунте без дополнительной защиты.

Для прокладки под водой и в грунтах, подверженных смещениям, кабели применяются с усиленной защитой круглыми стальными проволоками вместо стальных лент (ТК).

Для прокладки по стенам зданий и подвески на опорах допускается применение кабелей типа ТП с оболочкой как из полиэтилена (ТПП), так и из поливинилхлорида (ТПВ). Для подвески кабели ТПП используются как с отдельным, так и с встроенным канатом (ТППС).

На линиях межстанционных связей городских телефонных сетей, на которых используются частотные (КРР, КАМА) и временные (ИКМ) системы уплотнения, преимущественное применение находят кабели с кордельно-полистирольной изоляцией жил четверочной скрутки (МКС). На этих направлениях прокладываются и монтируются симметричные высокочастотные кабели в свинцовой оболочке (МКСГ, МКСБ) и алюминиевой оболочке с внешними полиэтиленовыми шлангами (МКСАШп, МКСАБпШп), главным образом, емкостью $4 \times 4 \times 1,2$ и $7 \times 4 \times 1,2$. В последнее время для этих же целей используются в опытном порядке симметричные высокочастотные кабели в стальной гофрированной оболочке с внешним полиэтиленовым шлангом МКССШп $4 \times 4 \times 1,2$ и $7 \times 4 \times 1,2$.

На сетях связи (для соединительных линий, вставок, вводов) находят также применение кабели с жордельно-бумажной изоляцией жил звездной скрутки в свинцовой оболочке (ТЗГ, ТЗБ) с жилами диаметром 0,8; 0,9 и 1,2 мм с количеством четверок от 3 до 114 и в алюминиевой оболочке (ТЗАВГ, ТЗАБВ) с поливинилхлоридным шлангом, жилами диаметром 0,9 и 1,2 мм и количеством четверок от 3 до 37.

По конструктивным и эксплуатационным особенностям городскую телефонную сеть иногда принято делить на абонентскую, распределительную, магистральную и межстанционную (соединительные линии СЛ).

Для абонентской сети (проводки), к которой относится участок от телефонных аппаратов до распределительных коробок (обычно на лестничных клетках) или кабельных ящиков (на чердаках или кабельных опорах) внутри зданий, используются однопарные кабели с медными жилами в пластмассовой изоляции, совмещенной с оболочкой (ТПП или ТРВ $1 \times 2 \times 0,5$).

На распределительной сети, к которой относится участок от распределительных коробок или кабельных ящиков до распределительных шкафов, применяются кабели с количеством пар от 10 до 100, в канализации — только ТПП или ТГ, а по стенам зданий и подвесные на опорах — ТПП и ТПВ.

На магистральной сети, к которой относятся участки от распределительных шкафов до креста телефонной станции используются кабели ТПП и ТГ.

На межстанционной сети (соединительные линии), кроме упомянутых выше высокочастотных симметричных кабелей 4×4 и 7×4 , когда не применяются многоканальные системы уплотнения, используются в основном кабели марки ТГ, а с некоторыми ограничениями — марки ТПП (ТСШп, ТПСШп) емкостью 200—600 пар преимущественно с жилами диаметром 0,7 мм.

На междугородных линиях в СССР, сейчас, главным образом, применяются:

1. Симметричные кабели с жордельно-полистирольной изоляцией медных жил диаметром 1,2 мм четверочной, звездной скрутки. Преимущественно используются четырехчетверочные и реже семичетверочные кабели.

Для прокладки непосредственно в земле применяются кабели в свинцовых оболочках с защитной броней из стальных лент или стальных проволок (МКСБ, МКСК). Для затяжки в каналы подземных трубопроводов используются кабели без защитной брони (МКСГ). В последние годы свинцовые оболочки в широких масштабах заменяются на алюминиевые (МКСА) и стальные гофрированные (МКСС); та и другая с внешними полиэтиленовыми шлангами для защиты от коррозии.

2. Коаксиальные кабели со стандартными коаксиальными парами 2,6/9,4 мм и 1,2/4,6 мм (КМ-4; КМ-8/6). Число коаксиальных пар может быть от 4 до 14.

На сетях зонной связи применяются симметричные кабели типов КСПП, ЗКП, ЗКПАШп, одно- и четырехчетверочные, с полиэтиленовой изоляцией медных жил диаметром 0,9 и 1,2 мм соответственно в полиэтиленовой и алюминиевой оболочках. На этих сетях внедряются также модификации однокоаксиального кабеля ВКПАШП 2,1/9,7 с внешним алюминиевым проводом, служащим одновременно одной из оболочек кабеля. Для подвески на опорах этот кабель в одной из модификаций имеет встроенный канат (ВКПАШПт).

Прокладка и подвеска кабелей должны осуществляться с соблюдением соответствующих технических требований. Эти требования касаются также:

конструкции и размеров кабельных барабанов, на которые кабели соответствующей длины могут наматываться, храниться на них, транспортироваться и прокладываться (подвешиваться);

минимально допустимых радиусов изгиба кабелей;

максимально допустимых тяговых усилий, прилагаемых к кабелям при их прокладке и подвеске;

допустимых температур при хранении, транспортировке, прокладке, подвеске кабелей в условиях строительства кабельных сетей и их эксплуатации.

Таблица 6.1

Основные размеры деревянных барабанов для электрических кабелей и проводов

Номер барабана	Диаметр, мм		Длина шейки L, мм	Толщина, мм				Диаметр отверстия, мм		Расстояние от оси барабана до оси поводкового отверстия, А, мм	Шпилька, мм			Масса, кг		Объем древесины, м³	
	шки D	шки D₁		шки B	крыга шейки S₁	шки S₂	обшивки S₃, не менее	осевого d	поводкового d₁		диаметр d₂	длина L₁	количество, шт.	барабана с обшивкой	обшивки	барабана без обшивки	обшивки
4	400	200	200	38	23	16	16	35	35	100	12	320	3	12	4	0,013	0,006
5	500	200	230	38	23	16	16	35	35	100	12	350	3	18	5	0,022	0,008
5а	500	310	180	38	23	16	16	35	35	100	12	300	3	18	4	0,023	0,007
6	600	200	250	38	23	19	16	35	35	100	12	370	3	25	6	0,032	0,01
8	800	450	230	38	23	19	16	50	50	180	12	350	4	40	8	0,053	0,013
8а	800	450	400	38	23	19	16	50	50	180	12	515	4	50	11	0,065	0,019
10	1000	545	500	50	23	22	19	50	50	180	12	650	4	90	22	0,113	0,037
12	1220	650	500	50	23	22	19	70	50	250	12	650	4	120	27	0,155	0,045
12а	1220	650	710	50	23	22	19	70	50	250	16	850	4	120	36	0,14	0,06
14	1400	750	710	50	23	28	19	70	50	250	16	875	6	190	41	0,248	0,069
14а	1400	900	500	50	23	22	19	70	50	250	16	650	6	165	31	0,223	0,051
17	1700	900	750	70	30	28	25	80	50	300	16	975	6	325	73	0,42	0,121
18	1800	1120	900	80	38	36	25	80	50	300	20	1120	6	485	92	0,655	0,153
20	2000	1220	1000	90	48	46	32	100	50	300	20	1250	6	700	144	0,927	0,24
20а	2000	1000	1060	90	48	46	32	100	50	300	20	1320	6	690	151	0,898	0,252
22	2200	1320	1000	118	48	46	32	100	50	400	20	1250	8	950	166	1,306	0,276
25	2500	1500	1300	130	58	56	40	120	50	400	24	1600	8	1470	299	1,951	0,499
26	2650	1500	1500	140	58	56	40	120	50	400	24	1800	8	1700	362	2,23	0,603
30	3000	1800	1800	180	58	56	40	150	50	400	24	2180	10	2700	496	3,673	0,827

6.2. КАБЕЛЬНЫЕ БАРАБАНЫ

По своим основным размерам отечественные деревянные барабаны для электрических кабелей и проводов (ГОСТ 5151—71) делятся на 19 номеров Конструкция, основные размеры, масса и объем древесины этих барабанов приведены на рис. 6.1 и в табл. 6.1.

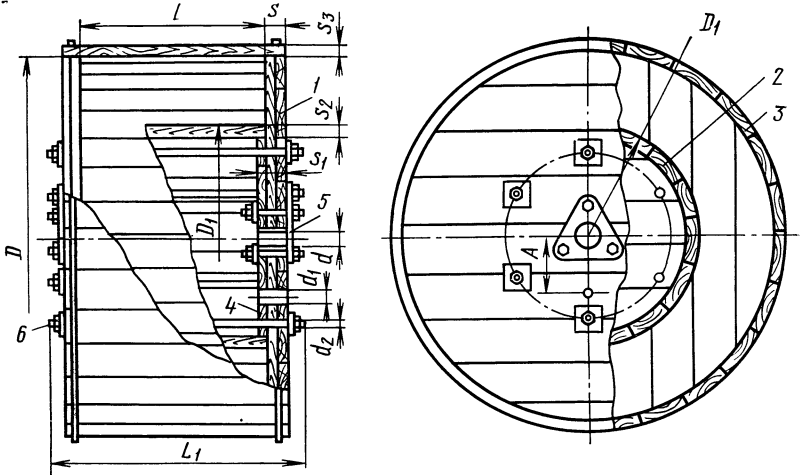


Рис. 6.1. Кабельные барабаны по ГОСТ 5151—71:

1 — щека; 2 — шейка; 3 — обшивка; 4 — круг шейки; 5 — втулка; 6 — шпилька

Таблица 6.2

Основные размеры втулок для кабельных барабанов, мм

Номер барабана	Номер рисунка	d_1	d_2	d_3	D	B	r	L	l	S	A
С 12 по 14а	6.2 а	70	—	13	—	100	—	300	—	6	250
С 17 по 20а	6.2 а	80	90	17	160	150	—	85	4	—	—
С 17 по 20а	6.2 б	80	100	17	160	160	20	90	8	—	—
22	6.2 а	100	112	17	200	190	—	95	5	—	—
22	6.2 б	100	125	17	200	200	25	100	10	—	—
25 и 26	6.2 в	120	160	21	260	260	35	120	15	—	—
30	6.2 в	150	190	25	350	350	50	170	20	—	—

Таблица 6.3

Размеры и масса стальных осей для кабельных барабанов

Номер барабана	Диаметр оси, мм	Минимальная длина оси, мм	Масса, кг
С 4 по 6	25	1300	5,0
С 8 по 10	35—40	1300	10—13
С 12 по 14а	50	1700	26
17	60—70	2000	44—60
18	70	2100	63
С 20 по 22	75	2500	86
С 25 по 26	75—100	3000	103—184
30	100	3500	215

Осевые отверстия барабанов от № 12 и выше оснащаются чугунными или стальными втулками, данные которых приведены на рис. 6.2 и в табл. 6.2.

Для размотки при прокладке и подвеске кабеля барабаны устанавливаются

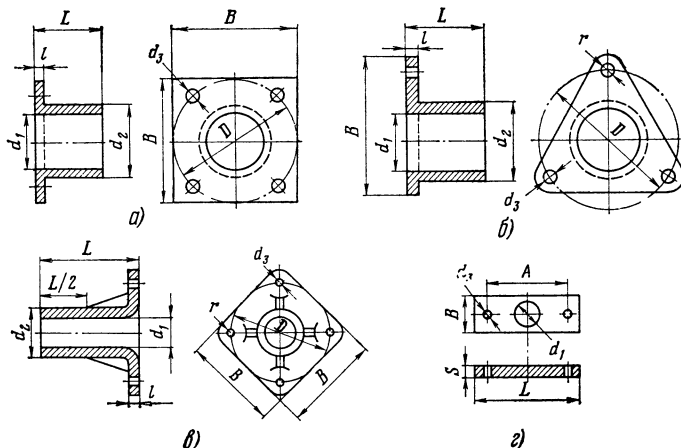


Рис. 6.2. Втулки для кабельных барабанов:
а) и б) № 17—22; в) № 25—30; г) № 12—14а

на стальные оси (ГОСТ 2590—51), размеры и масса которых приведены в табл. 6.3.

6.3. МАКСИМАЛЬНАЯ ДЛИНА КАБЕЛЯ НА БАРАБАНАХ

При выборе барабана для намотки кабеля учитываются: механическая прочность барабана, допустимый для данного кабеля радиус изгиба, длина наматываемого кабеля, его наружный диаметр, общая масса, специфика условий погрузки, транспортировки, прокладки, а также экономические соображения наилучшего использования барабанов и средств транспорта.

Длина кабеля определенного наружного диаметра, которая может быть намотана на барабан определенного типа, зависит от допустимой высоты намотки h . Эта высота определяется с учетом необходимости оставления свободного промежутка a между наружной поверхностью витков последнего ряда и краями щек барабана (рис. 6.3).

При упорядоченной намотке максимальная длина кабеля на барабане может быть рассчитана:

для случая, когда оси витков последующего ряда находятся в одной вертикальной плоскости с осями витков предыдущего ряда (см. рис. 6.3а), по формуле

$$L = 3,14 \frac{Bh(h + D_1)}{d^2 \cdot 1000}; \quad (6.1)$$

для случая, когда оси витков последующего ряда находятся в вертикальной плоскости, проходящей через границу между двумя соседними витками предыдущего ряда (см. рис. 6.3б), по формуле

$$L = 3,63 \frac{B(h - 0,135d)(h + D_1)}{d^2 \cdot 1000} \cdot \quad (6.2)$$

Во втором случае можно с достаточным приближением вести расчет по упрощенной формуле

$$L = 3,63 \frac{Bh(h+D_1)}{d^2 \cdot 1000} \quad (6.3)$$

В приведенных формулах: L — длина кабеля, намотанного на барабан, м; B — ширина барабана между щеками, мм; d — наружный диаметр кабеля, мм; h — высота намотки, мм;

$$h = \frac{D - D_1}{2} - a, \quad (6.4)$$

где D — диаметр щек барабана, мм; D_1 — диаметр шейки барабана, мм; a — высота свободного промежутка между наружной поверхностью витков последнего ряда и краями щек барабана, мм.

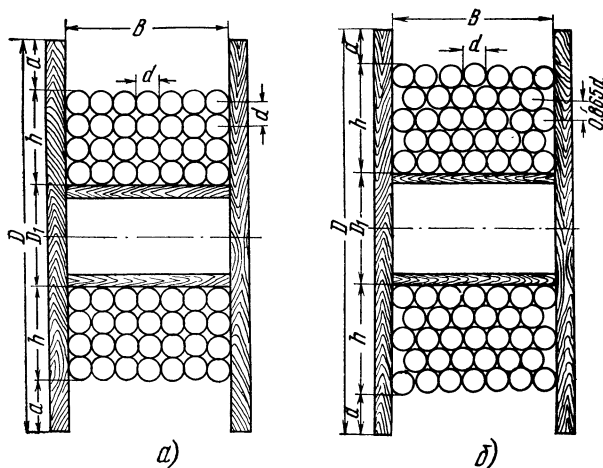


Рис. 6.3. Способы намотки кабеля на барабаны:
а) оси витков последующего и предыдущего рядов находятся в одной вертикальной плоскости; б) оси витков последующего ряда проходят через границу между двумя соседними витками предыдущего ряда

В табл. 6.4 приведены максимальные длины кабелей на барабанах, рассчитанные по ф-ле (6.1). При расчете этих длин величина a принималась равной не более чем двум диаметрам наматываемого кабеля и не менее 50 мм. Исходя из этого условия в табл. 6.4 приняты средние расчетные значения величины a , приведенные в табл. 6.5. При этом для каждого случая значение a уточнялось таким образом, чтобы высота намотки h была кратной целому числу диаметров d кабеля при расчете по ф-ле (6.1).

При расчете по ф-лам (6.2) и (6.3) применительно к рис. 6.3б величина $(h - 0,135 d)$ должна равняться целому числу значений $0,865 d$.

При необходимости определения максимальной длины кабеля заданного диаметра, подлежащего намотке в соответствии с рис. 6.3б на барабан заданного номера, достаточно умножить соответствующее этим данным число, приведенное в табл. 6.5, на коэффициент 1,16 [исходя из соотношения ф-л (6.3) и (6.1)].

При расчете максимальных длин кабелей барабаны должны подбираться с учетом того, чтобы диаметры их щек D_1 обеспечивали радиусы изгиба, не меньшие допустимых для кабеля того типа, который подлежит намотке на данный барабан (см. табл. 6.6).

Таблица 6.4

Расчетная максимальная длина кабеля на барабанах

Назначение кабеля, мм	Максимальная длина кабеля, м, на барабанах, номер																			
	4		5	6	8	8а	10	12	12а	14а	14	17	18	20а	20	22	25	26	30	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12*	13	14	15	16	17	18	19	20	
5	315	360	865	1650	2075	3610	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	220	250	600	1140	1440	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7	160	185	440	840	1060	1840	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	120	140	335	640	810	1410	3090	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	95	110	265	510	640	1115	2440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	75	90	215	410	520	945	3005	3830	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	70	75	175	340	430	710	1635	2480	3220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	55	65	150	285	360	595	1375	2025	3220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	45	55	135	245	310	560	1170	1775	2745	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14	—	45	110	210	265	460	1010	1530	2365	1490	2690	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	95	185	230	385	880	1370	2060	1270	2365	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	—	—	85	160	200	370	770	1205	1810	1130	2095	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	—	—	75	145	180	295	685	1040	1605	1065	1865	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	—	—	—	125	160	275	610	900	1430	950	1740	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	—	—	—	115	145	250	550	855	1285	865	1570	2575	2915	—	—	—	—	—	—	
20	—	—	—	105	130	225	490	805	1160	535	1005	1880	2640	4275	—	—	—	—	—	
21	—	—	—	—	120	115	285	495	780	450	965	1640	2410	3525	—	—	—	—	—	
22	—	—	—	—	110	100	260	465	710	430	810	1600	2205	3525	—	—	—	—	—	
23	—	—	—	—	100	95	235	385	650	430	790	1410	2025	3235	—	—	—	—	—	
24	—	—	—	—	—	85	215	380	550	395	770	1355	1475	2985	2260	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	—	80	200	360	550	310	655	1175	1365	2760	1965	—	—	—	—	
26	—	—	—	—	—	—	185	290	510	300	625	1135	1265	2560	1900	—	—	—	—	
27	—	—	—	—	—	—	170	275	470	300	615	990	1175	2380	1660	—	—	—	—	
28	—	—	—	—	—	—	160	265	440	290	615	965	1095	2315	1610	—	—	—	—	
29	—	—	—	—	—	—	150	255	410	280	510	940	1025	2075	1570	1875	3445	4910	—	
30	—	—	—	—	—	—	140	205	380	275	490	805	960	1940	1350	1820	3230	4525	—	
31	—	—	—	—	—	—	130	200	360	205	470	790	900	1820	1325	1585	3030	4315	—	
32	—	—	—	—	—	—	120	195	335	205	470	760	845	1715	1270	1550	2850	4060	—	
33	—	—	—	—	—	—	115	195	315	195	385	760	845	1715	1075	1515	2680	3820	—	
34	—	—	—	—	—	—	110	190	295	190	370	645	795	1615	1060	1480	2530	3605	—	
35	—	—	—	—	—	—	100	185	280	185	360	635	750	1520	1025	1280	2390	3410	—	
36	—	—	—	—	—	—	95	140	265	185	350	615	675	1360	1010	1235	2265	3225	—	
37	—	—	—	—	—	—	90	130	250	170	340	605	640	1290	845	1215	2145	3060	—	
38	—	—	—	—	—	—	85	130	240	170	330	505	640	1225	820	1190	2040	2905	—	
39	—	—	—	—	—	—	80	130	225	120	265	420	605	1225	815	1010	1935	2760	—	
40	—	—	—	—	—	—	—	125	215	120	260	485	575	1165	815	985	1845	2625	—	
41	—	—	—	—	—	—	—	—	205	115	255	475	550	1110	790	—	—	—	—	

Продолжение табл. 6.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
42	—	—	—	—	—	—	—	—	195	115	250	470	520	1055	785	975	1755	2505	—
43	—	—	—	—	—	—	—	—	185	115	245	460	500	1010	765	965	1675	2390	—
44	—	—	—	—	—	—	—	—	175	110	240	375	475	965	630	335	1600	2280	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	170	105	235	365	455	920	615	780	1530	2180	—
46	—	—	—	—	—	—	—	—	160	105	180	360	435	880	600	770	1465	2085	—
47	—	—	—	—	—	—	—	—	155	100	175	360	415	845	600	765	1405	2000	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—	150	100	170	355	400	810	590	745	1345	1915	—
49	—	—	—	—	—	—	—	—	145	100	170	345	385	775	575	730	1290	1840	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	135	100	165	340	370	745	565	725	1240	1765	2600
51	—	—	—	—	—	—	—	—	130	—	—	265	310	660	450	590	1175	1590	2260
52	—	—	—	—	—	—	—	—	125	—	—	260	300	635	440	580	1130	1525	2230
53	—	—	—	—	—	—	—	—	120	—	—	255	290	610	435	570	1085	1470	2175
54	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	250	280	590	425	560	1045	1415	2150
55	—	—	—	—	—	—	—	—	95	—	—	245	270	565	420	550	1010	1365	1840
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	240	260	545	415	540	975	1315	1825
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	235	250	530	410	535	940	1270	1785
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	180	240	510	405	525	905	1225	1770
59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	180	230	495	400	520	875	1185	1730
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	180	225	475	400	520	850	1145	1720
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120	165	370	200	300	625	910	1370
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	145	320	190	265	540	785	1075
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125	280	180	265	470	685	1015
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	225	170	180	375	560	775
85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	—	170	335	495	740
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160	—	160	270	405	540
95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	—	—	245	365	520
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125	—	—	220	330	495

Т а б л и ц а 6.5

Средние расчетные значения величины a

Диаметр кабеля, мм	От 5 до 20	От 21 до 50	От 51 до 60	От 61 до 75	От 76 до 85	От 86 до 100
Значение a	50	100	125	150	175	200

6.4. ДОПУСТИМЫЕ РАДИУСЫ ИЗГИБА КАБЕЛЕЙ

При прокладке, подвеске и выкладке кабели связи подвергаются изгибу. Допустимые радиусы изгибов принято исчислять исходя из внешних диаметров кабелей по формуле

$$R_{\min} = nd, \quad (6.5)$$

где R_{\min} — наименьший радиус изгиба кабеля; d — диаметр кабеля по оболочке; n — коэффициент, зависящий от типов и марок кабелей, материала оболочек и защитных покровов.

В табл. 6.6 приведены значения n , принятые для основных типов и марок кабелей связи.

Т а б л и ц а 6.6

Соотношения между минимально допустимыми радиусами изгиба и диаметрами кабелей по оболочке (коэффициент n)

Тип и марка кабеля	Значение коэффициента n
Кабели местной связи в свинцовой оболочке: ТГ ТБ, ТК	6—7 15
То же, в полиэтиленовой оболочке: ТПП, ТППЭП ТППБ, ТППБГ, ТППБП	12 15 10
То же, в стальной гофрированной оболочке ТПСШп, ТСШп	10
Кабели зоной связи в пластмассовой оболочке ЗКП, ЗКПБ, ЗКВ, ЗКВБ	20 15 20 20
То же, КСПП, КСППБ, КСППК	15
То же, в алюминиевой оболочке ЗКПАШп	20
То же, коаксиальные ВКПАШП, ВКПАШПт	20
Кабели дальней связи низкочастотные и высокочастотные в свинцовой оболочке ТЗГ, ТЗБ, ТЗК, ТДСГ, ТДСБ, ТДСК, МКСГ, МКСБ, МКСК	12,5
То же, в алюминиевой оболочке МКСАШп, ТЗА и т. д. при диаметре по оболочке: до 30 мм более 30 мм	15 20 15
Кабели симметричные высокочастотные в стальной оболочке МКССШп	15
Кабели коаксиальные в свинцовой оболочке КМГ, КМБ, КМК, МКТС	12,5
То же, в алюминиевой оболочке МКТАШп	15

Величина минимально допустимого радиуса изгиба имеет особое значение при выкладке кабелей в смотровых устройствах кабельной канализации, габариты и форма которых в значительной степени определяются этими радиусами. В табл. 6.7—6.10 приведены значения минимально допустимых радиусов изгиба для многопарных кабелей связи, симметричных и коаксиальных кабелей дальней связи, а также комбинированных кабелей.

Применительно к кабелям с пластмассовой изоляцией и оболочкой в тех случаях, когда габариты и форма существующих смотровых устройств кабельной

Таблица 6.7

Минимально допустимые радиусы изгиба основных кабелей городских (местных) сетей связи

Тип или марка кабеля	Диаметр жилы, мм	Минимально допустимые радиусы изгиба, мм, при количестве пар в кабеле																
		10	20	30	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	2400
ТГ ТГ ТГ ТВ ТВ ТВ ТК ТК ТПП ТПП ТПП ТПП(ВГ) ТПП(ВГ) ТПП(ВГ) ТППВ ТППВ ТПСП ТПСП ТСП ТСП ТСП	0,4	60	70	85	95	130	155	190	240	270	300	325	360	375	400	425	455	—
	0,5	70	75	90	110	150	175	200	255	280	310	340	370	390	415	435	470	—
	0,7	85	110	135	160	215	260	295	360	410	450	490	—	—	—	—	—	—
	0,4	260	280	300	360	440	510	570	650	720	800	860	—	—	—	—	—	—
	0,5	260	290	335	380	470	540	600	700	780	860	920	—	—	—	—	—	—
	0,7	300	350	390	460	600	680	780	920	1030	1140	1230	—	—	—	—	—	—
	0,4	—	380	430	480	550	630	675	760	885	960	1030	—	—	—	—	—	—
	0,5	—	435	465	510	600	660	720	825	950	1030	1080	—	—	—	—	—	—
	0,7	—	465	510	585	705	870	945	1080	1190	1300	1400	—	—	—	—	—	960
	0,32	110	130	155	200	270	325	365	415	460	510	550	—	—	—	—	720	—
	0,4	120	135	170	220	295	360	400	470	540	600	660	—	—	—	—	—	—
	0,5	135	170	205	265	360	420	470	565	650	720	780	—	—	—	—	—	—
	0,7	170	220	275	350	455	550	620	745	850	945	—	—	—	—	—	—	—
	0,4	255	285	330	395	490	585	630	700	800	875	945	—	—	—	—	—	—
	0,5	270	315	380	450	570	660	710	825	940	1025	1105	—	—	—	—	—	—
	0,7	315	390	455	565	695	825	900	1050	1190	1310	—	—	—	—	—	—	—
	0,4	—	360	405	485	590	690	735	805	920	995	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	390	470	550	670	765	815	945	1060	1145	—	—	—	—	—	—	—	
0,7	—	480	565	665	800	945	1020	1170	1310	1430	—	—	—	—	—	—	—	
0,4	—	—	—	—	310	—	390	460	515	560	595	640	670	695	725	780	—	
0,5	—	—	—	—	350	—	470	550	605	660	705	755	805	—	—	—	—	
0,7	—	—	—	—	469	—	595	705	790	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,4	—	—	—	—	285	—	363	420	485	540	570	640	640	670	695	755	—	
0,5	—	—	—	—	330	—	420	515	580	625	670	745	745	790	—	—	—	
0,7	—	—	—	—	420	—	570	670	755	815	—	—	—	—	—	—	—	

Примечание. В табл. 6.7 данные по кабелю ТПП рассчитаны применительно к парной скрутке жил. При четверочной скрутке жил диаметр кабеля и минимально допустимый радиус изгиба будут меньше в среднем на 7%.

Таблица 6.8

**Минимально допустимые радиусы изгиба симметричных высокочастотных
и низкочастотных кабелей связи**

Тип и марка кабеля	Диаметр жил, мм	Минимально допустимый радиус изгиба, мм, для кабеля емкостью						
		1×4	4×4	7×4	14×4	19×4	27×4	37×4
МКСГ, МКСБ, МКСК	1,2	150	270	310	—	—	—	—
МКСАШп, МКСАБпШп	1,2	180	300	380	—	—	—	—
МКСАБп, МКСАБпГ, МКСАКпШп	1,2	—	350	—	—	—	—	—
МКСАСПБ, МКСАПБП	1,2	—	290	360	—	—	—	—
МКГ, МКБ, МКК	1,2	—	330	410	—	—	—	—
МКССШп	1,2	—	—	—	—	—	—	—
ЗКПАШп, ЗКПАБп	1,2	260	—	—	—	—	—	—
ЗКПАКп	1,2	260	—	—	—	—	—	—
ЗКП, ЗКПБ, ЗКВ, ЗКВК	0,9 и	—	—	—	—	—	—	—
КСПП, КСППБ, КСППК	1,2	260	330	—	—	—	—	—
ТЗГ, ТЗБ, ТЗК	0,8	—	180	210	260	290	350	420
	0,9	—	190	220	280	330	380	460
	1,2	—	220	260	340	390	450	540
	0,8	—	220	260	350	410	470	580
ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗЭК	0,9	—	230	280	360	420	500	590
	1,2	—	260	330	430	510	590	700
	0,9	—	230	270	340	400	460	550
ТЗАШп, ТЗАБп	1,2	—	270	310	410	470	540	650
	0,9	—	280	320	420	460	—	—
ТЗПАШп, ТЗПАБп, ТЗПАКп	1,2	—	315	370	500	560	—	—

Таблица 6.9

Минимально допустимые радиусы изгиба комбинированных кабелей ТДС

Количество и сочетание элементов кабелей, диаметры токоведущих жил, мм	Минимально допустимый радиус изгиба, мм	Количество и сочетание элементов кабелей, диаметры токоведущих жил, мм	Минимально допустимый радиус изгиба, мм
Одноповивных		Двухповивных	
2×2 экр. ×1,2+1×(3×2×0,8)	260	2×2 экр. ×0,9+13×2×0,9	340
2×2 экр. ×1,2+2×(3×2×0,8)	290	3×2 экр. ×1,4+18×2×0,8	420
3×2 экр. ×1,2+1×(3×2×0,8)	290	3×2 экр. ×1,4+15×4×0,8	420
3×2 экр. ×1,2+4×(3×2×0,8)	370	4×2 экр. ×0,9+15×2×0,9	370
3×2 экр. ×1,4+4×(3×2×0,8)	370	4×2 экр. ×1,4+15×4×0,8	440
4×2 экр. ×1,2+3×(3×2×0,8)	370	4×2 экр. ×1,4+15×4×0,9	510
4×2 экр. ×1,4+3×(3×2×0,8)	370	7×2 экр. ×1,4+20×4×0,9	540
2×2 экр. ×0,9+2×4 ус. ×0,8	240	14×2 экр. ×1,4+25×4×0,9	640
4×2 экр. ×0,9+3×4 ус. ×0,8	280		
3×2 экр. ×0,9+4×4 ус. ×0,8	280		

Таблица 6.10

Минимально допустимые радиусы изгиба коаксиальных кабелей

Тип и марка кабеля	Значение коэффициента n	Минимально допустимый радиус изгиба, мм	Тип и марка кабеля	Значение коэффициента n	Минимально допустимый радиус изгиба, мм
КМ-8/6	12,5	675	МКТС-4	12,5	360
КМ-6/4	12,5	625	МКТА-4	15	360
КМ-4	12,5	440	ВКПАП	20	360
КМЭБ-4	15	470	КРК	—	200
МКТП-4	15	420			

канализации не позволяют выложить кабели с радиусами изгиба, приведенными в табл. 6.7 и 6.8, допускается уменьшение этих радиусов еще в пределах 30% при условии постепенного и глубокого прогрева кабелей до температуры 70—

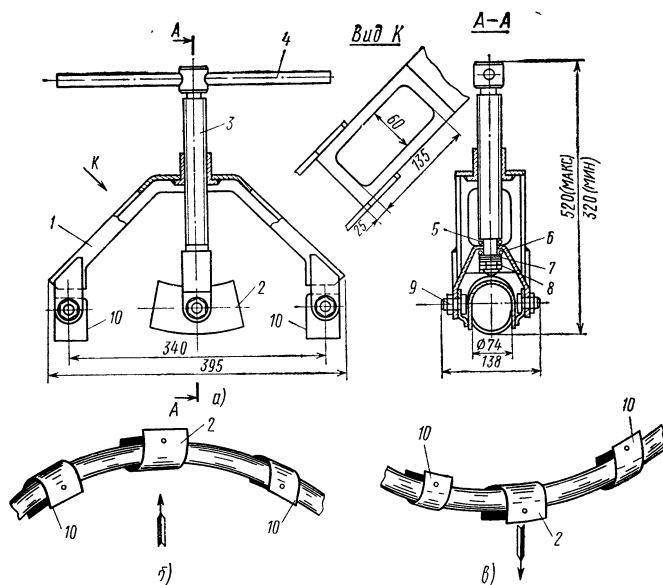


Рис. 6.4. Приспособление для изгиба кабелей:
а) конструкция приспособления; б) схема изгиба кабеля «от себя», в) схема изгиба кабеля «на себя»;
1 — корпус; 2 — вкладыш средний; 3 — винт; 4 — ручка; 5 — подшипник; 6 — скоба; 7 — шайбы; 8 — гайки; 9 — ось; 10 — вкладыши боковые

80° С для снятия возникающих при крутом изгибе недопустимых внутренних механических напряжений. Изгибание при этом должно производиться медленно, желательно с применением специального изгибающего приспособления, один из вариантов которого показан на рис. 6.4.

6.5. МАКСИМАЛЬНЫЕ ТЯГОВЫЕ УСИЛИЯ, ДЛИНА ПРОЛЕТОВ И МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ДОПУСТИМЫЕ ПРИ ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

Кабели связи при прокладке и подвеске испытывают деформирующие нагрузки и в том числе растягивающие, которые могут оказывать влияние на их физико-механические свойства и электрические параметры. Для различных кабелей связи пределы допустимых растягивающих нагрузок различны. Они определяются материалом, площадью сечения и количеством жил, материалом и площадью сечения оболочек, изоляции жил, поясной изоляции и других защитных покрытий, а также допустимым изменением параметров кабеля под воздействием растягивающих деформаций. Для некоторых кабелей допустимые значения тяговых усилий оговорены в ТУ.

По материалам некоторых исследований для расчета предельных тяговых усилий, которые допускается прилагать к кабелям связи, рекомендуется брать за основу следующие максимальные растягивающие нагрузки на отдельные элементы кабеля: на медные жилы 5 кгс/мм^2 (50 МПа); на свинцовую оболочку $1,1 \text{ кгс/мм}^2$; на полиэтиленовую оболочку и изоляцию жил $0,9 \text{ кгс/мм}^2$ (9 МПа). Условно можно считать допустимой растягивающую нагрузку: на алюминиевую оболочку $1,5 \text{ кгс/мм}^2$ (15 МПа); на стальную оболочку 13 кгс/мм^2 (130 МПа).

В табл. 6.11 приведены расчетные максимально допустимые тяговые усилия для многопарных кабелей городских сетей связи, полученные на основе указанных выше исходных данных.

Таблица 6.11

Расчетные максимально допустимые тяговые усилия для многопарных кабелей городских сетей связи

Количество пар жил в кабеле	Предельная растягивающая нагрузка, кгс, для кабелей					
	ТГ в свинцовой оболочке с бумажной изоляцией жил диаметром, мм			ТПП в пластмассовой оболочке с полиэтиленовой изоляцией жил диаметром, мм		
	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7
10	45	55	95	55	70	120
20	70	85	155	75	100	180
30	90	115	220	90	140	265
50	135	175	325	130	220	405
100	230	305	595	245	440	855
150	335	440	855	500	650	1260
200	430	505	990	550	725	1425
300	600	740	1420	775	1100	2110
400	730	970	1825	1025	1350	2535
500	855	1145	2045	1200	1650	2950
600	990	1315	2240	1300	1825	3100
700	1080	1445	—	—	—	—
800	1175	1555	—	—	—	—
900	1260	1645	—	—	—	—
1000	1350	1770	—	—	—	—
1200	1500	1975	—	—	—	—

Примечания: 1. Для кабелей емкостью от 200 до 1200 пар учитывалось, что соответственно от 20 до 45% жил проскальзывают в пучке и не участвуют в оказании сопротивления растягивающим нагрузкам.

2. Данные табл. 6.11 экспериментально не проверены.

3. Для пересчета в ньютонь указанные величины следует умножить на 9,81.

Т а б л и ц а 6.12

Максимально допустимые растягивающие усилия для основных типов
и марок симметричных кабелей дальней связи

Тип и марка кабеля	Диаметр жи- лы, мм	Максимально допустимые растягивающие усилия, кгс, для кабеля емкостью				
		1×4	4×4	7×4	19×4	37×4
1	2	3	4	5	6	7
МКСГ, МКГ	1,2	<u>—</u> 70	<u>—</u> 175	<u>—</u> 265	—	—
МКСБ, МКБ	1,2	<u>—</u> 90	<u>—</u> 200	<u>—</u> 290	—	—
МКСАШп	1,2	<u>80</u> 135	<u>140</u> 280	<u>—</u> 400	—	—
МКСАБпШп	1,2	<u>—</u> 225	<u>—</u> 400	<u>—</u> 520	—	—
МКССШп	1,2	<u>—</u> 265	<u>300</u> 510	<u>400</u> 685	—	—
ЗКП, ЗКВ	1,2	<u>50</u> 190	—	—	—	—
ЗКПБ, ЗКВБ	1,2	<u>50</u> 240	—	—	—	—
ЗКПАШп	1,2	<u>80</u> 135	<u>140</u> 280	<u>—</u> 400	—	—
КСПП	0,9	<u>60</u> 85	<u>100</u> 250	—	—	—
КСПП	1,2	<u>90</u> 125	—	—	—	—
КСППБ	0,9	<u>60</u> 110	<u>100</u> 320	—	—	—
КСППБ	1,2	<u>90</u> 160	—	—	—	—
КСППК	1,2	<u>200</u> —	<u>200</u> —	—	—	—
ТЗГ	0,8	—	<u>—</u> 95	<u>—</u> 135	<u>—</u> 310	<u>—</u> 570
ТЗГ	0,9	—	<u>—</u> 115	<u>—</u> 170	<u>—</u> 395	<u>—</u> 725
ТЗГ	1,2	—	<u>—</u> 160	<u>—</u> 250	<u>—</u> 600	<u>—</u> 1125
ТЗБ	0,8	—	<u>—</u> 110	<u>—</u> 150	<u>—</u> 350	<u>—</u> 635
ТЗБ	0,9	—	<u>—</u> 135	<u>—</u> 190	<u>—</u> 440	<u>—</u> 800

Продолжение табл. 6.12

1	2	3	4	5	6	7
ТЗБ	1, 2	—	$\frac{—}{185}$	$\frac{—}{275}$	$\frac{—}{675}$	$\frac{—}{1250}$

Примечания. 1. Для пересчета в ньютонь указанные величины следует умножить на 9,81.

2. В числителе данные по ГОСТ и ТУ, в знаменателе — определенные расчетом, экспериментально не проверенные.

Таблица 6.13

Максимально допустимые тяговые усилия для основных типов и марок коаксиальных кабелей

Тип и марка кабеля	Диаметры внутренних (числитель) и внешних (знаменатель) проводников, мм	Максимально допустимые тяговые усилия, кгс	
		по ГОСТ и ТУ	по расчету
КМГ-4	2,6/9,4×4	—	900
КМБ-4	2,6/9,4×4	500	1100
КМГ-8/6	2,6/9,4×8+1,2/4,6×6	—	1800
КМБ-8/6	2,6/9,4×8+1,2/4,6×6	500	2100
КМГ-6/4	2,6/9,4×6+1,2/4,6×4	—	1400
КМБ-6/4	2,6/9,4×6+1,2/4,6×4	—	1700
МКТП-4	1,2/4,6×4	80	400
МКТАП-4	1,2/4,6×4	130	500
МКТАПБ-4	1,2/4,6×4	130	600
МКТСГ-4	1,2/4,6×4	—	250
МКТСБ-4	1,2/4,6×4	80	300
ВКПАшП	2,1/9,7	100	200
ВКПАшПт	2,1/9,7	700	900
МКТСК-4	1,2/4,6×4	300	—

Примечания: 1. Официальной нормой являются данные, приведенные в гр. 3 табл. 6.13; данные гр. 4 экспериментально не проверены.

2. Для пересчета в ньютонь указанные величины следует умножить на 9,81.

Для многих кабелей связи максимально допустимые растягивающие усилия в ГОСТ и ТУ не оговорены. В связи с этим в табл. 6.12 и 6.13 соответственно для симметричных и коаксиальных кабелей дальней связи в числителях приведены обязательные оговоренные ГОСТ и ТУ максимально допустимые растягивающие усилия, а в знаменателях — определенные чисто расчетным путем на основании исходных данных, приведенных выше, экспериментально непроверенные.

Фактические величины тяговых усилий при затяжке кабелей связи в каналы трубопроводов определяются массой единицы длины кабеля, длиной пролета между колодцами и коэффициентом трения. В каждом отдельном случае ожидаемые тяговые усилия (в кгс или Н) могут быть рассчитаны по формуле

$$F_0 = Plf, \quad (6.6)$$

где P — масса единицы длины кабеля, кг; l — длина пролета кабеля, м; f — коэффициент трения.

Коэффициент трения f , в свою очередь, зависит от материала труб кабельной канализации и материала оболочек затягиваемых кабелей. Значения коэффициента трения f приведены в табл. 6.14.

Таблица 6.14

**Значения коэффициента трения f в зависимости
от материалов труб и оболочек кабелей**

Материал оболочки кабеля (или защитного покрова)	Значения f для труб		
	бетонных	асбоце- ментных	полиэтиле- новых
Полиэтилен	0,38	0,32	0,29
Свинец	0,50	0,42	0,38
Поливинилхлорид	0,56	0,48	0,43
Пропитанный джут	0,83	0,71	0,63

Исходя из значений максимально допустимых тяговых усилий (см. табл. 6.11, 6.12 и 6.13), соответствующих коэффициентов трения (см. табл. 6.14) и массы кабелей (см. разд. 3) могут быть определены предельные длины кабелей, допустимые для затяжки транзитом (без муфт в промежуточных колодцах) в каналы трубопроводов. При этом следует учитывать, что затяжка кабеля транзитом допустима при условии расположения примерно на одной прямой в горизонтальной и вертикальной плоскостях каналов входа в колодец и выхода из него. Расчет предельной длины кабеля для затяжки транзитом в каналы трубопроводов может быть произведен по формуле

$$L_{\text{пр}} = F_{\text{макс}} / P f, \quad (6.7)$$

где $L_{\text{пр}}$ — предельная длина кабеля для затяжки транзитом в каналы трубопроводов, м; $F_{\text{макс}}$ — максимально допустимое растягивающее усилие для прокладываемого кабеля, кгс(Н); P — масса единицы длины кабеля, кг/м; f — коэффициент трения.

Таблица 6.15

**Расчетные, предельные для затяжки транзитом в каналы трубопроводов,
длины многопарных кабелей городских сетей связи в свинцовой оболочке (ТГ)**

Количество пар жил ка- беля	Предельная длина, м, кабеля марки ТГ для затяжки транзитом в каналы трубопроводов								
	бетонных			асбоцементных			полиэтиленовых		
	с жилами диаметром, мм								
	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0 5	0,7
10	265	270	300	315	315	355	350	350	390
20	310	280	350	370	325	415	410	355	455
30	295	300	380	355	385	445	390	425	490
50	340	325	400	400	390	485	450	430	535
100	370	360	410	440	420	470	485	460	515
150	400	370	430	475	440	505	530	485	555
200	410	335	380	490	400	445	545	440	495
300	455	345	385	540	410	450	600	450	495
400	445	365	370	530	430	435	590	475	480
500	415	355	355	495	425	420	550	465	460
600	410	345	345	490	410	405	545	450	445
700	—	330	—	—	390	—	—	430	—
800	—	320	—	—	375	—	—	410	—
900	—	305	—	—	360	—	—	395	—
1000	—	300	—	—	350	—	—	385	—
1200	—	295	—	—	345	—	—	380	—

Примечание. Имеются в виду свободные, исправные каналы.

Рассчитанные по этой формуле предельные для затяжки транзитом в каналы трубопроводов длины многопарных кабелей городских сетей связи приведены в табл. 6.15. Данные этой таблицы относятся только к кабелям в свинцовой оболочке (ТГ). Расчетные максимальные длины кабелей в полиэтиленовой оболочке (ТПП) в связи со значительно меньшими массами и пониженным коэф-

Таблица 6.16

Расчетные, предельные для затяжки транзитом в каналы трубопроводов, длины симметричных кабелей дальней связи

Марка кабеля	Диаметр жилы, мм	Предельная длина, м, для затяжки транзитом в каналы трубопроводов							
		бетонных					асбоцементных		
		кабелей с количеством жил							
		1×4	4×4	7×4	19×4	37×4	1×4	4×4	7×4
МКСГ	1,2	240	300	340	—	—	290	355	405
МКГ	1,2	—	230	245	—	—	—	280	290
МКСАШп	1,2	510	635	>1000	—	—	605	755	>1000
МКССШп	1,2	более 1000					более 1000		
ЗКП	1,2	495	—	—	—	—	585	—	—
ЗКВ	1,2	420	—	—	—	—	500	—	—
ЗКПАШп	1,2	530	660	—	—	—	665	830	—
КСПП	0,9	665	830	—	—	—	785	965	—
КСПП	1,2	>1000	—	—	—	—	>1000	—	—
ТЗГ	0,8	—	270	300	320	380	—	320	360
ТЗГ	0,9	—	285	310	375	415	—	340	370
ТЗГ	1,2	—	330	375	405	425	—	395	445

Продолжение табл. 6.16

Марка кабеля	Диаметр жилы, мм	Предельная длина, м, для затяжки транзитом в каналы трубопроводов						
		асбоцементных		полиэтиленовых				
		кабелей с количеством жил						
		19×4	37×4	1×4	4×4	7×4	19×4	37×4
МКСГ	1,2	—	—	320	395	450	—	—
МКГ	1,2	—	—	—	310	320	—	—
МКСАШп	1,2	—	—	665	835	>1000	—	—
МКССШп	1,2	—	—	более 1000			—	—
ЗКП	1,2	—	—	650	—	—	—	—
ЗКВ	1,2	—	—	550	—	—	—	—
ЗКПАШп	1,2	—	—	725	905	—	—	—
КСПП	0,9	—	—	850	>1000	—	—	—
КСПП	1,2	—	—	> 1000	—	—	—	—
ТЗГ	0,8	380	450	—	355	400	420	500
ТЗГ	0,9	445	480	—	375	410	490	545
ТЗГ	1,2	490	505	—	435	490	530	560

Примечания: 1. Данные таблиц экспериментально не проверены.

2. Имеются в виду свободные, исправные каналы.

3. Для тех кабелей, по которым в ГОСТ и ТУ оговорены максимально допустимые тяговые усилия (см. табл. 6.12), предельные длины определены исходя из этих усилий; в остальных случаях за основу взяты расчетные максимальные усилия.

коэффициентом трения в несколько раз превышают предельные длины кабелей в свинцовой оболочке и по всей номенклатуре емкостей и диаметров жил могут быть более 1000 м. Такие длины не имеют практического применения и поэтому в таблице не приводятся.

Таблица 6.17
 Расчетные, предельные для затяжки транзитом в каналы трубопроводов, длины основных типов коаксиальных кабелей

Марка кабеля	Диаметр внутреннего и внешнего проводников, мм	Предельная длина, м, кабеля для затяжки в каналы трубопроводов		
		бетонных	асбоцементных	полиэтиленовых
КМГ-4	2,6/9,4×4	— 545	— 645	— 715
КМГ-8/6	2,6/9,4×8+1,2/4,6×6	— 610	— 725	— 800
КМГ-6/4	2,6/9,4×6+1,2/4,6×4	— 570	— 680	— 750
МКТС-4	1,2/4,6×4	— 410	— 490	— 540
МКТП-4	1,2/4,6×4	310 >1000	370 >1000	410 1000
ВКПАшП	2,1/9,7	>1000	>1000	>1000

Примечание. В числителе даны значения исходя из предельных тяговых усилий, предусмотренных в ГОСТ и ТУ на кабели, в знаменателях — исходя из расчетных предельных тяговых усилий (см. табл. 6.13).

Таблица 6.18
 Температура окружающей среды, при которой допускаются транспортировка, хранение и прокладка кабелей связи

Тип и марка кабеля	Температура, °С, при					
	транспортировке		хранении		прокладке и монтаже	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
КМ-8/6, КМ-6/4	—30	40	—50	40	—10	40
КМ-4, КМЭБ-4, КРК	—40	40	—50	40	—10	—
МКТП-4, МКТС-4, МКТАШп	—30	50	—40	50	—10	—
КТП, КТС	—30	50	—30	50	—	—
ВКПАшП	—40	50	—50	50	—10	—
МКС, МКСАШп, МКСШп	—30	40	—50	40	—15	40
МКСАСПШп, МКСАСПБ	—	—	—	—	—10	40
ЗКПАШп, ЗКПАБп	—30	—	—50	40	—10	—
КСПП	—	—	—50	50	—10	—
МККП, МККВ	—30	—	—40	50	—10	—
ЗКВ, ЗКП	—30	—	—40	50	—10	—
ТЗ, ТДС	—	—	—	—	—	—
ТЗАп, ТЗАПБ	—	—	—40	50	—10	—
ТЗПАп, ТЗПАПБ	—30	—	—40	50	—10	—
ТГ, ТБ	—30	40	—40	50	—20	40
ТПП, ТПВ	—30	40	—40	50	—10	40

Расчетные, предельные для затяжки транзитом, длины симметричных кабелей дальней связи приведены в табл. 6.16, а коаксиальных — в табл. 6.17.

Минимально допустимая температура воздуха, при которой без опасности нарушения физико-механических параметров кабеля могут осуществляться прокладка, подвеска и монтаж его без специального прогрева, должна соответствовать данным табл. 6.18.

В условиях, требующих прокладки и подвески кабелей связи при температурах ниже указанных в табл. 6.18, кабели должны быть предварительно прогреты. Прогрев целесообразнее всего осуществлять с помощью передвижных тепловоздухов (калориферов) с автономным двигателем внутреннего сгорания, например портативного подогревателя типа ПП-85 с бензиновым двигателем от пилы «Дружба». При отсутствии калориферов прогрев кабеля может производиться в специально приспособленных передвижных тепляках, обогреваемых жаровнями, или иными отопительными средствами. Однако следует учесть, что при помощи подогревателя ПП-85 на прогрев кабеля при морозе до 20°С тратится не более 1 ч, а в тепляках — до 30 и даже 40 ч.

6.6. ГАБАРИТЫ СБЛИЖЕНИЯ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ С ДРУГИМИ СООРУЖЕНИЯМИ

При сближении с другими сооружениями трассы кабелей связи должны проходить на расстояниях от них, не менее приведенных в табл. 6.19. На пересе-

Т а б л и ц а 6.19

Минимальные расстояния между трассами кабелей связи и другими сооружениями в горизонтальной плоскости

Наименование сооружений, от которых отсчитывается расстояние до трассы кабеля связи	Минимальное расстояние от трассы кабеля до других сооружений, м
От мостов магистральных, автомобильных и железных дорог общегосударственного и республиканского значения:	
через судоходные реки	1000
через сплавные реки	300
через неславные и несудоходные реки	50—100
От мостов грунтовых, автомобильных и железных дорог местного назначения:	
через судоходные реки	200
через остальные реки	50—100
От края подошв насыпей автомобильных и железных дорог, а также насыпей путепроводов	5
От шоссе и железнодорожных путепроводов	В каждом случае определяется проектом
От опор контактных сетей электрифицированных дорог, светофоров железных дорог и опор ЛЭП (на пересечениях):	
при наличии заземления на опоре	25
при отсутствии заземления	10
От блоков кабельной канализации и колодцев	0,25
От силовых кабелей	0,5
От трубопроводов городской канализации и водосточков	0,5
От газопроводов в городах и теплопроводов	1,0
От газопроводов высокого давления (до 55 кгс/см ² или 5,4 МПа) и других продуктопроводов на загородных трассах	10
От водопроводов разводящей сети диаметром:	
до 300 мм	0,5
свыше 300 мм	1,0
От заземлений молниеотводов воздушных линий связи	25
От опор воздушных линий связи	В каждом случае определяется проектом
От красной линии домов в городах и поселках городского типа	1,5
От рельсов трамвайных путей	В каждом случае определяется проектом

чениях кабелей связи с другими сооружениями между ними и последними должны соблюдаться расстояния, приведенные в табл. 6.20.

От водопроводных и канализационных труб кабель должен прокладываться в трубе выше этих сооружений, от теплопроводных — ниже (в трубе — на 0,15 м, в земле — на 0,25 м), а от нефте- и газопроводов — выше или ниже (в трубе — на 0,15 м, в земле — на 0,5 м).

Т а б л и ц а 6.20

Минимально допустимые расстояния по вертикали между кабелями связи и другими сооружениями на пересечениях

Наименование сооружений, от которых определяется расстояние до кабеля связи	Минимальное расстояние от кабеля до других сооружений, м
От подошвы рельс трамвайных и железнодорожных путей	1,0
От дна кюветов шоссейных дорог	0,8
От бронированного кабеля связи, проложенного в трубе до силового кабеля	0,25 ¹
То же, проложенного непосредственно в грунте (без трубы)	0,5 ¹
От блоков кабельной канализации (ниже блоков)	0,1
От других бронированных кабелей связи выше или ниже их (в трубе)	0,1
От водопроводных, теплопроводных, канализационных и газопроводных труб (выше этих сооружений) при прокладке кабеля связи:	
непосредственно в грунте	0,5
в трубе	0,15

Пр и м е ч а н и е. В случае мелкого залегания силового кабеля кабель связи может быть проложен ниже его. При этом должны соблюдаться расстояния, указанные в таблице.

¹ В стесненных городских условиях допускается соответственно 0,15 и 0,25 м.

6.7. КАБЕЛЬНЫЕ ПЛОЩАДКИ

При выборе места для организации кабельных площадок следует учитывать:

близость их к трассе работ, а также к пунктам разгрузки кабеля (железнодорожным станциям, пристаням, портам и т. п.);

наличие в указанных пунктах условий для разгрузки барабанов с кабелем (разгрузочных платформ, железнодорожных и портовых подъемных кранов, свободных площадей для временного хранения);

наличие дорог от пунктов разгрузки до площадки и от последних до трассы, состояние дорог, грузоподъемность мостов, состояние переправ, габариты тоннелей или мостов, под которыми проходят дороги, с учетом возможности проезда машин с барабанами;

рельеф местности — место для площадки должно быть ровным, сухим, не подверженным затоплению в период разлива рек, а также дождевыми и талыми водами;

минимальные затраты на посевных площадях.

Размеры кабельных площадок определяются из расчета потребности 10 м² площади на один барабан. Размещение барабанов на кабельной площадке должно соответствовать рис. 6.5.

При отсутствии специальных погрузо-разгрузочных средств — автокранов, автопогрузчиков и т. п. — на площадке должны быть оборудованы аппараты (рис. 6.6, 6.7) или передвижные деревянные платформы (рис. 6.8).

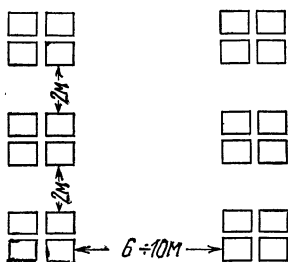


Рис. 6.5. Схема расположения барабанов на кабельной площадке

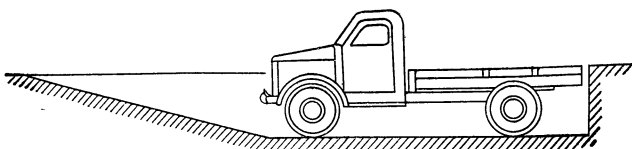


Рис. 6.6. Аппарат односторонний

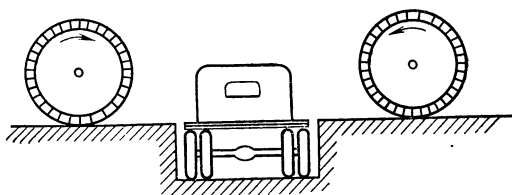
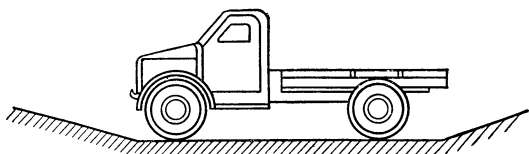


Рис. 6.7. Аппарат двусторонний

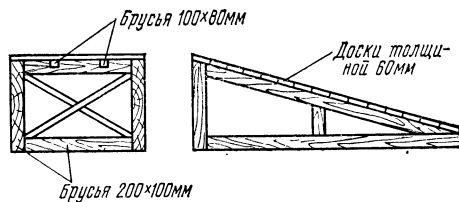


Рис. 6.8. Передвижная деревянная платформа

6.8. ОБОРУДОВАНИЕ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ КАБЕЛЯ

Для перевозки барабанов с кабелем используются специальные кабелевозы, кабельные тележки, автоприцепы и автомашины.

Полы в кузове автомашины (прицепа) укрепляются настилом из досок толщиной 50 мм, которые располагают перпендикулярно доскам пола. При перевоз-

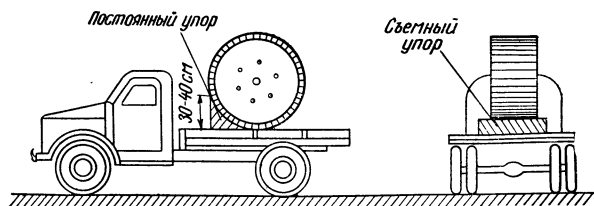


Рис. 6.9. Укрепление барабана на автомашине

ке тяжеловесных барабанов под пол кузова машины (прицепа) перпендикулярно продольным брускам закладываются дополнительно два — три бруска. Кроме того, в кузове машины (прицепа) устанавливается постоянный упор высотой

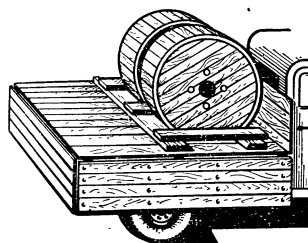


Рис. 6.10. Укрепление двух барабанов на автомашине

30—40 мм, а после погрузки барабанов — съемный упор (рис. 6.9). Оба упора крепятся продольными брусками с помощью строительных скоб. На рис. 6.10 показано укрепление на автомашине двух барабанов.

6.9. ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЕЙ ПЕРЕД ПРОКЛАДКОЙ

Все строительные длины кабеля перед прокладкой должны быть испытаны. Объем испытаний указан в табл. 6.21.

Электрические нормы, которым должны соответствовать строительные длины кабеля при их проверке на кабельной площадке, приведены в разд. 8, а нормы герметичности — в разд. 9. Строительные длины кабеля, не соответствующие нормам по указанным в табл. 6.21 характеристикам, прокладке не подлежат.

Результаты испытаний строительных длин кабелей дальней связи фиксируются в протоколе.

Т а б л и ц а 6.21

Состав испытаний строительных длин кабеля перед прокладкой

Тип кабеля	Состав испытаний
Все типы	Внешний осмотр — исправность кабеля, барабанов, обшивки, болтов, втулок, состояние и качество заделки концов кабеля, наличие паспорта
Симметричные кабели междугородной, зоновой и сельской связи с металлическими оболочками, поступающие под избыточным давлением	Проверка герметичности оболочки (соответствие фактического избыточного давления паспортным данным или сопоставление данных двух замеров с испытательным сроком не менее 24 ч)
То же, при поступлении кабеля без избыточного давления	1. Измерение сопротивления изоляции
Коаксиальные кабели	2. Проверка герметичности оболочки
	1. Проверка герметичности оболочки (соответствие фактического избыточного давления паспортным данным)
	2. Измерение сопротивления изоляции
Симметричные и коаксиальные кабели при наличии внешних признаков повреждений — вмятин, пережимов, трещин и т. п.	3. Проверка электрической прочности изоляции
	4. Проверка целостности жил
	1. Проверка герметичности оболочки
	2. Измерение сопротивления изоляции
	3. Проверка электрической прочности изоляции
	4. Проверка целостности жил и экранов
	5. Проверка неоднородности волнового сопротивления коаксиальных пар
Симметричные кабели КСПП, ЗКП, ЗКВ без металлических оболочек	1. Проверка целостности жил, экрана и брони (при наличии)
Многопарные кабели ГТС емкостью 100 пар и более (для магистральных кабелей — 50 пар и более)	2. Измерение сопротивления изоляции жил
Многопарные кабели ГТС, поступающие без избыточного давления	Проверка герметичности оболочки (соответствие фактического избыточного давления паспортным данным)
	1. Измерение сопротивления изоляции
То же, при наличии внешних признаков повреждений — пережимов, скручиваний, вмятин, трещин, пробоев оболочки	2. Проверка герметичности оболочки кабелей емкостью 100 и более пар (магистральных — 50 пар и более)
	1. Измерение сопротивления изоляции
	2. Проверка на обрыв и сообщение жил между собой и с металлической оболочкой или экраном
	3. Проверка герметичности оболочки кабелей емкостью 100 пар и более (магистральных — 50 пар и более)

Примечания: 1. В кабелях с противокоррозионным покрытием шлангового типа поверх оболочки измеряется также сопротивление изоляции между оболочкой и броней.

2. При наличии отклонений фактического избыточного давления от паспортных данных кабель дополнительно испытывается в течение суток на отсутствие утечки.

3. После всех проверок, связанных с вскрытием концов, кабель должен быть снова поставлен под избыточное давление.

6.10. ГРУППИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДЛИН КАБЕЛЯ

Строительные длины кабеля междугородной связи в пределах одного усиленного участка группируются по:

- конструктивным данным;
- размерам строительных длин;
- величине переходного затухания на ближнем конце;
- волновому сопротивлению коаксиальных пар;
- средним значениям рабочей емкости.

По конструктивным данным группируются кабели всех типов. На одном усиленном участке, как правило, должны быть уложены строительные длины кабеля одного завода, имеющие одинаковые материал и диаметр жил, изоляцию, расцветку жил и элементов, скрутку, количество четверок и пар и т. п. Защитные покровы оболочки должны быть также однородными.

По размерам строительных длин группирование должно учитывать: подбор двух одинаковых длин при двухкабельной системе, особенности трассы — пересечение рек, водоемов, дорог и т. п., а также соблюдение установленного шага пупинизации. Короткомерные длины должны быть уложены ближе к середине усилительного участка.

Принятая величина шага пупинизации в пределах усилительного участка может отклоняться от теоретического значения не более чем на $\pm 2\%$. Отдельные шаги пупинизации могут отличаться от принятой средней величины не более чем на $\pm 0,5\%$.

Шаг пупинизации симметричных пар в коаксиальных кабелях определяется в зависимости от величины строительных длин:

1000 м при строительных длинах 250 и 500 м

1200 м « « « 300, 400 и 600 м.

Отклонение от принятого шага не должно превышать $\pm 3\%$. На участке ОУП—ОУП допускается в 10% шагов увеличение и в 25% шагов уменьшение в пределах до 100 м. Если длина шага меньше номинального более чем на 3%, недостающая длина компенсируется параллельным включением конденсатора из расчета 32 пФ на 1 м.

По величине переходного затухания на ближнем конце кабеля группируются таким образом, чтобы на трех — пяти прилегающих к каждому усилительному пункту (ОУП, НУП, ОП) строительных длинах оно было по возможности наибольшим и не меньше 65,1 дБ.

Строительные длины, переходное затухание в которых на ближнем конце ниже 61—63 дБ, отмечаются заводом-изготовителем знаком «В» на щеке барабана. Такие строительные длины должны прокладываться не ближе 3 км от усилительного пункта. В некоторых типах кабелей на щеке барабана ставится знак: «>7,5 Нп (65 дБ)», что облегчает подбор строительных длин, прокладываемых на подходах к УП (НУП).

Строительные длины кабеля с коаксиальными парами группируются по волновому сопротивлению, указываемому в заводских паспортах. Группирование производится таким образом, чтобы в месте стыка строительных длин разность волновых сопротивлений в каждой соединяемой коаксиальной паре 2,6/9,4 не превышала 0,45 Ом, а в коаксиальной паре — 1,2/4,6—1,2 Ом. Ввод в усилительный пункт (НУП, ОУП, ОП) должен быть сделан таким концом строительной длины, у которого волновое сопротивление любой коаксиальной пары находится в пределах $75 \pm 0,3$ Ом. (Для кабеля КМ-4 допускается $75 \pm 0,35$ Ом и для пар 1,2/4,6 комбинированного кабеля КМБ — $8/6-75 \pm \pm 0,6$ Ом.)

Группирование облегчается наличием на барабанах надписей средних значений волновых сопротивлений коаксиальных пар в виде номеров групп. Номер группы указывается дробью: в числителе — для конца А, в знаменателе — для конца Б, например: II/III, IV/V. В комбинированных кабелях типа КМ-8/5, КМ-6/4 и т. д. номера групп обозначаются римскими цифрами для пар 2,6/9,4 и арабскими — для пар 1,2/4,6, например: $\frac{III-2}{II-2}$. Если значения волновых сопро-

тивлений конца строительной длины отличаются друг от друга на величину, большую, чем предусмотрено в группе, то рядом с цифрой ставится знак «О» например: $\frac{II-0,3}{III-2,0}$.

В табл. 6.22 приведены средние значения волнового сопротивления коаксиальных пар в строительных длинах кабеля КМ-8/6, КМ-4 и МКТ-4.

При группировании строительных длин кабелей ВКПАШП и ВКПАШПт необходимо, чтобы конец кабеля, вводимый в усилительный пункт, имел волновое сопротивление $75 \pm 0,6$ Ом. Разность концевых значений волнового сопротивления на стыке строительных длин должна быть не более 2,4 Ом.

В табл. 6.23 приведены концевые значения волнового сопротивления строительных длин кабеля типа ВКПАШП при группировании их на заводе.

Таблица 6.22

Группирование строительных длин коаксиальных кабелей по средним значениям волнового сопротивления

Номер группы	Среднее значение волнового сопротивления, Ом, для коаксиальной пары		
	2,6/9,4 в кабеле КМ-8/6	2,6/9,4 в кабеле КМ-4	1,2/4,6 в кабелях КМ-8/6 и МКТ-4
I	74,50—74,70	74,35—74,65	73,50—74,10
II	74,71—74,90	74,66—74,90	74,11—74,70
III	74,91—75,10	74,91—75,15	74,71—75,30
IV	75,11—75,30	75,16—75,40	75,31—75,90
V	75,31—75,50	75,41—75,65	76,91—76,50

Таблица 6.23

Группирование кабеля типа ВКПАшП по значениям волнового сопротивления

Номер группы	I	II	III	IV	V
Волновое сопротивление, Ом	72,0—73,2	73,21—74,4	74,41—75,6	75,61—76,8	76,81—78,0

При соединении в колодцах кабельной канализации концов разных строительных длин с неизвестными волновыми сопротивлениями последние должны быть определены путем измерений. В отдельных случаях допускается группировка строительных длин по ориентировочно найденным возможным максимальным величинам волнового сопротивления. Для любой точки коаксиальной пары волновое сопротивление Z , Ом, можно определить по формуле

$$Z = \frac{Z_a + Z_6}{2} \pm 150 P_{\text{макс}},$$

где Z_a и Z_6 — измеренные значения волнового сопротивления по концам строительной длины (по заводским протоколам), Ом; P — максимальное значение неоднородности данной пары, %.

По средним значениям рабочих емкостей кабели группируются таким образом, чтобы средние значения рабочей емкости смежных строительных длин высокочастотных кабелей отличались друг от друга не более чем на 0,2 нФ/км. Средние значения рабочих емкостей строительных длин кабелей, подлежащих вводу в усилительный пункт (ОУП, ОП, НУП), не должны отличаться от номинальных значений более чем на 0,2 нФ/км.

По результатам группирования составляются укладочные ведомости.

Кабели ГТС группируются только по конструктивным данным и размерам строительных длин с учетом расстояний между смотровыми устройствами. Следует обращать внимание на подбор кабелей с одинаковыми оболочками.

6.11. ЗАГОТОВКА КАНАЛОВ ТРУБОПРОВОДА ПЕРЕД ЗАТЯГИВАНИЕМ КАБЕЛЯ

Затягиванию кабеля в каналы трубопровода предшествует процесс, называемый заготовкой канала. Практическое применение находят пять способов заготовки каналов:

1. С помощью наиболее распространенных винтовых палок, показанных на рис. 6.11. Этот способ требует больших затрат времени и труда, однако он пригоден во всех случаях для пролетов любой длины и применим даже в сильно загрязненных каналах, где никакие другие способы не пригодны.

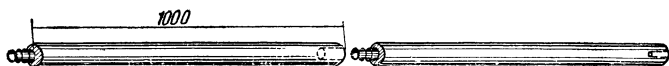
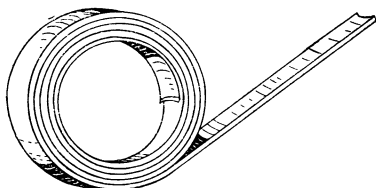


Рис. 6.11. Винтовые палки

Рис. 6.12. Упругая стальная лента



2. С помощью упругой ленты, имеющей в поперечном сечении форму желобка (рис. 6.12). Этот способ удобен и достаточно производителен, но получил ограниченное распространение, так как применим только в совершенно чистых каналах с длиной пролета не более 70 м.

3. Посредством упругой стальной проволоки диаметром 5—6 мм. Такой проволокой можно выполнять «заготовку» в чистых каналах коротких пролетов (не более 30—35 м).

4. С помощью пневмоканалопроедчика, один из видов которого показан на рис. 6.13.

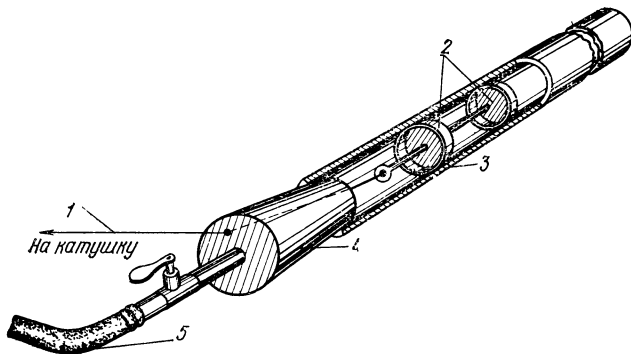


Рис. 6.13. Пневмоканалопроедчик:

1 — крученый шнур $l=160$ м, $d=2\div 3$ мм; 2 — две резиновые шайбы на общем стержне; 3 — труба; 4 — раструб с патрубком и запорным краном (плотно вставляется в отверстие трубы); 5 — шланг к ресиверу компрессора

Для работы пневмоканалопроедчика требуется передвижная компрессорная станция, обеспечивающая подачу сжатого воздуха под избыточным давлением не менее $6\text{--}7$ кгс/см² (590—690 кПа) при расходе $5\text{--}7$ м³ в минуту.

Пневмоканалопроедчик выгодно использовать при массовой заготовке и особенно при заготовке для массовой проверки исправности большого количества каналов перед сдачей их в эксплуатацию.

5. С помощью сматываемой с бухты или специального тамбура упругой

толстостенной пластмассовой трубки с наружным диаметром 30—35 мм и толщиной стенок 4—5 мм.

В исправных, незагрязненных каналах заготовка таким способом может вестись в пролетах длиной 100 м и более.

Для проверки исправности каналов применяется показанный на рис. 6.14 специальный цилиндрический ребристый шаблон, называемый пробным цилиндром.

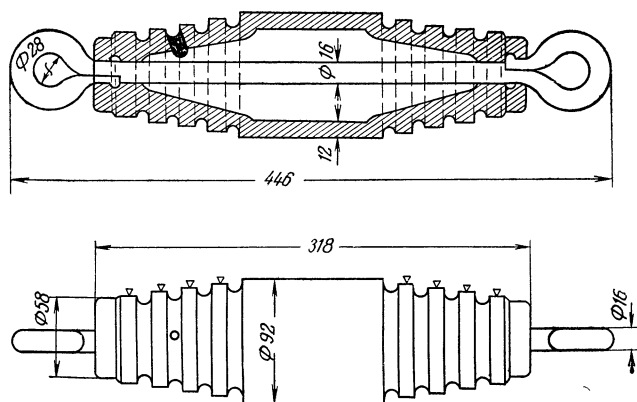


Рис. 6.14. Пробный цилиндр

6.12. ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ В ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

В каналах подземных трубопроводов прокладываются линейные кабели всех видов проводной связи, не имеющие поверх оболочки броневого защитного покрытия. Предельный диаметр этих кабелей обычно не превышает 72—73 мм. Применительно к кабелям с воздушной-бумажной изоляцией жил парной скрутки марки ТГ это соответствует емкости 1200 пар при диаметре жил 0,5 мм или 600 пар при диаметре жил 0,7 мм. При меньших диаметрах в одном канале трубопровода может быть проложено несколько кабелей.

Максимально допустимая нагрузка канала трубопровода при прокладке в нем нескольких кабелей определяется исходя из того, что суммарная площадь сечения этих кабелей не должна превышать 25—30% площади сечения канала. Общее количество кабелей, прокладываемых в одном канале, не должно превышать пяти, а применительно к кабелям МКСГ 7×4, уплотняемых однотипной ВЧ аппаратурой, при одинаковых уровнях и направлениях передачи — не более трех-четырех.

В последнее время наметилась тенденция к увеличению предельного диаметра кабеля, затягиваемого в каналы внутренним диаметром 100 мм, до 85 мм при одновременном уменьшении диаметра жил и толщины изоляции на них. Это позволит увеличить предельное количество пар жил в одном кабеле до 3000 и более.

Для выкладки по форме колодцев, производства измерений, испытаний и монтажа муфт в колодцах оставляются запасы кабеля в виде нахлестов. В укрупненных расчетах при определении длин пролетов и общей потребности в кабеле эти запасы в зависимости от типов колодцев учитываются в дополнение к расстоянию между центрами колодцев и нормируются табл. 6.24. Практически необходимая величина запасов кабеля в каждом отдельном случае может отличаться от приведенных в табл. 6.24.

Т а б л и ц а 6.24

Средние расчетные запасы кабеля в колодцах

Типы колодцев	Запас кабеля на пролет (два конца), м	Типы колодцев	Запас кабеля на пролет (два конца), м
ККС-1, ККС-2	1,0	Угловой:	
Проходной:		ККС-3	2,0
ККС-3	1,25	ККС-4	2,25
ККС-4	1,5	ККС-5	2,5
ККС-5	1,75		

Учитывая высокую стоимость кабеля, при его прокладке следует оставлять в колодцах запасы на отходы, лишь действительно необходимые в каждом конкретном случае. Для этого должны быть соблюдены следующие условия:

место расположения муфт в колодцах должно определяться на стадии прокладки кабеля, а не на стадии монтажа муфт;

окончательная выкладка кабеля по форме колодца должна выполняться также на стадии затяжки кабеля, а не на стадии монтажа муфт;

величина запаса кабеля после выкладки его в колодцах должна рассчитываться только на отходы при производстве измерений, испытаний и монтажа муфт и отмеряться в каждую сторону от заранее определенного центра будущей муфты.

Затягивание кабелей в свободные каналы подземных трубопроводов осуществляется стальными канатами диаметром 8 и 11 мм. Канат диаметром 8 мм выдерживает без остаточных деформаций тяговое усилие до 3000 кгс (29,4 кН) и применяется для затягивания кабелей, масса 1 км которых составляет до 6000 кг (применительно к марке ТГ — до 400 пар включительно). Канат диаметром 11 мм выдерживает тяговое усилие до 5700 кгс (56 кН) и применяется для затягивания кабелей с массой 1 км более 6000 кг (применительно к марке ТГ — от 500 до 1200 пар включительно).

В занятые каналы подземных трубопроводов кабели затягиваются при помощи пеньковых канатов диаметром 25 мм. Крепление каната к затягиваемому кабелю осуществляется при помощи стальных кабельных чулок через карабин. В последнее время вместо пеньковых канатов находят применение стальные канаты в полиэтиленовых шлангах.

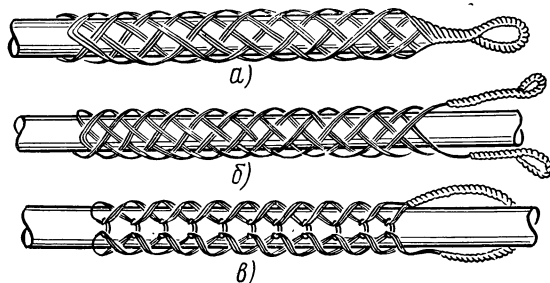


Рис. 6.15. Стальные кабельные чулки

На рис. 6.15 показаны три типа стальных кабельных чулок:

1. Концевые (рис. 6.15а), надеваются только на крайние точки кабеля и передвигаться по нему не могут.

Этот тип чулок применяется чаще всего. С их помощью во всех случаях ведется затяжка кабеля до момента выхода его из канала в колодец.

2. Сквозные (рис. 6.15б), надеваются на крайние точки кабеля, но могут передвигаться по нему. Применяются, главным образом, при вытяжке кабеля из канала и для подтягивания необходимого запаса в колодце после выхода конца кабеля из канала.

3. Разрезные (рис. 6.15в), надеваются на кабель в любой точке и перемещаются по нему. Применяются при подтягивании кабеля в промежуточных (транзитных) колодцах, где он не обрезается. При необходимости могут заменить чулки сквозного типа.

Таблица 6.25

Основные размеры чулок для затяжки кабелей связи

Предельный наружный диаметр кабеля, мм	Емкость кабеля и диаметр жил, (применительно к марке ТГ), мм	Диаметр стальных проволок чулка, мм	Длина концевой заделки, мм	Разрывное усилие, кгс (кН)
16	50×2×0,5 20×2×0,7	0,3	180	2000(19,6)
21	100×2×0,5 30×2×0,7	0,4	180	3000(29,4)
28	150×2×0,5	0,5	200	5000(49)
38	300×2×0,5 150×2×0,7	0,6	220	7000(68,7)
50	500×2×0,5 200×2×0,7	0,7	250	10009(98,1)
63	800×2×0,5 400×2×0,7	0,8	260	13000(127,5)
73	1200×2×0,5 600×2×0,7	0,9	280	17000(166,8)

В табл. 6.25 даны основные размеры чулок, используемых для затяжки кабелей связи в каналы подземных трубопроводов. Все чулки имеют по 16 пасм с двумя стальными проволоками, диаметр которых указан в табл. 6.25. Внутренний диаметр кольца (петли) для крепления карабина равен 20 мм. Общая длина каждого чулка составляет 1 м.

Карабин для крепления каната к чулку через компенсатор кручения показан на рис. 6.16. Компенсатор кручения (рис. 6.17) предохраняет кабель от воздействия крутящих усилий, возникающих при тяжении.

Для предохранения затягиваемого кабеля и троса на входе в канал, выходе из него и в местах соприкосновения с люком, а также для защиты каналов от разрушения при затяжке кабеля применяются изогнутые стальные желобки, называемые кабельными коленами (рис. 6.18). Такие же кабельные колена наряду с приспособлением, показанным на рис. 6.4, используются для выгибания кабеля при выкладке его по форме колодца.

При затяжке крупных кабелей (диаметром 40 мм и более) тяговый канат на выходе из люка колодца следует пропускать по блокам так называемого блочного колена, показанного на рис. 6.19. Использование этого приспособления значительно уменьшает трение, снижает необходимые тяговые усилия и удлинняет срок службы тягового каната.

Затяжка кабеля в каналы подземных трубопроводов ведется с барабанов, установленных либо на кабельных транспортерах, либо на специальных козлах-домкратах, показанных на рис. 6.20. Кабель, масса 1 км которого составляет 1500 кг и более (применительно к марке ТГ — от $100 \times 2 \times 0,5$ или $50 \times 2 \times 0,7$ и более), следует затягивать механизированным способом с применением кабель-

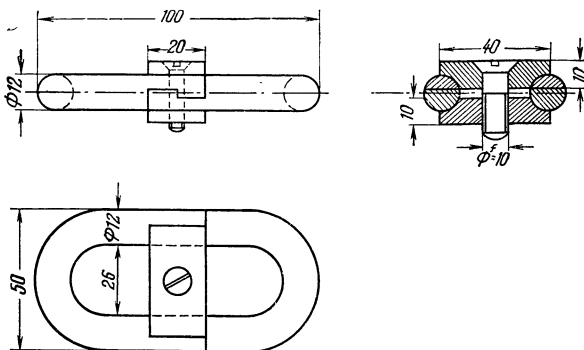


Рис. 6.16. Карабин для крепления каната к чулку

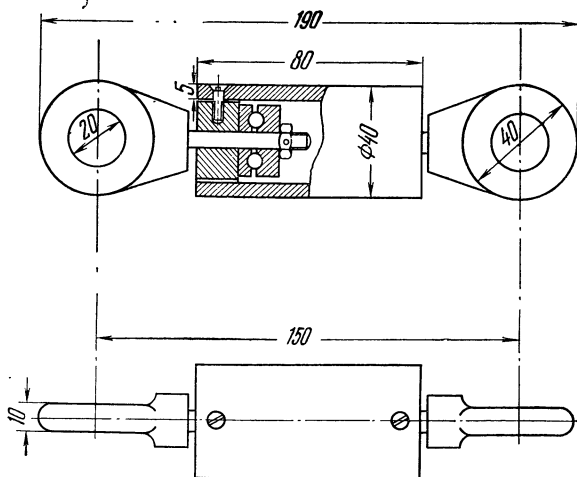


Рис. 6.17. Компенсатор кручения

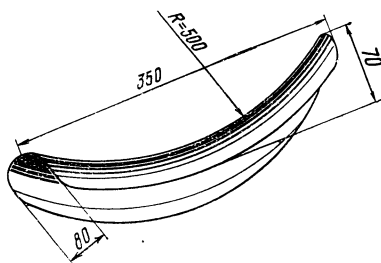


Рис. 6.18. Кабельное колено

ных машин типа КМ-2 или иных, специально приспособленных, с тяговыми лебедками, рассчитанными на соответствующие усилия, скорости тяжения и имеющими привод от ходового двигателя автомобиля.

При отсутствии специальных механизмов для затяжки кабеля может быть использована ручная лебедка, рассчитанная на тяговые усилия до 3000 кгс

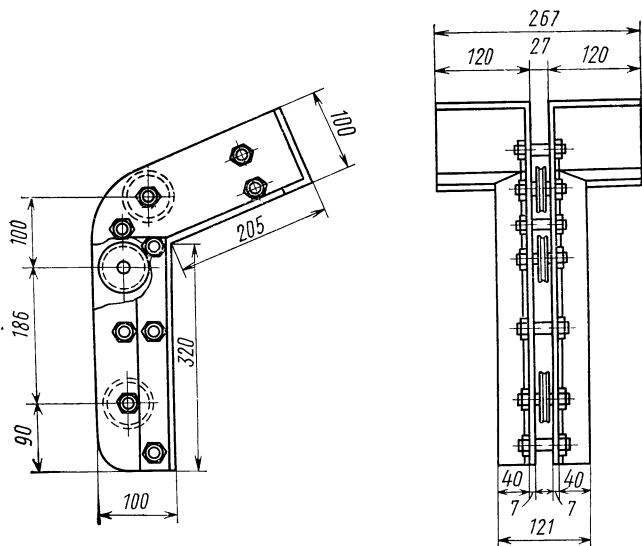


Рис. 6.19. Колено блочное

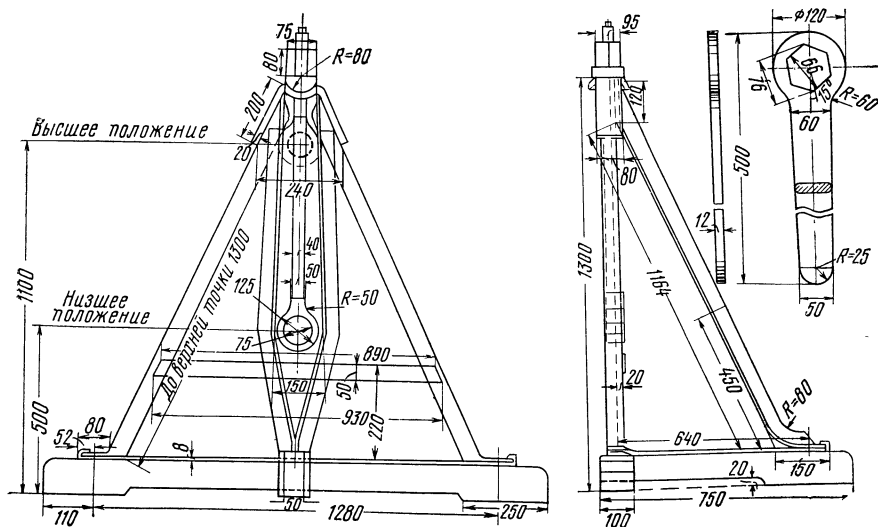


Рис. 6.20. Козла-домкраты

(29,4 кН). При затяжке в исправные каналы кабеля, масса 1 км которого составляет менее 1500 кг (применительно к марке ТГ — менее $100 \times 2 \times 0,5$ или $50 \times 2 \times 0,7$), применение кабельных машин и даже ручных лебедок выигрыша во времени и в производительности труда обычно не дает.

Подтягивание необходимого запаса кабеля в колодце после выхода его конца из канала должно вестись по прямой линии продолжения оси этого канала (рис. 6.21). По коленам и блокам с изгибами и через люк можно в данном слу-

Рис. 6.21. Подтягивание запаса кабеля в колодце:

1 — конец подтягиваемого кабеля; 2 — сквозной кабельный чулок; 3 — тягач; 4 — блок; 5 — крепление блока к серье; 6 — колено блочное

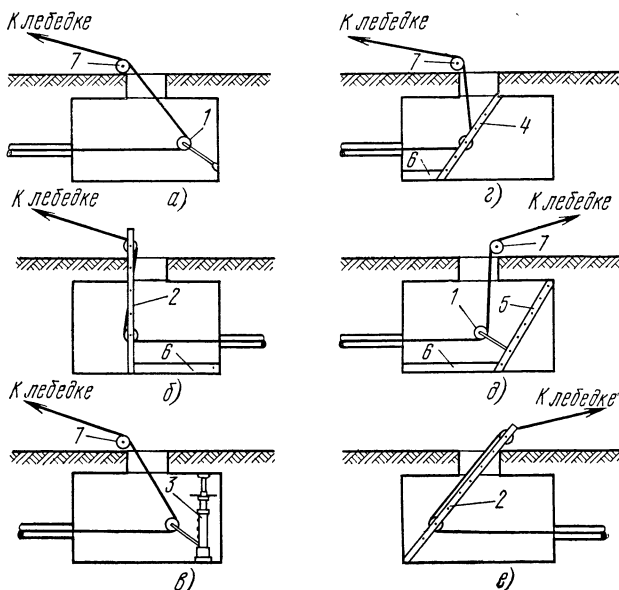
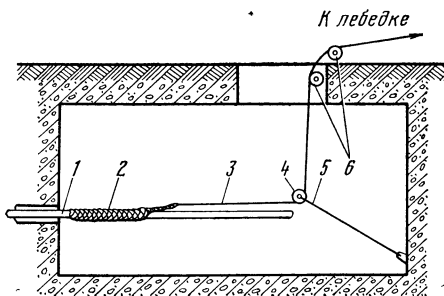


Рис. 6.22. Приспособления для вытяжки кабеля из канала подземного трубопровода в колодец:

а) с блоком, крепящимся к серье; б) с вертикально установленной блочной колонкой; в) с выносным блоком, крепящимся к распорной телескопической трубе (домкрату); г) с одноблочной колонкой, упирающейся в край лаза и распорку; д) с выносным блоком, крепящимся к распорной колонке; е) с наклонно установленной двухблочной колонкой; 1 — выносной блок; 2 — двухблочная колонка; 3 — распорная телескопическая труба (домкрат); 4 — одноблочная колонка; 5 — распорная колонка с выносным блоком; 6 — распорка; 7 — колена блочные

чае пропускать только канат, а не кабель. Выполнение этого условия можно обеспечить различными способами с применением различных приспособлений. Некоторые из приспособлений показаны на рис. 6.22.

Простейшие способы предполагают наличие в колодцах так называемых сereg — специальных ушек, за которые можно закрепить блочные устройства (рис. 6.22a). При отсутствии сereg, что часто имеет место, приходится применять

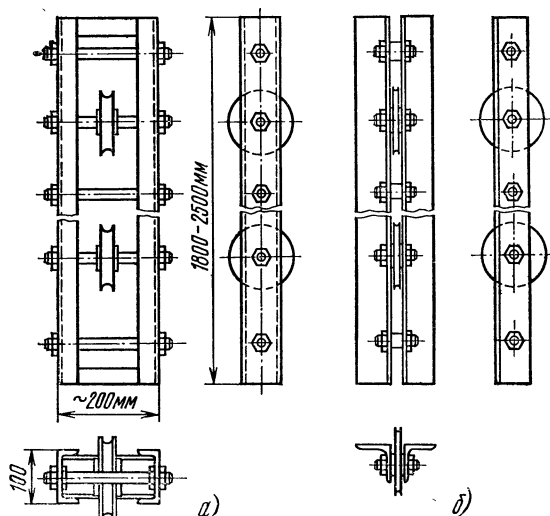


Рис. 6.23. Примерные конструкции опорных блочных колонок:
а) из швеллерной стали, б) из угловой стали

дополнительные приспособления в виде специальных блочных колонок (рис. 6.22б, 6.22г, 6.22е), телескопических труб-домкратов (рис. 6.22в), распорных устройств с выносными блоками (рис. 6.22д). Примерное устройство блочной колонки показано на рис. 6.23, а телескопической трубы-домкрата — на рис. 6.24. В качестве распорного устройства с выносным блоком домкрат может применяться как в вертикальном, так и в горизонтальном положениях.

6.13. ВЫЕМКА СТАРОГО КАБЕЛЯ ИЗ КАНАЛОВ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА

Если изымаемый из канала старый кабель негоден и предназначается к сдаче в утиль, его можно вытягивать прямо через люк при помощи концевой кабельного чулка и длинного тягового каната, наматываемого на барабан лебедки, установленной в отдалении, либо короткого каната, прикрепленного к автомашине, перемещающейся по трассе (рис. 6.25).

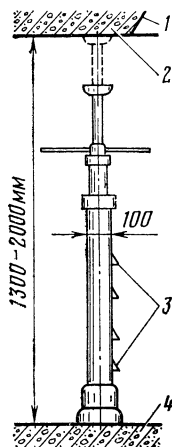


Рис. 6.24. Примерный общий вид распорной телескопической трубы (домкрата) для крепления выносного блока:
1 — люк; 2 — перекрытие колодца; 3 — ушки для крепления блока; 4 — днище колодца

Рис. 6.25. Схема извлечения из канала негодного кабеля, подлежащего сдаче в утиль: 1 — извлекаемый кабель; 2 — концевой кабельный чулок; 3 — тяговой канат; 4 — колена кабельные

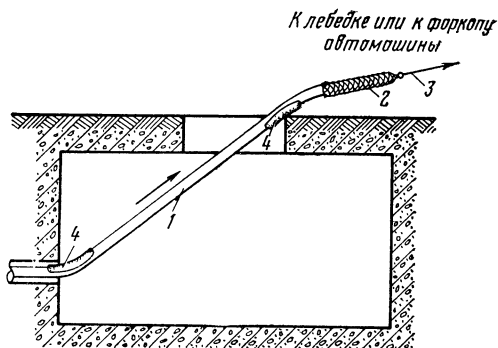
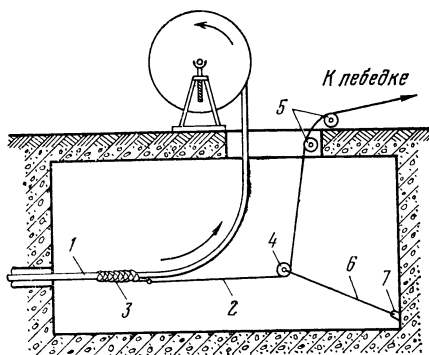


Рис. 6.26. Схема извлечения из канала кабеля, подлежащего повторному использованию: 1 — извлекаемый кабель; 2 — тяговой канат; 3 — сквозной кабельный чулок; 4 — выносной блок; 5 — колено блочное; 6 — крепление выносного блока; 7 — серьга



Вытяжка из канала кабеля, подлежащего повторному использованию, производится по схеме, приведенной на рис. 6.26.

6.14. ПРОКЛАДКА ПОДЗЕМНЫХ КАБЕЛЕЙ

Подземные кабели могут прокладываться либо специальными кабелеукладочными колоннами, комплексно выполняющими все основные процессы работ — рытье траншей (щелей), размотку и укладку кабеля, засыпку траншей и планировку трассы, — либо в открытые траншеи, предварительно разработанные механизмами или вручную.

Разработка открытых траншей для прокладки кабеля допускается только на участках, где невозможно использование кабелеукладочных механизмов ввиду наличия подземных сооружений или препятствий, а также в местах, где применение механизированной колонны экономически нецелесообразно ввиду ограниченного объема работ.

При проектировании линейных сооружений, составлении сметной документации и проектов производства работ необходимо руководствоваться минимальными длинами прокладки кабеля кабелеукладчиками и предельными расстояниями переброски механизмов, приведенными в табл. 6.26.

При объемах работ, менее указанных в табл. 6.26 значений, траншеи должны разрабатываться землеройными машинами или вручную. При наличии на

Т а б л и ц а 6.26

**Минимальные длины прокладки кабеля
механизированным способом и предельные расстояния
переброски механизмов**

Протяженность трассы, км	Предельное расстояние переброски механизмов от базы до места производства работ, км
Большая механизированная колонна	
10	50
15	120
20	180
Малая механизированная колонна	
5	10
7	15
10	50

этих участках водных преград, через которые кабель может быть проложен с помощью кабелеукладчика на удлиненных тросах, переброска механизированной колонны к месту работы целесообразна на расстояние не более 30 км от базы на один переход.

При необходимости прокладки кабелей в нескольких направлениях длина трассы суммируется и целесообразность применения механизированной колонны определяется табличными расстояниями при условии, что расстояние между трассами разных направлений не превышает 5 км.

При разработке траншей ширина вскрываемого верхнего покрытия мостовых и тротуаров должна превышать ширину траншей с каждой стороны при асфальтовом или бетонном покрытии на 0,1 м, при булыжном или кирпичном покрытии — на 0,2 м.

Глубина прокладки кабеля определяется проектом. При отсутствии указаний о глубине прокладки можно руководствоваться табл. 6.27. Ширина траншей

Т а б л и ц а 6.27

Глубина прокладки кабелей связи в грунте

Категория грунта	Глубина прокладки, м
I—III категории	
IV категория симметричные и коаксиальные кабели с парами 1,2/4,6 мм	,9—1,2
коаксиальные с парами 2,6/9,4 мм	0,9
V категория и выше при выходе скалы на поверхность, а также IV категория при разработке взрывным способом или отбойными молотками при тех же условиях для всех кабелей	1,2
V категория и выше при наличии над скальной породой растительного слоя различной мощности, а также IV категория при разработке взрывным способом или отбойными молотками при тех же условиях для всех кабелей	0,4 (глубина траншеи 0,5)
В вечномёрзлых грунтах и в грунтах с глубоким сезонным промерзанием	0,6 ¹ (глубина траншеи 0,7)
	По проекту

¹ При этом заглубление в скальную породу — не более 0,4 м (глубина траншеи 0,5 м).

при ручной разработке указана в табл. 6.28. При разработке механизмами она определяется шириной рабочего органа (ковша, фрезы).

Количество и длина асбестоцементных труб, прокладываемых на пересечениях с другими сооружениями, определяются проектом. Асбестоцементные трубы, в которых прокладывается кабель связи на пересечениях с силовыми кабе-

Т а б л и ц а 6.28

Ширина траншей, разрабатываемых вручную

Глубина траншей, м	Ширина траншей, м, по верху							
	без крепления				с креплением			
	при количестве кабелей							
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,5	0,35	0,35	0,40	0,40	—	—	—	—
0,6—0,7	0,35	0,40	0,45	0,45	—	—	—	—
0,9	0,40	0,40	0,45	0,50	—	—	—	—
1,0	0,45	0,45	0,50	0,55	0,55	0,55	0,60	0,65
1,2	0,50	0,50	0,55	0,60	0,60	0,60	0,65	0,70

Пр и м е ч а н и я: 1. Ширина траншей по низу должна быть на 0,1 м меньше ширины траншей по верху.

2. Ширина траншей в скальных и мерзлых грунтах при предварительном их рыхлении взрывным способом определяется принятой технологией буровзрывных работ.

лями, водопроводными, газопроводными, канализационными и другими сетями, должны иметь длину не менее 1 м.

Расстояние от подошвы насыпи или полевой бровки кювета до конца асбестоцементных труб при пересечениях кабелями связи автомобильных и неэлектрифицированных ж. д. должно быть не менее 1 м, а при пересечении электрифицированных ж. д. — 2 м.

Толщина нижнего и верхнего слоев постели из мягкого грунта при прокладке кабеля в скальных грунтах должна быть не менее 0,1 м.

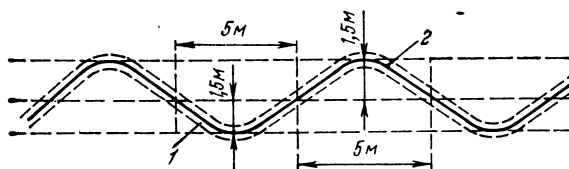


Рис. 6.27. Зигзагообразная траншея при уклоне 30—45°

На местности с уклонами свыше 30° траншеи на подъемах и спусках должны открываться зигзагообразно (змейкой) с отклонением от средней линии на 1,5 м и длиной отклонения 5 м (рис. 6.27). При этом на уклонах от 30 до 45° прокладываются кабели с нормальной броней, а на уклонах свыше 45° с усиленной броней (типа «К»).

Величина перекрытия концов (нахлеста) на стыке строительных длин проложенного кабеля должна соответствовать табл. 6.29.

Т а б л и ц а 6.29

Величина перекрытия концов кабеля на стыке строительных длин, прокладываемых в грунте и подвешиваемых на опорах

Тип и марка кабеля	Величина перекрытия, м	Тип и марка кабеля	Величина перекрытия, м
КМБ-4, КМКБ-2, КМЭБ-4	3	МКСАСПБ, МКСАСПБП	1,5
КМБ-4, КМКБ-2, КМЭБ-4	1,7	МКСЭБв	1,7
МКТП-4, МКТС-4, МКТА-4	1,8	ЗКВ, ЗКП, ЗКВБ, ЗКПБ	2,8
ВКПАшПт	2,0	КСПП, КСППБ	3,6
КПК-5/18	9,0	ТБ	1,5
МКСБ, МКБ, ТЗБ, ТДСБ	1,5	ТК	2,0
МКСЖ, МКЖ, ТЗЖ, ТДСЖ	1,8	ТППБ, ТППБП, ТППБГ	1,5
МКСА, ТЗПА	1,8	ТППБС, ВКПАшП	2,0

Таблица 6.30

Нормы запаса кабеля на укладку и монтаж

Условия прокладки	Норма запаса кабеля, %
Непосредственно в грунте	2,0
В том числе:	
на укладку в траншеях и котлованах	1,6
на спайку	0,4
В грунтах, подверженных смещению или выпучиванию	до 4,0
Через водоемы	14,4
В том числе:	
на укладку по рельефу	14,0
на спайку	0,4

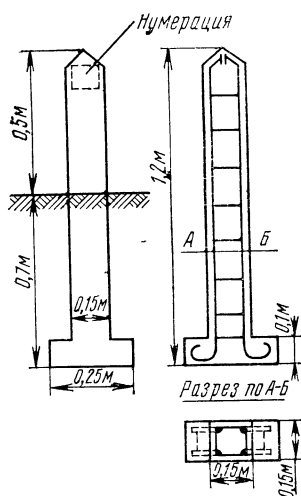


Рис. 6.28. Замерный столбик

При определении потребного количества кабеля, прокладываемого в грунте или через водоемы, учитывается запас на его укладку в траншею и спайку в размерах, приведенных в табл. 6.30.

Все подземные кабели, муфты, защитные устройства, трубы и т. п. должны иметь привязки к постоянным ориентирам или к замерным столбикам. В качестве постоянных ориентиров используются шоссе и железные дороги, мосты, здания, опоры воздушных линий связи и другие долговременные сооружения.

Общий вид замерного столбика приведен на рис. 6.28. Замерные столбики должны устанавливаться на расстоянии 0,1 м от оси кабеля в сторону поля.

Все промеры по трассе должны быть выполнены с точностью до 1%. Поперечные привязки трассы кабеля к постоянным ориентирам должны быть сделаны: на городских участках через 20 м, а на загородных — через 100 м. Кроме того, к постоянным ориентирам должны быть привязаны все муфты и вершины углов поворотов трассы.

6.15. ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ ЧЕРЕЗ РЕКИ

Прокладка кабеля через реки должна производиться с соблюдением следующих минимальных величин, м:

Заглубление кабеля в дно судоходных, сплавных и несудоходных рек глубиной до 3 м 1)¹⁾

Глубина прокладки подводного кабеля в береговой части (до места стыка с подземным) 1

Расстояние от уреза воды до стыка подводного кабеля с подземным 30

Номинальное расстояние между кабелями основного и резервного створов на судоходных и сплавных реках 300

¹⁾ Величина заглубления кабеля может меняться в зависимости от гидрологических условий, согласований и определяется проектом. Кабели связи магистрального значения заглубляются вне зависимости от глубины водных преград. Заглубление кабеля в дно арыка или осушительного канала обязательно.

Прокладка кабеля без углубления допускается при глубине водоемов более 8 м с согласия организаций, эксплуатирующих водоемы. Прокладка кабеля через реки может производиться обычным ножевым кабелеукладчиком с предварительной пропоркой дна реки. При невозможности прохода тракторов по реке тяга на кабелеукладчик от тракторов или лебедки передается при помощи длинных канатов. Если применению обычного кабелеукладчика препятствуют состав грунта, рельеф и засоренность дна, скорость течения, большая ширина или глубина водоема и т. д., то используется гидравлический кабелеукладчик.

При невозможности использования кабелеукладчиков кабель укладывается в подводные траншеи, разрабатываемые специальными механизмами. При малых объемах работ (на несудоходных реках) эти траншеи разрабатываются ручными гидромониторами, гидроэлеваторами, грунтосами и т. д., а при больших объемах работ (на судоходных реках) — мощными универсальными подводными гидромониторами, землечерпательными и гидромониторными снарядами.

При скалистом строении дна применяются комплексные методы разработки траншей: верхний наносный слой снимается одной из указанных выше машин, а скальная порода разрабатывается взрывами. Очистка подводных траншей выполняется скреперными или другими машинами.

На кабельных переходах через горные реки траншеи отрываются одноковшовыми экскаваторами с предварительным временным отводом воды из основного русла.

Прокладку кабеля в подводную траншею осуществляют с буксирных или самоходных судов, понтонов, барж и др. В зимнее время кабель укладывается со льда через прорубь. Засыпаются (замываются) подводные траншеи машинами разрабатывающими траншеи; при значительной скорости течения используется самозасыпка.

Места производства работ на сплавных и судоходных реках, а также проложенные кабели ограждаются створными знаками (рис. 6.29).

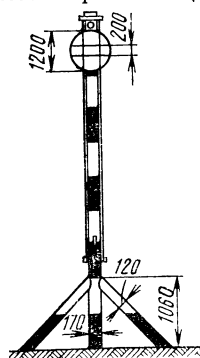


Рис. 6.29. Створный знак

6.16. ВВОДЫ КАБЕЛЕЙ В ЗДАНИЯ. ПРОКЛАДКА ПО СТЕНАМ И В КАНАЛАХ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ

Телефонные вводы в здания, оборудуемые распределительной и абонентской сетями, делятся на кабельные и воздушно-проводочные. Воздушно-проводочные вводы осуществляются проводами со столбов или стоек при числе абонентских пунктов в оборудуемом здании, не превышающем трех. При большем числе абонентских пунктов устраиваются кабельные вводы с разделением сети на распределительную (от шкафа до коробок или кабельных ящиков) и абонентскую (от коробок или кабельных ящиков до телефонных аппаратов).

В зависимости от местных условий кабели могут подаваться в здания несколькими способами:

а) через подвал по трубопроводу, непосредственно связывающему его с ближайшим колодцем кабельной канализации (рис. 6.30); по подвалу и далее вверх на каждую лестничную клетку кабели прокладываются по стенам зданий открыто или в каналах скрытой проводки;

б) до подвала бронированным подземным кабелем, а далее, как указано выше;

в) выводом по трубопроводу или бронированному подземному кабелем на наружную стену здания и далее открытой прокладкой по стене на уровне второго этажа с ответвлением вводов на каждую лестничную клетку (рис. 6.31). По стенам лестничных клеток до стояков кабели прокладываются открыто; перехо-

ды между этажами выполняются в специальных стояках или каналах скрытой проводки;

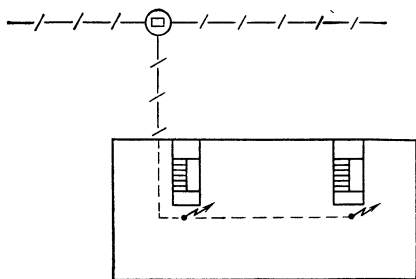


Рис. 6.30. Ввод кабеля через подвал здания по трубопроводу или бронированным подземным кабелям

Рис. 6.31. Вывод по трубопроводу или бронированным кабелем на наружную стену здания

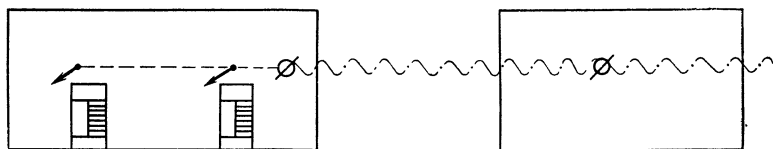
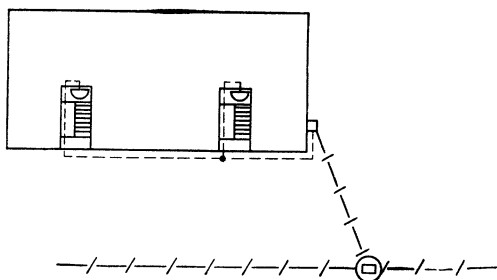


Рис. 6.32. Ввод через чердак от кабеля, подвешенного на канате по стойкам на крышах зданий

г) через чердак от кабеля, подвешенного на тросе по стойкам на крышах зданий (рис. 6.32); по чердаку до стояков на лестничных клетках кабель прокладывается по деревянным стропилам и балкам, а вниз по лестничным клеткам — в специальных стояках или каналах скрытой проводки;

д) от кабеля, подвешенного на тросе по столбам, ввод в здания чаще всего подается подземным кабелем от ближайшего столба на наружную стену здания (рис. 6.33) и далее, как в п. «в», или через подвал, как в пп. «а» и «б».

Допускается также подвеска кабеля на тросе по столбам до самой стены оборудуемого здания с переходом на открытую прокладку по наружной стене на уровне второго этажа и ответвлением вводов на каждую лестничную клетку.

В здания, расположенные в глубине квартала, кабельные вводы устраиваются при помощи переемычек от других каблированных зданий этого квартала. Переемычки выполняются либо бронированным подземным кабелем, либо голым кабелем в трубах, либо кабелем, подвешенным на тросе. При длине переемычек до 30 м трубопровод строится без колодцев, при длине 30—50 м у одной из крайних точек строится колодец типа ККС-1 или ККС-2. В точках излома трассы трубопровода — переемычки устанавливаются колодцы типа ККС-2.

Вывод кабеля из подземного трубопровода на наружную стену здания или столб осуществляется через изогнутые стальные трубы с внутренним диаметром 50 мм (рис. 6.34). На рис. 6.35 показано сопряжение этой трубы с подземной ас-

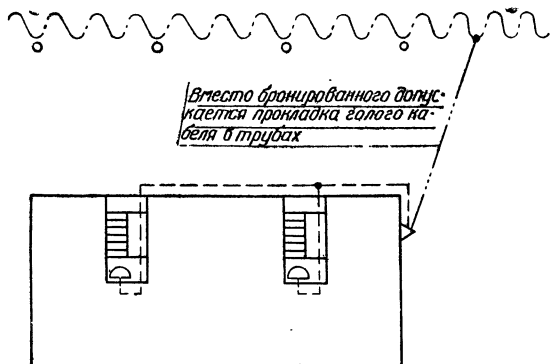


Рис. 6.33. Вывод на наружную стену здания подземным кабелем от кабеля, подвешенного на канате по столбам

Рис. 6.34. Изогнутая стальная труба для вывода кабеля из подземного трубопровода

Размеры, мм		
d	d_1	R
60	53	450
102	96	650

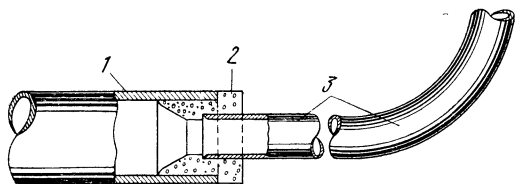
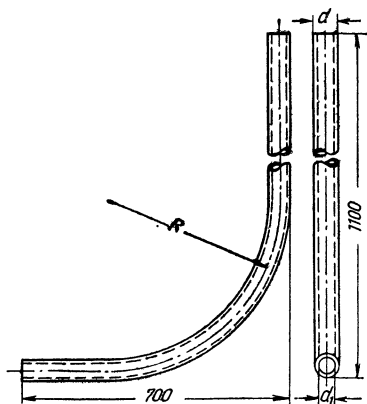


Рис. 6.35. Сопряжение изогнутой трубы с асбестоцементной
1 — асбестоцементная труба; 2 — бетонная переходная пробка; 3 — стальная труба

бестоцементной трубой. Сопряжение производится при помощи бетонной или деревянной переходной пробки, показанной на рис. 6.36.

Общий вид вывода кабеля на наружную стену здания показан на рис. 6.37. Конструктивно вывод кабеля на кирпичную или иную, легко поддающуюся штроблению стену несколько отличается от вывода на железобетонную стену

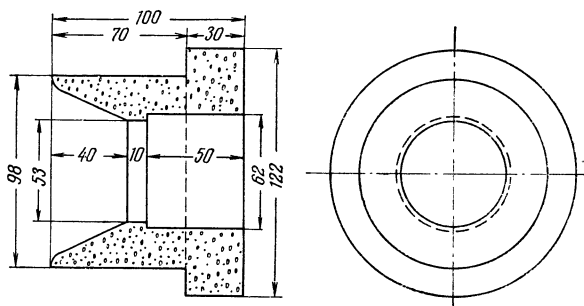


Рис. 6.36. Бетонная или деревянная переходная пробка для вывода кабеля из подземного трубопровода

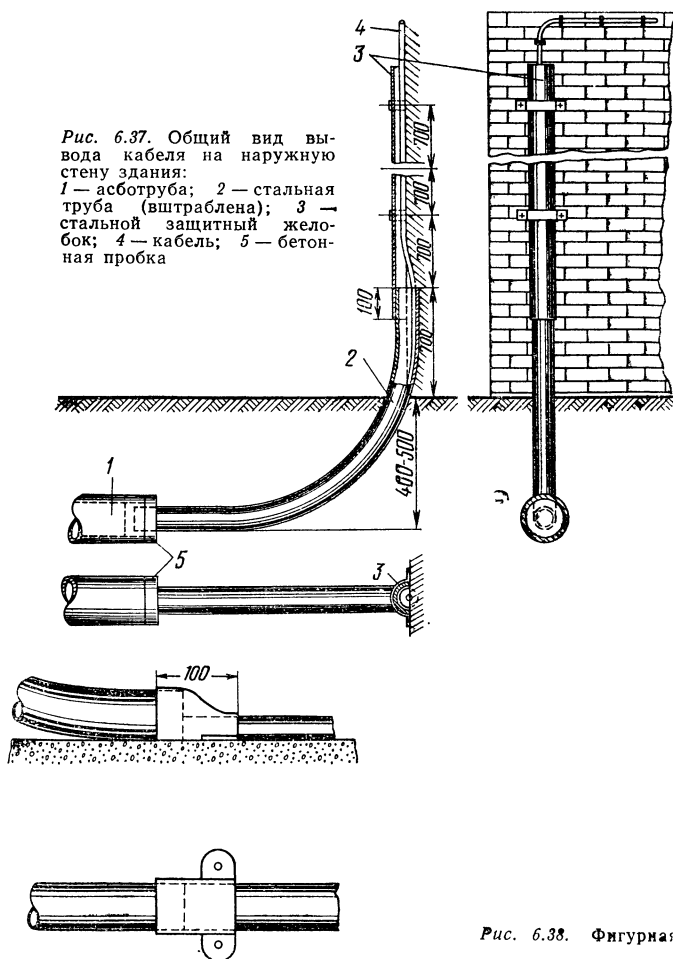


Рис. 6.38. Фигурная накладка

или столб. В первом случае труба вштрабливается не менее чем на половину своего диаметра в поковую часть здания, а нижний конец защитного желоба накладывается на конец трубы и крепится простой накладкой (рис. 6.37). Во втором случае выводная труба не вштрабливается и сопрягается с защитным желобом специальной фигурной накладкой, показанной на рис. 6.38.

В последние годы для подземной кабельной канализации стали применяться полиэтиленовые трубы (и в том числе наружным диаметром 63 мм), поставляемые в бухтах общей длиной до 250 м. В связи с этим выводы кабеля из подземной канализации на стены зданий целесообразнее всего делать из полиэтиленовых труб наружным диаметром 63 мм одной длиной от колодца до стены, включая изгиб при выводе на стену. Изгиб осуществляется путем разогрева этого участка трубы и использования несложного приспособления. При таком выводе отпадает надобность в изогнутых стальных трубах (рис. 6.34) и переходных пробках (рис. 6.36).

Для распределительных телефонных сетей в зданиях применяются кабели марок ТГ, ТПВ, ТПП емкостью до 100 пар с жилами диаметром 0,5 и 0,4 мм. В отдельных случаях применяются кабели других марок, емкостей и диаметров жил. Абонентские проводки от распределительных коробок или кабельных ящиков до телефонных аппаратов выполняются кабелем ТРП или ТРВ $1 \times 2 \times 0,5$.

Открытая прокладка распределительных кабелей по наружным стенам зданий ведется на высоте от 3 до 5 м от земли. Расстояние от оси прокладки кабеля до потолка внутри зданий должно быть не менее 0,1 м. Если при этом от пола до оси прокладки по горизонтали останется 2,3 м и менее, кабель на всем этом участке необходимо защищать стальными желобами (рис. 6.39) от возможных механических повреждений. На участках вертикальной прокладки кабель защищается стальными желобами до высоты 2,3 м. Такими же желобами кабель защищается везде, где до него можно достать рукой (например, под окнами).

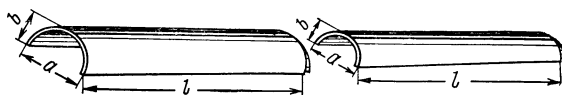


Рис. 6.39. Защитные стальные желобки

Тип	Размеры, мм		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>l</i>
I	26	13	700—1000
II	48	24	700—1000

Между точками крепления распределительного кабеля к стене на прямых горизонтальных участках допускается расстояние не более 350 мм, на вертикальных участках — не более 500 мм. На поворотах трассы кабель крепится по обе стороны от вершины угла поворота на расстоянии 100 мм.

Расстояние между телефонным кабелем, проложенным по стенам, и проходящими параллельно изолированными проводами осветительной или силовой

Таблица 6.31

Размеры пластинчатых скреп, мм, для крепления кабеля на кирпичных и бетонных стенах

Число пар кабеля	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>	Масса 1000 шт., кг
10	58,0	12,0	10,0	6,0	3,0	0,6	28,0	30,0	3,7
20—30	73,5	14,0	10,0	7,0	3,5	0,7	38,5	35,0	6,3

Кабель емкостью до 200×2 с наружным диаметром до 35 мм на любых стенах крепится фигурными скрепами (скобами), показанными на рис. 6.41. Размеры скреп указаны в табл. 6.32.

К деревянным стенам фигурные скрепы (скобы) крепятся шурупами длиной 25—30 мм. Допускается также крепление толевыми гвоздями такой же длины.

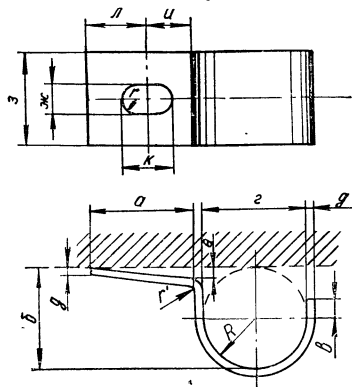


Рис. 6.41. Фигурные скрепы

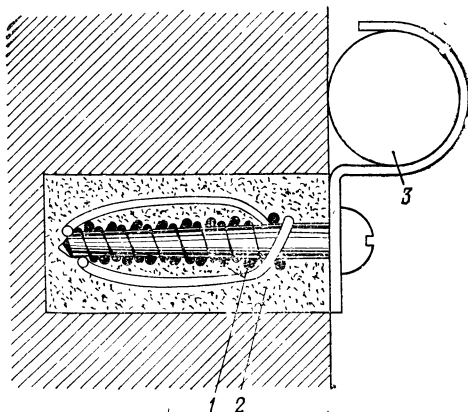


Рис. 6.42. Крепление кабеля фигурными скрепами с шурупами на спиральях:
1 — спираль из мягкой стальной проволоки;
2 — алебастр; 3 — кабель

К кирпичным стенам фигурные скрепы (скобы) крепятся одним из четырех способов:

1. Шурупами на спиральях, вмazyваемых на алебастре в заготовленные в стене гнезда (рис. 6.42).

2. Винтами на дюбелях с распорными гайками в заготовленных гнездах (рис. 6.43). Размеры дюбелей и гнезд под них указаны в табл. 6.33.

3. Шурупами на дюбелях с волокнистым наполнителем в заготовленных гнездах (рис. 6.44). Размеры дюбелей и гнезд приведены в табл. 6.34.

4. Шурупами, ввинчиваемыми в гнезда, заполненные пластиковыми трубочками или просто свернутыми обрезками пластика, в частности отходами

Таблица 6.34

Размеры дюбелей с волокнистым наполнителем и гнезд под них для крепления кабеля к стенам

Тип дюбеля (индекс)	Размеры, мм		Масса 1000 шт., кг	Размеры гнезд, мм		Диаметр и длина сверла для заготовки гнезд, мм
	гильз	шурупов		глубина	диаметр	
ДВ-3	5×25	4×25	6,5	27	5,5	$d=5,5;$ $l=100-150$
ДВ-4	5×35	5×35	7,6	27	5,5	
ДВ-5	8×25	4,5×25	8,0	27	8,5	
ДВ-6	8×35	4,5×35	8,6	37	8,5	
ДВ-7	8×50	4,5×40	9,0	52	8,5	$d=8,5;$ $l=100-150$
		4,5×50	12,0			
		4,5×55	13,0			

Примечание. Среднее усилие выдергивания во всех случаях составляет 65 кгс (637 Н).

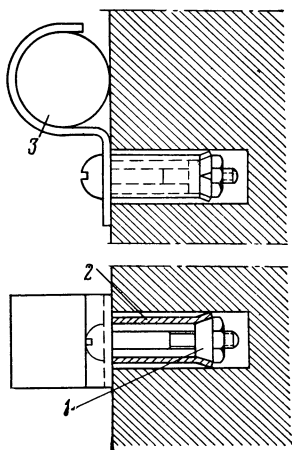


Рис. 6.43. Крепление кабеля фигурными скрепами и дюбелями с распорными гайками:
1 — распорная гайка; 2 — гильза из шести толщиной 0,8 мм; 3 — кабель

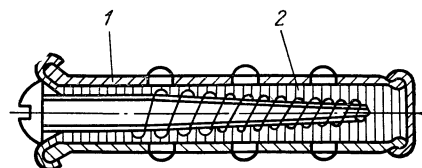
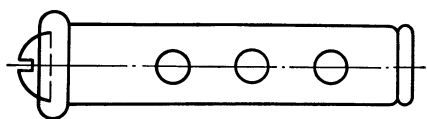


Рис. 6.44. Крепление кабеля фигурными скрепами с помощью дюбелей с волокнистым наполнением:
1 — гильза из жести толщиной 0,2 мм; 2 — волокнистый наполнитель

поливинилхлоридной или полиэтиленовой оболочки, остающимися при монтаже кабелей (рис. 6.45). Размеры шурупов и гнезд в этом случае такие же, как и для дюбелей с волокнистым наполнителем (см. табл. 6.34).

Основным инструментом для заготовки гнезд в точках крепления кабеля на стенах является облегченная электродрель типа И-90 со сверлами, снабженными наконечниками из высокопрочной стали («победит»). В случаях, когда применить электродрель не представляется возможным, гнезда пробиваются вручную при помощи коротких шлямбуров, пробойников или зубил.

Сквозные отверстия (сквозняки) в местах прохода кабелей сквозь стены просверливаются электродрелью типа И-29 с длинными сверлами. Реже для этих целей используются пневмомолотки со специальными приспособлениями. Вручную сквозные отверстия пробиваются с помощью длинных шлямбуров. Пневмо- и электродрели применяются также при наличии больших объемов работ по штроблению стен.

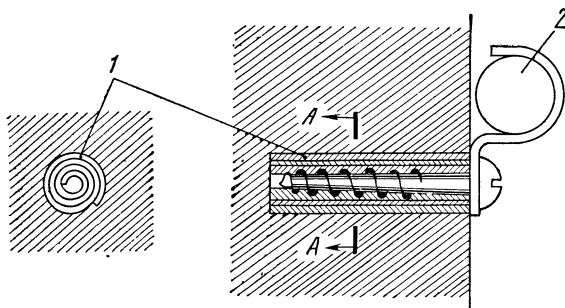
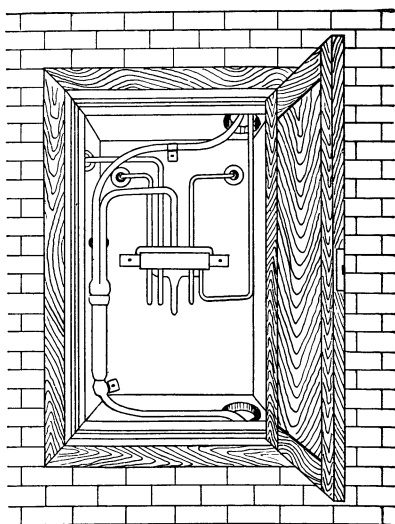


Рис. 6.45. Крепление ввинчиванием шурупов в гнезда, заполненные пластиком:
1 — полоска пластика; 2 — кабель

Пробивка гнезд в точках крепления кабелей перечисленными выше (пп. 1, 2, 3, 4) способами представляет серьезные трудности на стенах из высокопрочных материалов (высокопрочный бетон, железобетон, кирпич-железняк,

Рис. 6.46. Нишка-шкафчик скрытой проводки на лестничных клетках жилых зданий



стальные конструкции и т. п.). В таких случаях рекомендуется использовать строительно-монтажные пистолеты типа СМП для забивки стальных крепящих деталей типа «гвоздь» или дюбелей с резьбовыми головками. Указанными деталями закрепляются на стене фигурные скрепы. В настоящее время ведутся эксперименты и опытные прокладки кабеля по стенам с креплением при помощи клея.

На площадках лестничных клеток и вводах в квартиры кабели в большинстве случаев прокладываются в каналах скрытой проводки. Распределительные коробки и муфты при этом размещаются в утопленных в стены нишках-шкафчиках (рис. 6.46). Абонентская проводка внутри жилых квартир выполняется открыто.

В новых административных зданиях распределительные и абонентские кабели обычно полностью прокладываются в каналах скрытой проводки, в стенах, полах или за плинтусами.

6.17. ПОДВЕСКА КАБЕЛЕЙ НА СТАЛЬНЫХ КАНАТАХ ПО СТОЛБАМ

На стальных канатах по столбам обычно подвешиваются распределительные, а иногда и магистральные кабели на окраинах городов и в пригородах. В малых населенных пунктах подвеска кабеля по столбам часто применяется на головных участках сети, начиная прямо от ввода в телефонную станцию.

Т а б л и ц а 6.35

Характеристики районов

Тип линии	Условный индекс	Характеристика района (метеорологические условия)
Облегченный	О	Негололедный или гололедный с эквивалентной толщиной стенки льда на проводе до 5 мм включительно или при наличии изморози с толщиной стенки до 20 мм включительно
Нормальный	Н	Гололедный с эквивалентной толщиной стенки льда на проводе до 10 мм включительно или при наличии изморози с толщиной стенки свыше 20 мм
Усиленный	У	То же, с толщиной стенки льда на проводе до 15 мм включительно

На канатах по столбам в основном подвешиваются кабели марок ТГ, ТПВ, ТПП емкостью от 10 до 100 пар включительно. На одной столбовой линии можно подвесить не более двух кабелей. При этом кабели подвешиваются каждый на отдельном канате с противоположных сторон опоры. Подвеска кабеля может производиться как самостоятельно, так и совместно с воздушно-проводочными линиями связи на деревянных и железобетонных опорах. С учетом величины и направления тяговых усилий от подвесных кабелей требования к промежуточным, угловым и оконечным опорам, а также к подпорам, оттяжкам, приставкам и т. д. остаются такими же, как и для столбовых линий с воздушно-проводочными линиями связи.

В зависимости от метеорологических условий, в которых эксплуатируются столбовые линии связи, они делятся на три типа: облегченные, нормальные, уси-

Т а б л и ц а 6.36

Основные размеры деревянных опор для совместной подвески кабелей и проводов

Число проводов	Число подвесных кабелей (общая емкость до 200 пар)	Общая длина опоры, м	Линия типа						Примечание
			О		Н		У		
			длина пролета, м	диаметр опоры в вершине, см	длина пролета, м	диаметр опоры в вершине, см	длина пролета, м	диаметр опоры в вершине, см	
6	1—2	8,5	50	16	50	17	40	18	Провода подвешены на крюках
12	1—2	8,5	50	17	45	19	40	21	
16—24 8—16	1—2	8,5	45	20	45	21	—	—	Провода подвешены на восьмиштырных траверсах
	1—2	8,5	50	20	45	21	40	22	

П р и м е ч а н и я: 1. На линиях, оснащенных не более чем шестью крюками или тремя траверсами, могут применяться опоры общей длиной 7,5 м.

2. При пересечении улиц, трамвайных, троллейбусных и других линий длина опор рассчитывается с учетом высоты подвески, указанной на стр. 329, и может составлять 7,5; 8,5; 9,5; 11 и 13 м.

Т а б л и ц а 6.37

Диаметры деревянных опор линий ГТС

Порода дерева	Диаметр, см, в верхней части опоры высотой, м		
	7,5	8,5—9,5	11—13
Лиственница	13—18	15—18	18—21
Сосна, ель, кедр, пихта	14—20	16—20	20—23

Примечания: 1. На линиях типа У диаметры увеличиваются на 2 см.

2. Для оконечных и угловых опор выбираются столбы с возможно большим диаметром из данной группы.

ленные. В табл. 6.35 даны характеристики районов, в которых применяются указанные типы столбовых линий. В настоящее время используются как деревянные, так и железобетонные опоры. Деревянные опоры изготавливаются из сосны, лиственницы, кедра, ели, пихты и дуба. Основные размеры этих опор (при высоте подвески 4,5 м) и длины пролетов в зависимости от нагрузки и типов линий приведены в табл. 6.36. Диаметры деревянных опор в верхней их части для линий городских телефонных сетей в зависимости от породы дерева приведены в табл. 6.37. Некоторые данные железобетонных опор приведены в табл. 6.38.

Т а б л и ц а 6.38

Справочные данные железобетонных опор типа ПО и ПОН (рис. 6.47)

Тип опоры	Расчетный изгибающий момент, т·м (кН·м)	Размеры поперечного сечения $h \times b$, см	Масса опоры, кг, при длине, м		
			6,5	7,5	8,5
ПО-1,75 и ПОН-1,75	1,75 (17,2)	24×14	343	390	—
ПО-2,75 и ПОН-2,75	2,75 (27,0)	24×14	410	455	—
ПО-4,4 и ПОН-4,4	4,4 (43,1)	30×18	—	725	810
ПО-6,8 и ПОН-6,8	6,8 (66,7)	30×18	—	—	810

Примечание. ПО — прямоугольная, облеженная, с предварительно ненапряженной арматурой; ПОН — прямоугольная, облеженная, с предварительно напряженной арматурой. Число после индекса указывает на величину расчетного изгибающего момента в тоннометрах.

Для изгибающего момента до 1,75 т·м (17,2 кН·м) включительно железобетонная опора в нижней части имеет облегающую выемку (см. сечение 1—1 на рис. 6.47). При изгибающих моментах от 2,75 до 6,8 т·м (27,0—66,7 кН·м) эта выемка исключается.

Кроме приведенных выше, допускается применение круглых центрифугированных железобетонных опор.

Таблица 6.39

Справочные данные железобетонных приставок типа ПР (см. рис. 6.48)

Тип приставки	Расчетный изгибающий момент, т·м				Размеры поперечного сечения, см	Масса приставки, кг, при длине, м			
	перпендикулярно к направлению линии при количестве приставок		вдоль линии при количестве приставок			2,8	3,0	3,2	3,5
	1	2	1	2					
ПР-0,6	0,6	1,75	0,5	1,0	17×14	169	179	—	—
ПР-0,8	0,8	2,75	0,57	1,14	17×14	—	179	190	—
ПР-1,2	1,2	4,4	0,61	1,22	20×14	—	210	224	—
ПР-2,0	2,0	6,8	1,0	2,0	20×14	—	—	224	245

Примечания: 1. При отсутствии между приставками вкладыша изгибающий момент для спаренных приставок снижается соответственно до 1,2; 1,6; 2,4 и 4,0 т·м вместо 1,75; 2,75; 4,4 и 6,8 т·м.

2. Для перевода в кН·м указанные величины следует умножить на 9,81.

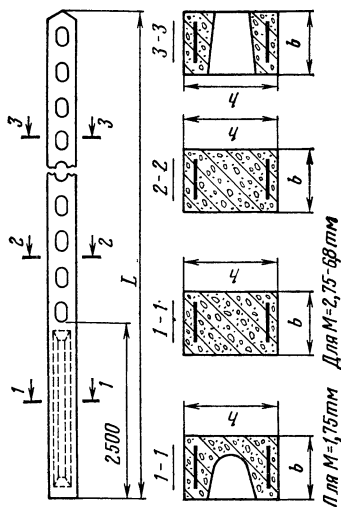


Рис. 6.47. Железобетонные опоры типа ПО и ПОН

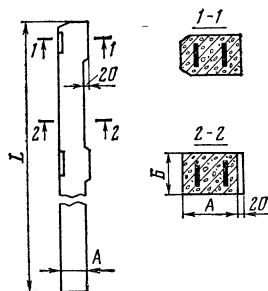


Рис. 6.48. Железобетонные приставки типа ПР

В табл. 6.39 приведены справочные данные железобетонных приставок типа ПР (прямоугольные с ненапряженной стержневой арматурой, см. рис. 6.48).

Глубины закопок опор в зависимости от количества подвешиваемых кабелей или проводов, категории грунта и высоты самих опор приведены в табл.

6.40. Глубины заковки подпор и отбойных тумб в зависимости от категории грунта приведены в табл. 6.41.

Т а б л и ц а 6.40

Глубина заковки опор в зависимости от количества подвешиваемых кабелей и проводов

Категория грунта	Длина опоры, м	Глубина заковки, м, при подвеске 1—2 кабелей и проводов в количестве		
		6—12	14—24	26—40
I—III	7,5 8,5—9,5 11 и 13	1,4 1,5 1,6	1,5 1,6 1,7	1,7 1,8 1,9
IV и каменистый	7,5—9,5 11—13	1,1 1,3	1,1 1,3	1,1 1,3

Т а б л и ц а 6.41

Глубина заковки подпор и отбойных труб, м, для различных категорий грунта

Наименование	Категория грунта			
	I	II	III	IV
Подпоры	1,0	0,8	0,6	0,5
Отбойные тумбы	1,0	1,0	0,8	0,6

Наименьшая допустимая высота подвески проводов и кабеля и минимальные расстояния от них до окружающих предметов и сооружений (габариты), м, приведены ниже:

Между нижним проводом или кабелем одной и верхним проводом или кабелем другой линии связи на их пересечении при наименьшей и наивысшей температурах	0,6
По вертикали между пересекающимися проводами линии связи или кабелем и проводами электропередачи напряжением не более 1 кВ	1,25
Между наименьшей точкой нижнего провода линий связи или кабеля и коньком крыши	2,0
Между нижним проводом линии связи или кабелем и головкой рельса при переходе через железнодорожное полотно нормальной или узкой колеи	7,5
От провода линии связи или кабеля на пересечении с контактными проводами трамвая или троллейбуса до головки рельса для трамвая или до поверхности дорожного покрытия для троллейбуса	9,0
От земли до нижнего провода линии связи или кабеля на переходах через шоссе, грунтовые, полевые (степные) дороги	5,5

От земли до нижнего провода линии связи или кабеля в черте населенных пунктов	4,5
От вершин наиболее высоких мачт судов, проходящих по данному водному пути во время наибольшего половодья, до нижнего провода линии связи или кабеля при пересечении рек и каналов	1,0
От ветвей деревьев до проводов линии связи или кабеля в городах	1,25
От строений до центра опор линии связи, проходящих мимо домов, будок, казарм и прочих сооружений	3,5
По горизонтали от опор столбовой линии до головки ближайшего рельса при прохождении линии вдоль железнодорожного полотна	1 1/3 высоты наземной части опоры
По горизонтали от опор каблированных пролетов до ближайшего провода линии сильного тока	10,0
Между осями линий связи, идущих параллельно одна другой	8,5
По горизонтали от места пересечения проводов линии связи и сильного тока до ближайшей опоры последних	5,0
Между нижним проводом фидерной цепи РС и верхним проводом линии связи	1,25

Некоторые данные о канатах для подвески кабелей и

Емкость подвешиваемого кабеля ТГ при диаметрах жил, мм			Масса 1 км ка- беля, кг	Тип линии	Тип каната
0,5	0,6	0,7			
1	2	3	4	5	6
10×2	—	—	410	О, Н и У	1×7-4,20-140-1
—	10×2	—	460	О, Н и У	1×7-4,20-140-1
20×2	—	10×2	610	О, Н и У	1×7-4,20-140-1
30×2	20×2	—	760	О и Н	1×7-4,20-140-1
30×2	20×2	—	760	У	1×7-6-140-1
—	30×2	20×2	1035	О, Н и У	1×7-6-140-1
50×2	—	—	1075	О и Н	1×7-6-140-1
50×2	—	—	1075	У	1×7-6-140-1
—	50×2	30×2	1430	О и Н	1×7-6-140-1
—	50×2	30×2	1430	У	1×7-6-140-1
100×2	—	50×2	1700	О, Н и У	1×7-6,6-140-1

При подвеске кабеля любой емкости и массы независимо от типа линии и каната

Примечания: 1. В гололедных районах кабель емкостью до 50×2×0,5 (до 1075 кг/км), а в слабо гололедных районах емкостью до 30×2×0,5 (до 760 кг/км) допускается подвешивать на оцинкованной стальной проволоке диаметром 5 мм (за исключением переходных пролетов).

По вертикали от полотна дороги до оттяжки опоры при пересечении оттяжкой:

проходов	3,5
проездов	5,5

Кабели подвешиваются на стальных, оцинкованных канатах, необходимые сведения о которых приведены в табл. 6.42. Канат крепится на промежуточных опорах столбовыми консолями по рис. 6.49 с чугунным литьем или по рис. 6.50 — штампованными без чугунного литья. На угловых опорах канат крепится: при подвеске кабеля со стороны внешнего угла (внутренний угол менее 160°) двумя столбовыми консолями (рис. 6.51); при подвеске кабеля со стороны внутреннего угла (угол имеет 160° и более) специальной скобой (рис. 6.52).

Допускается крепление каната столбовой консолью и со стороны внутреннего угла угловой опоры (угол 160° и более), но консоль в этом случае крепится к столбу сквозными болтами. В отдельных случаях на угловых опорах, особенно когда внутренний угол близок к 90°, канат можно крепить оконечной заделкой самостоятельно с каждой стороны угла.

На оконечных опорах канат крепится оконечной заделкой. Оконечная заделка представляет собой двойную петлю вокруг столба, концы которой зажаты в клемме (рис. 6.53) или закреплены вязкой без применения клеммы (рис. 6.54). В некоторых случаях для крепления на оконечных опорах применяется заделка каната со струбиной и хомутом, как показано на рис. 6.55.

К канату кабель крепится стальными оцинкованными подвесами по ТУ 4583—70 (рис. 6.56), размеры и масса которых приведены в табл. 6.43.

Т а б л и ц а 6.42

заданных стрелах провеса их

Заданная стрела провеса каната, см, в пролете длиной											
40 м						50 м					
при температуре, °C											
—20	—10	0	+10	+20	+30	—20	—10	0	+10	+20	+30
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
До подвески кабеля											
62	67	72	77	80	84	76	82	88	94	99	103
60	64	70	74	78	82	67	74	80	86	92	97
55	60	65	70	74	78	58	65	71	78	84	90
48	53	59	64	69	74	64	71	77	93	89	95
65	70	74	78	82	86	76	82	88	94	94	103
63	68	72	76	80	84	70	76	82	88	99	99
59	64	69	73	77	81	65	72	78	84	90	96
59	64	69	73	77	81	78	84	90	95	100	105
45	51	57	62	67	72	43	51	58	65	77	87
58	63	67	72	76	80	59	66	73	79	85	91
53	58	63	68	73	77	52	59	66	73	79	85
После подвески кабеля											
83	86	89	92	95	98	104	108	111	114	117	120

2. При подборе каната и определении стрелы провеса для кабелей других (не ТГ) марок, емкостей и диаметров жил следует исходить из их массы, сопоставляя ее с массой, приведенной в табл. 6.42.

Т а б л и ц а 6.43

Размеры и масса стальных оцинкованных подвесов для кабелей связи

Тип подвеса	Размеры, мм						Масса 1000 шт. подвесов с поясками, кг
	а	б	в	г	д	е	
П-9	9	9	40	17	45	13	24,3
П-11	11	9	40	17	45	13	24,7
П-13	13	9	40	17	45	13	25,2
П-16	16	12	45	25	60	15	42,1
П-20	20	12	55	30	72	18	60,8
П-24	24	12	55	30	72	18	62,5
П-29	29	14	65	30	72	18	71,8
П-32	32	14	65	30	72	18	73,3
П-38	38	16	75	35	80	20	97,9

Подбор подвесов для кабелей марок ТГ, ТПП и ТПВ в зависимости от их емкости и диаметров жил можно производить по табл. 6.44.

Т а б л и ц а 6.44

Подбор подвесов для кабелей марок ТГ, ТПП и ТПВ

Емкость кабеля	Тип подвеса для кабелей марок					
	ТГ с жилами диаметром, мм			ТПП, ТПВ с жилами диаметром, мм		
	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7
10×2	П-9	П-9	П-13	П-9	П-11	П-13
5×4	—	—	—	П-9	П-9	П-11
20×2	П-11	П-11	П-16	П-11	П-13	П-16
10×4	—	—	—	П-11	П-11	П-16
30×2	П-13	П-13	П-20	П-13	П-16	П-20
15×4	—	—	—	П-11	П-16	П-20
50×2	П-13	П-16	П-24	П-16	П-20	П-29
25×4	—	—	—	П-16	П-16	П-24
100×2	П-20	П-20	П-32	П-24	П-29	П-38
50×4	—	—	—	П-20	П-24	П-32
150×2	П-24	П-24	—	П-29	П-32	—
75×4	—	—	—	П-24	П-32	—

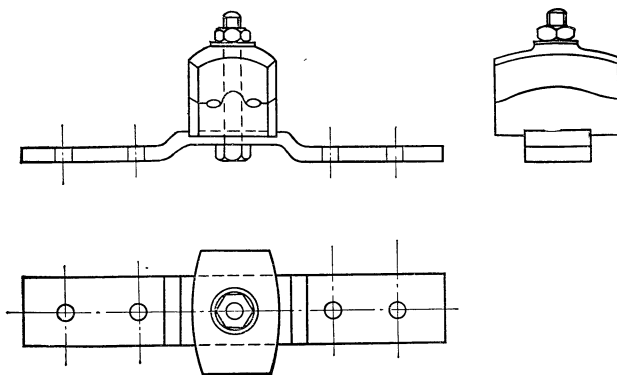


Рис. 6.49. Столбовая консоль с чугунным литьем

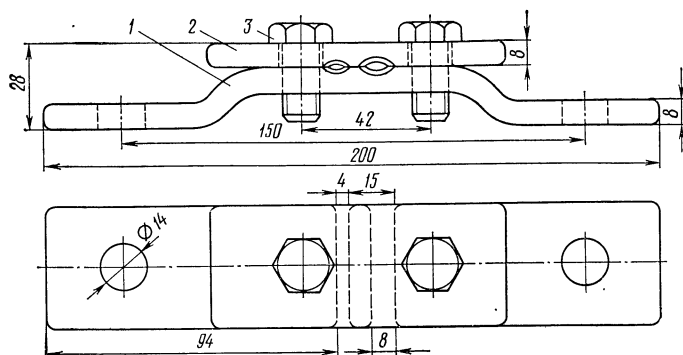


Рис. 6.50. Штампованная столбовая консоль без чугунного литья:
1 — скоба; 2 — накладка; 3 — болты

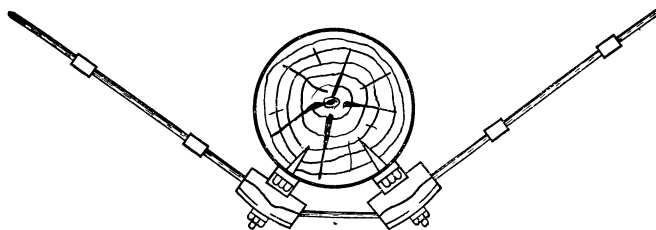


Рис. 6.51. Крепление каната двумя столбовыми консолями при
подвеске кабеля со стороны внешнего угла

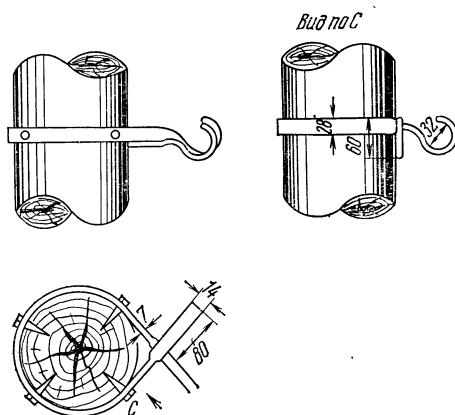


Рис. 6.52. Крепление каната специальной ско-
бой при подвеске кабеля со стороны внут-
реннего угла

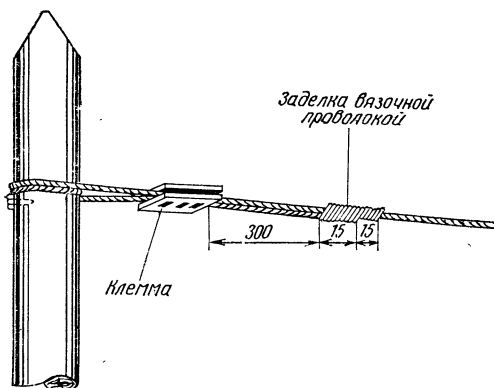


Рис. 6.53. Оконечная заделка каната с применением клеммы

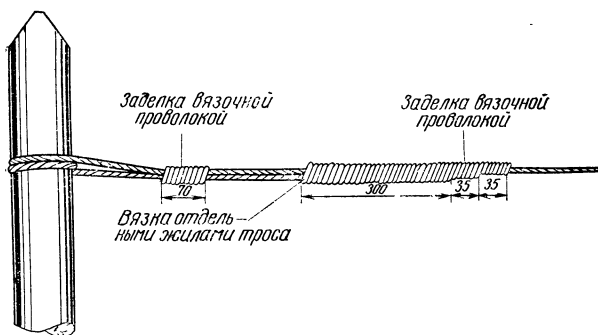


Рис. 6.54. Оконечная заделка каната без применения клеммы

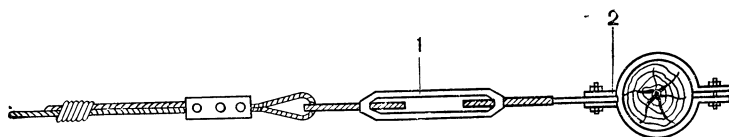


Рис. 6.55. Оконечная заделка каната со трубциной и хомутом:
1 — трубцина; 2 — хомут

Подвесы должны плотно облегать кабель, свободно висеть на канате и надежно закрепляться поясками. Для всех подвешиваемых кабелей расстояние между подвесами берется равным 350 мм.

В настоящее время для подвески на опорах отечественной промышленностью стали выпускаться кабели с встроенным стальным канатом (см. разд. 3). Подвеска таких кабелей на промежуточных и угловых опорах с применением специальных зажимных клемм показана соответственно на рис. 6.57 и 6.58. На рис. 6.59 показано крепление такого кабеля на опоре, где монтируется муфта.

Столбы, на которых устанавливаются кабельные ящики, носят название кабельных опор и оборудуются рабочими площадками с ограждением и ступенями. Общий вид кабельной опоры с основными размерами приведен на рис. 6.60.

В комплексе работ по подвеске кабеля на канате по столбам большой

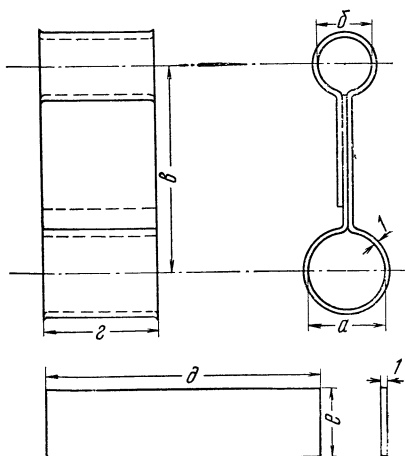


Рис. 6.56. Стальные оцинкованные подвесы для кабелей связи

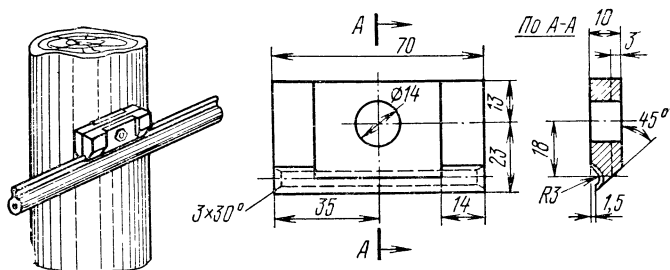


Рис. 6.57. Крепление на промежуточной опоре специальной зажимной клеммой кабеля с встроенным стальным канатом

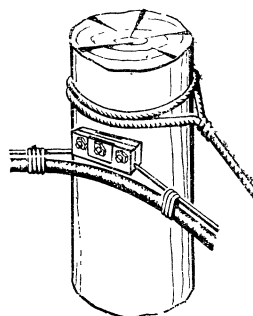
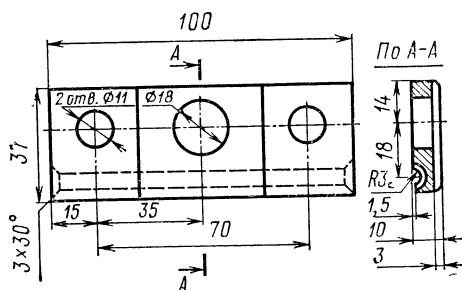


Рис. 6.58. Крепление на угловой опоре специальной зажимной клеммой кабеля с встроенным стальным канатом

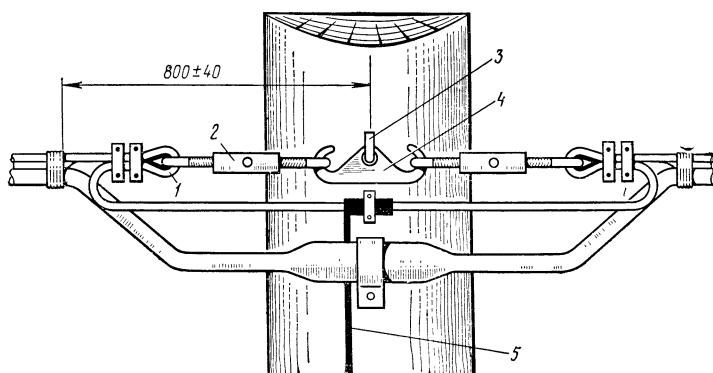


Рис. 6.59. Крепление кабеля с встроенным стальным канатом на опоре, где монтируется муфта:
 1 — коуш; 2 — винтовая стяжка; 3 — крюк КН-18; 4 — подвесной крюк; 5 — канат (заземлить)

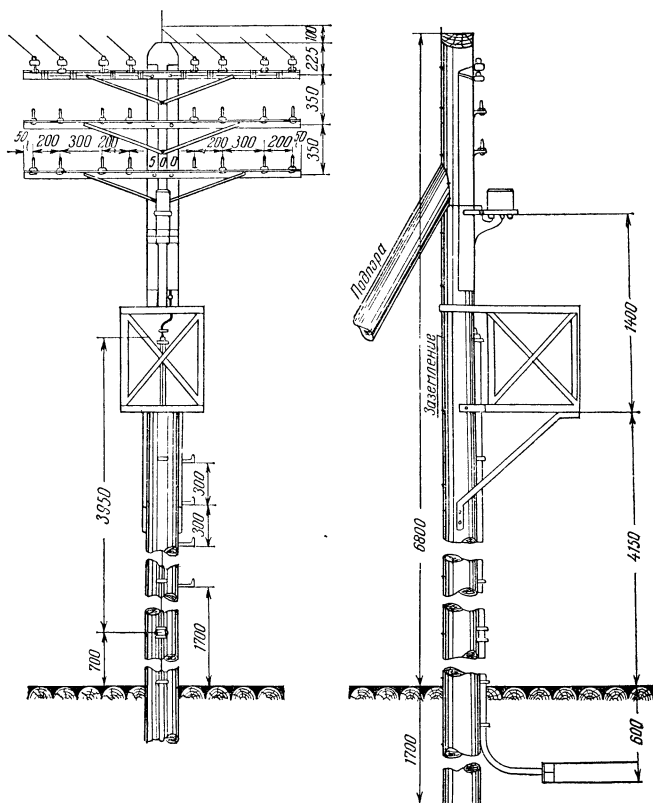


Рис. 6.60. Кабельная опора

удельный вес составляют тяжелые и трудоемкие работы и среди них такие, как: рытье ям под столбы, подпоры, якоря и т. д.; очистка, опиловка деревянных опор и сверление в них отверстий; погрузка, разгрузка и установка опор; подвеска каната и кабеля. Однако в условиях строительства городских телефонных сетей объем работ по подвеске кабеля на новых столбовых линиях обычно невелик, и это ограничивает возможности целесообразного использования средств механизации. При наличии достаточно широкого фронта работ, оправдывающего расходы по доставке, эксплуатации и амортизации механизмов, с большой эффективностью используются:

на рытье ям и при установке столбов бурильнокрановая машина БКГМ или иная;

на погрузке и выгрузке столбов автокран;

на подвеске каната и кабеля телескопическая вышка-подъемник.

Из средств малой механизации можно использовать электропилы на опиловке столбов, электрорубанки на зачистке, электродрели на сверловке отверстий, тали, блоки, лебедки и др.

6.18. ПОДВЕСКА КАБЕЛЕЙ НА СТАЛЬНЫХ КАНАТАХ ПО СТОЕЧНЫМ ОПОРАМ НА КРЫШАХ ЗДАНИЙ

На канатах по стоечным опорам на крышах зданий подвешиваются распределительные кабели городских телефонных сетей марок ТГ, ТПВ и ТПП емкостью 10×2 , 20×2 , 30×2 . При этом кабели 10×2 и 20×2 могут иметь жилы диаметром до 0,7 мм включительно, а кабель 30×2 — только 0,5 мм. В случае подвески по стоечным опорам кабеля иной марки, емкости и диаметра жил

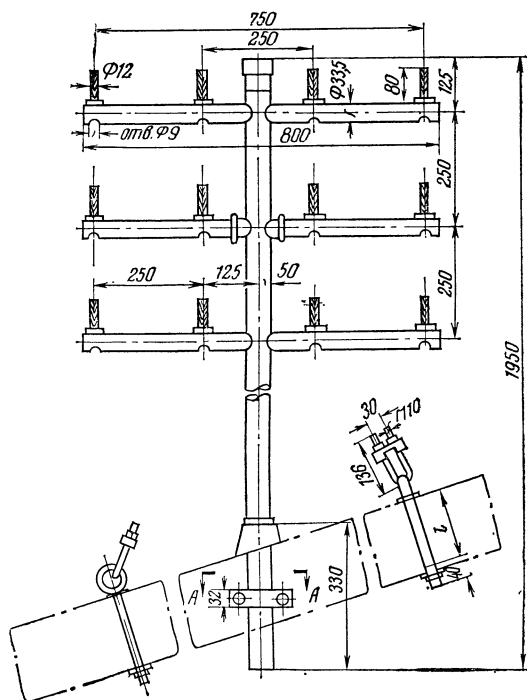


Рис. 6.61. Стойка СПТ-6

необходимо сопоставлять массу этого кабеля с массой указанных выше кабелей.

Обычно кабель подвешивается совместно с воздушными проводами абонентских линий. В качестве промежуточных и оконечных опор в этих случаях используются трубчатые стойки на шесть пар проводов СПТ-6 и на десять пар проводов СПТ-10, показанные соответственно на рис. 6.61 и 6.62. Для вывода

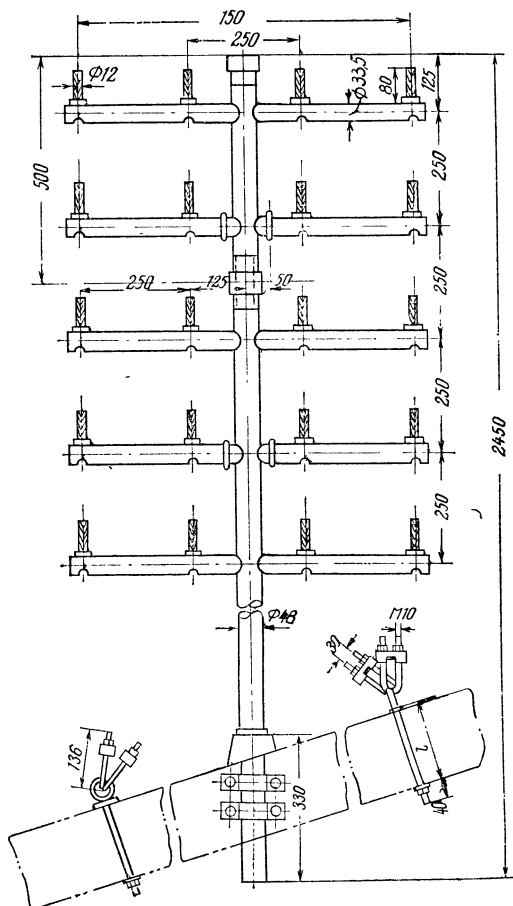


Рис. 6.62. Стойка СПТ-10

кабелей с чердака на канат и обратно применяются выводные трубы, укрепляемые самостоятельно, как изображено на рис. 6.63, или к стойке при помощи двойного хомута (рис. 6.64). В тех случаях, когда кабель подвешивается без абонентских проводов, в качестве промежуточных и оконечных опор используются не стойки, а выводные трубы.

Расстояние от подвешенных по стойкам кабелей и проводов до окружающих предметов или сооружений в любой точке трассы не должно быть менее 0,8 м. Крыши, на которых устанавливаются кабельные стойки, оборудуются люками, лестницей и рабочей площадкой.

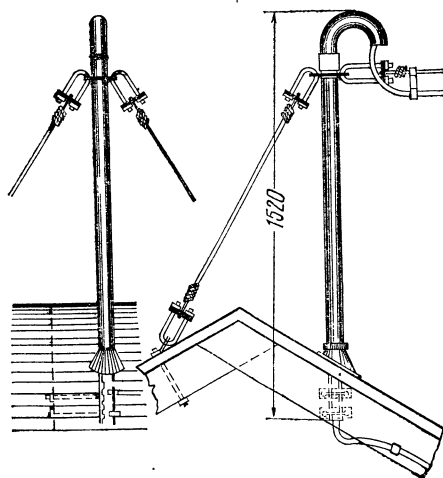


Рис. 6.63. Выводная труба на крыше для кабеля

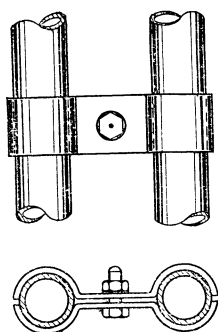


Рис. 6.64. Двойной хомут для крепления выводной трубы к стойке

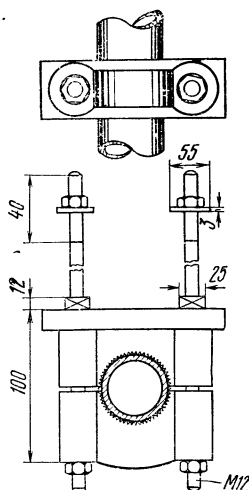


Рис. 6.65. Чугунный хомут для крепления основания стойки к стропилам

Стойки 6×2 крепятся к стропильным балкам одним чугуном хомутом, показанным на рис. 6.65. Стойки 10×2 и выводные трубы подвесного кабеля крепятся к стропильным балкам двумя чугунами хомутами. Вместо чугунов допускается применение иных стяжных хомутов из круглой стали с насечками, резьбой, шайбами и гайками, обеспечивающих надежность фиксации стоек.

У стоек 6×2 и устанавливаемых самостоятельно выводных труб устраивают-

ся по четыре оттяжки из стальной оцинкованной проволоки диаметром 5 мм, а у стоек 10×2 — по восемь таких оттяжек в два яруса. Стоечные опоры, испытывающие одностороннюю тягу или неуравновешенную нагрузку, крепятся дополнительными оттяжками на стороне, противоположной тяжению проводов или кабелей. К стропилам оттяжки крепятся через струбцины.

Кабель подвешивается на стальном оцинкованном канате и крепится стальными оцинкованными подвесами (см. рис. 6.56) через каждые 350 мм. В случаях, предусмотренных примечанием 1 к табл. 6.42, допускается подвеска на стальной оцинкованной проволоке диаметром 5 мм. Тип стального каната и соответствующая стрела провеса определяются в зависимости от марки, емкости и диаметра жил подвешиваемого кабеля или от его массы по табл. 6.42. Размеры подвесов в зависимости от диаметра подвешиваемого кабеля выбираются по табл. 6.43 и 6.44. На каждой стоечной опоре или выводной трубе стальной канат крепится оконечной заделкой.

Монтаж кабелей связи



А. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ МЕЖДУГОРОДНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

СОСТАВ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

В состав работ по монтажу кабелей связи входят:

приемка проложенных строительных длин кабеля;
выполнение земляных работ, связанных с монтажом кабеля на загородных трассах;

сращивание строительных длин кабелей, проложенных в грунт, отрезков кабеля, протянутого в канализацию, шагов и секций симметрирования, монтаж изолирующих и газонепроницаемых муфт;

установка замерных столбиков и фиксации местоположения муфт;

монтаж оборудования оконечной заделки кабеля;

монтаж оборудования содержания кабеля под избыточным давлением;

испытание герметичности оболочки кабеля;

выполнение работ по монтажу средств защиты кабеля;

испытание и электрические измерения кабеля;

составление исполнительной монтажно-измерительной документации.

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Все монтажные и измерительные работы на участках трассы выполняются монтажно-измерительной колонной МИК, возглавляемой старшим прорабом (прорабом). В состав МИК входят: инженер, мастера, симметрировщики, спайщики, линейный механик, шоферы, землекопы и обслуживающий персонал. Колонна оснащается монтажным инструментом и необходимыми материалами, измерительными лабораториями с комплектом приборов для электрических измерений и определения мест повреждения, оборудованием для испытания герметичности оболочки кабеля, механизмами для земляных работ, насосами для откачки воды, автотранспортом, передвижными фургонами, культурно-бытовым инвентарем, оборудованием по технике безопасности.

Монтажно-измерительная колонна готовит, комплектует и сдает исполнительную документацию, в которую входят: паспорта (сертификаты) на строительные длины кабеля и установленное оборудование, укладочные ведомости, структурная схема размещения муфт, паспорта на монтаж муфт, ведомость прозвонки кабеля на усилительном участке, протоколы испытания герметичности оболочки на усилительном участке, сведения о протекторной, дренажной и катодной установках.

КЛАССИФИКАЦИЯ МУФТ

В практике установились следующие наименования муфт:

прямая муфта — сrostок конца одной и начала другой строительной длины, в котором все четверки соединяются напрямую, а жилы — напрямую или по заданному оператору (рис. 7.1а);

дополнительная муфта — сrostок на вставке в строительную длину, в котором все элементы монтируются только напрямую (рис. 7.1б);

симметрирующая муфта — сrostок низкочастотного кабеля, расположенный на $1/4$ или $1/8$ шага, где в результате измерений коэффициентов связи и емкостной асимметрии элементы кабеля сращиваются по операторам симметрирования (рис. 7.1в);

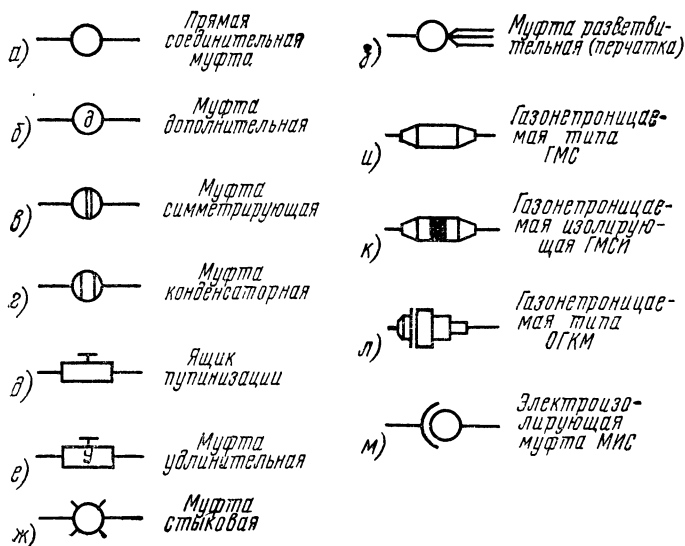


Рис. 7.1. Схемные изображения муфт

конденсаторная муфта — сrostок низкочастотного кабеля, расположенный в середине шага пупинизации или симметрирования, в котором кроме монтажа по операторам, производится включение конденсаторов (рис. 7.1г);

пупиновская муфта — сrostок низкочастотного кабеля, расположенный на стыке шагов пупинизации, в котором все или часть элементов кабеля соединяются через катушки индуктивности (рис. 7.1д);

удлинительная муфта — сrostок низкочастотного кабеля, расположенный на укороченном шаге или полушаге, в котором пупинизированные цепи сращиваются через удлинительные элементы (рис. 7.1е);

стыковая муфта — сrostок высокочастотного кабеля, расположенный на стыке секций симметрирования, в котором производится концентрированное симметрирование окрещиванием и контурами противосвязи (рис. 7.1ж);

разветвительная муфта — сrostок, расположенный на месте соединения магистрального кабеля с двумя и более разветвлениями, в котором элементы магистрального кабеля распределяются по заданной схеме (рис. 7.1з);

газонепроницаемая муфта типа ГМС — два сrostка на входе и выходе газонепроницаемой пробки, в которых все жилы кабеля соединяются с жилами ГМС (рис. 7.1и);

газонепроницаемая изолирующая муфта типа ГМСИ отличается от ГМС тем, что на ее металлическом корпусе сделан изолирующий промежуток (рис. 7.1к);

газонепроницаемая муфта типа ОГКМ — сrostок конца коаксиальной пары с разборной газонепроницаемой пробкой (рис. 7.1*л*);

электроизолирующая муфта МИС — сrostок, расположенный перед вводом кабеля в УП. На металлическом корпусе муфты сделан изолирующий промежуток. Все элементы кабеля сращиваются напрямую (рис. 7.1*м*).

ПОРЯДОК НУМЕРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ КАБЕЛЯ

На барабане верхний конец кабеля обозначается буквой *А*, а нижний (внутренний) — буквой *Б*. На конце *А* жилы звездной скрутки располагаются по часовой стрелке в следующем порядке: красная, зеленая, желтая, синяя. На конце *Б* жилы располагаются в том же порядке, но против часовой стрелки (рис. 7.2).

В четверке звездной скрутки красная и желтая жилы имеют номера 1 и 2, образуют первую пару и расположены по диагонали, а синяя и зеленая жилы имеют номера 3 и 4 и образуют вторую пару (рис. 7.2*а*).

Счет повивов в кабеле ведется от центра к оболочке. В каждом повиве есть две четверки с яркой не повторяющейся расцветкой. Первая, преимущественно красная, именуется «счетной», вторая — «четверкой направления». На конце *А* счет четверок ведется от счетной к четверке направления (рис. 7.2*б*).

В высокочастотных симметричных кабелях принят следующий счет четверок: для кабеля 4×4×1,2 красная четверка считается 1-й, зеленая 2-й, синяя 3-й, желтая 4-й; для кабеля 7×4×1,2 счетная четверка — красная, а четверка направления — зеленая (рис. 7.2*в*).

В коаксиальном кабеле типа КМ-4 принят следующий счет элементов: у симметричных четверок желтая (центральная) считается 1-й, красная 2-й, синяя или зеленая 3-й, белая 4-й, коричневая 5-й; с конца *А* первая коаксиальная пара расположена между красной и синей четверками, вторая — между белой и коричневой, третья — между синей и белой, а четвертая — между коричневой и красной (рис. 7.2*г*).

В малогабаритном коаксиальном кабеле типа МКТ-4 принят следующий счет элементов с конца *А*: первая симметричная пара красно-белая, вторая — зелено-белая, третья и четвертая — сине-белые, пятая — центральная пара и одиночная контрольная жила; расположение коаксиальных и симметричных пар показано на рис. 7.2*д*.

В коаксиальном кабеле типа КМ-8/6 в центральном повиве четыре жилы первых двух пар образуют звездную четверку со стандартной расцветкой и счетом жил. В первом повиве расположены шесть коаксиальных пар 1,2/4,6 и шесть одиночных жил следующей расцветки: первая жила — красная, вторая — зеленая, а остальные — синие; первая коаксиальная пара расположена между первой и второй жилами, вторая пара — между второй и третьей жилами, а с третьей по шестую пару — по окружности первого повива. Во втором (наружном) повиве расположены восемь коаксиальных пар 2,6/9,4 и восемь симметричных. Третья симметричная пара — красно-белая, четвертая — зелено-белая, а с пятой по восьмую — сине-белые. Первая коаксиальная пара расположена между третьей и четвертой симметричными, вторая — между четвертой и пятой, а остальные — по окружности наружного повива (рис. 7.2*е*).

ПОРЯДОК ОБОЗНАЧЕНИЯ И НУМЕРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

Нумерация кабелей в траншее ведется слева направо по ходу нумерации усилительных пунктов на линии.

Нумерация обслуживаемых пунктов ОУП ведется: от административного центра высшего назначения (пункт *А*) к административному центру низшего значения (пункт *Б*); на магистралях, соединяющих административные центры

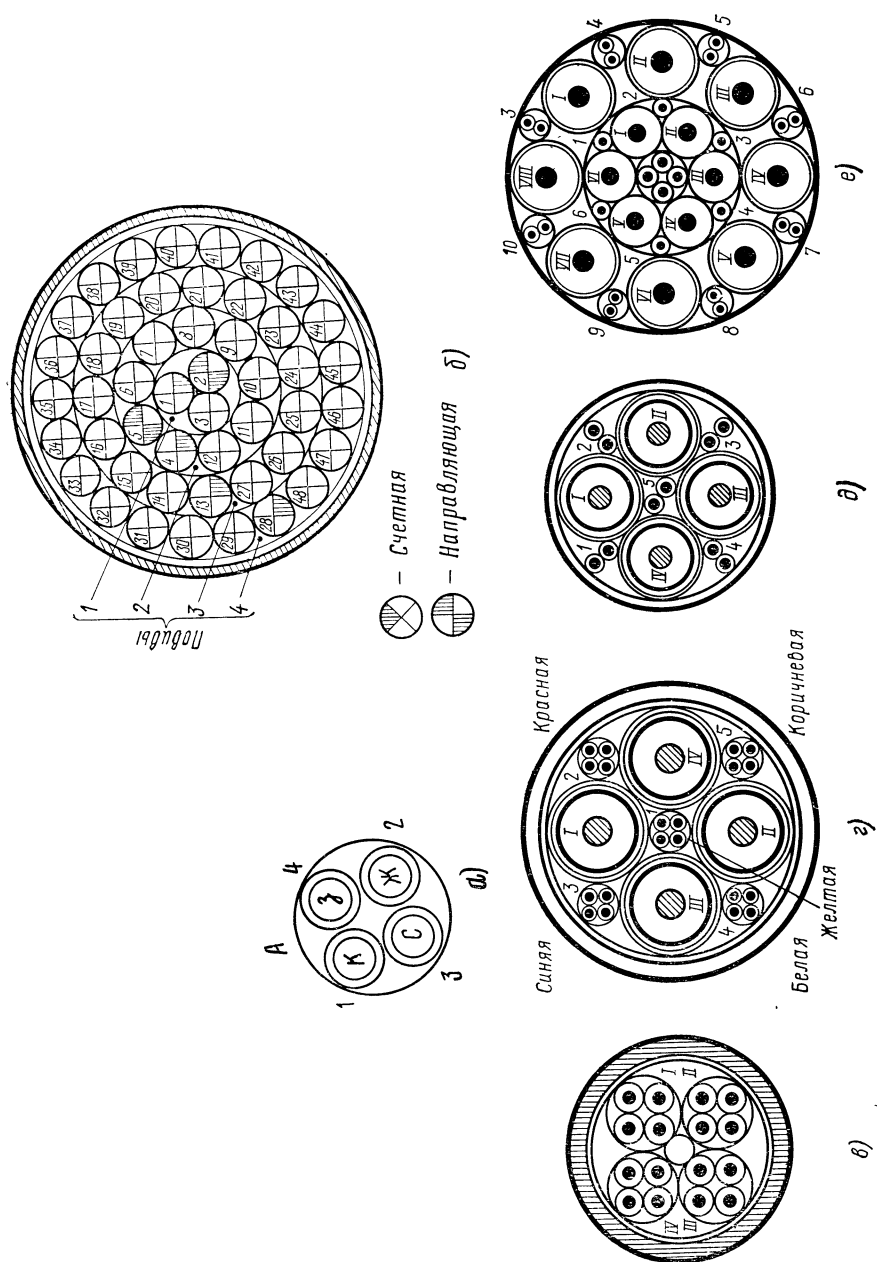


Рис. 7.2. Нумерация элементов кабеля

одинакового значения, с севера на юг и с запада на восток; на кольцевых магистралях по часовой стрелке; на магистралях, предназначенных для обслуживания трубопроводов, по ходу продукта в трубопроводе.

Нумерация необслуживаемых усилительных пунктов НУП ведется внутри каждого участка ОУП—ОУП в возрастающем порядке. В числителе пишется порядковый номер НУП, а в знаменателе — низший номер ОУП (рис. 7.3а).

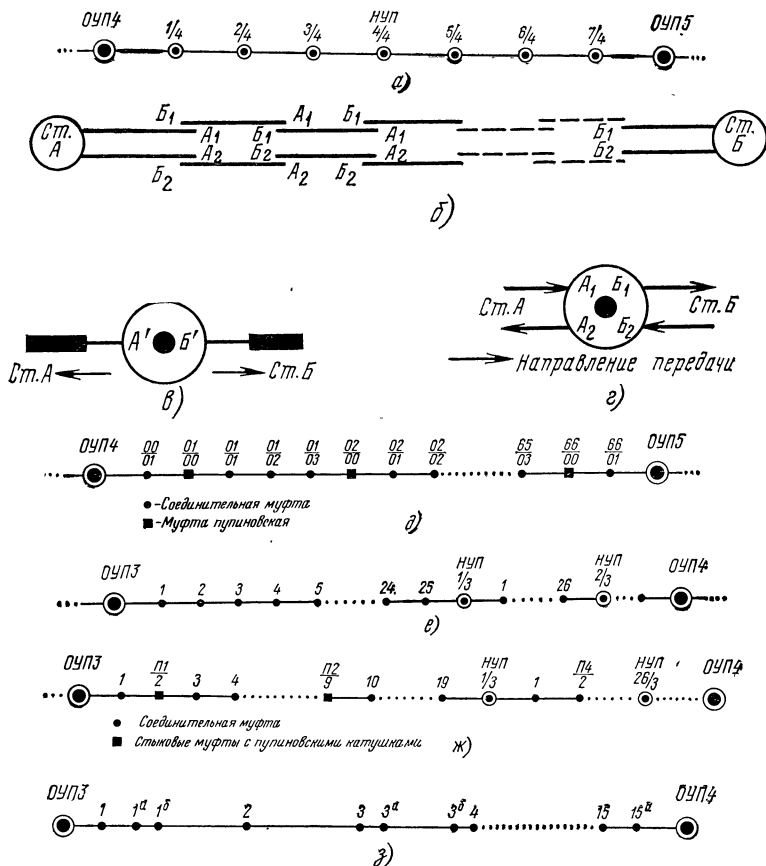


Рис. 7.3. Нумерация элементов кабельной линии

Обозначение концов кабеля в котловане или колодце следующее: A_1 — конец кабеля, приходящего со стороны станции A ; B_1 — то же, уходящего в сторону станции B . При двух и более кабелях обозначения соответственно A_1, A_2 и т. д., B_1, B_2 и т. д. (рис. 7.3б).

Обозначение концов кабеля АРУ следующее: A^1 — конец кабеля, проложенного в сторону станции A ; B^1 — то же, станции B (рис. 7.3в).

Обозначение концов кабеля по уровням передач: A_1, B_2 — концы кабеля низкого уровня; A_2, B_1 — то же, высокого уровня (рис. 7.3г).

Обозначение концов распределительных кабелей коаксиальных пар: A_1, A_{11} и т. д. — коаксиальные пары конца A_1 магистрального кабеля; B_1, B_{11} и т. д. — то же, конца B_1 .

Шаги пупинизации нумеруются по порядку внутри каждого участка по ходу

счета усилительных пунктов, а остальные муфты нумеруются внутри каждого шага пупинизации (рис. 7.3д).

Нумерация муфт на непупинизированном высокочастотном симметричном кабеле ведется по ходу счета УП внутри каждого усилительного участка (рис. 7.3е). На комбинированном ВЧ и НЧ симметричном кабеле нумерация всех муфт ведется, как на НЧ кабеле. На коаксиальном кабеле нумерация муфт ведется по направлению счета НУП (рис. 7.3ж): пупиновских — между ОУП, а прямых — между каждым НУП. Дополнительным муфтам присваивается номер предыдущей основной муфты с буквенными индексами (рис. 7.3з).

7.2. ПРИЕМКА В МОНТАЖ ПРОЛОЖЕННОГО КАБЕЛЯ

Проложенный в грунт или телефонную канализацию кабель должен быть принят в монтаж в установленном порядке. Сдачу и приемку осуществляют представители прокладочной и монтажно-измерительной колонн, о чем составляется акт по принятой форме. При приемке кабеля производится проверка:

правильности группирования строительных длин;

соответствия длины усилительного участка проектной;

соответствия длин шагов и полушагов пупинизации (симметрирования) за-проектированным;

наличия замерных столбиков на стыках длин и поворотах кабеля;

наличия на столбиках временных надписей нумерации строительных длин;

глубины заложения кабеля в месте стыка длин;

достаточности длины нахлеста концов;

правильности размещения кабелей в котловане (шурфе) или колодце;

герметичности металлической оболочки;

электрической прочности и сопротивления изоляции коаксиальных пар и прозвонка всех элементов коаксиального кабеля;

электрической прочности и сопротивления изоляции, а также прозвонка жил симметричного ВЧ кабеля, проложенного в скальном грунте или протянутого в занятом канале телефонной канализации;

сопротивления изоляции защитных изолирующих покровов.

При сдаче кабеля должны быть переданы следующие документы: укладочные ведомости с разбивкой по шагам пупинизации; ведомости группирования строительных длин кабеля; протоколы проверки герметичности строительных длин после прокладки; схемы расположения кабелей отпав с их привязкой; заводские паспорта (сертификаты) на строительные длины кабеля, проложенного на участке.

7.3. КОТЛОВАНЫ ДЛЯ МОНТАЖА МУФТ

На стыках отрезков кабелей откапывается котлован для производства работ по монтажу муфт, укладки их в заданном порядке и размещения запаса кабеля, создаваемого около каждой муфты (рис. 7.4). Глубина котлована должна

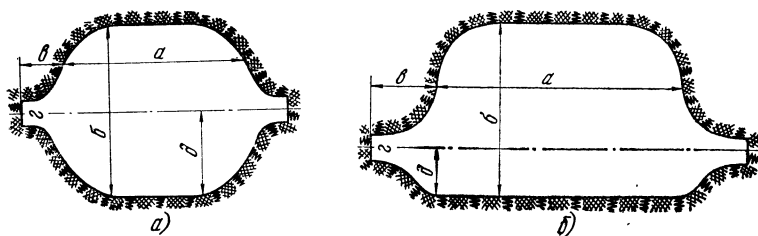


Рис. 7.4. Котлован для монтажа муфт:

а) по обе стороны от оси траншеи; б) то же, по одну сторону

Таблица 7.1

Размеры, м, котлованов для монтажа муфт

Количество муфт	При выкладке кабеля по обе стороны от оси траншеи (рис. 7.4а)					Объем грунта, м ³
	а	б	в	г	д	
Одна на коаксиальном кабеле КМ-4	—	—	—	—	—	—
Две изолирующие муфты типа МИС _к на кабеле КМ-4	3,0	2,1	0,3	0,5	1,05	6,6 h
Одна на коаксиальном кабеле КМ-8/6	—	—	—	—	—	—
Две изолирующие муфты типа МИС _к на кабеле КМ-8/6	3,2	2,6	0,9	0,5	1,3	9,22 h
Одна на коаксиальном кабеле МКТСБ-4	—	—	—	—	—	—
Одна на коаксиальном кабеле ВКПАП	—	—	—	—	—	—
Одна на симметричном кабеле	—	—	—	—	—	—
Две на симметричном кабеле	1,6	1,5	0,35	0,3	0,75	2,61 h
Три на симметричном кабеле	1,6	1,7	0,35	0,3	0,85	2,93 h
Четыре на симметричном кабеле	1,6	1,9	0,35	0,35	0,95	3,29 h
Одна на коаксиальном кабеле КМ-4	3,0	1,5	0,3	0,3	0,45	4,68 h
Две изолирующие муфты типа МИС _к на кабеле КМ-4	4,1	1,5	0,3	0,5	0,45	6,3 h
Одна на коаксиальном кабеле КМ-8/6	3,2	2,5	0,3	0,3	0,45	8,2 h
Две изолирующие муфты типа МИС _к на кабеле КМ-8/6	4,3	2,5	0,9	0,5	0,45	11,65 h
Одна на коаксиальном кабеле МКТСБ-4	2,2	1,5	0,35	0,3	0,4	3,51 h
Одна на коаксиальном кабеле ВКПАП	1,0	1,0	0,3	0,2	0,3	1,15 h
Одна на симметричном кабеле	1,6	1,4	0,3	0,3	0,45	2,42 h
Две на симметричном кабеле	2,2	1,5	0,35	0,3	0,4	3,51 h
Три на симметричном кабеле	2,2	1,7	0,35	0,3	0,4	3,95 h
Четыре на симметричном кабеле	2,2	1,9	0,35	0,35	0,4	4,39 h

Примечания: 1. h — глубина котлована, м.

2. Котлован для установки пупиновского ящика по габаритам соответствует котловану для монтажа двух муфт, расположенных по одну сторону от оси траншеи с добавлением объема стакана для заглубления корпуса ящика.

3. Объем стакана зависит от типа ящика и равен высоте корпуса ящика, помноженной на площадь его основания.

быть на 10 см больше фактической глубины заложения кабеля в траншее, но не меньше проектной. Приняты два типа котлованов: для выкладки кабеля на обе стороны от оси траншеи (щели) (рис. 7.4а) и для выкладки по одну сторону (рис. 7.4б). Размеры котлованов приведены в табл. 7.1.

7.4. ПОДГОТОВКА КОНЦОВ КАБЕЛЯ К СРАЩИВАНИЮ ВЫКЛАДКА КОНЦОВ

Концы кабеля выкладываются по форме котлована или колодца, куда они заведены. Размеры выкладки в котлованах — смещения осей концов кабеля относительно его оси в траншее — зависят от формы котлованов, типа кабеля, способа сращивания оболочек, защитных покровов и др. Для всех симметричных кабелей размер a на рис. 7.5а равен 400 мм, а на рис. 7.5б — 350 мм, для кабелей МКТСБ-4 — 700 мм и для кабелей КМБ-8/6 — 1400 мм. Размер b равен 1,2

длины чугунной муфты. Расстояние между параллельно лежащими в котловане кабелями должно быть 200 мм. При выкладке кабеля необходимо строго соблюдать радиусы изгиба, допустимые для каждого типа кабеля (см. § 6.4).

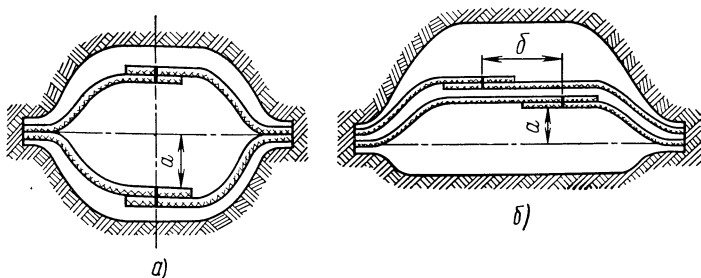


Рис. 7.5. Выкладка кабеля в котлованах: а) по обе стороны от оси траншеи; б) по одну сторону от оси траншеи

РАЗДЕЛКА КОНЦОВ

Размеры разделки концов кабеля зависят от его типа и емкости, назначения сроска и способа сращивания оболочек и защитных покровов. Размеры разделки приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Размеры разделки концов высокочастотных кабелей для монтажа соединительных муфт (рис. 7.6)

Марка кабеля	Емкость кабеля	Тип свин- цовой муфты	Назначе- ние муфты	Длина разделан- ного кабеля, мм	Размеры разделки, мм					Тип чугунной муфты
					брони а	подброньевого покрова б	оболочки в	поясной изоляции г	оголенного сердечника д	
МКСГ	4×4×1,2	МС-4п	Прямая	190	—	—	—	5	185	—
		МС-4с	Стыковая	260	—	—	—	5	255	—
МКСБ	4×4×1,2	МС-4п	Прямая	270	25	5	50	5	185	35
		МС-4с	Стыковая	350	25	5	60	5	255	65
МКСБ	7×4×1,2	МС-4п	Прямая	320	30	5	65	5	215	50
		МС-4с	Стыковая	370	30	5	75	5	255	65
МКСГ	7×4×1,2	МС-4п	Прямая	220	—	—	—	5	215	—
МКТСГ-4	4+5×2	МКС-4	»	185	—	—	—	10	175	—
МКТСБ-4	4+5×2	МКС-4	»	270	25	10	50	10	175	50
КМГ-4	4+5×4	МКС-4п	»	335	—	—	—	5	330	—
		МКС-4с	Стыковая	355	—	—	—	5	350	—
КМБ-4	4+5×4	МКС-4п	Прямая	435	30	5	65	5	330	65
		МКС-4с	Стыковая	465	30	5	75	5	350	75
КМГ-8/6	8+6+1×4+ +8×2+6×1	МСК-8/6п	Прямая	470	—	—	—	10	460	—
		МСК-8/6с	Стыковая	620	50	10	90	10	460	МЧК-70

Примечания: 1. Подброневой покров из пластиковых лент при разделке разматывается, но не обрезается.

2. При разделке концов кабеля бронеленты залуживаются и на них накладывается бандаж из медной проволоки диаметром 1,2 мм. Под бандаж подкладываются залуженные концы проводов марки ПСП: для вывода КИП, для перепайки брони соседних кабелей. (Устройство КИП и заземлений даны в § 7.13.) Концы проводов от бандажей скручиваются, но не обрезаются (см. рис. 7.6). Припайка бандажей выполняется припоем ПОС-30 с флюсом ПБК-26.

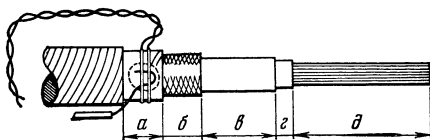


Рис. 7.6. Разделка конца кабеля

7.5. МОНТАЖ СРОСТКА ЖИЛ

ПОДГОТОВКА К СРАЩИВАНИЮ ЖИЛ

Для получения заданных размеров сростка концы кабеля должны быть сложены на козлах так, чтобы расстояние между обрезами оболочек было зафиксировано и строго соответствовало размерам, приведенным в табл. 7.3.

Т а б л и ц а 7.3

Расстояние между обрезами оболочек срачиваемых кабелей

Марка кабеля	Емкость кабеля	Назначение муфты	Расстояние, мм
МКСА (Шп, БпШп)	1×4×1,2	Прямая и стыковая	100
МКС (Г, Б, К, АШп, АБп, АБпШп)	4×4×1,2	Прямая	150
МКС (Г, Б, К, АШп, АБп, АБпШп, АСБпШп)	4×4×1,2	Стыковая	230
МКСАСБпШп	4×4×1,2	Прямая	160
МКС (Г, Б, К)	7×4×1,2	»	180
МКС (Г, Б, К)	7×4×1,2	Стыковая	230
МКСА (Шп, Бп, БпШп)	7×4×1,2	Прямая	240
МКСА (Шп, Бп, БпШп)	7×4×1,2	Стыковая	315
МКССтШп	4×4×1,2	Прямая	120
МКССтШп	4×4×1,2	Стыковая	200
МКТ (СБ, АБп)-4	4+5×2	Прямая	170
КМ (Г, Б, Бп, К)-4	4+5×4	»	330
КМ (Г, Бл, К)-4	4+5×4	»	350
КМ (Г, Б)-8/6	—	»	460

СРАЩИВАНИЕ ЖИЛ И ИЗОЛЯЦИЯ СРОСТКА

Сращивание жил диаметром 0,8 до 1,2 мм выполняется скруткой (рис. 7.7а, б), жил диаметром 1,4 мм — медной разрезной гильзой (рис. 7.7в). Бумажная изоляция жил захватывается двумя витками скрутки (рис. 7.7а), пластиковая — оплавляется у начала скрутки (рис. 7.7б), эмалевая изоляция жил снимается на отрезке 15—20 мм от конца скрутки. Сростки медных жил пропаиваются припоем ПОССу-40—0,5 в стаканчиковом паяльнике (рис. 7.7г). Сросток жил с бумажной и пластиковой изоляцией изолируется полиэтиленовой гильзой (рис. 7.7д), а сросток эмалированной жилы — стеклянной или полиэтиленовой пробиркой, заполненной изолирующей массой МКС, КПП-2 или ВК-2

(рис. 7.7е). Сращенная четверка жил фиксируется двумя групповыми полиэтиленовыми кольцами (рис. 7.7ж). Сrostки четверок кабеля емкостью 4×4 и более распределяются равномерно по всей длине сrostка (рис. 7.7з).

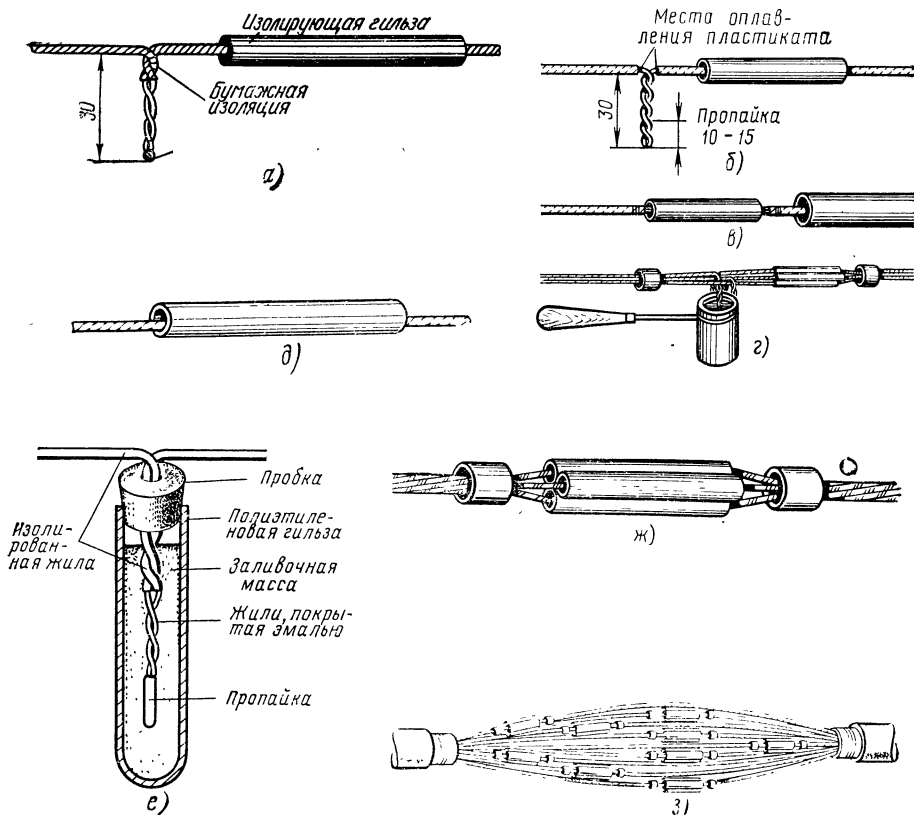


Рис. 7.7. Сращивание жил и изоляция сrostка

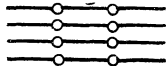
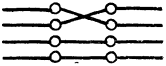

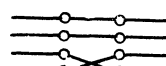


СРАЩИВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИММЕТРИЧНОГО КАБЕЛЯ В МУФТАХ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В сrostке прямой муфты все элементы кабеля сращиваются напрямую или по заданному оператору. На каждую прямую муфту заполняется бланк паспорта по заданному образцу.



В сrostке симметрирующей муфты элементы кабеля соединяются по результатам измерения коэффициентов связи и асимметрии. Сращивание жил в четверке производится по операторам симметрирования, которые приведены в табл. 7.4. Выполненные в муфте операторы записываются в бланк паспорта на монтаж сложной муфты.

Таблица 7.4

Соединение жил в муфте по операторам симметрирования

Номер оператора	Наименование оператора	Условное обозначение	Соединение жил		Схема соединения жил		
			по номерам	по цветам	B_1	A_1	
1	2	3	4	5	6		
	три точки	• • •	1—1; 2—2 3—3; 4—4	кр. — кр. желт. — желт. син. — син. зел. — зел.	кр. желт. син. зел.		кр. желт. син. зел.
2	крест—две точки	X • •	1—2; 2—1 3—3; 4—4	кр. — желт. желт. — кр. син. — син. зел. — зел.	кр. желт. син. зел.		кр. желт. син. зел.
3	два креста—точка	XX •	1—2; 2—1 3—4; 4—3	кр. — желт. желт. — кр. син. — зел. зел. — син.	кр. желт. син. зел.		кр. желт. син. зел.
4	точка—крест—точка	• X •	1—1; 2—2 3—4; 4—3	кр. — кр. желт. — желт. син. — зел. зел. — син.	кр. желт. син. зел.		кр. желт. син. зел.
5	две точки—крест	• • X	1—3; 2—4 3—1; 4—2	кр. — син. желт. — зел. син. — кр. зел. — желт.	кр. желт. син. зел.		кр. желт. син. зел.
6	крест—точка—крест	X • X	1—4; 2—3 3—1; 4—2	кр. — зел. желт. — син. син. — кр. зел. — желт.	кр. желт. син. зел.		кр. желт. син. зел.

Окончание табл. 7.4

1	2	3	4	5	6
7	три креста	XXX	1—4; 2—3 3—2; 4—1	кр. — зел. желт. — син. син. — желт. зел. — кр.	кр. желт. син. зел.  кр. желт. син. зел.
8	точка— два креста	·XX	1—3; 2—4 3—2; 4—1	кр. — син. желт. — зел. син. — желт. зел. — кр.	кр. желт. син. зел.  кр. желт. син. зел.

В сростке конденсаторной муфты (рис. 7.8) элементы кабеля соединяются по результатам измерения остаточных коэффициентов связи и асимметрии после монтажа симметрирующих муфт. Четверки сращиваются по операторам сим-

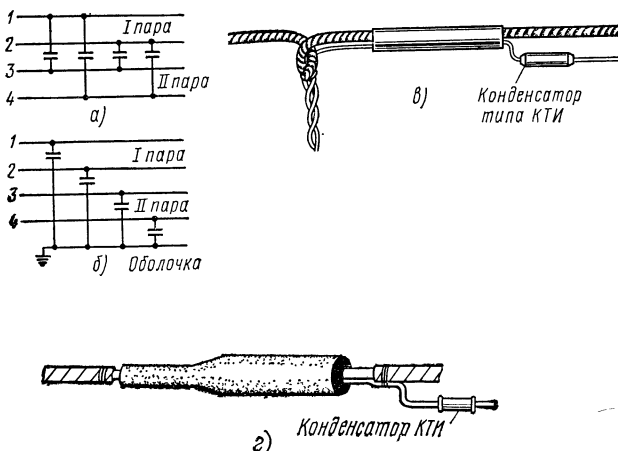


Рис. 7.8. Схемы включения конденсаторов в конденсаторной муфте

метрирования и, если остаточные коэффициенты не удовлетворяют требуемым нормам, выполняется симметрирование конденсаторами типа КТИ. Включение конденсаторов производится между жилами (рис. 7.8а) и между жилами и оболочкой (рис. 7.8б). Соединение вывода конденсатора со скруткой жил выполняется по рис. 7.8в, а на жилах диаметром 1,4 мм — через редукционную гильзу рис. 7.8г. На каждую конденсаторную муфту заполняется бланк паспорта на монтаж сложной муфты.

В сростке пупиновской муфты каждая четверка кабеля соединяется с соответствующим ей номером вывода пупиновского ящика (рис. 7.9а), в котором катушки индуктивности соединены по определенной схеме (рис. 7.9б). На входе пупиновского ящика жилы кабеля сращиваются с выводами катушек на прямое, а на выходе — по результатам измерения переходного затухания (защищенности) по операторам симметрирования. На каждую пупиновскую муфту заполняется бланк паспорта.

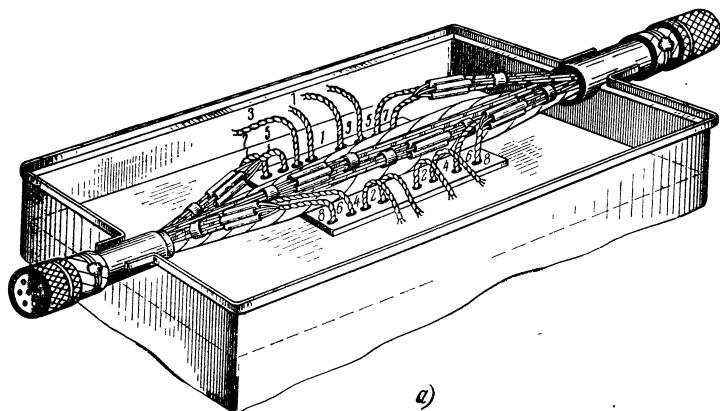
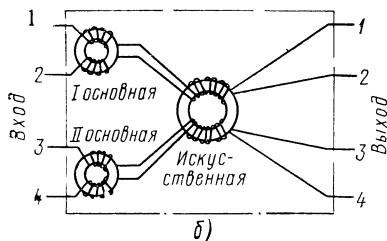


Рис. 7.9. Включение жил в пупиновской муфте



В сростке стыковой муфты (рис. 7.10) монтаж элементов кабеля выполняется по результатам измерения защищенности. Четверки сращиваются на прямое, жилы — по операторам симметрирования. Кроме того, при необходимости производится включение контуров противосвязи (рис. 7.10а), для включения которых к каждому сростку жил припаиваются два провода ПМВГ-0,75 по 100 и 250 мм (рис. 7.10б). Провода укладываются вдоль жил четверки (рис. 7.10в), а на кабельном сростке выводятся поверх упаковки (рис. 7.10г). На каждую стыковую муфту заполняется бланк паспорта.

В удлинителе, смонтированном в пупиновском ящике, элементы собраны по схемам рис. 7.11. Все элементы кабеля сращиваются с выводами удлинителей на прямое как на входе, так и на выходе. Для паспорта используется бланк на монтаж пупиновской муфты.

Разветвительные муфты монтируются: на пунктах, где емкость линейного кабеля распределяется по стабикабелям для включения их в боксы; на речных переходах при распределении емкости магистрального кабеля по двум подводным створам (рис. 7.12а); на отпаях от магистрального кабеля связи (рис.

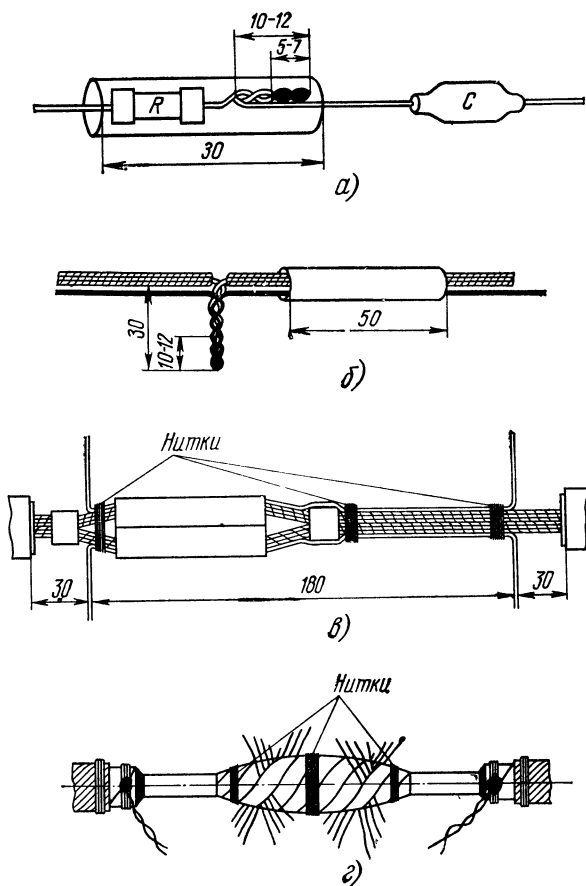
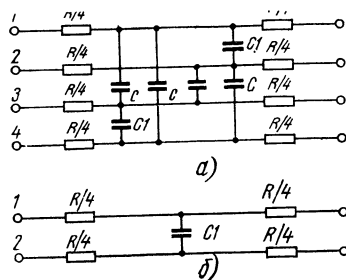


Рис. 7.10. Сроскок стыковой муфты

Рис. 7.11. Схемы удлинителей:
а) для четверки; б) для пары

7.126) и СЦБ на железных дорогах. В каждую разветвительную муфту закладываются схема распайки жил и паспорт на монтаж прямой муфты. Паспорта на монтаж всех муфт заполняются в двух экземплярах. Экземпляр, закладываемый в сrostок, должен быть заполнен простым карандашом.

Сведения о монтаже газонепроницаемых и изолирующих муфт и муфт АРУ приведены в § 7.20.

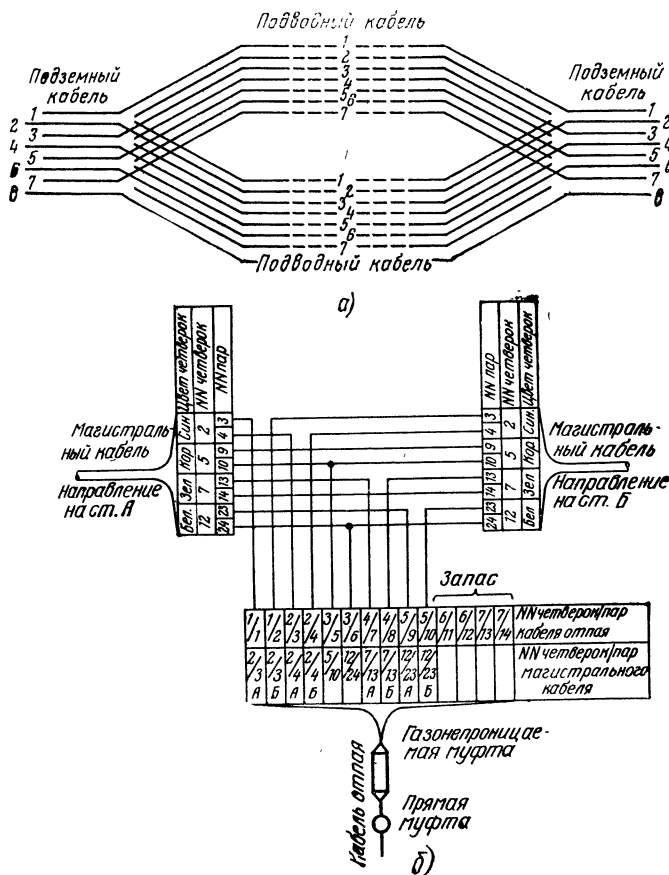


Рис. 7.12. Разветвительные муфты

УПАКОВКА СРОСТКА

Сросток кабеля с бумажной изоляцией жил (рис. 7.13) просушивается и обматывается лентой из просушенной кабельной бумаги шириной 40 мм. Сросток с пластиковой изоляцией жил упаковывается без просушки. Между последними



Рис. 7.13. Упаковка сростка

слоями ленты закладывается паспорт муфты. Сростки пупиновских муфт и удлинителей не упаковываются, а закрываются куском кабельной бумаги.

7.6. СРАЩИВАНИЕ СВИНЦОВЫХ ОБОЛОЧЕК

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ СВИНЦОВЫЕ МУФТЫ

Свинцовые и стальные оболочки кабеля срачиваются свинцовыми муфтами, алюминиевые оболочки — свинцовыми муфтами при соединении пайкой и клеем и алюминиевыми трубками при соединении взрывом и опрессованием (см. § 7.13). На пупиновских муфтах и удлинителях сращивание осуществляется во внутреннем пупиновском ящике, фланцы которого припаиваются к оболочке кабеля.

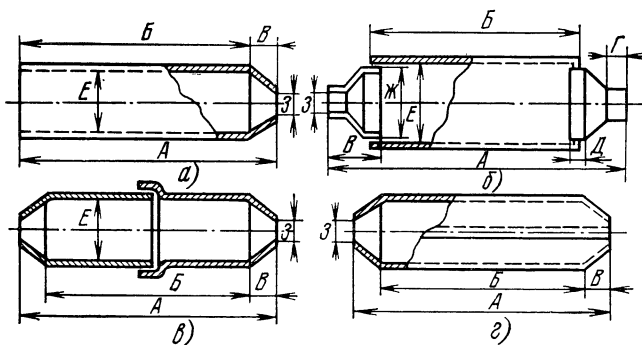


Рис. 7.14. Соединительные свинцовые муфты

Свинцовые муфты изготавливаются:

бесшовными (рис. 7.14а) с одним конусом или без конуса. Они применяются в всех случаях, когда имеется возможность надеть муфту на один конец кабеля до сращивания жил;

с отрезными конусами (рис. 7.14б), которые используются для стыковых муфт и при сращивании алюминиевых оболочек клеем ВК-9;

с поперечным швом (рис. 7.14в) для применения в случае, когда муфта не может быть надета на один конец кабеля из-за стесненности рабочего места;

с продольным швом (рис. 7.14г), которые используются для сращивания кабелей при частичном ремонте сростка. Конструктивные размеры свинцовых муфт приведены в табл. 7.5.

РАЗВЕТВИТЕЛЬНЫЕ СВИНЦОВЫЕ МУФТЫ

Независимо от материала, металлической оболочки и способа сращивания для разветвления кабеля используются свинцовые разветвительные муфты (рис. 7.15), конструктивные размеры которых приведены в табл. 7.6.

Таблица 7.5

Свинцовые соединительные муфты

Марка кабеля	Емкость кабеля	Способ сращива- ния обо- лочек	Назначе- ние муфты	Тип муфты	Длина, мм						Диаметр, мм			Толщина стенки, мм
					А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З		
1 ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
МКС (Г, Б, К, АШп, АБп, АВпШп, АСВпШп, АКпШп, СтпШп) ТЗ (Г, Б)	4×4×1,2	Пайка	Прямая	МС-4п	190	—	—	—	—	37	—	—	2,0	
			Стыковая	МС-4с	270	—	30	—	—	54	—	38	2,0	
			МС-4со	270	200	50	10	15	54	52	20	2,0		
МКС (Г, Б, К) ТЗ (Г, Б, К)	7×4×1,2	»	Прямая	МС-7п	220	—	—	—	—	45	—	—	2,0	
			Стыковая	МС-7с	220	—	40	—	—	70	—	—	2,0	
			МС-7со	310	240	50	10	15	70	68	25	3,0		
ТЗ (Г, Б, К)	14×4×1,2	»	Прямая	МС-14п	360	—	—	—	—	65	—	45	3,0	
			Конден- саторная	МС-14с	360	—	—	—	—	72	—	50	3,0	

Окончание табл. 7.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТЗ (Г, Б, К)	19×4×1,2	»	Прямая	МС-19п	370	—	—	—	—	72	—	50	3,0
			Конденсаторная	МС-19с	450	—	—	—	—	75	—	50	3,0
МКТСГ (Б, К, ВШп)-4	4+5×2	»	Прямая	МСК-4	220	—	—	—	—	41	—	—	2,0
МКТА (Шп, Бп, ВпШп)-4	4+5×2	Клей	»	МСК-4к	300	220	55	23	20	43	40	21	2,5
КМ (Г, Б, Вл, К)-4	4+5×4	Пайка	»	МСК-4п	380	—	30	—	—	60	—	55	3,0
			Пупиновская	МСК-4с	400	—	40	—	—	82	—	55	3,0
КМ (Г, Б, К)-8/6	8/6+(1×4+ +8×2+6× ×1)×0,9	»	Прямая	МСК-8/6	580	440	90	20	20	125	120	50	3,5

Примечание. Толщина стенок муфт для кабеля с круглой броней должна быть на 1 мм больше указанных в таблице.

Таблица 7.6

Свинцовые разветвительные муфты

Кабель	Тип и емкость кабеля	Тип муфты	Детали муфты	Размеры, мм			Количество деталей муфты
				длина	внутренний диаметр	толщина	
Симметричный	4×4	МСР-4-2	Пальцы	150	22	2,0	2
			Крышка	50	60	2,5	1
			Корпус	270	54	2,0	1
	7×4	МСР-7-2	Пальцы	150	26	2,0	2
			Крышка	50	76	2,5	1
			Корпус	270	70	2,0	1
Коаксиальный	МКТСБ-4	МСРК _м -4-2	Пальцы	150	26	2,0	2
			Крышка	50	76	2,5	1
			Корпус	270	70	2,0	1
	КМБ-4	МСРК-4-2	Пальцы	200	45	2,0	2
			Крышка	100	90	4,0	1
			Корпус	400	82	3,0	1
		МСРК-4-6	Пальцы	130	13	2,0	5
			Палец	130	8	2,0	1
			Крышка	100	76	3,0	1
			Корпус	360	66	3,0	1
	КМБ-8/6	МСРК-8/6-2	Пальцы	200	60	3,0	2
			Крышка	110	140	4,0	1
			Корпус	400	130	3,5	1
			Конус	90	120	3,5	1
		МСРК-8/6-16	Пальцы	240	12	2,0	7
			Пальцы	240	20	2,0	8
			Палец	240	26	2,0	1
			Крышка	110	140	4,0	1
			Корпус	400	130	3,5	1
			Конус	90	120	3,5	1

СПОСОБ СРАЩИВАНИЯ ПАЙКОЙ

Свинцовая муфта и пупиновский ящик срачиваются со свинцовой оболочкой кабеля способом пайки. Припоем служит ПОССу-30, флюсом — стеарин, источником тепла — газовая горелка или паяльная лампа, рабочим инструментом — паяльная гладилка.

После запайки муфты она проверяется на герметичность избыточным давлением. На кабелях, где не требуется производить измерение сопротивления изоляции изолирующих защитных шлангов, выполняется перепайка брони. Проволоки от бандажей скручиваются и припаиваются к свинцовой муфте (рис. 7.16).

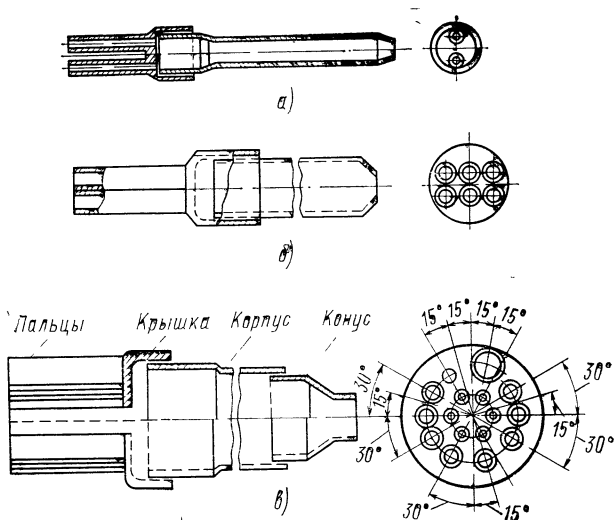


Рис. 7.15. Разветвительные свинцовые муфты: а) на два ответвления; б) на шесть; в) для кабеля КМ-8/6

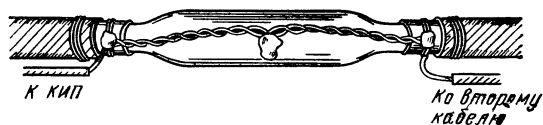


Рис. 7.16. Перепайка брони на оболочке

7.7. ЗАЩИТА СРОСТКА И ФИКСАЦИЯ ЕГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ

ЗАЩИТНЫЕ МУФТЫ

Сросток проложенного в грунт кабеля защищается от механических повреждений чугунной муфтой типа МЧ или МЧК (табл. 7.7, рис. 7.17). Применяемый

Таблица 7.7

Защитные чугунные муфты

Тип муфты	Размер, мм							Масса, кг
	L	B	H	l1	l2	b1	d	
МЧ-25	235	80	80	120	65	50	25	2,3
МЧ-35	395	105	110	260	112	75	35	6,22
МЧ-50	500	120	115	310	130	80	50	8,72
МЧ-65	625	152	145	375	140	110	65	15,06
МЧ-75	750	160	160	460	194	120	75	22,69
МЧ-85	905	180	200	650	205	155	85	35,19
МЧК-70	1000	180	205	775	205	160	70	46,0

Примечание. С конца 1978 г. завод выпускает муфты с МЧ-25 по МЧ-65 с полукруглой крышкой, которая крепится к нижнему полукорпусу.

тип чугунной муфты зависит от типа свинцовой муфты и способа сращивания изолирующих покровов. Чугунная муфта МЧ состоит из накладки 1, нижнего и верхнего полукорпусов 2, 3 и крышки 4. На муфтах типа МЧ-25 — МЧ-65 прилива для болта 5 нет.

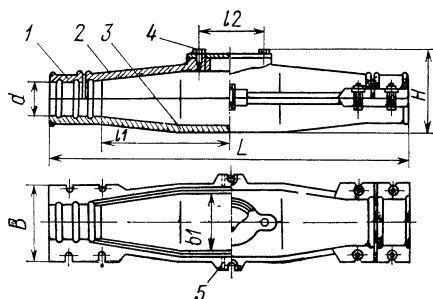


Рис. 7.17. Чугунные муфты

ЗАЩИТА СРОСТКА

Нижний полукорпус чугунной муфты устанавливается на дне котлована, в него укладывается запаянный сrostок с выводами для КИП, перепайки с другими кабелями и заземления, устанавливаются накладки и верхний полукорпус и производится сбаличивание муфты. Разогретый до температуры 120°C битум № 4 заливается в муфту с двукратной доливкой. Все болты, накладки и выходы кабеля обмазываются горячим битумом. Засыпка котлована производится ранее вынутым грунтом.

ФИКСАЦИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ МУФТ

В загородных условиях фиксация производится железобетонными замерными столбиками, которые устанавливаются в 10 см от створа трассы кабельной линии в сторону поля против центра муфты (рис. 7.18а). На двухкабельной линии замерный столбик устанавливается также в 10 см от створа трассы в сто-

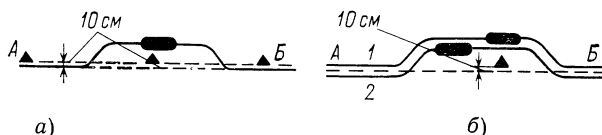


Рис. 7.18. Установка замерного столбика

рону поля против центра муфты кабеля (рис. 7.18б). Муфты кабеля № 2 привязываются к замерному столбику в документах фиксации. В населенных пунктах, где замерные столбики не устанавливаются, местоположение муфты привязывается к двум-трем постоянным ориентирам. На муфтах, где сделан вывод КИП, его провод протягивается в канал замерного столбика до его установки.

7.8. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ВЧ КАБЕЛЕЙ СИММЕТРИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

При монтаже симметричных ВЧ кабелей особое внимание следует обращать на сохранность конструкции сердечника — минимальное нарушение шага скрутки, расположение жил, восстановление экрана и т. п. Включаемые при сим-

метрировании контура противосвязи (рис. 7.10а) состоят из конденсатора типа КТИ и резистора типа МЛТ или УЛИ, подключаемых к жилам кабеля непосредственно или с помощью заранее припаянных к ним выводных проводников (рис. 7.10г). Длина проводников должна быть минимальной.

Промышленностью выпускаются два вида симметрирующих конденсаторов: КТИ-1 и КТИ-2. Технические характеристики их приведены в табл. 7.8, а общий вид показан на рис. 7.19.

Таблица 7.8

Технические характеристики керамических трубчатых конденсаторов типа КТИ

Вид конденсатора	Пределы номинальных емкостей, Ф	Номинальное напряжение		Сопротивление изоляции при 25±10°С и относительной влажности 65±15%, МОм	Условия испытания электрической прочности	Длина корпуса, мм	Масса, г
		переменного тока 50 Гц, В действ.	постоянного тока, В				
КТИ-1	2,0÷68 75÷200	700	1000	300 000 ¹⁾	Переменный ток 50 Гц напряжением 2000 В действ. в течение 10 с	20—5 25—5	4
КТИ-2	220÷300 360÷560 620÷750 820÷1000	325	450	200 000 ¹⁾	Постоянный ток напряжением 2000 В в течение 10 с	30 40 50 60	4 5 5,5 6

¹ После пребывания в воде — не менее 10 000 МОм.

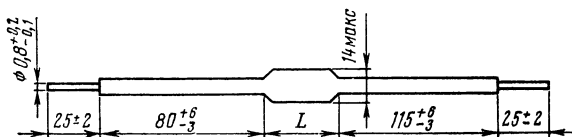


Рис. 7.19. Конденсатор типа КТИ

Конденсаторы КТИ предназначены для работы в интервале температур —25÷+40°С. После воздействия трех циклов изменения температуры от —60 до +100°С конденсатор не должен иметь механических повреждений и должен сохранять электрическую прочность. Корпус КТИ-1 окрашивается в красный цвет, а КТИ-2 — во все другие цвета, кроме красного. Вывод конденсатора, который при необходимости должен соединяться с землей, имеет синий или черный цвет. Допускаемые отклонения емкости симметрирующих конденсаторов от номинальной величины и примерная потребность в них для одного усилительного участка системы К-60 приведены в табл. 7.9.

При монтаже конденсаторов перегиб выводов у основания допускается на расстоянии не менее 20 мм от корпуса.

Пример условного обозначения конденсатора типа КТИ-1 номинальной емкостью 100 пФ с допускаемым отклонением ±5%: «Конденсатор КТИ-1-100±±5%, ГОСТ 5.1049—71».

Таблица 7.9

**Допустимые отклонения емкости симметрирующих конденсаторов КТИ
и примерная их потребность для одного усилительного участка системы К-60**

Номинальная емкость, пФ	Степень изменения емкости	Допустимое отклонение емкости от номинального значения	Примерная потребность в конденсаторах, шт.	
			кабель МКС-7×4	кабель МКС-4×4
2,0—2,4 2,7—3,9	0,2 0,3	$\pm 0,4$ пФ	10	6
4,4—5,1	0,4	$\pm 10\%$; $\pm 20\%$	15	9
5,6—6,8	0,6			
7,5; 8,2; 9,1	—		20	11
10—13	1,0			
15	—			
16—18	2,0		15	9
20—22				
24—27			10	6
30—39	3,0		5	3
43—56	4,0		2	3
62—68	6,0	± 5 ; ± 10 ; $\pm 20\%$	2	2
75—82	7,0			
91—100	9,0			
110—130	10,0			
150—160				
180—200	20			
220—240		± 5 ; $\pm 10\%$	—	—
270—390	30			
430—510	40			
560—680	60			
750—820	70			
910—1000	90			

На каждом конденсаторе должны быть отчетливо обозначены влагостойкой краской: товарный знак предприятия-поставщика; номинальная емкость в пикофарадах и допускаемое отклонение емкости в процентах; год изготовления.

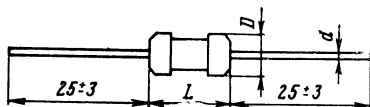


Рис. 7.20. Резистор типа МЛТ

Применяемые для контуров противосвязи резисторы изготавливаются по ГОСТ 7113—77Е. Технические характеристики и размеры их приведены на рис. 7.20 и в табл. 7.10. В табл. 7.11 приведены номинальные величины сопротивлений резисторов.

Таблица 7.10

Технические характеристики резисторов типа МЛТ

Тип	Номинальная мощность рассеивания, Вт	Размер, мм (рис. 7.20)			Масса, г	Номинальное сопротивление, Ом	Допускаемое отклонение, %	Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В	Температура окружающего воздуха, °С
		L	D	d					
МЛТ-0,5	0,5	10,8	4,2	0,8	1,0	от 1 до 5,1·10*	±5	350	} От —60 до +125
МЛТ-1	1,0	13,0	6,6	0,8	2,0	от 1 до 10·10*	±10	500	
МЛТ-2	2,0	18,5	8,6	1,0	3,5	от 1 до 10·10*	±20	750	

Примечание. При симметрировании используются резисторы МЛТ-0,5 и МЛТ-1. При отсутствии номинальных значений в контур могут быть включены резисторы, составленные из двух резисторов других значений.

На поверхности каждого резистора несмываемой краской наносятся следующие обозначения: товарный знак предприятия-поставщика; вид резистора; номинальная величина сопротивления резистора; допускаемое отклонение сопротивления от номинальной величины в процентах; две последние цифры года выпуска. Проволочные выводы резисторов должны быть прочно скреплены с контактными колпачками и выдерживать четырехкратный перегиб без следов излома. Пайка выводных проводников осуществляется припоем ПОС-40 или ПОС-60 на расстоянии не менее 5 мм от колпачка.

Хранятся резисторы в закрытом помещении при температуре 5—35°С, относительной влажности воздуха до 80% и отсутствии в окружающей среде кислотных и щелочных примесей. Разрешается хранение в заводской упаковке в неотапливаемых помещениях в течение не более двух лет. Транспортировать резисторы можно любым видом транспорта при условии защиты их от прямого воздействия атмосферных осадков.

Пример условного обозначения при заказе резистора типа МЛТ-1 сопротивлением 100 000 Ом с допускаемым отклонением 5%: «Резистор МЛТ-1-100 кОм±5% ГОСТ 7113—77Е».

Таблица 7.11

**Номинальные величины сопротивлений резисторов для контуров
противосвязи (ГОСТ 2825—67)**

Допускаемые отклонения								
±20%	±10%	±5%	±20%	±10%	±5%	±20%	±10%	±5%
Ом			кОм			МОм		
1,0	1,0	1,0 1,1	10	10	10 11	100	100	100 110
	1,2	1,2 1,3		12	12 13		120	120 130
1,5	1,5	1,5 1,6	15	15	15 16	150	150	150 160
	1,8	1,8 2,0		18	18 20		180	180 200
2,2	2,2	2,2 2,4	22	22	22 24	220	220	220 240
	2,7	2,7 3,0		27	27 30		270	270 300
3,3	3,3	3,3 3,6	33	33	33 36	330	330	330 360
	3,9	3,9 4,3		39	39 43		390	390 430
4,7	4,7	4,7 5,1	47	47	47 51	470	470	470 510
	5,6	5,6 6,2		56	56 62		560	560 620
6,8	6,8	6,8 7,5	68	68	68 75	680	680	680 750
	8,2	8,2 9,1		82	82 91		820	820 910

7.9. МОНТАЖ КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ ТИПА КМ-4

Для монтажа коаксиальных пар типа 2,6/9,4 кроме обычных применяются специальные инструменты и детали, показанные на рис. 7.21—7.28. Сращивание пар производится напрямую, т. е. первая с первой, вторая со второй и т. д. При несовпадении пар в пределах до 90° концы кабеля необходимо встречно развернуть до совпадения; при больших углах несовпадения один из концов кабе-

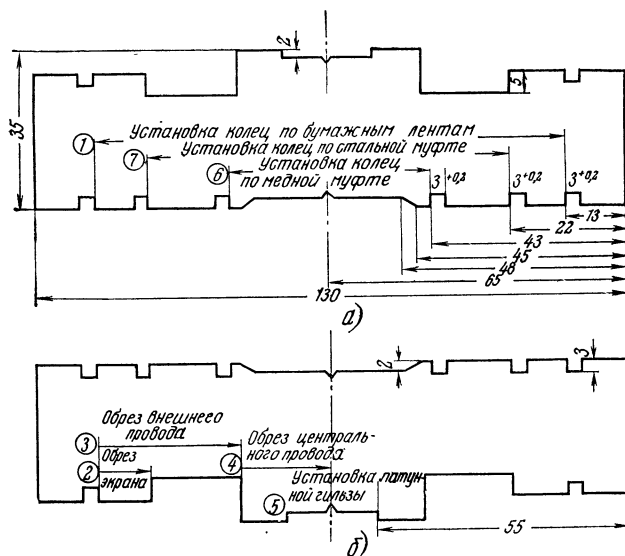


Рис. 7.21. Шаблон для разделки коаксиальных пар типа 2,6/9,4:
а) лицевая сторона; б) оборотная сторона

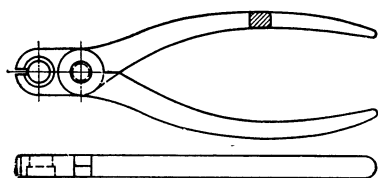


Рис. 7.22. Сжимы специальные для установки медных колец

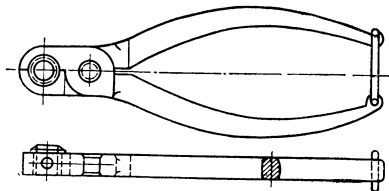


Рис. 7.23. Сжимы-обрезы

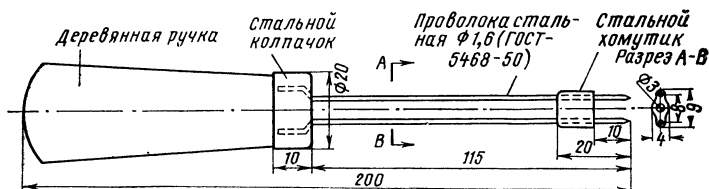


Рис. 7.24. Вилка специальная для удаления полиэтиленовых шайб

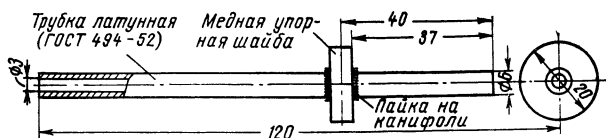


Рис. 7.25. Установщик шайб

ля должен быть разделан на новом месте. При этом следует иметь в виду, что шаг скрутки коаксиальных пар в кабеле КМ-4 равен 800 мм. Следовательно, при угле несовпадения, например 180° , разделку необходимо сместить на 400 мм.

Разделка коаксиальных пар производится по шаблону (рис. 7.21). Бумажная изоляция и ленты экрана закрепляются при помощи малых обжимных колец

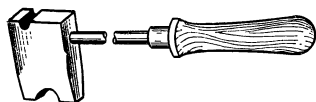


Рис. 7.26. Паяльник фигурный

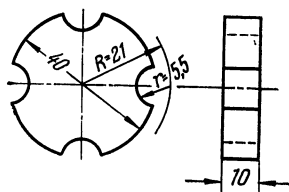


Рис. 7.27. Распорный диск для кабеля типа КМ-4

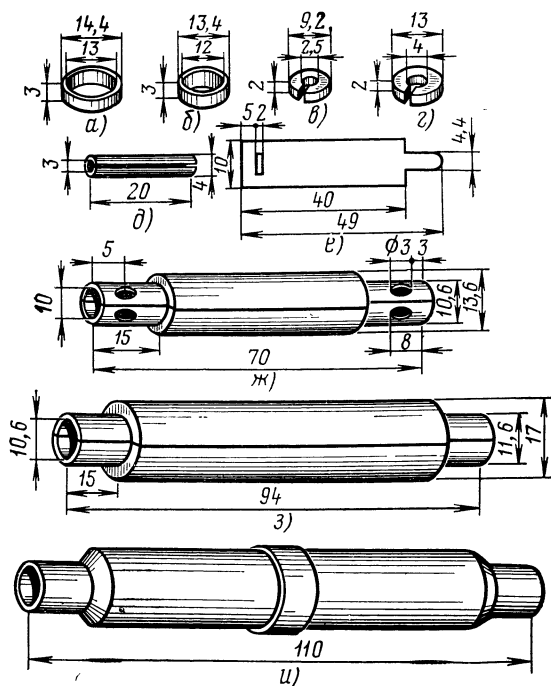


Рис. 7.28. Детали для монтажа коаксиальных пар типа 2,6/9,4:

а) кольцо обжимное большое; б) кольцо обжимное малое; в) шайба фторопластовая малая; г) шайба фторопластовая большая; д) гильза латунная (медная) с прорезью; е) кольцо нумерационное; ж) муфта медная разрезная; з) муфта стальная разрезная; и) гильза изолирующая полиэтиленовая

(рис. 7.28б) и специальных сжимов (рис. 7.22), излишняя длина лент удаляется при помощи сжимов-обрезов (рис. 7.23). Затем обрезаются внешний и внутренний проводники. Из каждой пары при помощи нагретой специальной вилки (рис. 7.24) удаляется по три-четыре полиэтиленовые шайбы, вместо которых при помощи установщика шайб (рис. 7.25) устанавливают по три фторопластовых

шайбы (рис. 7.28а). Сращивание внутреннего проводника производится при помощи латунной или медной разрезной гильзы (рис. 7.28б), а внешнего проводника — при помощи медных разрезных муфт (рис. 7.28ж), шейки которых обжимаются малыми медными кольцами (рис. 7.28в). Гильзы и концы медных муфт пропаиваются припоем ПОССу-61 при помощи фигурного паяльника (рис. 7.26). Экранные ленты сращивают посредством стальной разрезной муфты (рис. 7.23з)

Т а б л и ц а 7.12

**Специальные детали для монтажа коаксиальных пар
типа 2,6/9,4 и 1,2/4,6**

Наименование	Назначение	Количество, шт., для одной муфты кабеля		
		КМ-8/6	КМ-4	МКТ-4
Д л я п а р 2,6/9,4 (рис. 7.28)				
Кольцо медное большое	Обжим стальных разрезных муфт	16	8	—
То же, малое	Обжим медных разрезных муфт и стальных лент экрана	32	16	—
Шайба фторопластовая малая	Замена полиэтиленовых шайб	48	24	—
То же, большая	Изоляция внутреннего проводника	8	4	—
Гильза латунная (медная) луженая с прорезью	Сращивание внутреннего проводника	8	4	—
Кольцо нумерационное	Нумерация коаксиальных пар	8	4	—
Муфта медная разрезная	Сращивание внешнего проводника	8	4	—
То же, стальная	Восстановление экрана	8	4	—
Гильза полиэтиленовая	Изоляция срезки коаксиальной пары	8	4	—
Д л я п а р 1,2/4,6 (рис. 7.33)				
Втулка опорная латунная	Закрепление экранных лент и создание опоры для медных и стальных муфт	12	—	8
Трубка полиэтиленовая	Создание опоры под внешним проводником	12	—	8
Шайба фторопластовая	Изоляция внутреннего проводника	12	—	8
Гильза медная луженая с прорезью	Сращивание внутреннего проводника	6	—	4
Муфта медная разрезная	Сращивание внешнего проводника	6	—	4
Кольцо медное малое	Обжим медных разрезных муфт	24	—	16
Муфта стальная разрезная	Восстановление экрана	6	—	4
Кольцо медное большое	Обжим стальных разрезных муфт	12	—	8
Гильза полиэтиленовая	Изоляция срезки коаксиальных пар	6	—	—
Кольцо нумерационное	Нумерация коаксиальных пар	6	—	4

и обжимают большими медными кольцами (рис. 7.28а). Изоляция срезки производится полиэтиленовой гильзой (рис. 7.28и) или обмоткой кабельной бумагой. На каждую пару надевают нумерационное кольцо (рис. 7.28е). Данные о специальных деталях приведены в табл. 7.12.

Общий вид соединения коаксиальной пары показан на рис. 7.29. Симметричные четверки сращиваются со слабиной 4—5 см и располагаются между коаксиальными парами в шахматном порядке со сдвигом через одну коаксиальную пару. В кабеле КМ-4 обычно пупинизируется одна симметричная пара; ману-

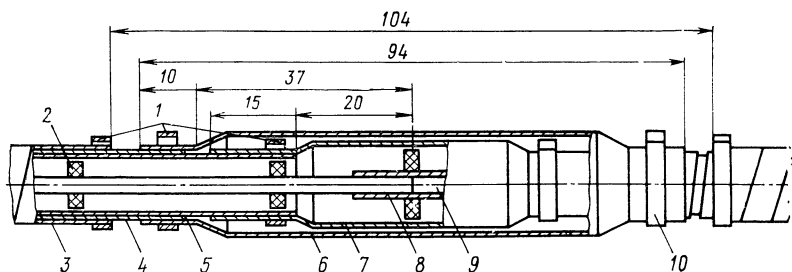


Рис. 7.29. Общий вид соединения коаксиальной пары типа 2,6/9,4: 1 — обжимные медные кольца; 2 — изолирующие шайбы; 3 — поясная изоляция коаксиальной пары; 4 — экранирующие ленты; 5 — внешний проводник; 6 — стальная разрезная муфта; 7 — медная разрезная муфта; 8 — латунная гильза с прорезью; 9 — внутренний проводник; 10 — обжимное кольцо

логабаритная пупиновская катушка индуктивностью 100 мГ размещается внутри срезка между коаксиальными парами. При необходимости в этой же муфте размещается сигнализатор понижения давления. Общий вид смонтированной муфты показан на рис. 7.30.

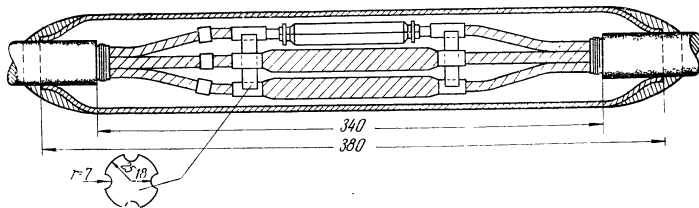


Рис. 7.30. Общий вид смонтированной муфты на кабеле КМ-4

7.10. МОНТАЖ МАЛОГАБАРИТНОГО КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ ТИПА МКТС-4

Данные о применяемых при монтаже кабеля типа МКТС-4 специальных инструментах, приспособлениях и деталях приведены в табл. 7.12 и на рис. 7.31—7.33.

Особенность методики монтажа малогабаритного кабеля состоит в том, что после разделки коаксиальных пар на каждую из них надвигается опорная латунная втулка (рис. 7.33а), скрепляющая концы экранирующих лент и создающая опору для медных и стальных полумуфт при сращивании внешнего проводника и экрана. Кроме того, для создания опоры под внешними проводниками и недопущения эксцентриситета в местах их обреза, на внутренние проводники надвигаются полиэтиленовые трубки до упора в пережим баллонной изоляции.

Общий вид смонтированной коаксиальной пары показан на рис. 7.34, а общий вид муфты — на рис. 7.35.

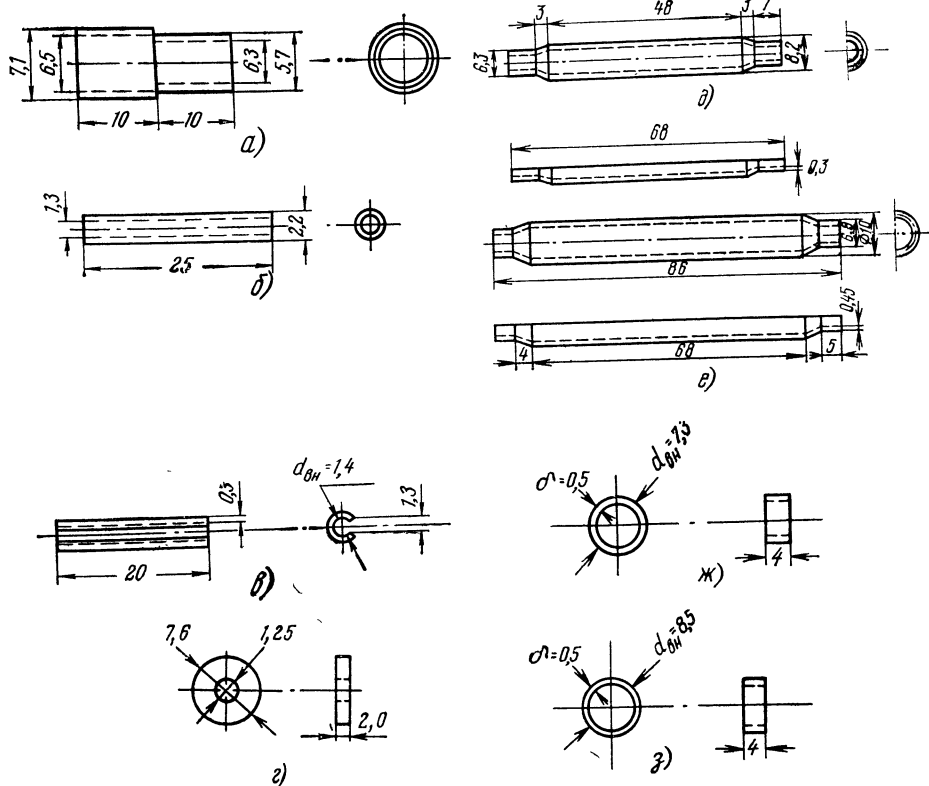


Рис. 7.33. Детали для монтажа коаксиальных пар типа 1,2/4,6:

а) втулка латунная опорная; б) трубка опорная полиетиленовая; в) гильза латунная (медная) с прорезью; г) шайба фторопластовая; д) муфта медная разрезная; е) муфта стальная разрезная; ж) кольцо обжимное медное малое; з) кольцо обжимное медное большое

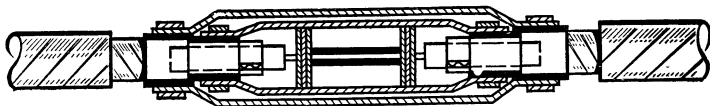


Рис. 7.34. Общий вид смонтированной коаксиальной пары типа 1,2/4,6 кабеля МКТС-4

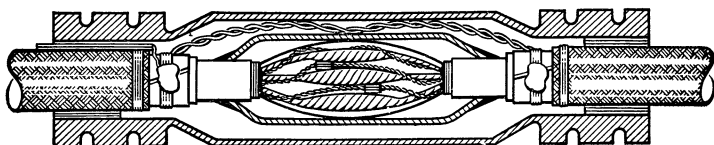


Рис. 7.35. Общий вид смонтированной муфты на кабеле МКТС-4

Данные по монтажу муфт на кабеле в двойной пластмассовой оболочке типа МКТП-4, а также о сращивании его с кабелем типа МКТС-4 приведены в разд. 7.15 и 7.16.

7.11. МОНТАЖ КОМБИНИРОВАННОГО КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ ТИПА КМБ-8/6

Для сращивания коаксиальных пар 2,6/9,4 и 1,2/4,6 используются такие же инструменты и детали, как при монтаже кабелей типа КМБ-4 и МКТС-4. Кроме того, для монтажа кабеля КМБ-8/6 применяется распорный конус (рис. 7.36). Данные о деталях приведены в табл. 7.12.

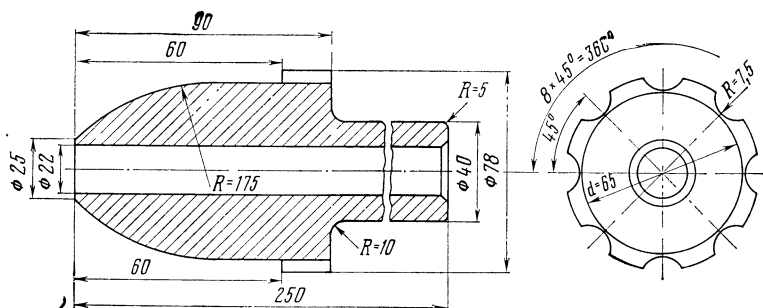


Рис. 7.36. Распорный конус для монтажа кабеля типа КМБ-8/6

Особенности монтажа кабеля типа КМБ-8/6 сводятся в основном к следующему:

для удобства разделки и сращивания коаксиальных пар 2,6/9,4 используется специальный распорный конус (рис. 7.36), устанавливаемый между парами 2,6/9,4; при этом коаксиальные пары 1,2/4,6 вместе с находящейся в центре сердечника симметричной четверкой пропускают через отверстие в конусе;

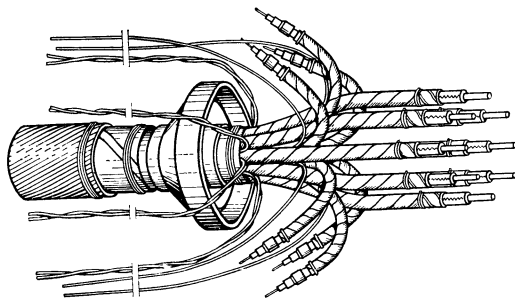


Рис. 7.37. Разделка и подготовка коаксиальных пар кабеля КМБ-8/6 к сращиванию

после разделки коаксиальных пар 2,6/9,4 и удаления распорного конуса коаксиальные пары 1,2/4,6 (вместе с одиночными жилами) выводят из внутреннего повода в промежутки между парами 2,6/9,4 и временно изгибают при радиусе не менее 90 мм (рис. 7.37);

в первую очередь сращиваются пары внешнего повива (2,6/9,4), а потом — пары 1,2/4,6. Симметричные пары и одиночные жилы сращивают в последнюю очередь (пушиновскую катушку устанавливают до окончания монтажа пар 2,6/9,4).

Общий вид муфты на кабеле КМБ-8/6 показан на рис. 7.38.

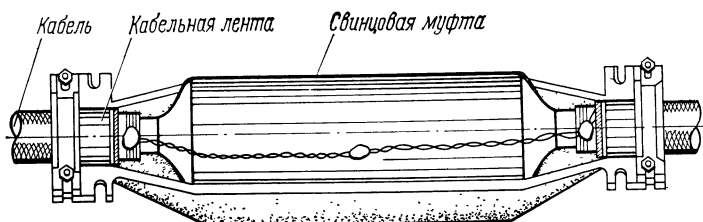


Рис. 7.38. Общий вид смонтированной муфты на кабеле типа КМБ-8/6

7.12. МОНТАЖ ОДНОКОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ ТИПА ВКПА-2,1/9,7

Для монтажа этого кабеля, кроме обычных, применяются специальные инструменты, приспособления и детали, данные о которых приведены в табл. 7.13. и на рис. 7.39—7.41.

Рис. 7.39. Пуансон и матрица к гидравлическому прессу:

1 — матрица; 2 — пуансон; 3 — шайба; 4 — винт; 5 — штифт

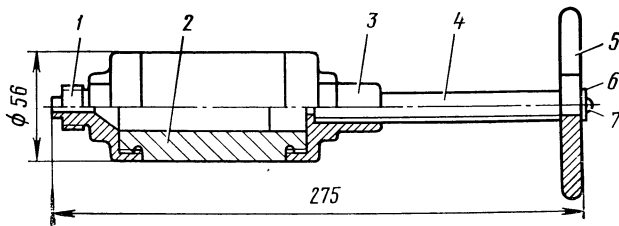
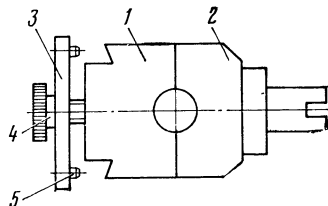


Рис. 7.40. Пресс ручной штоковый:

1 — гайка нижняя с соплом; 2 — цилиндр; 3 — гайка верхняя; 4 — шток с поршнем; 5 — вороток; 6 — шайба; 7 — винт

Основные особенности монтажа:

сращивание внешнего проводника (оболочки) выполняется методом пластической деформации алюминия посредством опрессовки внешнего проводника

Т а б л и ц а 7.13

**Специальные инструменты, детали и материалы для монтажа кабеля
типа ВКПА**

Наименование	Единица измерения	Количество	Назначение
Пресс гидравлический ручной типа РГП-7		1	Опрессовка алюминиевой трубки
Пуансон и матрица к прессу РГП-7 (рис. 7.39)	компл.	1	То же
Пресс ручной штоковый (рис. 7.40)		1	Выпрессование разогретого полиэтилена
Прессформа с вкладышем	компл.	1	То же
Монтажный станок	»	1	Закрепление концов кабеля и прессформы
Щетка стальная плоская		1	Зачистка алюминиевых поверхностей
Щетка стальная круглая		1	То же
Буравчик		1	Извлечение пористой полиэтиленовой изоляции
Бородок		1	Установка опорных втулок под внешний проводник
Гильза медная с прорезью (рис. 7.41а)		1	Сращивание внутреннего проводника
Втулка стальная опорная (рис. 7.41б)		2	Создание опоры при опрессовании
Трубка алюминиевая соединительная (рис. 7.41в)		1	Сращивание внешнего проводника — оболочки
Трубка полиэтиленовая (рис. 7.41г)		1	Восстановление полиэтиленового шланга
Полиэтилен марок 153-01К, 153-02К, 153-04К, 102-01К, 102-02К, 102-04К	г	50	Восстановление изоляции
Кварцевазелиновая паста	»	4	Смазка контактирующих поверхностей внешнего проводника и алюминиевой трубки
Полиизобутиленовый компаунд ЛПК	»	20	Нанесение на срезок противокоррозионного покрытия
Пленка полиэтиленовая стабилизированная лентами шириной 10, толщиной 0,1—0,25 мм	м	3,5	То же
То же, шириной 20 мм	»	2,5	Сварка полиэтиленовой трубки с полиэтиленовым шлангом
Стеклолента ЭСЛБ шириной 20 мм, толщиной 0,2 мм	»	6	То же
Трубка поливинилхлоридная внутренним диаметром 18—25 мм, длиной 40—50 мм	»	1	Прокладка под срезку муфты на кабеле ВКПАШпТ

соединительной алюминиевой трубкой (рис. 7.41в). При этом под внешний проводник на участке опрессовки вводятся опорные стальные гильзы (рис. 7.41б). Контактные поверхности проводника и соединительной трубки зачищают под слоем кварцевазелиновой пасты. Опрессовка производится с помощью ручного гидравлического пресса со специальными пуансоном и матрицей (рис. 7.39); восстановление изоляции коаксиальной пары выполняется путем выпрессовывания полиэтилена, разогретого до вязкотекучего состояния, при помощи ручного штокового пресса (рис. 7.40);

восстановление полиэтиленового шланга осуществляется посредством сварки с ним полиэтиленовой муфты (трубки), разогреваемой открытым пламенем через стеклоленту.

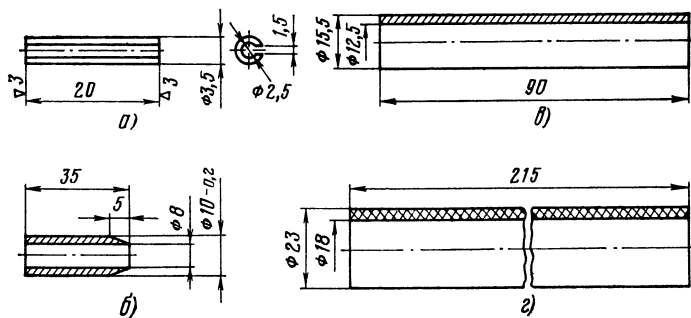


Рис. 7.41. Детали для монтажа кабеля ВКПАШп:

а) гильза медная с прорезью; б) втулка стальная опорная; в) трубка алюминиевая; г) трубка полиэтиленовая

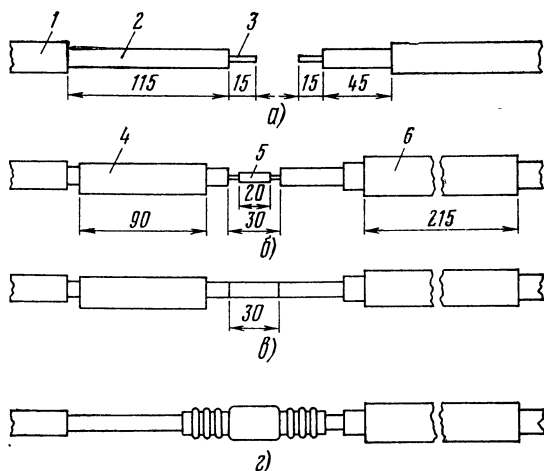


Рис. 7.42. Разделка концов и основные этапы монтажа кабеля ВКПАШп:

а) разделка концов; б) сращивание внутреннего проводника; в) восстановление изоляции; г) сращивание внешнего проводника;

1 — полиэтиленовая оболочка; 2 — внешний проводник; 3 — внутренний проводник; 4 — трубка алюминиевая; 5 — гильза медная; 6 — трубка полиэтиленовая

Размеры разделки и основные этапы монтажа кабеля типа ВКПА показаны на рис. 7.42, а общий вид смонтированной муфты в разрезе — на рис. 7.43.

Особенности монтажа подвешенного кабеля типа ВКПАШпт заключаются в следующем: строительные длины кабеля должны оканчиваться на опорах; монтаж муфты осуществляется на земле, после чего она поднимается и закрепляется на

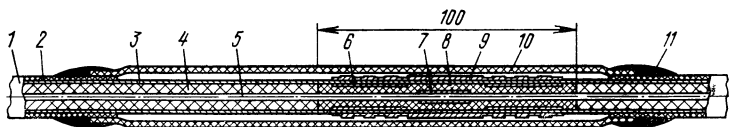


Рис. 7.43. Общий вид смонтированной муфты на кабеле ВКПАШп в разрезе:

1 — полиэтиленовая оболочка; 2 — слой битума; 3 — внешний проводник; 4 — пористая полиэтиленовая изоляция; 5 — внутренний проводник; 6 — гильза стальная опорная; 7 — гильза медная; 8 — восстановленная полиэтиленовая изоляция; 9 — трубка алюминиевая после опрессовки; 10 — трубка полиэтиленовая после приварки; 11 — место сварки

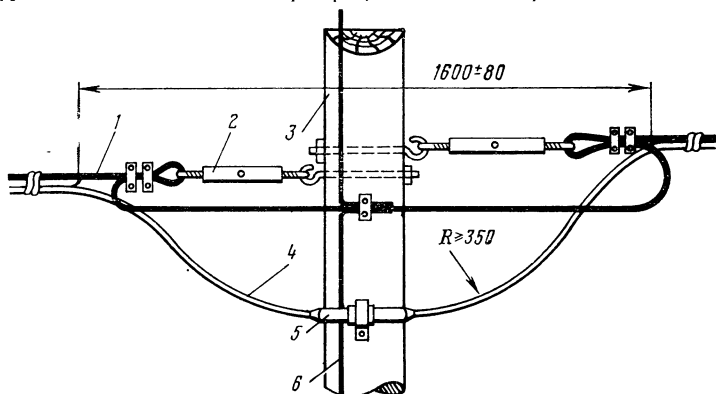


Рис. 7.44. Укрепление смонтированной муфты на подвешенном кабеле типа ВКПАШп:

1 — трос; 2 — стяжка; 3 — опора; 4 — кабель; 5 — муфта; 6 — заземляющий провод

опоре; на стыке кабеля ВКПАШп, подвешенного на опорах, с кабелем ВКПАШп, проложенным в земле, соединительная муфта располагается в котловане. Муфта на подвешенном кабеле типа ВКПАШп показана на рис. 7.44.

7.13. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ В АЛЮМИННЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При монтаже кабелей в алюминиевой оболочке учитываются следующие особые требования:

для сохранения электрических свойств полистирольной изоляции жил и полиэтиленового шланга все горячие процессы (залуживание, пайка) должны выполняться при минимальном нагреве и в возможно короткий срок; места пайки необходимо охладить;

для обеспечения возможности периодической проверки электрического состояния изолирующих покровов перепайка брони и оболочки (муфты) не производится;

на стыке кабеля в алюминиевой оболочке с кабелем в свинцовой оболочке устанавливается изолирующая муфта;

до начала монтажа измеряется сопротивление изоляции изолирующих шлангов на сращиваемых отрезках кабеля.

Сращивание алюминиевых оболочек может выполняться следующими основными методами: горячей пайкой, склеиванием, сваркой взрывом и опрессованием.

Размеры разделки концов кабеля приведены в табл. 7.14, 7.15, а типы муфт — в табл. 7.5.

Таблица 7.14

Размеры разделки концов кабелей типа МКСА и
типы чугунных муфт

Марка кабеля	Способ сращивания оболочки	Способ восстановления защитного покрова	Тип муфты	Расстояние между обрезами, мм				Тип чугунной муфты	
				оболочки	внутреннего шланга	брони	наружного шланга, джула		
1	2	3	4	5	6	7	8 *	9	
МКСАШп-1×4×1,2	Пайка	Холодный и горячий	Прямая и симметр.	110	—	—	230	МЧ-35 ¹	
	Клеевой			—	—		МЧ-35		
	Взрывной		Прямая	150	—	—	320	МЧ-50	
			Симметр.	170	—	—	340		
МКСАБШп-1×4×1,2	Пайка	Холодный	Прямая и симметр.	110	230	290	340	МЧ-35 ²	
	Клеевой			110	230	300	350	МЧ-35	
		Взрывной	110	230	260	310	МЧ-50		
			Прямая	150	320	380	440	МЧ-50	
Симметр.		170	340	400	480				
МКСАШп-4×4×1,2	Пайка	Холодный и горячий	Прямая	160	—	—	470	МЧ-50 ¹	
			Симметр.	240	—	—	580		
	Клеевой		Прямая	160	—	—	300	МЧ-50 ¹	
			Симметр.	240	—	—	380		
	Взрывной		Прямая	200	—	—	370	МЧ-65	
			Симметр.	320	—	—	490	МЧ-75	
			Пайка	Прямая	160	310	340	390	МЧ-50 ³
				Симметр.	240	390	420	470	МЧ-65 ⁴
Клеевой	Холодный	Прямая	160	300	370	420	МЧ-50		
			160	300	330	380	МЧ-65		
	Холодный	Симметр.	240	380	450	500	МЧ-65		
			Горячий	240	380	410	460	МЧ-75	

Окончание табл. 7.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
МКСАБл-4×4×1,2	Взрывной	Холодный и горячий	Прямая	200	370	400	525	МЧ-65
			Симметр.	320	490	520	690	МЧ-75
			Прямая	160	310	420	470	МЧ-50
			Симметр.	240	390	530	580	МЧ-50 ³
	Клеевой	Холодный	Прямая	160	300	370	420	МЧ-50
				160	300	410	460	МЧ-50
		Холодный	Симметр.	240	380	450	500	МЧ-50
				240	380	490	540	МЧ-65
	Взрывной	Холодный и горячий	Прямая	200	370	440	545	МЧ-65
			Симметр.	320	490	560	710	МЧ-75
			Прямая	190	—	—	350	МЧ-50 ¹
			Симметр.	240	—	—	400	МЧ-75
Клеевой	Холодный	Прямая	190	350	420	470	МЧ-65	
			190	350	380	430	МЧ-75	
	Холодный	Симметр.	240	400	470	520	МЧ-75	
			240	400	430	480	—	
	Холодный	Прямая	190	350	420	470	МЧ-65	
			190	350	470	520	МЧ-65	
	Холодный	Симметр.	240	400	470	520	МЧ-75	
			240	400	520	570	—	

¹ При горячем способе восстановления изолирующих покровов чугунная муфта не устанавливается.

² При горячем способе — муфта МЧ-50.

³ При горячем способе — муфта МЧ-65.

⁴ При горячем способе — муфта МЧ-75.

МЕТОД ГОРЯЧЕЙ ПАЙКИ

Для монтажа муфт методом горячей пайки, кроме обычных, применяются материалы и инструменты, приведенные в табл. 7.16. Состав припоя для залуживания алюминиевой оболочки приведен в табл. 7.17.

Таблица 7.15

Размеры разделки кабелей типа МКСА при монтаже методом опрессования

Марка кабеля	Емкость	Тип муфты	Размеры, мм (рис. 7.64)					
			<i>а</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>
МКСАШп	1×4	Прямая	55	175	—	100	—	—
		Симметр.	85	100	—	100	—	—
МКСАБпШп		Прямая	55	100	90	100	15	25
		Симметр.	85	100	90	100	15	25
МКСАШп	4×4	Прямая	75	105	—	105	—	—
		Симметр.	175	105	—	105	—	—

Таблица 7.16

Инструменты и материалы, применяемые для монтажа кабелей в алюминиевой оболочке методом пайки

Наименование	Марка	Назначение
Охладитель (рис. 7.45)	—	Охлаждение оболочки в процессе залуживания и пайки
Щетка стальная большая (рис. 7.46)	—	Зачистка оболочки перед залуживанием
То же, малая	—	Залуживание оболочки путем натирания разогретым припоем ЦОП
Припой цинково-оловянный	ЦОП	Залуживание алюминиевой оболочки при монтаже муфт и запайке концов

Сплав изготавливается путем расплавления цинка в графитном или фарфоровом тигле при температуре порядка 450°С и постепенного добавления в него небольших кусочков олова. После каждой добавки олова сплав тщательно перемешивается графитовой или фарфоровой палочкой. Перемешанный, хорошо расплавленный сплав рафинируется порошкообразной канифолью (из расчета 0,015% от массы сплава) и разливается в металлические угольники. Рабочая температура готового сплава 200—300°С.

Принцип метода горячей пайки состоит в следующем: алюминиевую оболочку в местах припайки к ней свинцовой муфты предварительно тщательно зачищают напильником и большой стальной щеткой (рис. 7.46а); на малую стальную щетку (рис. 7.46б) наносят 5—7 г разогретого сплава ЦОП, а оболочку в месте, подлежащем облуживанию, нагревают до температуры плавления сплава. Затем щеткой с нанесенным сплавом натирают оболочку до получения на ней сплошного гладкого блестящего слоя полуды. На горячую поверхность залуженной оболочки немедленно наносят слой припоя ПОССу-30. Залуживание алюминиевой оболочки может производиться также путем ее подогрева и натирания стержнем припоя ЦОП. Длительность всего процесса залуживания не должна превышать одной минуты.

Т а б л и ц а 7.17

Состав цинково-оловянного припоя

Наименование компонента	Марка	ГОСТ	Содержание, %
Цинк	Ц-1 или Ц-2	3640—75	40
Олово	О-1 или О-2	860—75	60

Запайка свинцовой муфты производится обычным порядком, как на кабеле в свинцовой оболочке без применения флюса. Немедленно после залуживания, а также после запайки конуса муфты устанавливается охладитель.

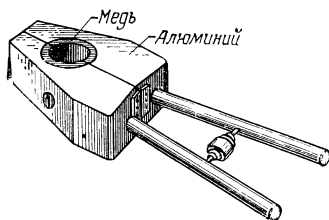


Рис. 7.45. Охладитель

МЕТОД СКЛЕИВАНИЯ

Для сращивания алюминиевых оболочек клеевым методом используются специальные приспособления и материалы, данные о которых приведены в табл 7.18.

Т а б л и ц а 7.18

Приспособления и материалы для монтажа кабелей в алюминиевой оболочке клеевым методом

Наименование	Единица измерения	Количество на одну муфту	Назначение
Ручной обжим (рис. 7.47)	шт.	1	Обжатие свинцовых конусов
Кожух металлический (рис. 7.48)	»	1	Подогрев клеевых швов
Щетка стальная большая	»	1	Зачистка алюминиевой оболочки
Щетка стальная малая	»	1	Нанесение припоя ЦОП на алюминиевую оболочку при перепайке ее со свинцовым конусом
Баночка пластмассовая или стеклянная емкостью до 100 мл	»	1	Приготовление клея
Лопатка пластмассовая или деревянная	»	1	Размешивание клея
Клей ВК-9	компл.	1	Склеивание свинцовых конусов с алюминиевой оболочкой
Марля	г	10	Обмотка клеевых швов
Припой ЦОП	»	2—3	Залуживание алюминиевой оболочки

Клей ВК-9 состоит из двух предварительно подготовленных и расфасованных компонентов (табл. 7.19). Непосредственно перед употреблением оба компонента тщательно смешиваются до однородной текучей массы. Жизнеспособность клея ВК-9 при температуре 15—20°С 2 ч (при температуре от 0 до —5°С —30 ч; при температуре выше 20°С жизнеспособность уменьшается). По истечении номинальных сроков хранения исходных материалов и компонентов они могут быть проверены опытным путем на прочность шва и использованы вне зависимости от срока хранения.

Принцип клеевого метода состоит в следующем: на зачищенную алюминиевую оболочку наносится слой предварительно подготовленного клея ВК-9, на который надвигают свинцовый конус (или свинцовую трубку). При помощи ручного обжима (рис. 7.47) конус (трубка) плотно обжимается. После снятия обжима на торец конуса наносится слой клея, шов обматывают одним слоем марли шириной 20 мм, поверх которой наносится второй слой клея. Для уско-

Таблица 7.19

Состав и характеристики клея ВК-9

Номер компонента	Состав компонентов		Сроки хранения		Расход компонентов на одну муфту, г
	наименование материалов	марка	материалов, мес.	компонентов, мес.	
1	Эпоксидная смола Асбест молотый	ЭД-5 М-5-60	12 —	3	7—10
2	Полиамидная смола Продукт АГМ-3	ПО-300 —	3 6		4—6

Таблица 7.20

Размеры разделки концов кабеля типа МКТАБп-4

Способ восстановления изолирующих покровов	Расстояние между обрезами, мм			
	оболочки	шланга	брони	джута
Холодный	190	250	350	400
Горячий	190	250	380	430

рения процесса склеивания концы кабеля помещают в металлический кожух и направленным на него пламенем лампы или горелки производят прогрев швов в течение 60 мин при температуре 60—80°С (рис. 7.48). К свинцовым конусам (трубкам) обычным способом припаивается свинцовая муфта (рис. 7.49).

Размеры разделки кабеля МКТАБп-4 для монтажа клеевым способом при восстановлении изолирующих покровов холодным и горячим способами приведены в табл. 7.20.

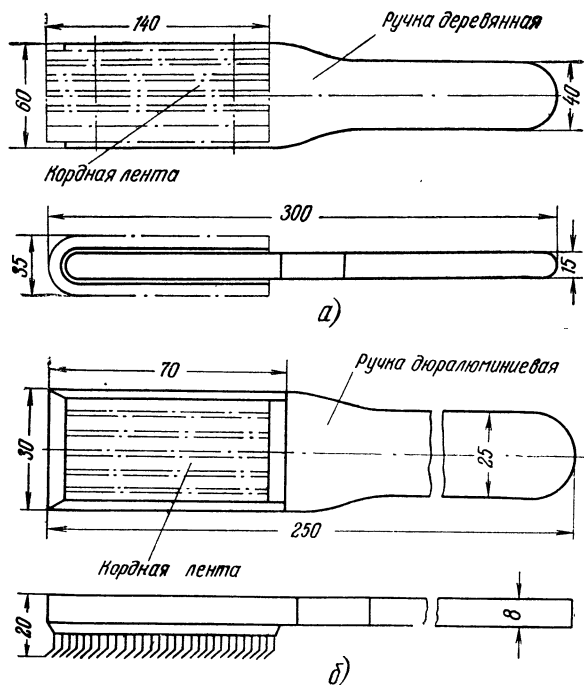


Рис. 7.46. Стальные щетки:
а) большая для зачистки оболочки; б) малая для залуживания

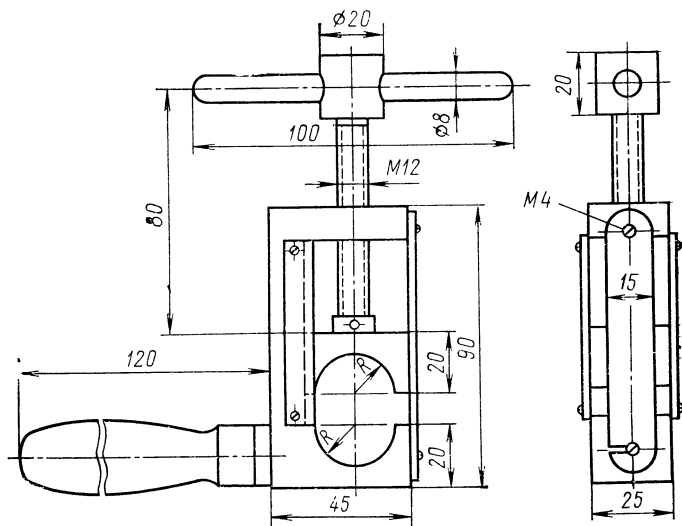


Рис. 7.47. Ручной обжим ($R=0,5$ диаметра кабеля по оболочке плюс толщина свинцового конуса или трубки)

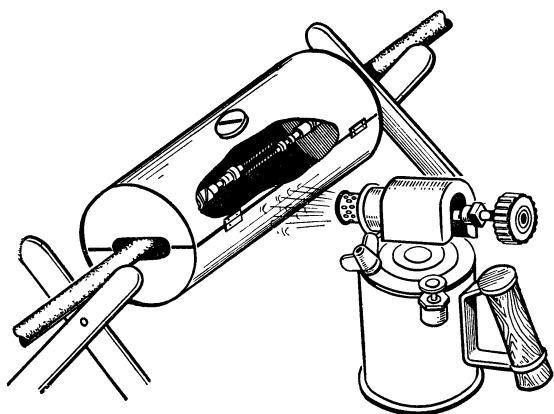


Рис. 7.48. Кожух металлический для обогрева клеевых швов

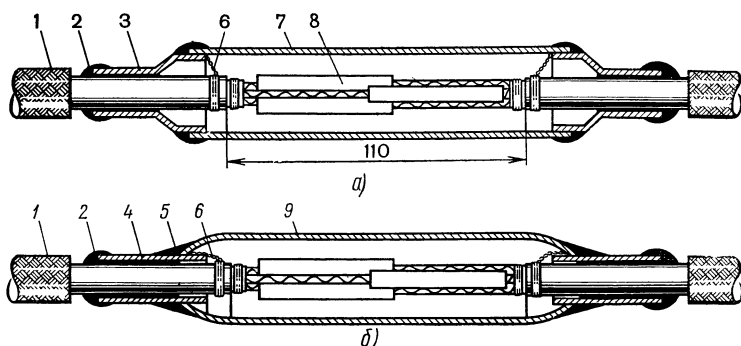


Рис. 7.49. Монтаж муфты на кабеле в алюминиевой оболочке клеевым способом:

а) при помощи свинцовых конусов; б) при помощи свинцовых трубок: 1 — полиэтиленовый шланг; 2 — клеевой шов; 3 — свинцовый конус; 4 — свинцовая трубка; 5 — пайка; 6 — перепайка оболочки; 7 — свинцовый цилиндр; 8 — срезок жил; 9 — свинцовая муфта

Размеры свинцовой и полиэтиленовой муфт показаны на рис. 7.50. Монтаж сердечника кабеля осуществляется так же, как на кабеле в свинцовой оболочке, а сращивание алюминиевой оболочки и восстановление изолирующих покрытий аналогично кабелям типа МКСА. Для защиты срезка используется чугунная муфта МЧ-65.

МЕТОД СВАРКИ ВЗРЫВОМ

Для монтажа (кроме обычных) применяются инструменты, приспособления и материалы, приведенные в табл. 7.21 и 7.22.

Разделка концов кабеля производится в соответствии с табл. 7.14. При помощи специального устройства и проходного пуансона производится расширение алюминиевой оболочки на концах кабеля и запрессовка опорных стальных втулок. На концы кабеля надвигаются монтажные детали, в том числе

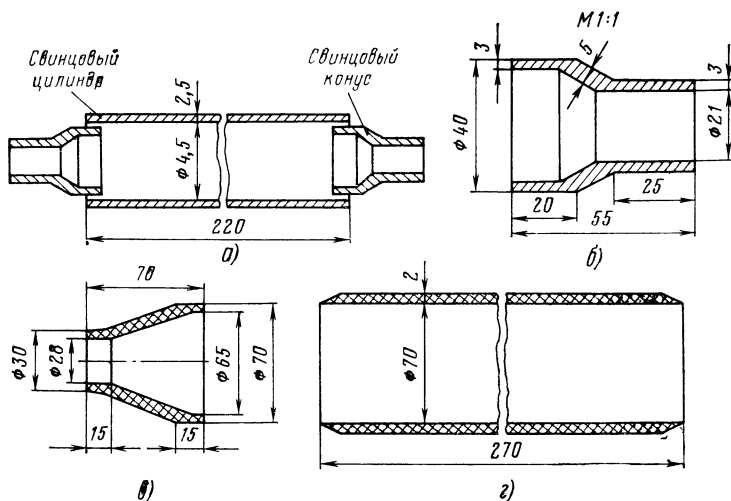


Рис. 7.50. Монтаж кабеля типа МКАП-4 клеевым способом:
 а) свинцовая муфта в сборе; б) свинцовый конус; в) полиэтиленовый цилиндр; г) полиэтиленовый конус

Таблица 7.21

Специальные инструменты и приспособления, применяемые для монтажа кабеля методом сварки взрывом

Наименование	Номер рисунка	Назначение
Монтажный станок	—	Установка устройства для запрессовки опорных втулок и закрепления концов кабеля
Труборез	7.51	Обрезание алюминиевой оболочки
Клещи	7.52	Выравнивание среза оболочки
Устройство для запрессовки втулок	7.53	Расширение оболочки и запрессовка стальных опорных втулок
Проходной пуансон	7.54	Расширение оболочки
Защитный стальной цилиндр	7.55	Защита срезки от деформации при взрыве
Защитная камера	7.56	Размещение электродетонатора при взрыве
Взрывная переносная камера	—	Монтаж муфт в колодцах, помещениях и т. п.
Взрывная машинка ВМК-1	—	Осуществление взрыва
Магистральные провода	—	Соединение электродетонатора со взрывной машинкой

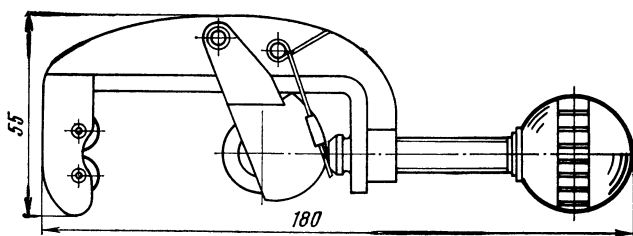


Рис. 7.51. Труборез

Рис. 7.52. Клещи для выравнивания среза оболочки

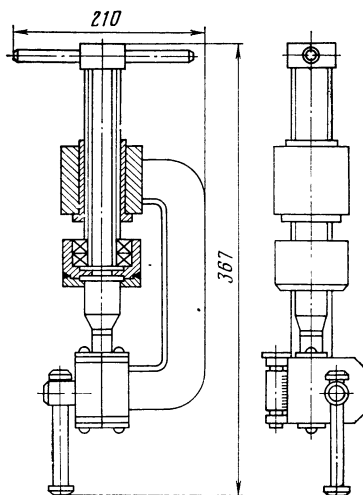
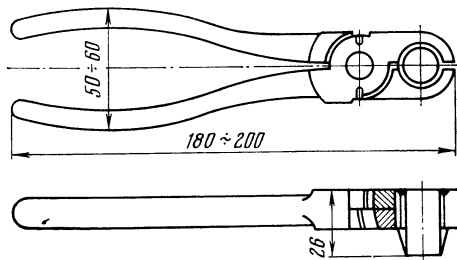
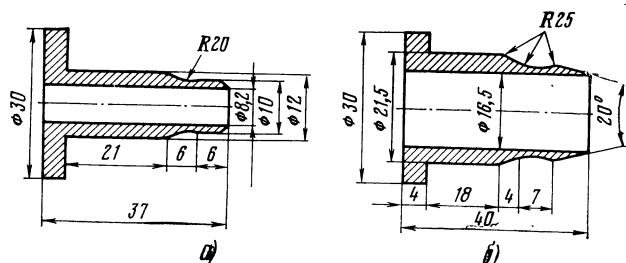


Рис. 7.53. Устройство для расширения оболочки и запрессовки стальных втулок

Рис. 7.54. Проходной пуансон:
а) для кабеля 1×4;
б) для кабеля 4×4



алюминиевая трубка с надетыми полиэтиленовыми кольцами (без ВВ). После монтажа сердечника на сrostок надвигается алюминиевая трубка и в пазы полиэтиленовых колец закладывается заряд ВВ (детонирующий шнур), закры-
ваемый уплотняющими поясками.

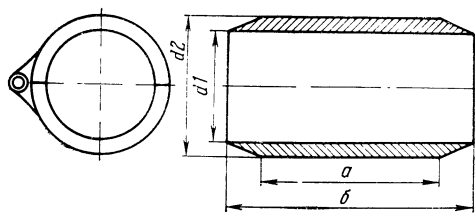


Рис. 7.55. Защитный стальной цилиндр

Тип муфты	Размер, мм			
	d1	d2	a	b
Прямая 4×4	34,0	44	40	70
Симметрирующая 4×4	47,0	57	70	100
Прямая и симметрирующая 1×4	22,5	81	40	70

Рис. 7.56. Защитная камера для размещения электродетонатора при взрыве

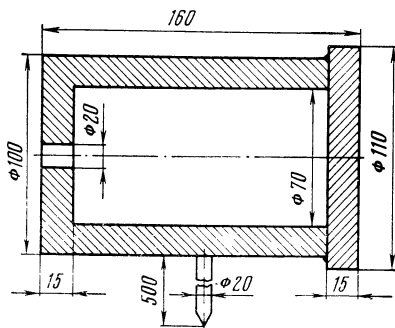


Таблица 7.22

Специальные детали и материалы, применяемые для монтажа кабеля методом сварки взрывом

Наименование	Единица измерения	Количество на одну муфту	Номер рисунка	Назначение
Переходная профильная трубка	шт.	2	7.57a	Для симметрирующих муфт кабеля 4×4
Алюминиевая трубка	»	1	7.57б	Для прямых муфт кабеля 4×4 и 1×4 и симметрирующих муфт кабеля 1×4
Рабочая стальная втулка	»	2	7.58	Для создания опоры в местах сварки
Полиэтиленовое кольцо	»	2/4 ¹⁾	7.59	Для укладки детонирующего шнура
Детонирующий шнур	м	0,9/1,8 ¹⁾	—	Для осуществления взрыва
Электродетонатор	шт.	1/3 ¹⁾	—	

¹ В знаменателе указана потребность для симметрирующей муфты кабеля 4×4.

Электродетонатор соединяется с детонирующим шнуром и магистральными проводами, противоположные концы которых на расстоянии 20 м от котлована присоединяются к взрывной машинке. Перед взрывом на середину алюминиевой трубки надевается защитный стальной цилиндр, а детонатор помещается в защитную стальную камеру. Если монтаж муфт производится в телефонных

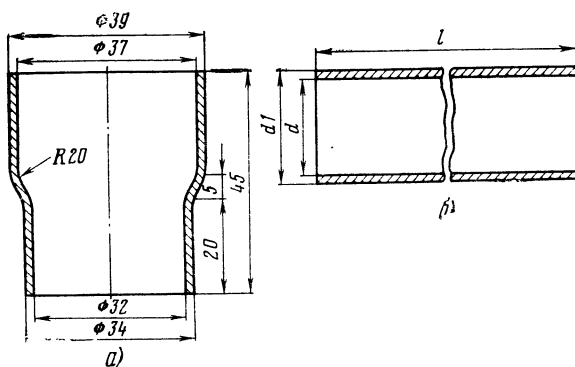


Рис. 7.57. Алюминиевые детали для монтажа кабеля методом сварки взрывом:

а) переходная профильная алюминиевая трубка (для симметрирующей муфты кабеля 4×4); б) алюминиевая трубка

Емкость кабеля	Тип муфты	Размеры трубки, мм		
		<i>l</i>	<i>d</i>	<i>d 1</i>
4×4×1,2	Прямая	230	32	34
	Симметрирующая	300	45	47
1×4×1,2	Прямая	180	20	22
	Симметрирующая	200	20	22

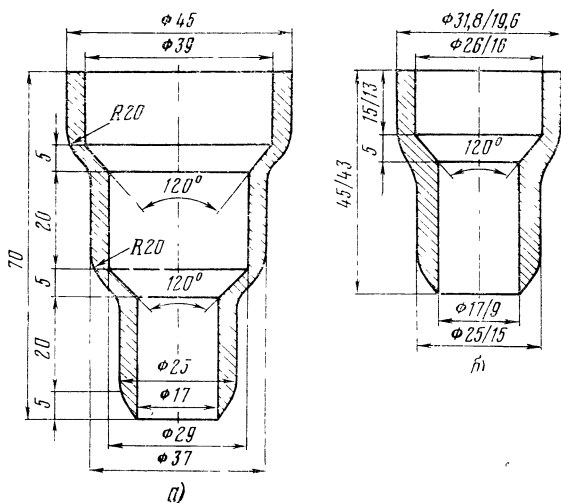


Рис. 7.58. Рабочая стальная втулка:

а) для симметрирующей муфты кабеля 4×4; б) для прямых муфт (в числителе размеры для кабеля 4×4, а в знаменателе — для кабеля 1×4)

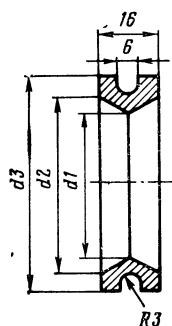


Рис. 7.59. Полиэтиленовое кольцо для детонирующего шнура

Тип муфты	Размеры, мм		
	d1	d2	d3
Прямая 4×4	34	40	53
Симметричная 4×4	47	53	64
Прямая и симметричная 1×4	22	27	39

колодцах, внутри помещений, вблизи зданий или других сооружений, сварка взрывом производится в переносной камере. В местах оборудования КИП перед взрывом между алюминиевой трубкой и концом оболочки закладывается зачищенный конец провода ПРППА-1×2×1,6.

Монтаж симметрирующей муфты на кабеле 1×4 осуществляется так же, как и прямой; при этом применяется удлиненная алюминиевая трубка (200 мм). Сращивание оболочки симметрирующей муфты на кабеле 4×4 производится в три этапа: вначале к расширенной оболочке кабеля с опрессованной опорной стальной втулкой приваривается переходная профильная алюминиевая трубка на одном конце кабеля, затем аналогичным образом на другом конце, а потом, после монтажа сердечника кабеля, к профильным трубкам приваривается алюминиевая трубка-муфта.

Восстановление защитных покровов производится так же, как при других методах монтажа.

Общий вид муфты, подготовленной к сварке, показан на рис. 7.60, а после сварки — на рис. 7.61.

Рис. 7.60. Общий вид деталей муфты перед сваркой взрывом (сердечник кабеля не показан):

1 — полиэтиленовый шланг; 2 — алюминиевая трубка; 3 — рабочая стальная втулка; 4 — заряд ВВ; 5 — уплотняющий полиэтиленовый пояс; 6 — полиэтиленовое кольцо; 7 — алюминиевая трубка; 8 — защитный стальной цилиндр

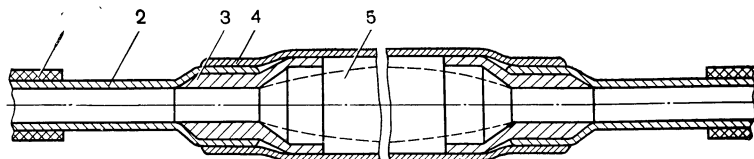
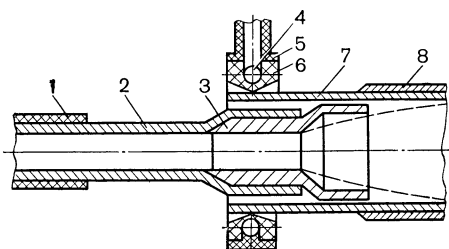


Рис. 7.61. Общий вид муфты после сварки взрывом: 1 — шланг; 2 — алюминиевая оболочка; 3 — рабочая стальная втулка; 4 — алюминиевая трубка-муфта; 5 — сросток сердечника

МЕТОД ОПРЕССОВАНИЯ

Данные о специальных инструментах, приспособлениях и деталях, применяемых при монтаже кабелей типа МКСА методом опрессования, приведены в табл. 7.23 и 7.24.

Т а б л и ц а 7.23

Инструменты, приспособления и детали, применяемые для монтажа кабелей в алюминиевой оболочке методом опрессования

Наименование	Номер рисунка	Назначение
Пресс ручной гидравлический типа РГП-7	—	Опрессование алюминиевой трубки
Пуансон и матрица к прессу РГП-7	7.39	То же
Труборез	7.51	Обрез алюминиевой оболочки
Устройство для запрессовки втулок	7.53	Расширение оболочки и запрессовка втулок
Проходной пуансон	7.62	Расширение оболочки
Монтажный станок	—	Установка устройства для запрессовки втулок и укрепления концов кабеля
Щетки стальные (плоская и круглая)	—	Зачистка алюминиевой оболочки и трубки
Втулка опорная стальная	7.63a	Создание опоры при опрессовании
Трубка алюминиевая	7.63б	Размещение сростка прямой муфты
То же, с выводным проводом	—	То же, при монтаже муфты с выводом КИП
Переходная трубка-конус	7.63в	Монтаж симметрирующей муфты
Свинцовый цилиндр	7.63г	—
Паста кварцевазелиновая (табл. 7.24)	—	Смазка алюминиевых поверхностей перед зачисткой и опрессованием

Т а б л и ц а 7.24

Состав кварцевазелиновой пасты (ТУ 36-513—69)

Наименование компонентов	ГОСТ или ТУ	Марка	Количество по массе
Кварц молотый пылевидный	ГОСТ 9077—59	КП-2	50
Песок формовочный высушенный	ГОСТ 2138—74	ШК0063	
Вазелин технический	ГОСТ 782—59	—	50

Паста должна храниться в металлических или пластмассовых банках с плотно закрывающимися крышками, в сухих помещениях при температуре не выше 40°C. Срок хранения — 12 месяцев.

Сращивание алюминиевых оболочек осуществляется путем опрессования их концов с алюминиевой трубкой-муфтой. Перед опрессованием концы оболочки при помощи специального устройства расширяются примерно до диаметра алюминиевой трубки-муфты. Под расширенные участки оболочки вводятся стальные опорные втулки (7.63a). Разделка концов кабеля показана на рис. 7.64 (см. табл. 7.15).

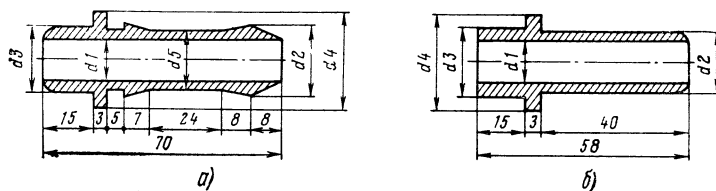


Рис. 7.62. Проходной пуансон для монтажа кабеля методом опрессования:

а) для кабеля емкостью 4×4; б) для кабеля емкостью 1×4

Емкость кабеля	Номер пуансона	d1	d2	d3	d4	d5
4×4×1,2	1	16	20,5	17,8	27,0	20,3
	2	16	22,8	17,8	27,0	22,5
1×4×1,2	—	9,5	12,5	18,0	27,8	—

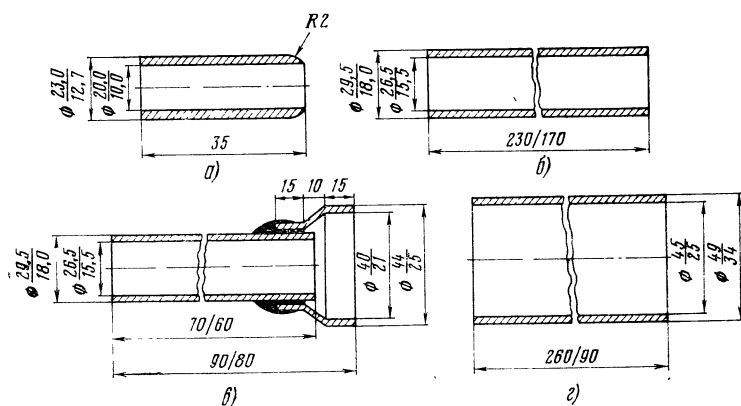


Рис. 7.63. Детали для монтажа кабеля методом опрессования:

а) втулка опорная; б) трубка алюминиевая; в) переходная трубка-конус; г) свинцовый цилиндр (в числителе указаны размеры для кабеля емкостью 4×4, в знаменателе — для кабеля 1×4)

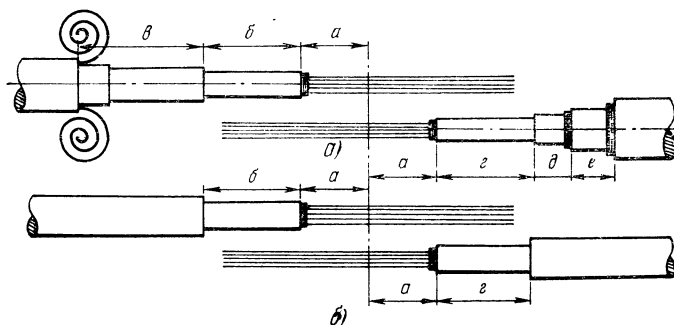


Рис. 7.64. Размеры разделки кабелей в алюминиевой оболочке типа МКСА при монтаже методом опрессования:

а) кабеля МКСАБШп; б) кабеля МКСАШ

Контактирующие поверхности оболочки и трубки (рис. 7.63б) тщательно зачищаются под слоем кварцевазелиновой пасты. Опрессование производится с помощью ручного гидравлического пресса и специальных пуансона и матрицы (рис. 7.39). Общий вид муфты показан на рис. 7.65.

Для монтажа симметрирующих, газонепроницаемых и изолирующих муфт используются переходные алюминиево-свинцовые конусы (рис. 7.63в). Общий вид смонтированной симметрирующей муфты показан на рис. 7.66.

Рис. 7.65. Общий вид прямой муфты, смонтированной методом опрессования



Устройство КИП осуществляется при помощи алюминиевой трубки-муфты с предварительно припаянным или приваренным выводным проводом.

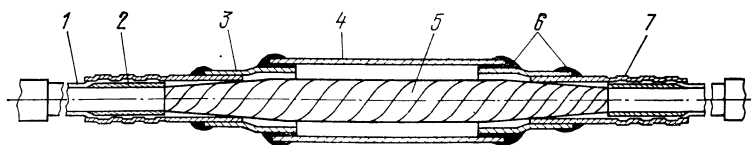


Рис. 7.66. Общий вид симметрирующей муфты, смонтированной методом опрессования:

1 — алюминиевая оболочка; 2 — опорная втулка; 3 — переходный алюминиево-свинцовый конус; 4 — свинцовый цилиндр; 5 — сросток сердечника; 6 — место пайки; 7 — место опрессования

МОНТАЖ КАБЕЛЯ В АЛЮМИНЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ И СТАЛЬНОЙ ГОФРИРОВАННОЙ БРОНЕ МАРКИ МКСАСтпШп

Сращивание сердечника кабеля производится обычным способом. Монтаж алюминиевой оболочки может осуществляться любым методом (клеевым, взрывным, опрессованием и т. п.). Для перепайки брони сращиваемых отрезков кабеля и устройства КИП гофрированная стальная броня залуживается при помощи пасты ПМКН-40 не менее чем на $1/3$ окружности.

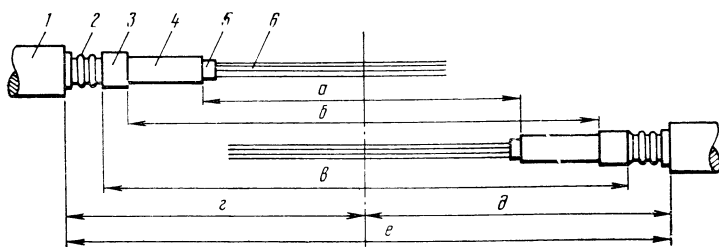


Рис. 7.67. Разделка концов кабеля МКСАСтпШп-4×4

1 — шланг; 2 — стальная гофрированная броня; 3 — шланг; 4 — алюминиевая оболочка; 5 — поясная изоляция; 6 — жилы

На залуженную поверхность накладывается бандаж из нескольких витков медной проволоки, под которой предварительно подложены оголенные концы проводов ПСП для КИП и перепайки брони. Бандаж и концы проводов ПСП пропаяются припоем ПОССу-30. Размеры разделки кабеля показаны на рис. 7.67 и в табл. 7.25.

Т а б л и ц а 7.25

Размеры разделки кабеля МКСАСтпШп-4×4

Способ монтажа алюминиевой оболочки	Тип муфты	Размеры, мм (рис. 7.67)					
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>
Горячая пайка	Прямая Симметр.	160	310	340	—	—	390
		240	390	420	—	—	470
Клеевой	Прямая Симметр.	160	300	330	—	—	330
		240	380	410	—	—	460
Взрывной	Прямая Симметр.	200	370	440	215	310	525
		320	490	560	275	415	690

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОЛИРУЮЩИХ ПОКРОВОВ

Вне зависимости от метода сращивания алюминиевой оболочки восстановление изолирующих покровов может производиться горячим или холодным способами.

Т а б л и ц а 7.26

Материалы, применяемые для восстановления изолирующих покровов кабелей в алюминиевых оболочках

Наименование	Способ восстанов- ления покрова	Количество для кабеля емкостью					
		7×4		4×4		1×4	
		на одну муфту					
		прямую	стыковую	прямую	стыковую	прямую	стыковую
Муфта полиэтиленовая, шт.	Горячий Холодный	1 —	1 —	1 —	1 —	1 —	1 —
Компаунд ЛПК, кг	Горячий Холодный	0,1 0,1	0,15 0,15	0,04 0,04	0,05 0,05	0,025 0,025	0,025 0,025
Битумно-резиновая мастика, кг	Горячий Холодный	— 0,4	— 0,6	— 0,15	— 0,15	— 0,1	— 0,1
Лента полиэтиленовая, кг	Горячий Холодный	0,1 0,1	0,15 0,15	0,05 0,05	0,08 0,08	0,04 0,04	0,04 0,04
Стеклолента шириной 30 мм	Горячий Холодный	10 10	12 12	10 10	12 10	10 10	10 10

Таблица 7.27

Состав битумно-резиновой мастики

Компоненты	Весовой процент компонентов в мастике марки		
	МБР-75	МБР-90	МБР-100
Битумы нефтяные для изоляции газопроводов по ГОСТ 9812—74: БНИ-IV БНИ-V	88 —	93 —	45 45
Порошок из вулканизированной резины (амортизированных автомобильных покрышек) ВТУ № ШУ-96-56	7	7	7
Пластификатор нефтяного происхождения с добавкой полиизобутилена МП-20 (0,25%) или пластификатор полимерный	5	—	—

Примечание. Допускается применение битумов по ГОСТ 6617—76.

Горячий способ предусматривает нанесение на оголенную часть оболочки и муфту трех слоев липкого полиизобутиленового компаунда ЛПК, чередующихся с обмоткой полиэтиленовыми лентами с перекрытием 30%. Поверх третьего слоя ленты наматывается еще один слой ленты с перекрытием 50% и без нанесения ЛПК. Затем на сросток надвигается полиэтиленовая муфта, конусы которой привариваются к полиизобутиленовому шлангу кабеля. В кабелях с двумя шлангами (например, МКСАБпШп) муфта приваривается к наружному шлангу.

Холодный способ отличается от горячего тем, что после нанесения на зачищаемые поверхности трех слоев компаунда ЛПК вместо полиэтиленовой муфты на сросток наносятся три слоя разогретой до 60°C битумно-резиновой мастики МБР. При этом поверх первого и второго слоев наматываются с 50%-ным перекрытием слои полиэтиленовой ленты, а поверх третьего слоя — стеклотента. Мастика МБР за два-три дня до употребления растворяется в бензине Б-70 или А-72 в соотношении: две весовых части МБР и одна часть бензина.

Данные о материалах, применяемых для восстановления изолирующих покрытий, приведены в табл. 7.26, а состав МБР — в табл. 7.27.

Данные о полиэтиленовых деталях, применяемых для восстановления изолирующих покрытий ВЧ кабелей типа МКС, приведены в табл. 7.28 (рис. 7.68).

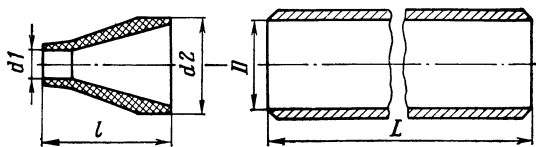


Рис. 7.68. Детали полиэтиленовых муфт

МОНТАЖ ГАЗОНЕПРОНИЦАЕМЫХ И ИЗОЛИРУЮЩИХ МУФТ НА КАБЕЛЕ В АЛЮМИНИЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ

Муфты типа ГМС, ГМСИ, МИС и другие монтируются так же, как на кабеле в свинцовой оболочке: свинцовый конус муфты припаивается к алюминиевой оболочке кабеля после залуживания места припайки цинково-оловянным припоем ЦОП или после предварительного приклеивания к оболочке свинцовых конусов (трубок) клеем ВК-9.

УСТРОЙСТВО ВЫВОДОВ ДЛЯ КИП

Если проектом предусмотрено устройство КИП или заземление оболочки и брони кабеля в местах, где нет соединительных муфт, то для припайки выводных проводников вскрывают защитные покровы кабеля. Наложение бандажа на джут, залуживание и перепайка брони и припайка к ней выводных проводников выполняются так же, как при монтаже муфт. Алюминиевую оболочку тщательно зачищают стальной щеткой и залуживают, после чего припаивают выводной провод. После залуживания, а также после припайки необходимо немедленно устанавливать охладитель. Изолирующий слой восстанавливается так же, как при монтаже муфт, с захватом наружных покровов не менее чем на 50 мм с каждой стороны. Чугунную муфту в этом месте не устанавливают.

ЗАПАЙКА КОНЦОВ КАБЕЛЯ

Запайку конца алюминиевой оболочки кабеля и впайку вентиля производят припоем ПОС-30 после предварительного залуживания оболочки на расстоянии 40—50 мм припоем ЦОП. Герметичная заделка концов кабеля может также осуществляться при помощи свинцовых колпаков (при необходимости с впаянными вентилями), которые припаивают к предварительно залуженной оболочке или приклеивают клеем ВК-9.

Конец кабеля защищается от коррозии пластмассовым колпаком, который должен быть приварен к наружному шлангу или закреплен бандажом к изолирующему слою ленточного типа. Наиболее удобным и надежным для защиты конца кабеля является колпак из термоусаживающихся трубок.

7.14. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ В СТАЛЬНОЙ ОБОЛОЧКЕ

Для монтажа кабелей в стальной гофрированной оболочке типа МКССтШп, кроме обычных, используются следующие специальные приспособления и материалы: щетка стальная (рис. 7.46а) для зачистки оболочки перед облуживанием; напильник трехгранный № 3 для надрезания оболочки; кисть жесткая для нанесения паяльной пасты; лопатка деревянная для нанесения компаунда ЛПК; паста паяльная марки ПМКН-40 для залуживания оболочки; цинково-оловянный припой ЦОП для залуживания алюминиевого экрана; лента полиэтиленовая шириной 25—30 мм, толщиной 0,1 мм и компаунд полиизобутиленовый ЛПК для восстановления защитного покрова; стеклотента марки ЭСЛБ шириной 20 мм, толщиной 0,2 мм для обмотки места сварки полиэтиленовой муфты; муфта полиэтиленовая с конусами для восстановления защитного покрова.

Особенности монтажа кабеля в стальной гофрированной оболочке заключаются в следующем:

а) во избежание коррозии оболочки работы должны производиться таким образом, чтобы исключалось повреждение защитного шланга; перед монтажом

Таблица 7.29

Состав пасты марки ПМКН-40

Наименование компонентов	Марка	ГОСТ, ТУ	Количество по массе, %
Порошок свинцовый	ПС-1	ЦМТУ 4452—54	47
Порошок оловянный	ПО-1	ЦМТУ 3334—53	31
Глицерин технический	—	ГОСТ 6823—77	17
Аммоний хлористый, чистый	—	ГОСТ 7337—60	0,6
Бензойная кислота, чистая (для анализов)	—	ГОСТ 10521—72	0,6
Спирт поливиниловый	ПВС-1	ГОСТ 10779—69	0,4
Вода дистиллированная	—	—	3,4

муфты сращиваемые отрезки кабеля должны иметь сопротивление изоляции между оболочкой и броней не менее 10 МОм/км;

б) пайка свинцовой муфты 190×37 мм производится после предварительного облуживания стальной оболочки при помощи пасты марки ПМКН-40 (табл. 7.29);

в) во избежание деформации полистирольной изоляции жил кабеля все процессы, связанные с нагревом (залуживание, пайка), должны выполняться в минимальный отрезок времени.

Разделка концов кабеля показана на рис. 7.69, а размеры разделки — в табл. 7.30.

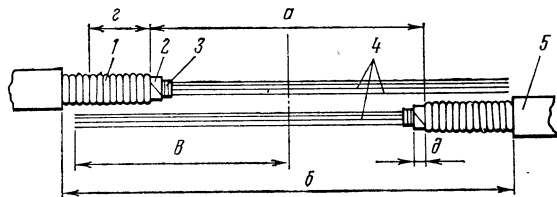


Рис. 7.69. Разделка концов кабеля МКССШп:
1 — залуженный участок оболочки; 2 — алюминиевый экран; 3 — бандаж; 4 — жилы; 5 — шланг

Т а б л и ц а 7.30

Размеры разделки кабеля типа МКССШп

Марка кабеля	Тип муфты	Размеры, мм (рис. 7.69)				
		а	б	в	г	д
МКССШп-4×4	Прямая	160	280	150—200	40—45	10
МКССШп-7×4	Симметрирующая	240	360			
	Прямая	200	330			
	Симметрирующая	250	380			

После удаления шланга по вершине гофра делают крутовой надрез оболочки напильником, тщательно зачищают ее щеткой, протирают ветошью, смоченной в бензине, просушивают и обрез полиэтиленового шланга обматывают

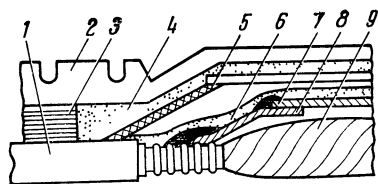


Рис. 7.70. Общий вид симметрирующей муфты, смонтированной на кабеле МКССШп:
1 — кабель; 2 — чугунная муфта; 3 — подмотка кабельной ленты; 4 — битумная масса; 5 — полиэтиленовая муфта; 6 — изолирующий покров из компаунда ЛПК и лент; 7 — свинцовый цилиндр; 8 — свинцовый конус; 9 — сrostок, обмотанный экранной лентой

двумя-тремя слоями стеклоленты. На зачищенную поверхность оболочки наносят слой пасты толщиной 0,5—1,0 мм, пропревают равномерно паяльной лампой до воспламенения пасты и изменения ее цвета до коричневого, осторожно снимают с залуженной поверхности шлак флюса мягкой хлопчатобумажной тканью и процесс повторяют.

После сращивания жил и упаковки сrostка скручивают и пропаивают концы медных проволок экрана, затем с перекрытием 30% обматывают сrostок алюминиевой лентой, концы которой залуживают припоем ЦОП и при-

паивают к залуженным краям алюминиевых лент, выступающих из-под стальной оболочки. Перепайка оболочки с экраном осуществляется путем наложения на крайнюю впадину гофра одного из концов кабеля бандажа из двух витков медной проволоки, концы которой припаявают к алюминиевым лентам экрана в середине сростка.

Остальные работы по запайке свинцовой муфты выполняются так же, как на кабеле в свинцовой оболочке, а восстановление защитных покровов, как на кабеле в алюминиевой оболочке горячим способом. Общий вид муфты показан на рис. 7.70.

7.15. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ В ПЛАСТМАССОВОЙ ОБОЛОЧКЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Особенности монтажа кабелей с пластмассовыми оболочками и защитными изолирующими покровами шлангового типа заключаются в способах восстановления (сращивания) полиэтиленовых и поливинилхлоридных оболочек (шлангов).

Для восстановления полиэтиленовых оболочек применяют следующие основные способы:

1. Сварку полиэтиленовой муфты с оболочкой кабеля путем обмотки места сварки несколькими слоями полиэтиленовой ленты и стеклоткани, сквозь которую открытым пламенем паяльной лампы или газовой горелки разогревают свариваемые поверхности. Аналогично сваривают детали муфты между собой.
2. Опрессование сростка вместе с оболочкой разогретым до вязкотекучего состояния низкомолекулярным полиэтиленом.

3. Сварку полиэтиленовой муфты с полиэтиленовой оболочкой кабеля при помощи полиэтиленового сварочного прутка, оплавливаемого вместе со свариваемыми поверхностями в струе горячего азота.

4. Сварку полиэтиленовой муфты с оболочкой кабеля при помощи электро-спирали, размещенной между свариваемыми поверхностями (способ электро-нагрева).

5. Многослойную обмотку сростка полиэтиленовыми лентами с промазкой полиизобутиленовым компаундом ЛПК (холодный способ). Этот способ применяется только для восстановления внутренней оболочки при наличии в кабеле наружной пластмассовой оболочки.

Для восстановления поливинилхлоридных оболочек применяют следующие основные способы:

1. Сварку поливинилхлоридной муфты с оболочкой кабеля при помощи медных нагревательных вкладышей, один конец которых вводят в щель между концом муфты и оболочки, а второй — разогревают пламенем лампы или горелки. После разогрева свариваемых поверхностей до вязкотекучего состояния вкладыши удаляют и конец муфты оказывается приваренным к оболочке. Аналогично сваривают детали муфты между собой.

2. Сварку поливинилхлоридной муфты с оболочкой кабеля при помощи поливинилхлоридного сварочного прутка, оплавливаемого вместе со свариваемыми поверхностями в струе горячего воздуха.

3. Сращивание посредством поливинилхлоридных лент, наматываемых на место сростка, с промазкой смесью пластификаторов и последующей проваркой в насыщенном водном растворе поваренной соли.

4. То же, но с применением поливинилхлоридных муфт, стыки которых с оболочкой кабеля или отдельных ее частей между собой сращиваются при помощи поливинилхлоридных лент, смеси пластификаторов ПХ-12 и проварки в насыщенном водном растворе поваренной соли.

5. Сращивание способом, аналогичным изложенному в пп. 3 и 4, но с использованием вместо смеси пластификаторов ПХ-12 специального клея, например перхлорвинилового. При этом необходимость проварки в водном растворе поваренной соли отпадает. Этот клей состоит из 16% (по массе) перхлор-

виниловой (клеевой) смолы и 84% (по массе) метилхлорида (или дихлорэтана). Клей готов к применению через 24 ч после смешивания компонентов. Он токсичен, поэтому при его изготовлении необходима вентиляция; руки и лицо после работы с клеем следует мыть с мылом.

Для сращивания полиэтиленовых и поливинилхлоридных оболочек и изолирующих покровов кабелей в металлических оболочках используются термоусаживаемые трубки.

Восстановление разнородных оболочек кабелей производится с использованием специальных переходных манжет (см. § 7.16) или методом заливки компаундом (на кабеле КСПП).

Монтаж кабелей в пластмассовых оболочках при температуре воздуха ниже -5°C следует производить в палатке, обогреваемой паяльными лампами, с предварительным прогревом концов кабеля. Детали и материалы должны перед использованием прогреваться до температуры не ниже 10°C . Хранение пластмассовых деталей и специальных материалов (ЛПК, полиэтиленовые ленты) должно быть при температуре $-5 \div +40^{\circ}\text{C}$ без воздействия солнечных лучей.

МОНТАЖ КАБЕЛЯ МКТП-4 ПРИ ПОМОЩИ МЕДНЫХ ВКЛАДЫШЕЙ И СТЕКЛОЛЕНТЫ

Кроме инструментов и деталей, необходимых для монтажа кабеля в свинцовой оболочке (см. табл. 7.12), для монтажа кабеля МКТП-4 используются следующие приспособления и материалы: монтажный станок для крепления концов кабеля; медные нагревательные вкладыши с диаметром шейки 25 мм (рис. 7.71) для сварки конусов с кабелем; то же, с диаметром шейки 45 мм

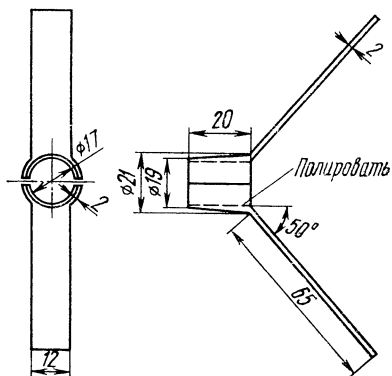
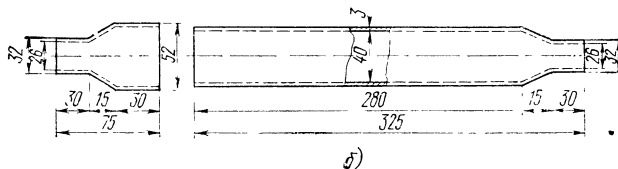
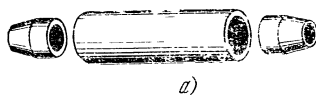


Рис. 7.71. Медные нагревательные вкладыши

Рис. 7.72. Пластмассовые детали для монтажа кабеля МКТП-4
а) муфта полиэтиленовая с вкладышами; б) муфта поливинилхлоридная с конусом



для сварки конуса с муфтой; муфта полиэтиленовая с двумя конусами (рис. 7.72а); лента полиэтиленовая толщиной 0,1—0,15 мм и шириной 20 мм, а также стеклолента шириной 20—25 мм для восстановления внутренней оболочки; лента поливинилхлоридная толщиной 0,2 мм и шириной 15—25 мм для обмотки срастков коаксиальных пар и муфты; то же, шириной 40—50 мм для подмотки

полиэтиленовой муфты и создания опоры под местом установки медных вкладышей; муфта поливинилхлоридная с конусом (рис. 7.72б) и лента резиновая шириной 25—30 мм для восстановления наружной оболочки.

Разделка и подготовка концов кабеля к монтажу показаны на рис. 7.73. Сращивание коаксиальных и служебных пар производится так же, как на кабеле МКТСБ-4. Затем сrostок обматывают ПВХ лентой с перекрытием 50%. Ранее зачищенные и надвинутые на концы кабеля детали полиэтиленовой муф-

Рис. 7.73. Разделка и подготовка концов кабеля МКТП-4 к монтажу (условно показано только по одной коаксиальной и симметричной паре):

1 — поливинилхлоридная оболочка; 2 — полиэтиленовая оболочка; 3 — поясная изоляция кабеля; 4 — поясная изоляция коаксиальной пары; 5 — экран; 6 — латунная втулка; 7 — внешний проводник; 8 — полиэтиленовая изоляция; 9 — внутренний проводник

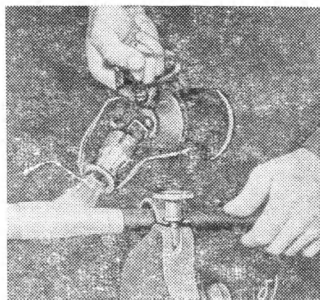
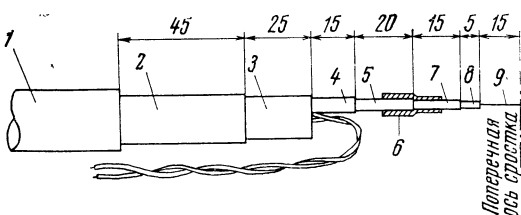
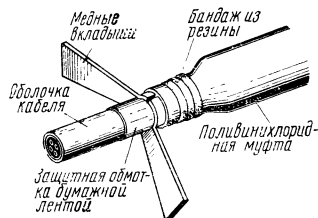


Рис. 7.74. Восстановление полиэтиленовой оболочки

ты сдвигают на сrostок, стыки конуса с оболочкой и муфтой обматывают полиэтиленовой лентой (рис. 7.74а) и одним слоем стеклоленты. Место обмотки равномерно прогревают (рис. 7.74б) до появления из-под стеклоленты расплавленного полиэтилена.

Рис. 7.75. Установка медных вкладышей



Для повышения надежности сварка может также производиться без предварительной обмотки места сварки полиэтиленовой лентой с последующей обмоткой сварного шва и повторным прогревом. Для создания опоры в месте стыка поливинилхлоридной муфты с конусом поверх полиэтиленовой муфты наматывают слой ПВХ ленты шириной 40—50 мм.

После установки над сростком ПВХ муфты между концами последней и оболочкой вставляют медные вкладыши с шейкой 25 мм и наматывают над местом сварки шесть—восемь витков резиновой ленты, закрепленной прово-

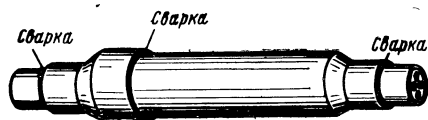


Рис. 7.76. Общий вид смонтированной муфты

лочным хомутиком (рис. 7.75). Паяльной лампой прогревают поочередно по 2—4 с концы медных вкладышей до самопроизвольного выхода их из-под резинового банджа. Аналогично сваривают стык муфты с конусом при помощи вкладышей диаметром 45 мм. Общий вид муфты показан на рис. 7.76.

МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ ЗКП и ЗКВ-1×4×1,2 ПРИ ПОМОЩИ МЕДНЫХ ВКЛАДЫШЕЙ И СТЕКЛОЛЕНТЫ

Для монтажа муфт используются: монтажный станок, медные вкладыши (рис. 7.71), лента резиновая шириной 25—30 мм и специальные материалы, данные о которых приведены в табл. 7.31 (рис. 7.77).

Разделка концов кабеля и подготовка их к монтажу показаны на рис. 7.78, 7.79. Для повышения надежности вместо полиэтиленовых изолирующих гильз

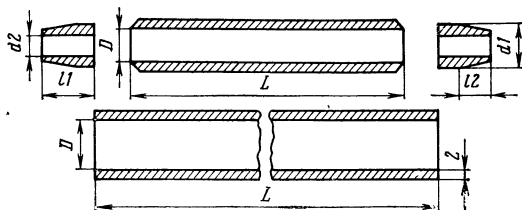


Рис. 7.77. Детали для монтажа кабелей типа ЗКП и ЗКВ

Назначение детали		Марка кабеля	Мате- риал	Размеры, мм					
				трубки		конуса			
						<i>d</i> 1	<i>d</i> 2	<i>l</i> 1	<i>l</i> 2
Восстановление лочки внутренней	обо-	ЭКП и ЭКВ	ПЭ	20	85	19	12	25	15
Восстановление лочки наружной	обо-	ЭКП ЭКВ	ПЭ ПВХ	30 30	250 300	29 —	18 —	35 —	20 —

изоляция может производиться путем нанесения на сросток жил компаунда ЛПК и обмотки полиэтиленовыми лентами. Внутренняя оболочка в кабелях типа ЗКП и ЗКВ (рис. 7.74), а также наружная оболочка в кабеле ЗКП восстанавливается путем обмотки места сварки полиэтиленовой лентой и обогрева сквозь стеклоленту. Восстановление наружной поливинилхлоридной оболочки производится при помощи медных вкладышей (рис. 7.75 и 7.76).

Общий вид муфт, смонтированных на кабелях ЗКП и ЗКВ, показан на рис. 7.80.

Таблица 7.31
Специальные детали и материалы для монтажа кабелей ЗКП и ЗКВ-1×4×1,2 при помощи медных вкладышей и стеклоленты

Наименование	Размеры, мм (рис. 7.77)						Единица измерения	Количество на одну муфту для кабеля	
	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>d1</i>	<i>d2</i>	<i>l1</i>	<i>l2</i>		ЗКП	ЗКВ
Трубка полиэтиленовая	22	85	—	—	—	—	шт.	1	1
Конус полиэтиленовый	—	—	21	12	25	15	»	2	2
Трубка полиэтиленовая	30	250	—	—	—	—	»	1	—
Конус полиэтиленовый	—	—	29	18	35	20	»	2	—
Трубка (муфта) поливинилхлоридная	30	300	—	—	—	—	»	—	1
Лента полиэтиленовая толщиной 0,1—0,15 мм и шириной 10 мм	—	—	—	—	—	—	м	2,5	2,5
То же, шириной 20 мм	—	—	—	—	—	—	»	3,6	6,0
Стеклолента шириной 20—25 мм	—	—	—	—	—	—	»	1,0	2,0
Полиизобутиленовый компаунд ЛПК	—	—	—	—	—	—	г	5	5
Медная или алюминиевая лента (экран кабеля)	—	—	—	—	—	—	м	0,7	0,7

Рис. 7.78. Разделка концов кабеля типа ЗКП и ЗКВ

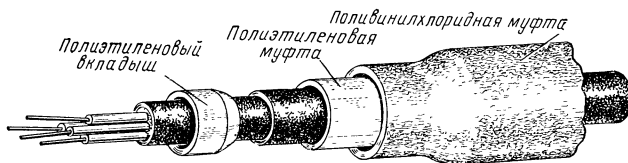
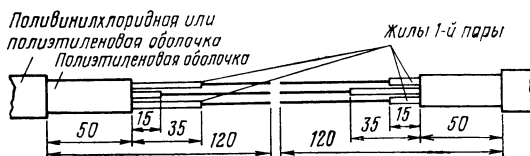


Рис. 7.79. Конец кабеля типа ЗКВ и ЗКП, подготовленный к сращиванию при помощи медных вкладышей и стеклоленты

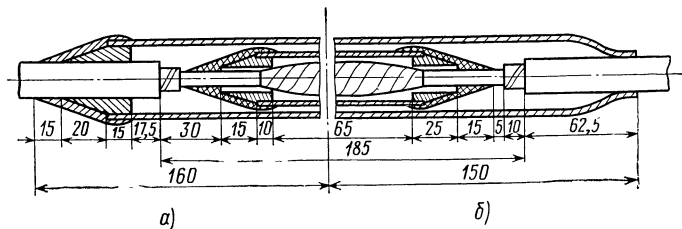


Рис. 7.80. Общий вид муфт, смонтированных на кабеле:
 а) ЗКП; б) ЗКВ

МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ ЗКП И ЗКВ-1×4×1,2 ХОЛОДНЫМ СПОСОБОМ

Для монтажа муфт используются полиэтиленовые и поливинилхлоридные ленты (табл. 7.32), а также связывающие материалы, характеристики которых приведены в табл. 7.33.

Т а б л и ц а 7.32

**Характеристика пластмассовых лент, используемых для монтажа кабеля
ЗКВ-1×4×1,2 холодным способом**

Наименование и назначение	ГОСТ	Размеры, мм			Тип муфты
		толщина	ширина	длина	
Лента полиэтиленовая для восстановления внутренней оболочки	ГОСТ 10354—73	0,1—0,2	18—20	2500	Прямая Симметр.
		0,1—0,2	18—20	8200	
Лента поливинилхлоридная для восстановления наружной оболочки	ГОСТ 5960—72	0,2—0,25	20	8000	Прямая Симметр.
		0,2—0,25	20	14000	

Т а б л и ц а 7.33

**Характеристика связывающих материалов, используемых для монтажа кабеля
ЗКВ-1×4×1,2 холодным способом**

Связывающий материал	Компоненты	Количество весовых ча- стей	Количество объемных частей	Процентное содержание	Условия и срок хранения
Липкий полиизо- бутиленовый компаунд ЛПК	Полиизобутилен мягкий ТУ МХП 1761—54Р	П-20 240	—	57,1	В стеклянных банках с плотно закры- вающимися крышками, в темном про- ладном ме- сте, 3—4 ме- сяца
	Полиизобутилен твердый ГОСТ 13303—67	П-85 20	—	4,8	
	Бензин Б-70 ГОСТ 1012—72	160	—	38,1	
Смесь пластифи- каторов	Дибutilфталат ГОСТ 2102—67	—	1	14,3	В стеклянных банках, в темном ме- сте, 12 ме- сяцев
	Диметилфталат ГОСТ 8728—66	—	6	85,7	

Монтаж прямой муфты на кабелях ЗКП и ЗКВ-1×4 показан на рис. 7.81. Размеры разделки показаны на рис. 7.81а. Скрученные и пропаянные жилы изолируются полиэтиленовыми гильзами (рис. 7.81б), сросток обильно покрывается полиизобутиленовой массой (рис. 7.81в), поверх которой плотно наматывается полиэтиленовая лента (рис. 7.81г) с 50%-ным перекрытием и нанесением между слоями тонкого слоя массы. Восстановление экрана осуществляется намоткой ранее свернутых в рулончики экранированных лент с 20%-ным перекрытием (рис. 7.81д). Поливинилхлоридная оболочка восстанавливается многократной намоткой поливинилхлоридной ленты с промазкой смесью пластификаторов ПХ-12. Затем муфта туго обматывается изоляционной лентой, а сверху — шпагатом (на концах — виток к витку на расстоянии 25—30 мм, а в средней части — шагом, равным 15 мм) (рис. 7.81е). Готовую муфту прогревают в насыщенном растворе поваренной соли (на 1 л воды 500 г соли), начальная температура которого должна быть не выше 40°C. Постепенно подогревая (в течение 15 мин),

доводят раствор до кипения. В кипящем растворе муфту выдерживают 10 мин, после чего охлаждают и освобождают от шпагата и изоляционной ленты. Готовая муфта показана на рис. 7.81ж.

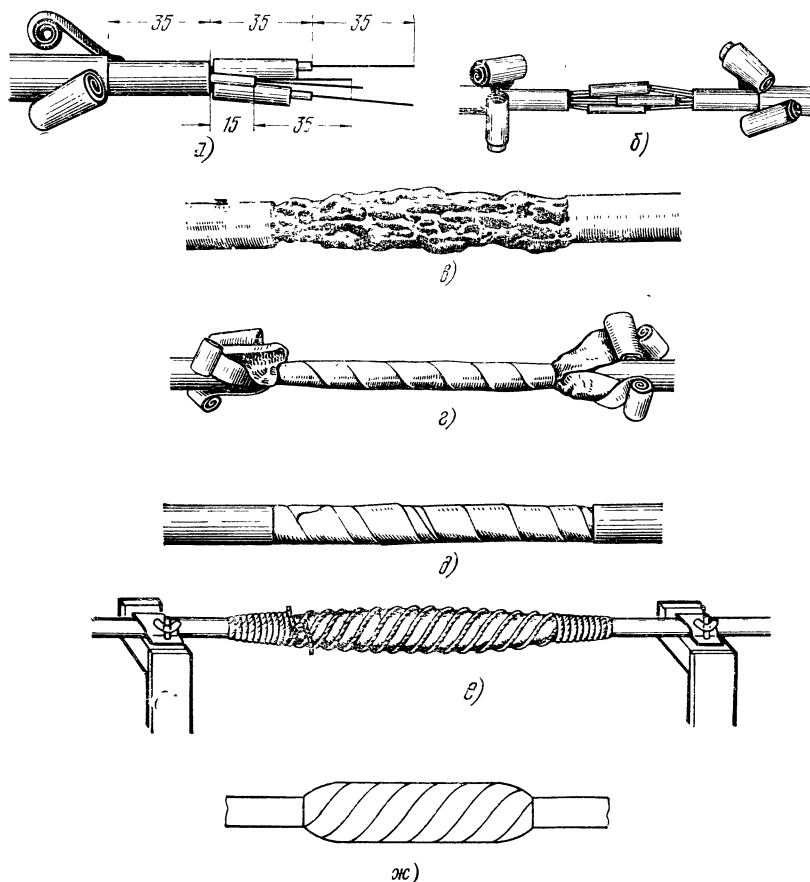


Рис. 7.81. Монтаж прямой муфты на кабеле типа ЗКП и ЗКВ-1×4×1,2 холодным способом:
 а) разделка концов кабеля; б) скрутка и изоляция жил; в) наложение компаунда ЛПК; г) обмотка сростка лентами; д) восстановление экрана; е) вид сростка перед прогревом в соляном растворе; ж) общий вид готовой муфты

Монтаж симметрирующей муфты холодным способом показан на рис. 7.82. Монтаж муфт на бронированном кабеле ЗКВБ-1×4×1,2 сводится к следующему. С концов кабеля на длине 400 мм снимают и сматывают в рулончики, не обрезая, джут, бронеленты и битуминизированную бумагу. Концы кабеля укорачивают на 150 мм. Монтаж сростка производится так же, как на кабеле ЗКВ. Затем восстанавливают бронепокровы послойной намоткой с перекрытием и пропайкой концов. Муфту погружают на 1 мин в противень с битумом БН-Ш, разогретым до 180°C и остуженным до 120—140°C. Чугунная муфта не устанавливается.

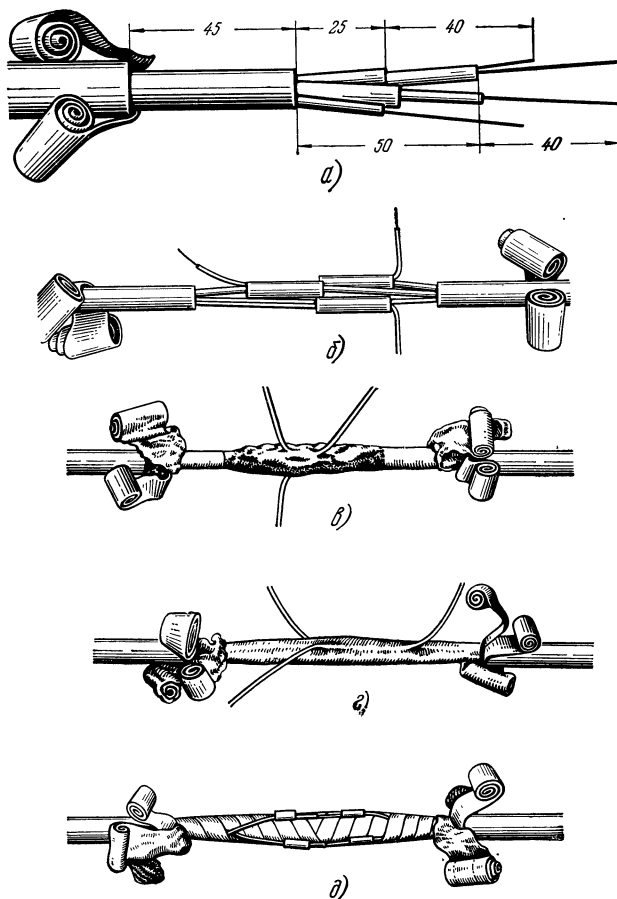


Рис. 7.82. Монтаж симметрирующей муфты холодным способом:

а) конец кабеля, подготовленный к монтажу; б) срезок муфты с выводными проводниками; в) срезок, покрытый компаундом ЛПК; г) обмотка среза лентой; д) расположение элементов противосвязи

МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ ЗКП И ЗКВ-1×4×1,2 ПРИ ПОМОЩИ ПРЕСС-ФОРМЫ И СВАРОЧНОГО ПРУТКА

Для монтажа применяются следующие приспособления и материалы: монтажный станок для крепления пресс-формы и кабеля; пресс-форма с вкладышами и электрообогревом для опрессовки срезка; ручной пресс с электрообогревом для разогрева полиэтилена и его выдавливания в пресс-форму; сварочный пистолет для подачи струи горячего воздуха или азота; воздушный компрессор или баллон для подачи сжатого воздуха (азота) в пистолет; пере-

движная электростанция с понижающим трансформатором для разогрева пресс-формы, ручного пресса и пистолета; контрольно-измерительный щит для контроля за режимом работы; полиэтиленовые крестовины для изолирования жил в процессе опрессования; муфта полиэтиленовая или поливинилхлоридная, полиэтиленовый или поливинилхлоридный сварочный пруток для восстановления наружной оболочки.

Восстановление изоляции жил и полиэтиленовой оболочки производится за один прием путем опрессования сrostка полиэтиленом, разогретым до вязкотекучего состояния. Для этого сращиваемые жилы отделяют друг от друга полиэтиленовыми крестовинами. В пресс-форму с зажатым сrostком с помощью ручного пресса выдавливают разогретый полиэтилен (рис. 7.83), который сваривается с изоляцией жил и крестовиной в монолитную массу; при этом на концах сrostка образуются герметичные пробки.

Сращивание поливинилхлоридной оболочки кабеля ЗКВ с поливинилхлоридного сварочного прутка в струе горячего воздуха, подаваемого специальным сварочным пистолетом с электрообогревом.

Аналогично восстанавливается наружная полиэтиленовая оболочка в кабеле ЗКП; при этом муфта и сварочный пруток должны быть полиэтиленовыми, а вместо воздуха используется азот.

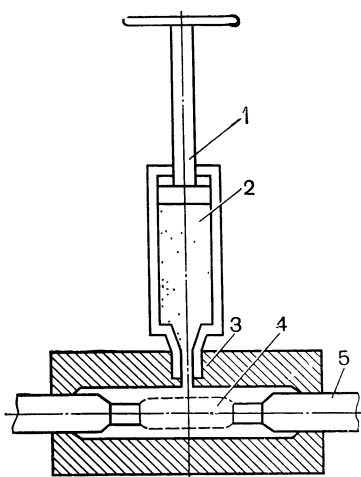


Рис. 7.83. Опрессование сrostка расплавленным полиэтиленом: 1 — ручной пресс; 2 — расплавленный полиэтилен; 3 — пресс-форма; 4 — сrostок сердечника; 5 — кабель

МОНТАЖ КАБЕЛЯ КСПП-1×4

Монтаж кабелей типа КСПП-1×4×1,2 и 1×4×0,9 выполняется так же, как одночетверочных кабелей типа ЗКП и ЗКВ. Данные о специальных материалах, используемых при монтаже муфт, приведены в табл. 7.34 и 7.35.

Т а б л и ц а 7.34

Специальные материалы для монтажа кабеля типа КСПП

Наименование и назначение материалов	Количество отрезков на срезок	Размеры			
		длина каждого отрезка, м	ширина, мм	толщина, мм	диаметр, мм
Полиэтиленовая лента для восстановления изоляции жил	4	0,7	10	0,1	—
Полиэтиленовая лента для восстановления поясной изоляции	1	2	15	0,1	—
Поливинилхлоридная муфта (трубка) для восстановления ПВХ оболочки кабелей типа ВТСП	1	0,25—0,26	—	Не менее 1,5	Внутренний 20
Поливинилхлоридная лента для восстановления ПВХ оболочки смесью пластификаторов	3	2	20	0,15—0,2	—
Полиэтиленовые муфты для восстановления полиэтиленовых оболочек кабелей типа КСПП	1	0,25—0,27	—	3—5	Внутренний 20—22
Полиэтиленовая лента для сварки полиэтиленовых полумуфт между собой и с оболочкой	3	1,5	20	0,1—0,2	—
Резиновая лента	1	0,4—0,5	20	0,8	—
Стеклолента	3	0,5	10—20	0,2—0,4	—
Изоляционная хлопчатобумажная (или миткалевая) лента для закрепления срезка	1	1,5	15	0,3—0,5	—
Шпагат для закрепления ленты	1	2	—	—	0,5—1,0

Т а б л и ц а 7.35

Расход материалов для монтажа 100 муфт на кабеле КСПП

Наименование материалов	Единица измерения	Оболочка поливинилхлоридная при ее восстановлении		Оболочка полиэтиленовая
		сваркой вкладышами	лентой со смесью пластификаторов	
Лента полиэтиленовая	кг	0,75	0,75	3,5
Лента поливинилхлоридная	»	—	3,8	—
Поливинилхлоридная трубка (муфта)	шт.	100	—	—
Полиэтиленовые муфты	»	—	—	100
Стеклолента	кг	—	—	2,0
Изоляционная хлопчатобумажная или миткалевая лента	г	—	100	—
Полиизобутиленовый компаунд	кг	1,2	1,2	1,2
Смесь пластификаторов	»	—	0,3	—
Соль поваренная	»	—	10	—
Шпагат	»	—	0,5	—

МОНТАЖ ОДНОЧЕТВЕРОЧНЫХ КАБЕЛЕЙ
МЕТОДОМ ЗАЛИВКИ КОМПАУНДОМ

Министерством связи СССР утверждены (для опытного внедрения) рекомендации по монтажу одночетверочных кабелей типа КСПП и ВТСП методом заливки компаундом. Для монтажа применяются следующие специальные материалы (на десять муфт): муфта полиэтиленовая [трубка, заваренная с одной

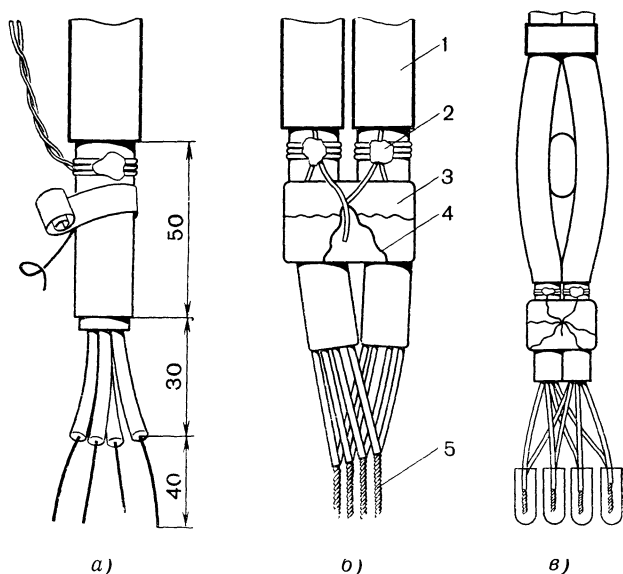


Рис. 7.84. Монтаж кабеля КСПП-1×4 методом заливки компаундом:
 а) разделка концов; б) сращивание жил и перепайка брони;
 в) общий вид сращения;
 1 — кабель; 2 — броня; 3 — экранная лента; 4 — экранная проволока; 5 — скрутка жил

стороны, длиной 330 мм с внутренним диаметром 32 мм и толщиной стенки 3—5 мм (10 шт.); полиэтиленовые тупиковые гильзы (40 шт.); полиэтиленовые или поливинилхлоридные ленты толщиной 0,1—0,3 мм и шириной 10—20 мм (50 г); компаунд заливочный типа Б-1 (масса МБ-70) — 100 весовых частей и диоктилсебацат — 8—9,5 весовых частей (2,5 кг). Компаунд Б-1 приготавливают путем разогрева в металлической посуде массы МБ-70 до температуры 130°C, потом вводят в разогретую массу диоктилсебацат и перемешивают 20—30 мин. Температура каплепадения готового компаунда должна быть $65 \pm 5^\circ\text{C}$.

Разделка концов кабеля показана на рис. 7.84а, сращивание жил, перепайка брони и восстановление экранов — на рис. 7.84б, а изолирование жил — на рис. 7.84в. Полиэтиленовую муфту на 3/4 заливают разогретым до температуры 100°C компаундом и погружают в нее ссосток таким образом, чтобы гильзы не доходили до дна на 10—15 мм.

Затем в одном из углов котлована муфту устанавливают вертикально в подготовленное углубление на 3/4 длины муфты и запас кабеля укладывают горизонтальными витками на дне котлована. В колодцах телефонной канализации муфту прикрепляют в вертикальном положении к кронштейнам.

ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫЕ ТРУБКИ

Для сращивания пластмассовых оболочек и восстановления изолирующих покровов при монтаже муфт используются термоусаживаемые трубки (ТУТ), изготовленные из термопластических материалов (полиэтилен, полипропилен и др.), подвергнутых радиационной вулканизации (облучению γ - и β -лучами). Если изготовленную из этого материала деталь разогреть и расширить, а затем в расширенном состоянии охладить, то приданная детали форма окажется как бы «замороженной».

При нагревании до температуры выше той, при которой производилось расширение детали (например, трубки), она усаживается, принимая свое исходное

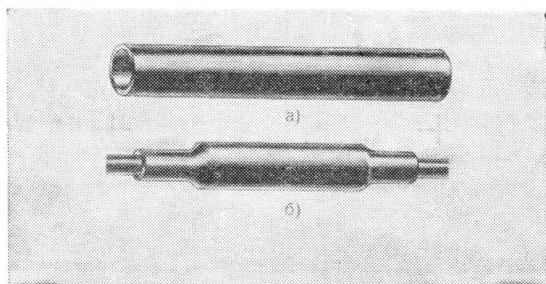


Рис. 7.85. Термоусаживаемые трубки:
а) до прогрева и усадки;
б) после установки на срос-
ток и прогрева

состояние. Если надвинутую на сросток муфты или на конец кабеля расширенную трубку разогревать, то при переходе в исходное состояние она плотно обожмет сросток или кабель (рис. 7.85). Для повышения герметичности и плотности обжима на внутреннюю полость трубок (наконечников) наносят подклеивающий слой, который в процессе нагрева размягчается, заполняя зазор между трубкой и кабелем (сростком муфты). Как правило, радиальная усадка составляет не менее 50% от раздутого состояния. После усадки ТУТ сохраняют герметичность при температуре $-30 \div +70^\circ\text{C}$ под давлением 39 кПа (0,4 кгс/см²). Трубки поставляются потребителю в расширенном состоянии («с эластичной памятью формы»). Некоторые характеристики ТУТ, изготавливаемых по ТУ 6-05-051-63—74 приведены в табл. 7.36.

Таблица 7.36

Характеристика электроизоляционных термоусаживаемых трубок

Характеристика	Единица измерения	Величина
Размеры трубок в состоянии поставки: внутренний диаметр	мм	15±1 36±1,5 60±2
толщина стенок	»	0,5—0,6±0,2
длина (номинальная)	м	30; для 20% допускается от 5 до 30
Радиальная усадка	%	50±5
Продольная усадка	»	30±5
Предел прочности, не менее	кгс/см ² (Па)	120 (1177·10 ⁴)
Относительное удлинение, не менее	%	200
Электрическая прочность	кВ/мм	30
Испытание на тепловой удар (в течение 5 ч)	°C	175
Испытание на тепловое старение при 130°C	ч	400
Температура хрупкости, не выше	°C	—60

Образцы ТУТ должны выдерживать испытания на воздействие «инеея», быть устойчивы к воздействию плесневых грибов, морского тумана и тропического климата. Они также не должны быть коррозионно активными.

Условное обозначение состоит из слова ТУТ и двух групп цифр, обозначающих номинальный внутренний диаметр до и после усадки (ТУТ 20/10).

7.16. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ С РАЗНОРОДНЫМИ ОБОЛОЧКАМИ

При монтаже кабелей в пластмассовой оболочке (например, марки МКТП-4) и кабеля в свинцовой оболочке (например, марки МКТСБ-4) применяются металлопластмассовые трубки (ТМП), состоящие из стальных трубок, на наруж-

ную поверхность которых методом горячего напыления нанесен слой полиэтилена (рис. 7.86а). При соединении кабеля марки МКТП-4 с кабелями марок МКТСБ, МКТСК-4 и др. полиэтиленовую оболочку кабеля МКТП-4 сваривают с полиэтиленовым слоем трубки ТМП, а свинцовую оболочку кабеля МКТСБ

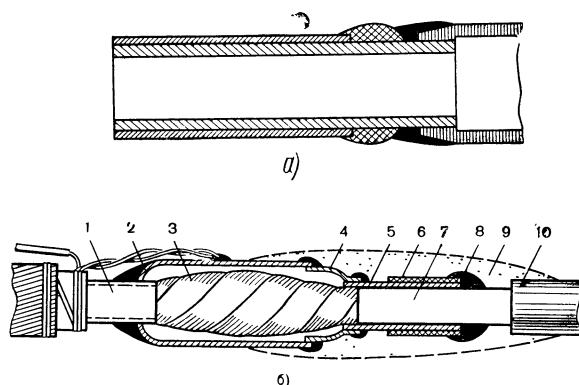


Рис. 7.86. Сращивание разнородных оболочек:
а) металлопластмассовая трубка; б) смонтированная муфта;
1 — свинцовая оболочка; 2 — свинцовая муфта; 3 — сросток сердечника кабеля; 4 — свинцовый конус; 5 — стальная трубка; 6 — слой полиэтилена; 7 — полиэтиленовая оболочка кабеля; 8 — сварка полиэтилена; 9 — защитный покров из компаунда ЛПК и лент; 10 — поливинилхлоридная оболочка

при помощи свинцового конуса припаявают к стальной трубке. Затем место обреза наружной поливинилхлоридной оболочки защищают от проникновения влаги двумя-тремя слоями компаунда ЛПК и полиэтиленовыми лентами, которые накладываются с захватом наружной поливинилхлоридной оболочки на 3—4 см. При использовании для этой же цели поливинилхлоридной трубки, с одной стороны приваренной к наружной оболочке кабеля, а с другой закрепленной проволочным бандажом (как это рекомендуется во многих инструктивных документах), наложение защитных слоев из компаунда ЛПК и лент должно производиться либо в месте обреза наружного шланга, либо на конце поливинилхлоридной трубки около проволочного бандажа. Если наружная оболочка кабеля выполнена из полиэтилена, то металлопластмассовая трубка сваривается непосредственно с наружной оболочкой. Общий вид смонтированной муфты (в разрезе) показан на рис. 7.86б. Аналогичным способом сращивают кабели других марок; изменяются только размеры монтажных деталей.

7.17. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА КАБЕЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для прокладки в зоне опасного влияния ЛЭП или контактной сети электрифицированных переменным током железных дорог используются кабели с улучшенным коэффициентом защитного действия, отличающиеся наличием специальных дополнительных экранов и их защитных покровов. Особенности монтажа этих кабелей заключаются в способах восстановления экранов и изолирующих защитных покровов.

МОНТАЖ КАБЕЛЯ ТИПА МКСЭБв

Для монтажа кабеля, кроме обычных, применяются материалы, приведенные в табл. 7.37. Данные о размерах разделки концов кабеля, типе свинцовых

Таблица 7.37

Специальные материалы, применяемые для монтажа кабеля типа МКСЭБв

Наименование	Марка	ГОСТ или ТУ	Единица измерения	Количество
Лента полиэтиленовая шириной 25—30 мм	—	ГОСТ 10354—63	м	3
Стеклолента толщиной 0,2 мм и шириной 30 мм	ЭСЛБ	ГОСТ 5937—68	»	6
Мастика битумно-резиновая	МБР-90	ГОСТ 15836—70	кг	0,4
Цинково-оловянный припой	ЦОП	—	г	20
Липкий полиизобутиленовый компаунд	ЛПК	—	»	30

и чугунных муфт приведены в табл. 7.38. Разделка концов кабеля показана на рис.7.87.

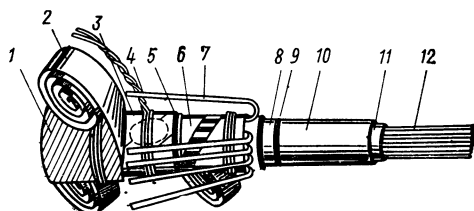


Рис. 7.87. Разделка концов кабеля МКСЭБв:

1 — джут; 2 — пластиковые ленты; 3 — броня; 4 — бандаж; 5 — подброневая подушка; 6 — алюминиевые ленты; 7 — алюминиевые проволоки экрана; 8 — бумага; 9 — битум; 10 — свинец; 11 — поясная изоляция; 12 — жилы

Таблица 7.38

Размеры разделки концов кабеля МКСЭБв, типы свинцовых и чугунных муфт

Емкость кабеля	Тип муфты	Расстояние между обрезами, мм					Размер свинцовой муфты, мм	Тип чугунной муфты
		джута	брони	подброневых покровов	пластмассовых лент	свинцовой оболочки		
4×4	Прямая	380	330	260	240	160	190×37	МЧ-50
	Симметр.	480	430	360	340	240	270×54	МЧ-65
7×4	Прямая	440	390	320	300	190	220×45	МЧ-65
	Симметр.	510	460	390	370	240	270×70	МЧ-75

Удаление наружных покровов, зачистка и залуживание брони, припайка бандажа и проводов КИП, удаление брони производятся обычным порядком. Концы проволок от бандажа не обрезаются, а используются в последующем для перепайки с экраном и свинцовой муфтой. Алюминиевые проволоки освобождают от защитного покрова, очищают от битума и отгибают к неразделанной части кабеля.

Сращивание жил и монтаж свинцовой муфты выполняют обычным порядком (используется муфта с продольным разрезом). Затем поочередно отмечают места обреза алюминиевых проволок (5 мм от середины муфты в сторону кабеля) и залуживают их на длине 35—40 мм от отметок цинково-оловянным припоем. Залуженные алюминиевые проволоки обрезают, разбивают на две рав-

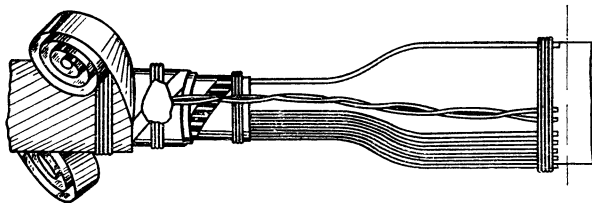


Рис. 7.88. Укладка и закрепление алюминиевых и бандажных проволок

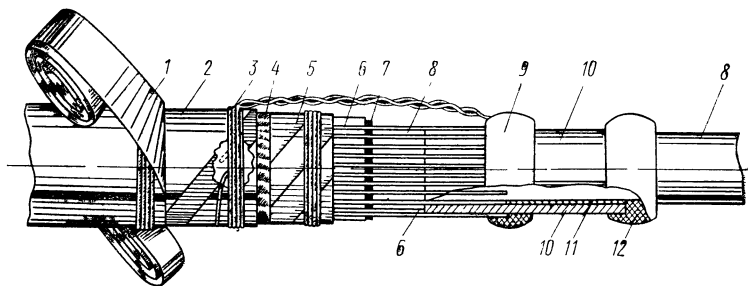


Рис. 7.89. Оконечная заделка кабеля МКСЭВ при вводе его в НУП (ОУП): 1 — пластиковые ленты; 2 — броня; 3 — бандаж; 4 — подброневая подушка; 5 — алюминиевые ленты; 6 — алюминиевые проволоки; 7 — пластиковые ленты; 8 — свинцовая оболочка; 9 — место пайки; 10 — свинцовая манжета; 11 — пять слоев кабельной бумаги; 12 — место спайки свинцовой манжеты с оболочкой кабеля

ные части, укладывают с двух сторон свинцовой муфты, закрепляя бандажом из двух-трех витков медной проволоки диаметром 1,2 мм (рис. 7.88), и перепаявают припоем ПОССу-30 между собой и со свинцовой оболочкой, образуя на муфте гладкий кольцевой слой припоя.

Восстановление защитных покровов может производиться одним из способов, описанных в § 7.15. Допускается также следующий способ восстановления защитных покровов: сrostок покрывают тремя слоями разогретой битумно-резиновой мастики с обмоткой поверх каждого слоя пластмассовой лентой. Затем накладывают слой миткалевой или стеклотенты, пять слоев липкой поливинилхлоридной ленты шириной 30 мм с 30%-ным перекрытием и вновь стеклотентой. Установка и заливка чугунной муфты производятся обычным порядком.

Оконечная заделка алюминиевого экрана кабеля МКСЭВ при вводе его в НУП или ОУП показана на рис. 7.89. Разделка кабеля производится так же, как при монтаже муфт на расстоянии 500—1000 мм от места расположения газонепроницаемой (изолирующей) муфты. С целью сохранения полистирольной изоляции жил от спекания при запайке алюминиевого экрана на свинцовую оболочку кабеля предварительно наматывают пять-шесть слоев кабельной бумаги на длине 100 мм. Поверх бумаги устанавливают свинцовую манжету длиной 100 мм и толщиной свинца 2 мм, концы которой припаивают к оболочке кабеля. Обрез алюминиевых проволок должен совпадать с серединой свинцовой манжеты, к которой они припаиваются.

МОНТАЖ КАБЕЛЯ ТИПА КМЭБ-4

Дополнительный экран в этом кабеле представляет собой сплошную алюминиевую оболочку толщиной порядка 1—1,1 мм, расположенную под свинцовой оболочкой. При монтаже муфт алюминиевая оболочка обрезается на расстоянии 3 мм от обреза свинца, причем восстановление экрана над срезом не производится. Размеры разделки кабеля показаны на рис. 7.90. Восстановление защитных покровов на кабеле КМЭБ-4 осуществляется тремя слоями поли-

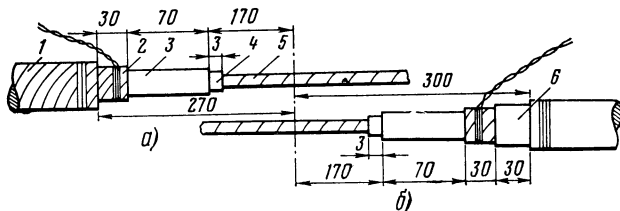


Рис. 7.90. Разделка концов кабеля типа КМЭБ-4:
1 — джут; 2 — броня; 3 — свинцовая оболочка; 4 — алюминиевая оболочка; 5 — сердечник кабеля; 6 — пластмассовые ленты

этиленовых или поливинилхлоридных лент, наложенных по слою битумно-резиновой мастики. Затем срез обматывается слоем стеклоленты и защищается чугунной муфтой МЧ-75.

МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ ТИПА МКСАСБпШп И МКСАСБп-4×4×1,2

Под свинцовой оболочкой этих кабелей в качестве дополнительного экрана размещается сплошная алюминиевая оболочка. В кабеле МКСАСБпШп поверх свинцовой оболочки и поверх брони наложены изолирующие полиэтиленовые шланги, а в кабеле МКСАСБп — только поверх оболочки. При монтаже кабеля соединение алюминиевой оболочки в муфтах не производится. Для монтажа прямой муфты используется свинцовая цилиндрическая муфта 190×37 мм, а для симметрирующей — муфта с отрезными конусами, как на кабеле в свинцовой оболочке. Для механической защиты применяются соответственно МЧ-65 и МЧ-75. Разделка концов кабеля показана на рис. 7.91.

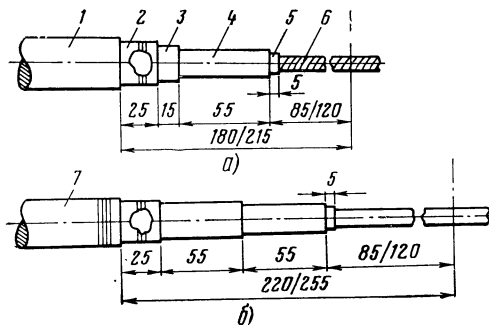


Рис. 7.91. Разделка концов кабеля типа МКСАСБпШп (а) и МКСАСБп (б):
1 — наружный шланг; 2 — броня; 3 — внутренний шланг; 4 — свинцовая оболочка; 5 — алюминиевая оболочка; 6 — сердечник кабеля; 7 — джут (в числителе указаны размеры для прямой муфты, в знаменателе — для симметрирующей)

Восстановление изолирующих покровов производится так же, как при монтаже кабелей в алюминиевой оболочке.

МОНТАЖ КАБЕЛЯ ТИПА МКБКМБ

Экран этого кабеля состоит из повива медных круглых проволок диаметром 2—2,5 мм, расположенных между оболочкой и броней. Монтаж экранных проволок в прямых и пушиновских муфтах показан на рис. 7.92.

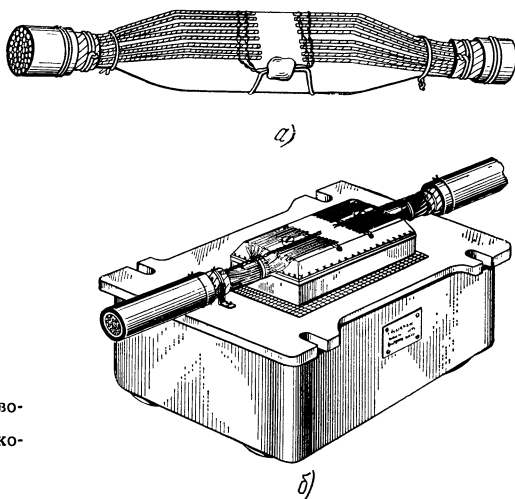


Рис. 7.92. Заделка экранированных кабелей при монтаже:
а) свинцовой муфты; б) пупиновского ящика

7.18. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ НА РЕЧНЫХ ПЕРЕХОДАХ

В данном параграфе приводятся данные о способах монтажа кабелей с защитными покровами типа «К», обычно используемых на речных переходах. Аналогично производится монтаж таких кабелей при их прокладке в местах, где могут иметь место значительные растягивающие нагрузки на кабель: районы вечной мерзлоты, крутые подъемы, смещающиеся грунты и т. п.

В зависимости от способа прокладки кабеля, глубины водного бассейна, его гидрологии, периода выполнения работ и других специфических условий монтаж муфт на подводных кабелях может выполняться: на плавучих средствах; на льду, после прокладки кабеля вдоль продольной проруби; непосредственно на берегу (на острове, в пойме, при отливах и т. п.).

Подводный кабель сращивается с подземным не ранее чем через 48 ч после окончания всех работ на подводном кабеле — замыыва траншей, укрепления в берегах и пр. Место стыка подводного кабеля с подземным должно находиться на расстоянии не менее 30 м от уреза воды. Непосредственно перед монтажом муфты на стыке смонтированного подводного кабеля должны быть проверены электрическое состояние и герметичность оболочки.

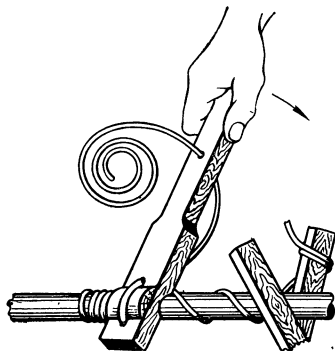


Рис. 7.93. Наложение бандаж при помощи клетневки

Монтаж подводных кабелей отличается от монтажа подземных способом сращивания брони. Существуют два способа сращивания брони на подводном кабеле: безмуфтовый и с помощью защитных муфт.

При безмуфтовом соединении проволоочной брони внутренний диаметр свинцовой муфты и ее длина должны соответствовать размерам сростка. После запайки в муфте не должно быть пустот (при необходимости сросток плотно обматывается миткалем).

Перед восстановлением защитных покровов муфту и оголенную часть кабеля покрывают слоем горячего битума № 3. Такой же массой покрывают муфту после сращивания брони и наложения надброневых покровов. Бандажи накладываются при помощи клетневки, изготовленной из березы, граба или клена. Процесс сращивания проволоочной брони показан на рис. 7.93—7.95.

При сращивании проволоочной брони с помощью муфт используются также специальные защитные муфты, состоящие из двух половинок, стягиваемых че-

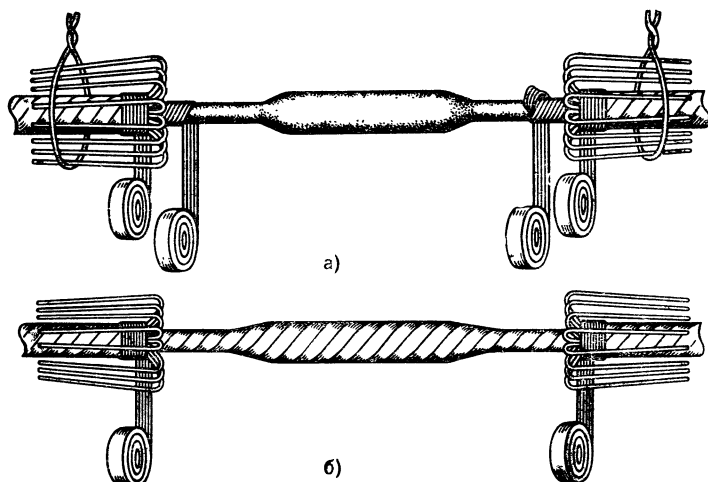


Рис. 7.94. Разделка концов кабеля с круглой проволоочной броней, запайка свинцовой муфты (а) и устройство подброневой подушки (б)

тырьмя болтами. Для закрепления проволоочной брони кабеля муфта имеет два грушевидных вкладыша и два стальных кольца. Вкладыши имеют прорезы для броневых проволок.

Монтаж вкладышей (рис. 7.96) осуществляется следующим образом. Бандаж из мягкой двухмиллиметровой оцинкованной проволоки, наложенной при помощи клетневки, плотно обматывают ровным слоем смоляной ленты с таким расчетом, чтобы вкладыш надвигался на него с трудом. Длина бандажа должна быть не менее длины вкладыша. Вкладыш временно закрепляется двумя диаметрально расположенными броневыми проволоками, плотно уложенными в прорезы вкладыша и под кольцо. Затем поочередно отгибают и укладывают в прорезы поверх кольца остальные проволоки. Две проволоки, сдерживающие кольцо, разгибают; кольцо сдвигают на кабель, после чего надвигают до отказа на конус вкладыша поверх всех проволок. Молотком загибают проволоки вокруг кольца, а лишнюю длину их надпиливают и обламывают. Около кольца поверх проволок накладывают хомут из шести—десяти витков оцинкованной трехмиллиметровой проволоки.

Сращивание жил и запайка свинцовой муфты производятся после монтажа вкладышей на обоих концах кабеля. При этом необходимо соблюдать расстояние между зубчатками вкладышей и пазами для них в защитной муфте

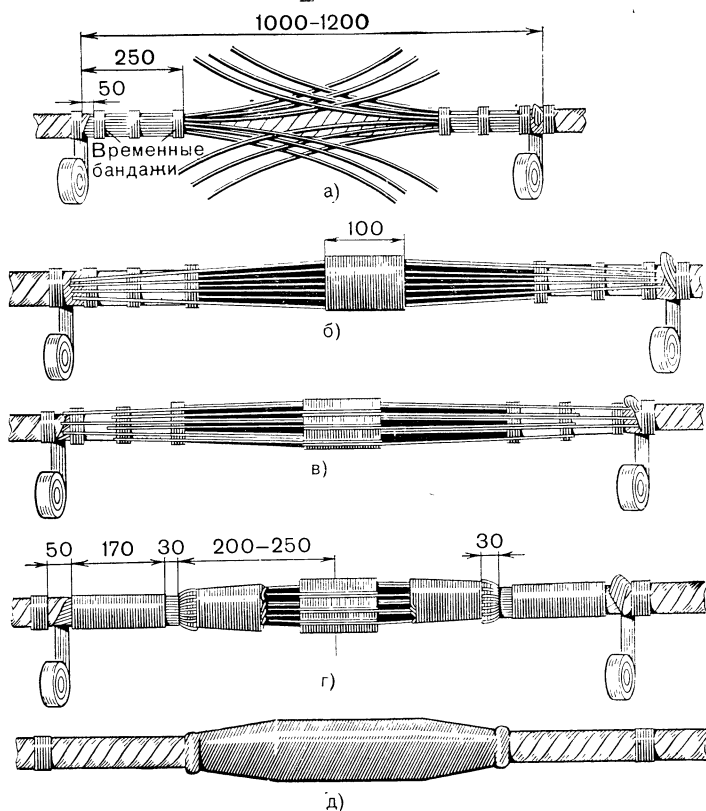


Рис. 7.95. Восстановление брони:

а) укладка проволок брони и закрепление их временными бандажками; б) укладка броневых проволок вокруг сростка и наложение среднего бандажки; в) укладка броневых проволок поверх среднего бандажки; г) наложение боковых бандажки и заделка концов броневых проволок; д) общий вид сростка проволок перед покрытием битумом № 3

Смонтированная чугунная муфта (рис. 7.97) заливается массой МКБ или битумом № 3.

На рис. 7.98—7.99 показаны детали и этапы монтажа защитной стяжной муфты, применяемой при монтаже муфт на кабелях с круглой проволочной броней типа КМК-8/6 [ввиду большой разницы между диаметром этого кабеля по оболочке (55 мм) и диаметром свинцовой муфты (132 мм) применение безмуфтового соединения может вызвать деформацию сростка]. Монтаж муфт сводится к следующему. После наложения проволочных бандажки и удаления джута на концы сращиваемых кабелей последовательно надвигают кольцо, прижим и конус. Броневые проволоки промывают бензином, отгибают в сторону, временно закрепляют, удаляют подброневые покровы, производят разделку концов кабеля, сращивание сердечника и монтаж свинцовой муфты обычным способом. Затем броневые проволоки отгибают и поверх ранее наложенного бандажки наматывают несколько слоев кабельной ленты с таким расчетом, чтобы диаметр обмотанного бандажки был равен внутреннему диаметру конуса. На бандажки, сделанные с обоих концов сростка, надвигают конусы, временно вставляют в их отверстия стяжные болты и закрепляют гайками. Броневые

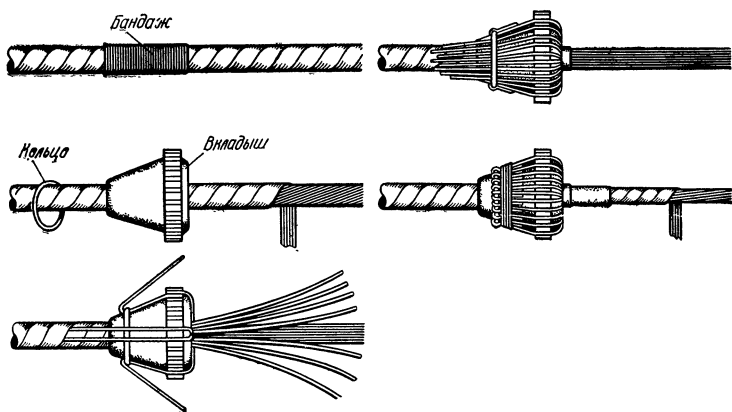


Рис. 7.96. Закрепление брони на вкладыше защитной муфты

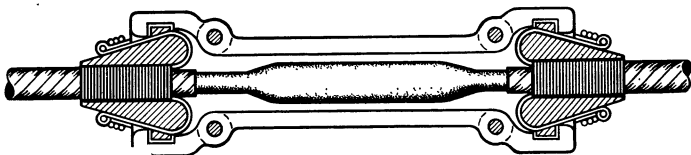


Рис. 7.97. Положение вкладыша в защитной муфте

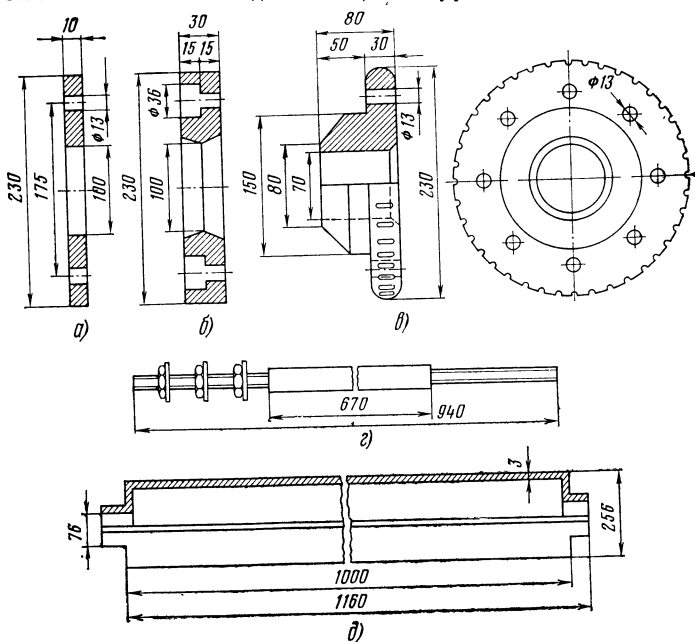


Рис. 7.98. Детали стяжной муфты для кабеля КМК-8/6: а) кольцо; б) прижим; в) конус; г) стяжной болт с шайбами и гайками; д) защитная муфта

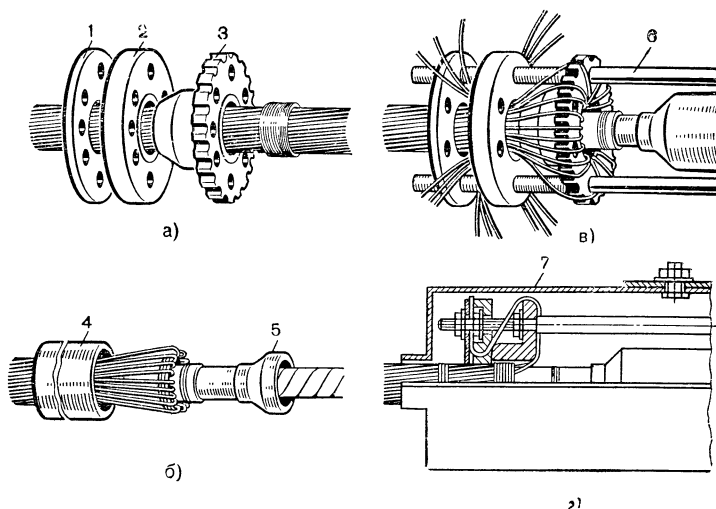


Рис. 7.99. Монтаж стяжной защитной муфты: а) установка деталей для монтажа; б) разделка конца кабеля; в) заделка проволок брони; г) общий вид (в разрезе)
1 — кольцо; 2 — прижим; 3 — конус; 4 — свинцовый цилиндр; 5 — свинцовый конус; 6 — стяжной болт; 7 — защитный кожух

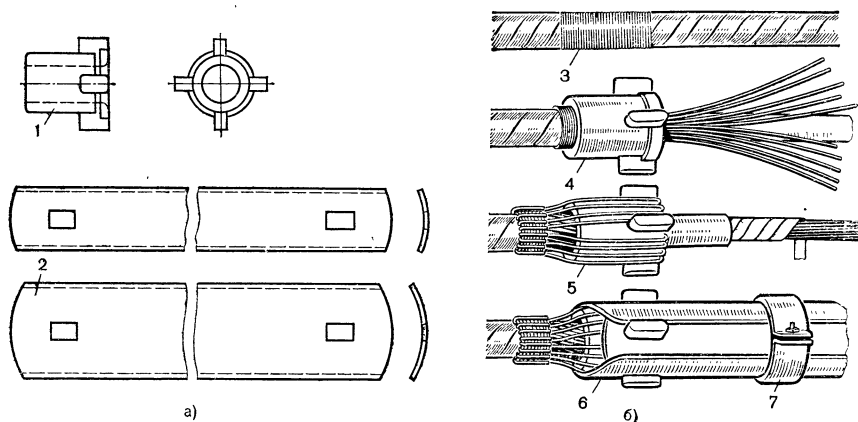


Рис. 7.100. Стяжная муфта с применением стальных пластин:

а) детали для монтажа; б) технология работ:

1 — стальной вкладыш; 2 — стальная пластина; 3 — проволочный бандаж; 4 — установка вкладыша; 5 — разделка проволок брони на вкладыше; 6 — установка пластин; 7 — крепление пластин

проволоки отгибают, укладывая их в прорези конуса, и закрепляют временным бандажом. Затем сдвигают прижим к конусу и при помощи гаек плотно скрепляют. Временный бандаж удаляют, и концы проволок отгибают к прижиму, плотно закрепляя их при помощи кольца. Излишнюю длину проволок удаляют. На сросток устанавливают защитный кожух и заливают его битумной массой. На рис. 7.100 показан метод монтажа защитной муфты при помощи стальных пластин

Конструктивные размеры

Типо- размер	Марка кабеля	Диаметр, мм		Размеры, мм					
		по обо- лочке	наруж- ный	А	Б	В	Г	Д	

Муфты

1	КМГ-4	33,0	33,0	260	110	50	125	45
2	КМБ-4	32,5	33,5	280	120	55	135	50
3	КМК-4	33,9	50,0	360	150	70	175	65
4	КМГ-8/6	45,3	45,3					
	КМБ-8/6	44,7	64,0	360	150	70	175	65
	КМК-8/6	45,7	72,0					

Муфты

1	МКС-1×4	11	16—25	210	90	40	100	35
2	МКС-4×4	20	24—41	260	110	50	125	45
3	МКС-7×4	24	29—50	280	120	55	135	50

Муфты типа МИСТ

1	ТЗГ, ТЗБ и др.	11—15	220	90	40	105	40
2		15—33	260 ¹⁾	110	50	125 ¹⁾	45 ¹⁾
			340			190	110
3		33—42	260	110	50	125	45
4		42—48	280	120	55	135	50
5		48—60	360	150	70	175	65
		60—72	360	150	70	175	65

Муфты типа МИСТ

1	ТГ-10×2, ТГ-30×2	9—14	220	90	40	105	40
2	ТГ-50×2, ТГ-100×2	14—33	260 ²⁾	110	50	125 ²⁾	45 ²⁾
			390			190	110
3	ТГ-150×2 и более	24—40	260	110	50	125	45
4		40—48	280	120	55	135	50
5		48—62	360	150	70	175	65
6		62—72	360	150	70	175	65

¹ В числителе указаны данные для кабеля ТЗГ, а в знаменателе — ТЗБ.

² В числителе указаны данные для ТГ меньшей емкости, а в знаменателе — для ТГ большей емкости.

Т а б л и ц а 7.39

изолирующих муфт типа МИС

(рис. 7.107)							Тип чугунной муфты	Назначение
Е	Ж	З	И	Ф1	Ф2	Ф3		

типа МИСк (для коаксиальных кабелей)

15	15	80	15	45	53	70	—	Используется как изо- лирующая
15	15	85	15	51	59	75	МЧ-65	
20	20	110	20	65	77	100	—	
20	20	110	20	75	87	110	—	

типа МИСс (для симметричных кабелей)

10	15	60	15	25	33	50	МЧ-35	Используется как изо- лирующая и соедини- тельная
15	15	80	15	45	53	70	МЧ-65	
15	15	85	15	51	59	75	МЧ-65	

(для кабелей типа ТЗ)

10	15	65	15	25	33	50	МЧ-35	Используется как изо- лирующая и соедини- тельная
15	15	80	15	45	53	70	МЧ-65 ¹⁾ МЧ-75	
15	15	80	15	45	53	70	Специаль- но изготов- ливается	Используется как изо- лирующая
15	15	85	15	51	59	75		
20	20	110	20	65	77	100		
20	20	110	20	75	87	110		

(для кабелей типа ТГ)

10	15	65	15	25	33	50	—	Используется как изо- лирующая и соедини- тельная
15	15	80	15	45	53	70		
15	15	80	15	45	53	70	—	Используется как изо- лирующая
15	15	85	15	51	59	75		
20	20	110	20	65	77	100		
20	20	110	20	75	87	110		

7.19. МОНТАЖ ИЗОЛИРУЮЩИХ И ГАЗОНЕПРОНИЦАЕМЫХ МУФТ

Изолирующие муфты устанавливают для ограничения тока, возникающего в металлических оболочках кабеля, а также при необходимости проведения периодических измерений с целью контроля за изолирующими покровами кабеля. Установка изолирующих муфт определяется проектом и обычно производится на: вводах кабелей в усилительные пункты; входе (выходе) кабелей связи в туннели метрополитена; стыке кабелей без изолирующих покровов с кабелями, имеющими изолирующие покровы (если состояние последних должно периодически контролироваться путем измерений).

Изолирующие муфты могут быть газопроницаемыми (т. е. в местах их установки газ внутри кабеля может распространяться) и газонепроницаемыми. В отдельных случаях они могут быть использованы в качестве соединительных (на стыке строительных длин).

На линиях связи используются следующие основные типы изолирующих муфт: МИС, ГМСИ, МИ и МКИР.

Изолирующие соединительные газопроницаемые муфты типа МИСс (для симметричных кабелей междугородной связи), МИСк (для коаксиальных кабелей) и МИСт (для телефонных кабелей типа ТГ и ТЗ) изготавливаются по ТУ За.4.232.000. Размеры, назначение и основные характеристики муфт приведены в табл. 7.39 и 7.40.

Т а б л и ц а 7.40

Основные характеристики изолирующих муфт типа МИС

Характеристика	Единица измерения	Величина
Рабочая температура	°С	$-30 \div +40$
Внутреннее избыточное рабочее давление	кгс/см ² (кПа)	0,5—0,6 (49,1—58,9)
Испытательное избыточное газовое давление в течение 24 ч	кгс/см ² (кПа)	2,0 (196,4)
Испытательное напряжение постоянного тока в течение 2 мин	В	2 000
Сопротивление изоляции между свинцовыми цилиндрами	МОм	10 000

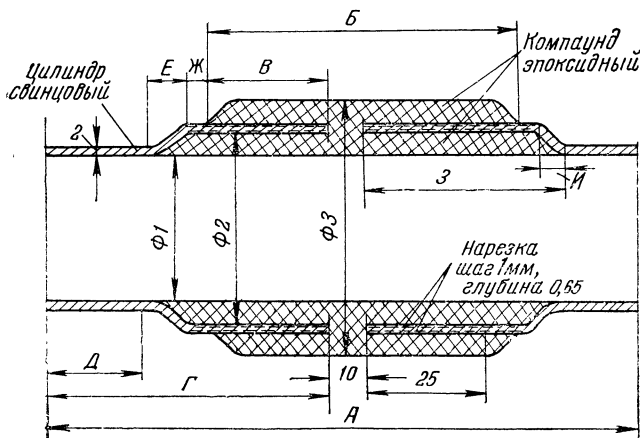


Рис. 7.101. Изолирующая муфта типа МИС

Муфта МИС (рис. 7.101) состоит из двух свинцовых цилиндрических частей, расположенных на расстоянии 10 мм друг от друга и скрепленных эпоксидным компаундом.

При монтаже изолирующей муфты на стыке строительных длин она используется взамен соединительной свинцовой муфты (кроме КМБ-8/6 и других кабелей большой емкости, диаметр сродка которых больше внутреннего диаметра изолирующей муфты). В остальных случаях в месте установки изолирующей муфты на оболочке кабеля делают кольцевой вырез шириной 10 мм, место выреза обматывают полиэтиленовой или поливинилхлоридной лентой с захватом оболочки на 15—20 мм, изолирующую муфту надвигают так, чтобы ее середина совпадала с вырезом, и концы припаявают к оболочке припоем ПОССу-30. При монтаже изолирующих муфт на кабелях с изолирующими покрытиями восстановление последних осуществляется так же, как при монтаже соединительных муфт на данном кабеле.

Размеры разделки кабелей при монтаже муфт типа МИС приведены в табл. 7.41.

Таблица 7.41

Размеры разделки концов кабеля при монтаже изолирующих муфт типа МИС

Марка кабеля	Назначение	Расстояние между обрезами, мм			
		оболочки	внутренне-го шланга	брони	наружно-го шланга, джута
КМБ-8/6	Изолирующая	10	—	480	580
КМБ-4	»	10	—	380	430
МКТСБ-4	Соединительная и изолирующая	190	—	350	400
МКСБ-7×4	То же	200	—	370	420
МКСБ-4×4	»	160	—	370	420
МКСБ-1×4	»	110	—	320	370
МКСАШп-7×4	»	200	—	—	410
МКСАШп-4×4	»	160	—	—	370
МКСАШп-1×4	»	110	—	—	320
МКСАБп, МКСАБпШп					
7×4	»	200	410	470	520
4×4	»	160	370	430	480
1×4	»	110	320	380	430
МКССтШп					
7×4	»	200	—	—	410
4×4	»	160	—	—	370

Практическое применение имеют также изолирующие муфты, в которых два свинцовых цилиндра соединены между собой с промежутком 10 мм при помощи клея ВК-9.

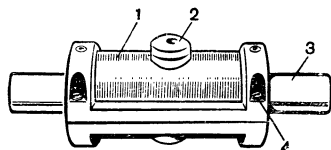


Рис. 7.102. Изолирующая муфта с продольным разрезом типа МКИР:
1 — корпус; 2 — пробка; 3 — латунная втулка; 4 — винт

Муфта с продольным разрезом типа МКИР показана на рис. 7.102. Корпус муфты изготовлен из пресс-порошка и состоит из двух полумуфт, имеющих пазы для резиновых уплотнителей. В верхней полумуфте имеется отверстие с пробкой на резьбе для заливки муфты. На концах корпуса имеются латунные втулки. Полумуфты при установке на кабеле скрепляются четырьмя винтами.

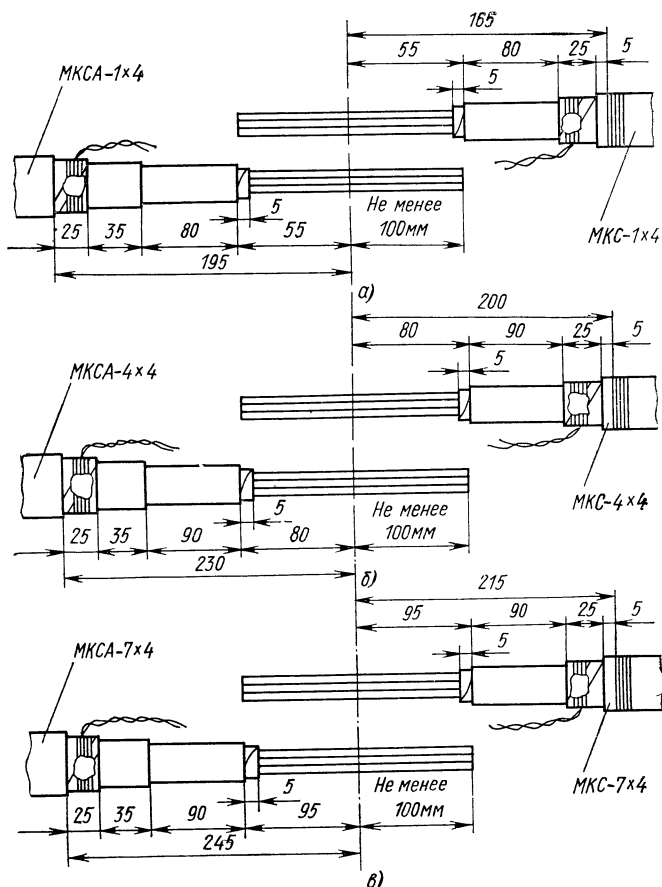


Рис. 7.103. Разделка концов кабелей для монтажа изолирующих муфт при помощи клея ВК-9:
 а) МКС и МКСА-1x4; б) то же, емкостью 4x4; в) то же, емкостью 7x4

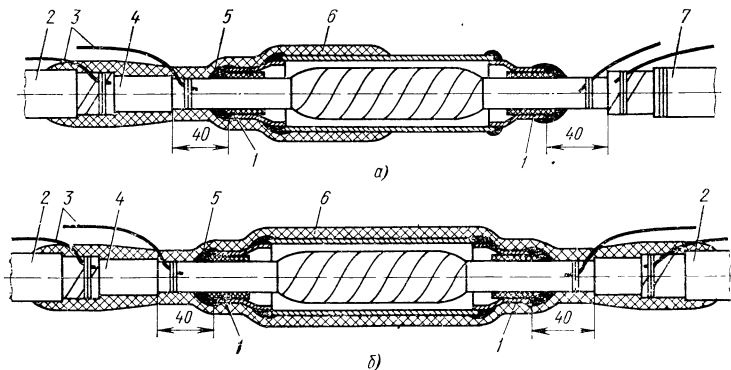


Рис. 7.104. Монтаж изолирующих муфт клеем на стыке кабелей МКС.а: МКС (а) и МКСА с МКСА (б):
 1 — стеклотента, пропитанная клеем; 2 — кабель МКСА; 3 — вывод провода КИП; 4 — полиэтиленовая оболочка; 5 — клеевой шов; 6 — восстановленный изолирующий покров; 7 — кабель МКС

Рис. 7.105. Монтаж газонепроницаемой муфты типа ГМС:

1 — кабель; 2 — конус свинцовый; 3 — четверка жил кабеля; 4 — бандаж на поясной изоляции; 5 — кольцо; 6 — гильза $50 \times 5,5 \times 6,5$; 7 — гильза $50 \times 4 \times 5$; 8 — скрутка жил; 9 — цилиндр муфты ГМС

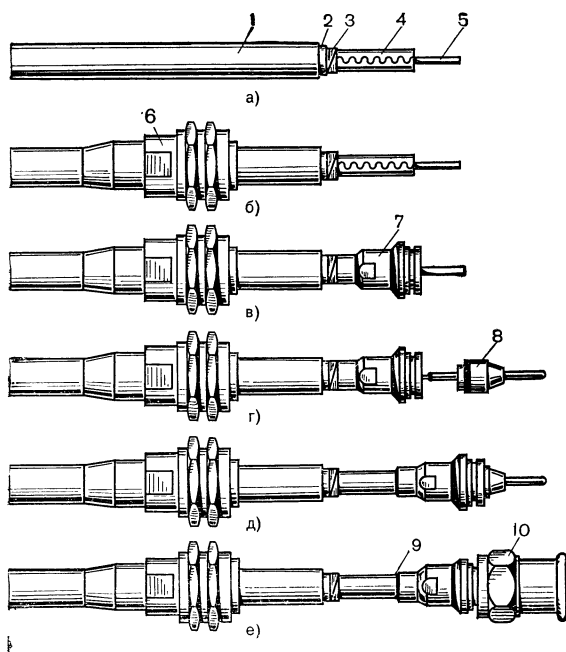
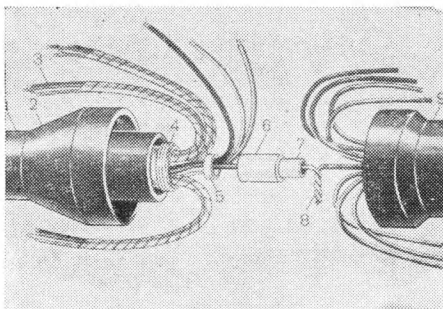


Рис. 7.106. Монтаж газонепроницаемой муфты типа ОГКМ:

а) разделка конца кабеля КРК; б) корпус муфты, установленной на кабель; в) втулка внешнего проводника, надвинутая на внешний провод; г) положение узла «контакт» перед пайкой; д) втулка внешнего проводника, надвинутая на узел «контакт»; е) положение втулки внешнего проводника перед пайкой; 1 — свинцовая оболочка; 2 — поясная изоляция; 3 — экран; 4 — внешний проводник; 5 — внутренний проводник; 6 — корпус муфты; 7 — втулка; 8 — узел «контакт»; 9 — место пайки; 10 — гайка

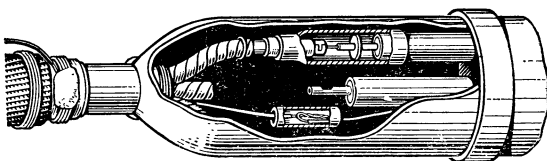


Рис. 7.107. Смонтированная муфта ГКС на малогабаритном коаксиальном кабеле

Монтаж разрезной муфты сводится к устройству кольцевого выреза на оболочке, припайке к ней концов латунных втулок, сборке корпуса муфты и заливке ее полости массой МКС-6.

На рис. 7.103—7.104 показан метод монтажа изолирующих муфт на стыке кабелей в алюминиевой и свинцовой оболочках, при котором изолирующий промежуток образуется намоткой стеклоленты, пропитанной клеем ВК-9.

Монтаж газонепроницаемых муфт типа ГМС на симметричных кабелях показан на рис. 7.105. Монтаж оконечных газонепроницаемых муфт типа ОГКМ на коаксиальных кабелях с парами 2,6/9,7 показан на рис. 7.106, а муфт типа ГКС на малогабаритном коаксиальном кабеле — на рис. 7.107.

Таблица 7.42

Общие данные о блоках термодатчиков

Система аппаратуры	Тип магистрального кабеля	Тип БТ (№ ТУ)	Корпус БТ	Количество БТ на один НУП
К-3600 К-1020Р К-24Р/ПСС К-24Р	КМ-8/6	РЕ2.149.006 » РЕ2.149007.ЭЗ —	Пластмассовый	1 1 1 1
К-1920У		РЕ2.149.000		Пластмассовый	1
К-24К	КМБ-8/6, КМБ-4	РЕ2.149.001	1	
К-300Р (аппаратура усиления, аппаратура выделения)	КМБ-8/6	В стадии разработки		1
Служебная связь	КМБ-8/6, КМБ-4	РЕ2.149.003	Пластмассовый	1
К-300	МКТСБ-4	—	Металлический	1
К-60П	МКС, МКСА, МКСС-4×4	РП.064.017	Металлический	2
	То же, 7×4			4
К-60 (лампы)	МКС, МКСА, МКСС-4×4	РП.206.4006	Металлический	2
	То же, 7×4			4

7.20. МОНТАЖ УСТРОЙСТВ ГРУНТОВОЙ АРУ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Устройства для автоматического регулирования усиления АРУ (в зависимости от температуры грунта) состоят из следующих основных элементов: блока терморезисторов (датчиков) БТ; кабеля для соединения БТ с аппаратурой; арматуры для распылки соединительного кабеля в НУП (бокс, муфта АРУ).

В табл. 7.42—7.44 приводятся общие сведения об устройствах АРУ.

Таблица 7.43

Длины и марки соединительных кабелей для устройств АРУ

Тип магистрального кабеля	Система аппаратуры	Соединительный кабель						Тип оконечного устройства
		общая длина, м	марка	в том числе				
				от оконечного устройства до разветвительной муфты		от разветв. муфты до БТ		
				длина, м	емкость	длина, м	емкость	
КМБ-8/6	К-3600 К-1020Р К-24Р/ПСС	15 15 10	ТЗБ 4×4×0,9	Разветвительная муфта не устанавливается				Муфта АРУ
КМБ-8/6	К-1920У	25	ТЗБ	24	12×4×0,9	1	7×4×0,9	Бокс 30×2
	К-300Р (аппаратура усиления)						3×4×0,9	
	К-300Р (аппаратура выделения)							
	К-24К	11		10				
	Служебная связь							
КМБ-4	К-1920У	25	ТЗБ	10	7×4×0,9	15	4×4×0,9	Бокс 20×2
	К-24К							
	Служебная связь	11				1		
МКТСБ-4	К-300Р	1	МКТСБ-4	Разветвительная муфта не устанавливается				Гребенка
МКС-4×4	К-60П	10	МКТСБ-4×4					Муфта АРУ или бокс
	К-60	10—14							Бокс
МКС-7×4	К-60П	10	МКСБ-7×4					Бокс БМ 18×2 или ГМС-7

Таблица 7.44

Электрические характеристики элементов устройств АРУ¹

Характеристика	К-1920У	К-24К	Служебная связь		К-300Р		К-50П	К-60
			при -5°C	при +20°C	аппаратура усиления	аппаратура выделения		
Электрическое сопротивление изоляции, не менее, МОм	100	100	100	100	—	—	100	100
Электрическое сопротивление датчиков ² , Ом	1000—2000	35—70 ³)	510 ± 30%	150 ± 30%	—	—	1 ⁴)	—
Переходное затухание на ближнем конце между любыми парами в диапазоне до 250 кГц ⁵ , не менее, дБ	—	—	—	—	—	—	82,5	82,5

¹ Нормы являются временными и могут быть в последующем уточнены.

² Измерения производятся прибором типа тестера.

³ В случае короткого замыкания измерения производятся прибором МПП-300 на частоте 12 кГц при напряжении на клеммах «Х» моста не более 0,5 В. Норма 35—70 Ом.

⁴ Норма дана для температуры от 0 до +30°C.

⁵ При симметрировании и измерениях цепи не нагружают.

В зависимости от конструкции магистрального кабеля, его назначения и системы аппаратуры уплотнения определяются тип БТ, марка соединительного кабеля и схема монтажа устройств АРУ. Блоки терморезисторов укладываются непосредственно около магистрального кабеля на расстоянии от 1,5 до 25 м от НУП. Они представляют собой каркас, на котором укреплены элементы термодатчиков: резисторы и автотрансформаторы. Каркас заключен в металлический или пластмассовый корпус. Для подпайки жил соединительного кабеля концы элементов выведены на стрипсы, прикрепленные к гетинаксовой панели или к крышке пластмассового корпуса. Общий вид БТ показан на рис. 7.108.

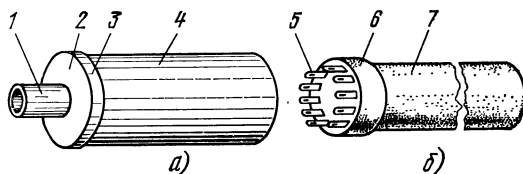


Рис. 7.108. Общий вид блока термодатчиков: а) в металлическом корпусе; б) в пластмассовом корпусе:

1 — патрубок; 2 — крышка; 3 — место пайки; 4 — стальной корпус; 5 — стрипсы; 6 — монтажная крышка; 7 — пластмассовый корпус

До и после монтажа элементы АРУ (БТ, соединительный кабель, оконечные устройства) должны быть подвергнуты электрическим измерениям. Соединительный кабель с БТ должен быть проверен на герметичность давлением 80—100 кПа в течение 15—20 мин.

МОНТАЖ УСТРОЙСТВ АРУ НА НУП С КАБЕЛЕМ КМБ-8/6

Необслуживаемые усилительные пункты оборудуются пятью БТ для систем: К-1920У; К-300Р (аппаратура усиления и выделения); К-24К и служебная

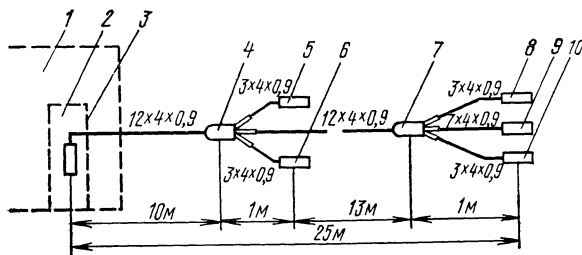


Рис. 7.109. Схема размещения устройств АРУ и монтажа соединительного кабеля в НУП на магистральном кабеле типа КМБ-8/6:

1 — НУП; 2 — стойка СВ НУП; 3 — бокс; 4 — разветвительная муфта № 1; 5 — БТ системы К-24К; 6 — БТ служебной связи; 7 — разветвительная муфта № 2; 8 — БТ системы К-300Р (аппаратура выделения); 9 — БТ системы К-1920У; 10 — БТ системы К-300Р (аппаратура усиления)

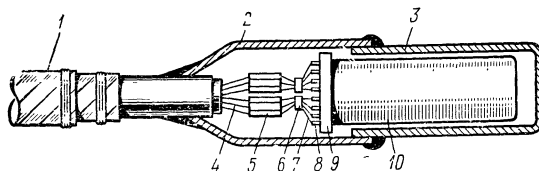


Рис. 7.110. Общий вид смонтированного блока термодатчиков в пластмассовом корпусе:

1 — соединительный кабель; 2 — свинцовый конус; 3 — свинцовая муфта; 4 — жилы кабеля; 5 — изолирующие гильзы; 6 — групповые кольца; 7 — выводные проводники (МГВ-0,5); 8 — стрипсы; 9 — монтажная крышка; 10 — пластмассовый корпус

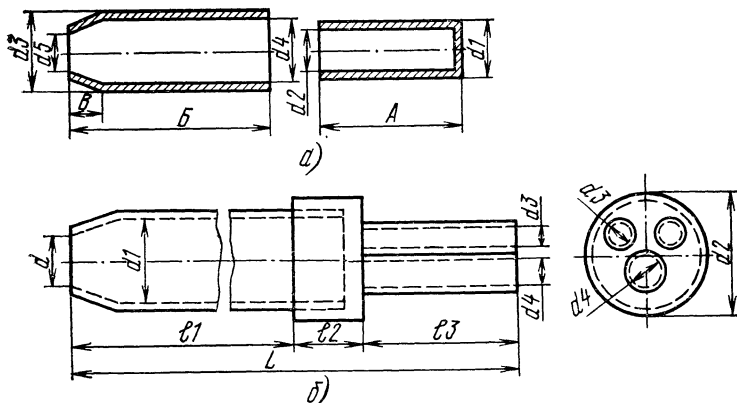


Рис. 7.111. Сборные свинцовые стаканы и разветвительные муфты для монтажа устройств АРУ:

а) сборный стакан; б) разветвительная муфта

связь. Схема размещения устройств АРУ и распайки соединительных кабелей показана на рис. 7.109 (в разветвительной муфте № 1 на кабеле ТЗБ-12×4×0,9 разрезаются жилы только в пяти парах, а остальные проходят

транзитом к муфте № 2). Общий вид БТ показан на рис. 7.110. Размеры разветвительных муфт и сборных свинцовых стаканов для БТ приведены в табл. 7.45 и 7.46 (рис. 7.111). Соединение кабеля с БТ производится при помощи отрезков проводов МГВ-0,5 длиной 100 мм, один конец которых припаивается к стрипсам, а второй — к жилам кабеля. Сросток изолируется полиэтиленовыми гильзами.

Таблица 7.45

Размеры сборных свинцовых стаканов и типы чугунных муфт для БТ
в пластмассовых корпусах

Система	Тип БТ	Размеры, мм (рис. 7.111а)								Тип чугун- ной муфты
		A	B	B	d1	d2	d3	d4	d5	
К-1920У К-24К Служебная связь	РЕ2.149.000	140	180	40	46	42	51	47	30	МЧ-65
	РЕ2.149.001	120	160	40	67	63	74	70	30	МЧ-75
	РЕ2.149.003	140	180	40	46	42	51	47	30	МЧ-65

Таблица 7.46

Размеры разветвительных свинцовых муфт для устройств АРУ

Тип магист- рального ка- беля	Разветвитель- ная муфта	Количество пальцев	Размеры, мм (рис. 7.111б)								
			L	l1	l2	l3	d	d1	d2	d3	d4
КМБ-8/6	№ 1 (рис. 7.109)	3	355	210	50	135	35	65	77	15	35
КМБ-4	№ 2 (рис. 7.109)	3	445	300	50	135	25	65	77	15	19
	Рис. 7.113	3	425	280	50	135	25	52	62	18	—

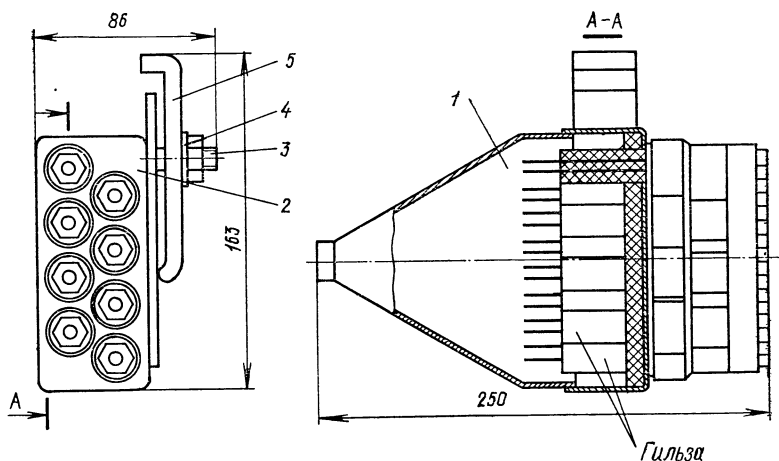


Рис. 7.112. Муфта АРУ:
1 — кожух; 2 — колодка; 3 — гайка; 4 — шайба; 5 — скоба

В комплексе оборудования системы передачи К-3600 применяется АРУ по температуре грунта для аппаратуры К-3600, К-1020Р, К-24Р и ПСС. Все типы этих БТ имеют одинаковые конструкции и размеры.

Блоки термодатчиков устанавливаются:

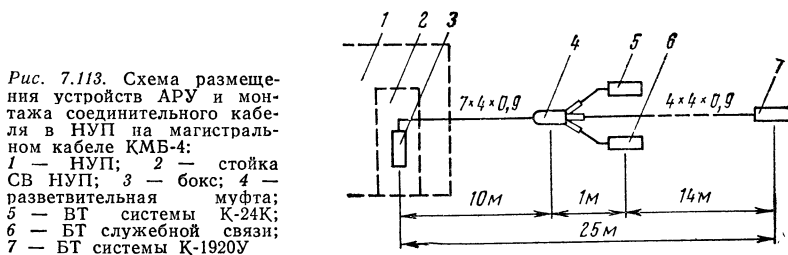
- на основных НУП — БТ для К-24Р (при установке аппаратуры К-24Р);
- на регулируемых НУП — 2 БТ 3600/1020 (соответственно для систем К-3600 и К-1020Р) и БТ К-24Р/ПСС (в случае установки этой аппаратуры);
- на корректируемых НУП — 2 БТ 3600/1020 (соответственно для систем К-3600 и К-1020Р) и БТ К-24Р/ПСС.

Для каждого блока в качестве соединительного используется отдельный кабель типа ТЗБ-4×4×0,9 (для К-24Р и ПСС — соединительный кабель общий).

В цистерне НУП каждый соединительный кабель распаивается в муфте АРУ (рис 7.112).

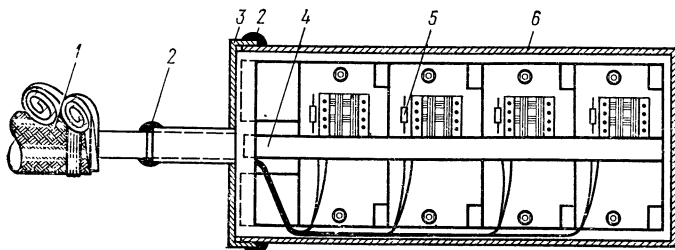
МОНТАЖ УСТРОЙСТВ АРУ НА НУП С КАБЕЛЕМ КМБ-4

Схема размещения БТ для систем К-1920У, К-24К и служебной связи показана на рис. 7.113, размеры разветвительной муфты, сборных свинцовых стоек для БТ и типы защитных чугунных муфт приведены в табл. 7.45, 7.46.



МОНТАЖ УСТРОЙСТВ АРУ НА СИММЕТРИЧНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ С АППАРАТУРОЙ К-60 И К-60П

Блок термодатчиков для систем К-60П и К-60 представляет собой металлический каркас с гетинаксовыми планками, на которых укреплены термодатчики и стрипсы для припайки жил соединительного кабеля (рис. 7.114). Каркас прикреплен к крышке стального стакана, в середине которой имеется отверстие с патрубком для ввода кабеля. Промышленностью выпускаются БТ только для кабелей емкостью 4×4 (восемь датчиков). Для кабелей 7×4 могут быть ис-



пользованы датчики от этих БТ с соответствующим удлинением каркаса и стального стакана.

На НУП устанавливаются два БТ — по одному для каждого направления передачи. Непосредственно в камере НУП соединительный кабель распаивается в боксе или в муфте ГМС. В комплекте оборудования системы передачи К-60П к стойке ВКШ для распайки соединительного кабеля типа МКС-4×4 прилагаются две муфты АРУ.

От ГМС и муфты АРУ до аппаратуры прокладывается кабель ПВЧС-250. Основная особенность работ по монтажу устройств АРУ для системы К-60П заключается в необходимости симметрирования соединительного кабеля, что является очень трудоемким процессом.

Контуры противосвязи размещаются в симметрирующих муфтах, в стальном стакане БТ или в муфтах АРУ и соединяются с кабелем при помощи выводных проводников.

Схемы размещения устройств АРУ на симметричных линиях междугородной связи показаны на рис. 7.115.

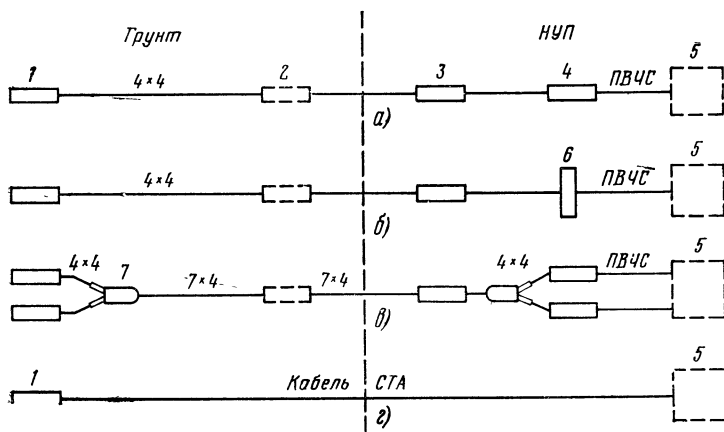


Рис. 7.115. Схемы размещения устройств АРУ на магистралях с симметричными кабелями:
а) 4×4 с использованием муфты АРУ; б) то же, с разделкой кабеля на бокс; в) 7×4; г) с использованием кабеля типа СТА:
1 — БТ; 2 — муфта МИС; 3 — муфта ГМС; 4 — муфта АРУ; 5 — плата ВКО; 6 — бокс; 7 — разветвительная муфта

Промышленностью изготовлена опытная партия кабеля, сердечник которого состоит из 8 или 14 проводов ПВЧС-250. Один конец такого кабеля распаивается в БТ, а второй — непосредственно на аппаратуре. При использовании такого кабеля (условная марка — СТА) симметрирование не производится, муфты АРУ или ГМС не устанавливаются.

Б. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

7.21. СОСТАВ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Монтаж кабелей городских (местных) сетей связи включает в себя следующий комплекс основных работ:

а) сращивание пролетов, строительных длин, участков проложенных и подешенных кабелей;

б) включение кабелей в оконечные кабельные устройства (зарядка защитных полос, боксов, распределительных коробок, кабельных ящиков, включение в рамки соединительных линий);

в) установка кабелей под постоянное избыточное газовое давление, включая монтаж газонепроницаемых муфт;

г) выполнение мероприятий по защите кабелей от коррозии, грозовых разрядов, опасных и мешающих напряжений и токов;

д) предварительные, а также периодические в процессе монтажа и контрольные после его окончания проверки герметичности, измерения электрических характеристик, определение характера и мест повреждения монтируемых кабелей.

В данной части настоящего раздела рассматриваются только вопросы, относящиеся к пунктам а) и б). Вопросы, относящиеся к пункту в), рассматриваются в разд. 9; к пункту г) — в разд. 10 и 11, а к пункту д) — в разд. 8 и 9 Справочника.

7.22. КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОСОБОВ МОНТАЖА КАБЕЛЕЙ ГТС

Монтаж кабелей марки ТГ. Жилы сращиваются скруткой или скруткой с пропайкой в зависимости от их диаметров. Сростки изолируются бумажными гильзами с попарной вязкой жил с обеих сторон гильз. Весь пучок жил пропаявается массой МКП или просушивается горячим воздухом, а затем обматывается бинтом из прошпаренного миткаля. На сросток надвигается свинцовая муфта и стыки запаиваются оловянно-свинцовым припоем ПОССу-30-2 со стеарином в качестве флюса.

Монтаж кабелей марки ТБ. При монтаже кабеля марки ТБ выполняются те же операции, что и при монтаже кабеля марки ТГ, но, кроме того, броне-вые ленты и джут закрепляются проволочными бандажами, а на свинцовой муфте устанавливается защитная чугунная муфта, которая заполняется массой МКБ.

Монтаж кабелей в пластмассовых оболочках с полиэтиленовой изоляцией жил. Жилы кабелей ГТС с полиэтиленовой изоляцией сращиваются (см. § 7.24) либо скруткой на длине 12—15 мм с (без) пропайкой, либо индивидуальными или многопарными соединителями сжимаемого типа. Сростки жил, осуществляемые скруткой, изолируются сквозными полиэтиленовыми гильзами попарно, попарно или почетверочно. При попарном изолировании пары или четверки связываются у гильз нитками либо закрепляются групповыми полиэтиленовыми колечками. Весь пучок сращенных жил плотно обматывается двумя слоями полиэтиленовой (поливинилхлоридной) ленты. На сростке восстанавливаются экранные ленты, концы которых сращивают «в замок» или кровельным швом. Посредством скрутки восстанавливается медная экранная проволока. На сросток надвигается поливинилхлоридная или полиэтиленовая муфта в зависимости от материала оболочки кабеля.

Восстановление наружных покровов кабелей с однородными поливинилхлоридными оболочками (ТПВ). Как правило, восстановление наружных оболочек кабелей ТПВ осуществляется сваркой поливинилхлоридных муфт с оболочками кабелей и частей муфт между собой при помощи медных вкладышей, нагреваемых пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Ограниченное применение, главным образом, при ремонте поливинилхлоридных муфт и оболочек кабелей находит способ наплавления на стыки поливинилхлоридного прутка в струе горячего воздуха.

Внутри сухих помещений распределительные кабели емкостью до 100×2 включительно допускается сращивать при помощи поливинилхлоридных муфт и липкой поливинилхлоридной ленты, наматываемой на стыки. Для кабелей емкостью до 20×2 включительно допускается обмотка сростка липкой поливинилхлоридной лентой без применения поливинилхлоридных муфт.

При сварке «вкладышами» последние вводятся между концами муфты и оболочкой кабеля или между частями муфты. Участок, под которым они находятся, плотно обматывают резиновым жгутом, сдавливающим свариваемые поверхности. После этого нагревают умеренным пламенем паяльной лампы или газовой горелки хвостовую часть вкладышей. При температуре 180—200°C вкладыши самопроизвольно выпадают. Резиновый жгут удаляют через 2—3 мин после выпадения вкладышей.

При сварке поливинилхлоридным прутком используется сварочный пистолет марки ПС-1 или комбинированная газовая горелка. Пистолет питается от источника тока напряжением 36 В. Сжатый воздух давлением 30—40 кПа (0,3—0,4 кгс/см²) подается в пистолет либо от компрессора, либо от переоборудованного пылесоса, либо от баллона со сжатым воздухом. При использовании комбинированной газовой горелкой последняя подключается к баллону с газом (пропаном) и к источнику сжатого воздуха. Помимо указанных выше источников сжатого воздуха, для этой цели может использоваться автомобильная камера, в которую предварительно ручным насосом нагнетают воздух. Температура струи воздуха на расстоянии 5 мм от сопла пистолета или горелки должна составлять 180—200°C.

Восстановление наружных покровов кабелей с однородными полиэтиленовыми оболочками. В последние годы для сварки полиэтиленовых муфт с полиэтиленовыми оболочками кабелей ГТС и частей таких муфт между собой стал широко внедряться способ медных вкладышей, аналогичный описанному выше для кабелей в поливинилхлоридных оболочках, но с той лишь разницей, что вкладыши в этом случае самопроизвольно не выпадают и их через определенное время приходится принудительно извлекать из свариваемого стыка. Этот способ характеризуется наиболее высокими качеством и производительностью, но требует точного подбора вкладышей по форме и размерам кабелей и муфт.

Однако и до настоящего времени для сварки полиэтиленовых муфт с полиэтиленовыми оболочками кабелей и частей муфт между собой широко применяется наплавление на стыки полиэтиленовой ленты, нагреваемой цикалами в течение регламентированного времени через слой стеклоленты пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Толщина слоя наматки полиэтиленовой ленты должна примерно соответствовать радиальной толщине оболочки кабеля. Поверх полиэтиленовой ленты с натяжением наматывают два слоя стеклоленты с 50%-ным перекрытием. Всю поверхность обмотки стеклолентой равномерно нагревают пламенем паяльной лампы или газовой горелки. С отвердевшей, но не остывшей муфты снимают стеклоленту.

Ограниченное применение, главным образом при ремонте полиэтиленовых муфт и оболочек кабелей, находит способ наплавления на стыки полиэтиленового прутка в струе горячего азота. При сварке «полиэтиленовым прутком» используется сварочный пистолет или комбинированная газовая горелка, в которые вместо воздуха подают под избыточным давлением 20—30 кПа (0,2—0,3 кгс/см²) азот из баллона. Температура горячего азота на расстоянии 5 мм от сопла должна составлять 260—280°C.

Внутри сухих помещений распределительные кабели емкостью до 100×2 включительно допускается монтировать при помощи полиэтиленовых муфт и липкой полиэтиленовой ленты. Для кабелей емкостью до 20×2 включительно допускается обмотка сростка липкой полиэтиленовой лентой без применения муфт.

Монтаж муфт на стыке кабелей в полиэтиленовой (ТПП) и поливинилхлоридной (ТПВ) оболочках. Монтаж в этом случае выполняется с применением специальных переходных устройств — манжет. Манжета, представляющая собой устройство, в котором осуществлено надежное сопряжение полиэтилена с поливинилхлоридом, изготавливается не на линии, а в мастерских, где она должна быть проверена на герметичность. В комплекте с манжетой могут применяться как полиэтиленовая, так и поливинилхлоридная муфты. При монтаже манжета одевается соответствующей стороной (полиэтиленовой или поливинилхлоридной) на один из стыкуемых кабелей и одним из указанных выше способов

сваривается с оболочкой. Муфта после монтажа срезка приваривается одной стороной к оболочке второго из стыкуемых кабелей, а другой — к соответствующей части переходной манжеты.

Монтаж муфт на стыке кабелей в полиэтиленовой (ТПП) и свинцовой (ТГ) оболочках. Монтаж осуществляется с применением специальных манжет, рассчитанных на надежное сопряжение полиэтилена со свинцом. Манжеты также изготавливаются в мастерских, где испытываются на герметичность. В комплекте с манжетой может применяться как полиэтиленовая, так и свинцовая муфта, однако предпочтительнее свинцовая муфта.

При монтаже на линии манжета надевается на один из стыкуемых кабелей соответствующей стороной (полиэтиленовой или полуженной частью металлической трубки) и либо припаявается к свинцовой оболочке кабеля припоем ПОССу-30-2, либо сваривается одним из указанных выше способов с полиэтиленовой оболочкой кабеля другой стороны срезка. Муфта после монтажа срезка приваривается или припаявается одной стороной к переходной манжете, а другой стороной — к оболочке второго из стыкуемых кабелей.

Монтаж муфт на стыке кабелей в поливинилхлоридной (ТПВ) и свинцовой (ТГ) оболочках. Способ монтажа аналогичен предыдущему, но с той лишь разницей, что переходная манжета имеет конструкцию, обеспечивающую надежное и герметичное сопряжение поливинилхлорида со свинцом.

Восстановление защитных покровов (стальные ленты или проволоки брони) кабелей марок ТППБ и ТППБШп при прокладке последних непосредственно в грунте осуществляется с применением чугунных муфт соответствующих размеров или их заменителей.

Монтаж кабелей в стальных гофрированных оболочках (ТСШп и ТПСШп). Сердечники кабелей ТСШп монтируются аналогично кабелям ТГ, а ТПСШп — аналогично кабелям ТПП и ТПВ. Концы стальных гофрированных оболочек лудятся паяльной пастой ПМКН-10 и к ним припоем ПОССу-30-2 припаявается свинцовая муфта соответствующих размеров. При прокладке непосредственно в грунте свинцовые муфты защищаются чугунными муфтами, заливаемыми массой МКБ. При прокладке в канализации чугунные муфты не применяются. В этом случае участки стальной гофрированной оболочки между обрезками внешних полиэтиленовых шлангов и пайками свинцовой муфты обматываются в несколько слоев липкими полиэтиленовыми и поливинилхлоридными лентами. Свинцовая муфта защищается полиэтиленовой муфтой, приваренной одним из перечисленных выше способов к наружному полиэтиленовому шлангу кабелей ТСШп или ТПСШп.

Монтаж подвесных кабелей марки ТППС с встроенным канатом. Предварительно полиэтиленовая перемычка между канатом и кабелем на определенной длине прорезается ножом, и кабель отделяется от каната. Сращивание жил и восстановление полиэтиленовых оболочек кабелей ТППС производится так же, как и кабелей ТПП. Концы встроенных канатов сращиваются вжимаемой специальными клещами стальной гильзе, которая затем защищается полиэтиленовой муфтой-трубкой, привариваемой одним из указанных выше способов к отделенной от кабеля оболочке каната. Общий вид смонтированного кабеля с встроенным канатом (ТППС) см. на рис. 7.120.

7.23. ВЫКЛАДКА ПО ФОРМЕ КОЛОДЦЕВ И РАЗМЕТКА КОНЦОВ СРАЩИВАЕМЫХ КАБЕЛЕЙ

До начала монтажа кабеля должны быть проверены на герметичность избыточным давлением в соответствии с нормами, приведенными в разд. 9, а электрические измерения и проверки должны быть произведены в соответствии с нормами разд. 8. Концы кабелей в канализации должны быть выложены по форме колодцев. При этом выкладка крупных кабелей в полиэтиленовых оболочках и шлангах с полиэтиленовой изоляцией жил (ТПП, ТПСШп) должна производиться с прогревом до температуры 50—70°C пламенем паяльной лампы или газовой горелки для снятия внутренних механических напряжений. Выклад-

ка кабелей крупной емкости (300 пар и более) может производиться с применением специального приспособления для их изгибания.

После определения местоположения муфты разделка концов сращиваемых кабелей марок ТГ и ТБ может производиться по разметкам, приведенным на рис. 7.116 и в табл. 7.47. По этой же таблице для кабелей марки ТБ могут подбираться соответствующие защитные чугунные муфты.

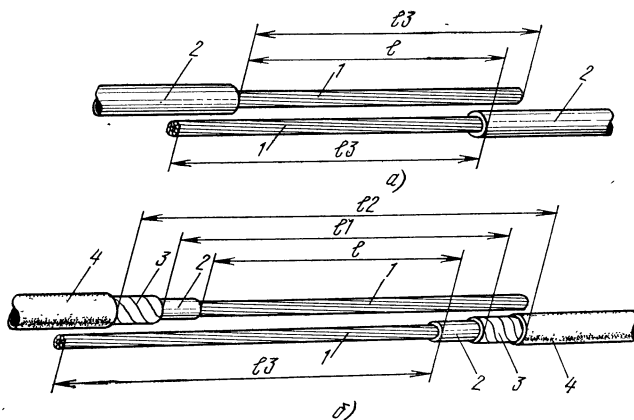


Рис. 7.116. Размеры разделки концов сращиваемых кабелей:

а) ТГ; б) ТБ:

1 — сердечник кабеля; 2 — свинцовая оболочка; 3 — стальные ленты брони; 4 — антикоррозионная защита (пропитанный джут)

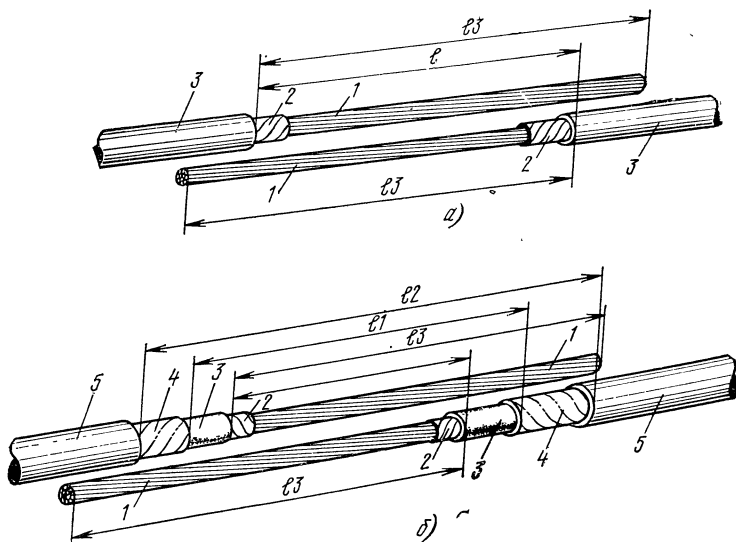


Рис. 7.117. Размеры разделки концов сращиваемых кабелей:

а) ТПП; б) ТППБ и ТППБШп:

1 — жилы сердечника кабеля; 2 — ленты экрана; 3 — полиэтиленовая оболочка (внутренняя для ТППБ и ТППБШп); 4 — стальные ленты брони; 5 — внешняя антикоррозионная обмотка джутом для кабеля ТППБ или внешняя полиэтиленовая оболочка для кабеля ТППБШп

Таблица 7.47

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей марок ТГ, ТБ и подбор соответствующих чуговых муфт

Количество пар в сращиваемом кабеле	Расстояние, мм, между обрезам										Длина разделки концов кабеля l ₃ , мм, для муфт (рис. 7.116)				Типы чуговых муфт для кабелей ТБ с жилами диаметром, мм	
	свинцовой оболочки l для муфт (рис. 7.116a)				броневых лент или проволоч l ₁ для муфт (рис. 7.116б)				джутовой оплетки l ₂ для муфт (рис. 7.116б)				разветвительных и жил диаметр, мм		0,4 0,5	0,7
	разветвительных и жил диаметр, мм		соединительных и жил диаметр, мм		разветвительных и жил диаметр, мм		соединительных и жил диаметр, мм		разветвительных и жил диаметр, мм		соединительных и жил диаметр, мм					
	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7				
	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7	0,4 0,5	0,7				
10	140	—	140	—	240	—	240	—	290	—	240	—	240	—	МЧ-35	—
20	185	—	190	—	285	—	290	—	335	—	300	—	300	—	МЧ-35	—
30	200	—	210	—	300	—	310	—	350	—	300	—	310	—	МЧ-35	—
50	230	—	255	—	330	—	355	—	380	—	330	—	360	—	МЧ-35	—
100	300	345	335	370	410	455	445	480	470	515	450	500	490	520	МЧ-65	МЧ-75
150	340	410	380	430	450	520	490	540	510	580	490	560	530	580	МЧ-75	МЧ-85
200	400	470	430	490	515	585	575	600	575	645	600	700	650	700	МЧ-75	МЧ-85
300	450	540	495	570	600	690	660	720	710	830	750	800	750	800	МЧ-85	МЧ-85
400	500	590	530	620	650	750	690	780	780	870	800	850	800	850	МЧ-85	МЧ-85
500	520	610	570	640	680	770	730	800	750	870	750	850	800	850	МЧ-85	МЧ-85
600	530	670	575	710	700	840	750	880	780	940	830	900	800	900	МЧ-85	МЧ-85
700	540	—	585	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800	—	—	—
800	550	—	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	850	—	—	—
900	570	—	610	—	—	—	—	—	—	—	—	—	900	—	—	—
1000	580	—	650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	900	—	—	—
1200	630	—	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	950	—	—	—

Таблица 7.48

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей марок ТП, ТПВ и типоразмеры соответствующих полиэтиленовых соединительных муфт (рис. 7.17а)

Емкость кабелей	Типоразмеры соединительных полиэтиленовых муфт (ТУ 16-538.149—72) для жил диаметром, мм	Расстояние <i>l</i> между обрезками оболочек, мм, для муфт										Длина <i>l</i> 3 разделки концов, мм, для муфт					
		соединительных и жил диаметром, мм					разветвительных и жил диаметром, мм					соединительных и жил диаметром, мм			разветвительных и жил диаметром, мм		
		0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	
1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10×2 5×4	1СП-12	1СП-12	2СП-15			140	140	160	—		—	250	250	270	—		—
20×2 10×4	2СП-15	2СП-15	3СП-20			160	160	180	185	185	200	270	270	300	300	300	320
30×2 15×4	2СП-15	3СП-20	$\left. \begin{array}{l} 4СП-26 \\ 4СП-22 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 26 \\ 22 \end{array}$			160	180	235	185	200	250	270	300	350	300	320	370
50×2 25×4	3СП-20	$\left. \begin{array}{l} 4СП-26 \\ 4СП-22 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 26 \\ 22 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} 5СП-30 \\ 6СП-35 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 30 \\ 35 \end{array}$			180	235	310	200	250	345	300	350	430	320	370	450
100×2 50×4	4СП-26	$\left. \begin{array}{l} 5СП-30 \\ 6СП-35 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 30 \\ 35 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} 6СП-41 \\ 6СП-37 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 41 \\ 37 \end{array}$			235	310	340	250	345	375	350	430	460	370	460	490

Окончание табл. 7.48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
150×2 75×4	$\left. \begin{array}{l} 5\text{СП}-\frac{35}{30} \\ 5\text{СП}-\frac{30}{-} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 5\text{СП}-\frac{35}{35} \\ 5\text{СП}-\frac{30}{-} \end{array} \right\}$	7СП- $\frac{48}{-}$	310	310	365	345	345	400	430	430	480	460	460	520
200×2 100×4	$\left. \begin{array}{l} 5\text{СП}-\frac{35}{35} \\ 5\text{СП}-\frac{30}{-} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 6\text{СП}-\frac{41}{37} \\ 6\text{СП}-\frac{37}{-} \end{array} \right\}$	8СП- $\frac{55}{49}$ 8СП- $\frac{49}{-}$	310	340	415	345	375	450	430	460	530	460	490	570
300×2 150×4	$\left. \begin{array}{l} 6\text{СП}-\frac{41}{37} \\ 6\text{СП}-\frac{37}{-} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 7\text{СП}-\frac{48}{48} \\ 7\text{СП}-\frac{43}{-} \end{array} \right\}$	9СП- $\frac{66}{60}$ 9СП- $\frac{60}{-}$	340	365	435	375	400	485	450	480	550	490	520	600
400×2 200×4	$\left. \begin{array}{l} 7\text{СП}-\frac{48}{43} \\ 7\text{СП}-\frac{43}{-} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 8\text{СП}-\frac{55}{49} \\ 8\text{СП}-\frac{49}{-} \end{array} \right\}$	10СП- $\frac{72}{69}$ 10СП- $\frac{69}{-}$	365	415	490	400	450	550	480	530	610	520	570	670
500×2 250×4	$\left. \begin{array}{l} 8\text{СП}-\frac{55}{49} \\ 8\text{СП}-\frac{49}{-} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 9\text{СП}-\frac{60}{66} \\ 9\text{СП}-\frac{66}{-} \end{array} \right\}$	11СП- $\frac{82}{77}$ 11СП- $\frac{77}{-}$	415	435	490	450	485	550	530	550	610	570	600	670
600×2 300×4	$\left. \begin{array}{l} 8\text{СП}-\frac{55}{49} \\ 8\text{СП}-\frac{49}{-} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 9\text{СП}-\frac{60}{66} \\ 9\text{СП}-\frac{66}{-} \end{array} \right\}$	11СП- $\frac{82}{77}$ 11СП- $\frac{77}{-}$	415	435	490	450	485	550	530	550	610	570	600	670

Примечание. В муфтах 4СП—11СП прочерк в числителе указывает на необходимость обрезки концов уменьшенного диаметра, а в знаменателе — на отсутствие необходимости такой обрезки.

На рис. 7.117а и в табл. 7.48 приведены размеры разделки концов сращиваемых кабелей марки ТПП, ТПВ. По этой же таблице подбирают соответствующие типоразмеры соединительных полиэтиленовых муфт.

На рис. 7.117б и в табл. 7.49 приведены размеры разделки концов сращиваемых бронированных стальными лентами кабелей марки ТППБ, ТППБШп. По этой же таблице подбирают соответствующие типоразмеры специальных полиэтиленовых муфт.

Т а б л и ц а 7.49

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей марки ТППБ, ТППБШп и типоразмеры соответствующих полиэтиленовых муфт (рис. 7.117б)

Количество пар, четверок жил в сращиваемых кабелях	Типоразмеры полиэтиленовых муфт (ТУ 16—538.149—72) для жил диаметром, мм		Расстояние l_1 между обрезами внутренних полиэтиленовых оболочек, мм, для жил диаметром, мм		Расстояние l_1 между обрезами стальных лент брони, мм, для жил диаметром, мм		Расстояние l_2 между обрезами джута (ТППБ) или внешнего полиэтиленового шланга (ТППБШп), мм, для жил диаметром, мм		Длина l_3 разделки концов, мм, для жил диаметром, мм	
	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5
10×2 5×4	1СПБ-12	1СПБ-12	100	100	200	200	230	230	220	220
20×2 10×4	2СПБ-15	2СПБ-15	130	130	230	230	260	260	250	250
30×2 15×4	2СПБ-15	3СПБ-20	130	150	230	250	260	280	250	270
50×2 25×4	3СПБ-20	4СПБ- $\frac{22}{26}$	150	210	250	310	280	340	270	330
100×2 50×4	4СПБ- $\frac{22}{26}$	5СПБ- $\frac{30}{35}$	210	240	310	340	340	370	330	360
150×2 75×4	5СПБ- $\frac{30}{35}$	5СПБ- $\frac{30}{35}$	240	240	340	340	370	370	360	360
200×2 100×4	5СПБ- $\frac{30}{35}$	6СПБ- $\frac{37}{41}$	240	340	340	440	370	470	360	460

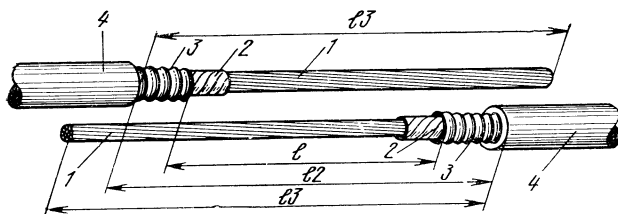


Рис. 7.118. Размеры разделки концов сращиваемых кабелей ТСПШ и ТПСШп:

1 — жилы сердечника (с полиэтиленовой изоляцией для кабеля ТСПШ и бумажной изоляцией для кабеля ТПСШ); 2 — алюминиевые ленты экрана; 3 — стальная гофрированная оболочка; 4 — внешняя полиэтиленовая оболочка (шланг)

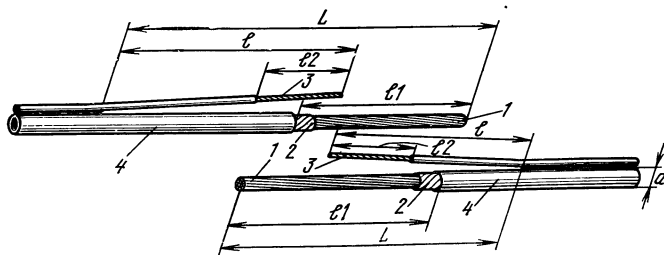


Рис. 7.119. Размеры разделки концов сращиваемых подвесных кабелей ТППС со встроенным стальным канатом:
1 — жилы сердечника; 2 — ленты экрана; 3 — встроенный стальной канат; 4 — полиэтиленовая оболочка

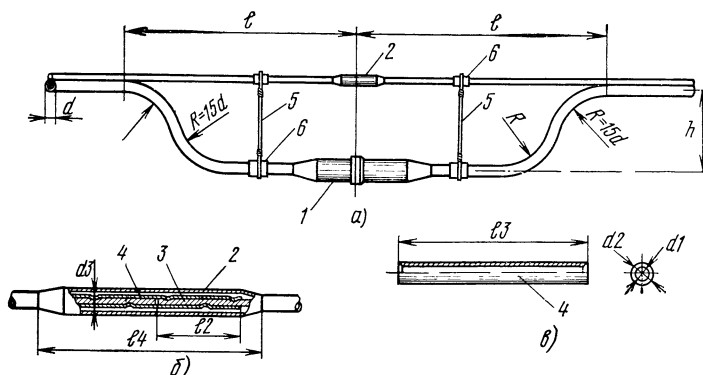


Рис. 7.120. Общий вид смонтированной муфты и стального каната на подвесном кабеле ТППС:

а) общий вид; б) сrostок концов канатов с защитной полиэтиленовой муфтой; в) обжимная стальная гильза для сращения концов канатов;
1 — полиэтиленовая муфта на сrostке жил; 2 — полиэтиленовая трубка-муфта на сrostке концов канатов; 3 — встроенный стальной канат; 4 — обжимная стальная гильза; 5 — стержни из стальной оцинкованной проволоки; 6 — подкладки из полиэтилена под креплениями стержней

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей в стальной гофрированной оболочке с внешним защитным полиэтиленовым шлангом с бумажной изоляцией жил (ТСШп) и с полиэтиленовой изоляцией жил (ТПСШп) и подбор муфт для них приведены на рис. 7.118 и в табл. 7.50.

При сращивании строительных длин кабеля со встроенным канатом (ТППС), подвешенного на опорах, канат в месте сrostка отделяется от кабеля (полиэтиленовая перемычка прорезается ножом). Размеры разделки сращиваемых концов кабеля ТППС приведены на рис. 7.119, 7.120 и в табл. 7.51.

Таблица 7.50

**Размеры разделки концов сращиваемых кабелей марки ТСШп, ТПСШп
и подбор муфт для них (рис. 7.118)**

Количество пар жил в сращиваемых кабелях	Расстояние между обрезами		Длина раз- делки кон- цов l_3 , мм	Длина свинцовой муфты, мм	Типоразмер чугунной муфты
	стальной гоф- рированной оболочки l_1 , мм	внешней по- лиэтиленовой оболочки l_2 , мм			
100	300	370	520	330	МЧ-65
200	320	480	630	440	МЧ-75
300	400	550	700	510	МЧ-85
400	420	590	740	550	МЧ-85
500	440	620	770	580	МЧ-85
600	460	640	790	600	МЧ-85

Примечания: 1. Чугунные муфты или другие их заменители применяются только на кабелях, проложенных непосредственно в земле.

2. Типы свинцовых муфт те же, что и для кабелей марок ТГ и ТБ соответствующей емкости (см. табл. 7.54).

Таблица 7.51

**Размеры разделки концов сращиваемых подвесных кабелей марки ТППС
и подбор соответствующих деталей для сращивания встроенного каната**

Наружный диаметр d подвешиваемо- го кабеля, мм	Длина, мм (рис. 7.119)				Расстояние, мм, от кана- та до муф- ты, h (рис. 7.120а)
	разделки кон- ца (отделение каната от кабеля) L	оставляемого конца каната l	конца кабеля, с которого снимается оболочка, l_1	конца каната, с которого снимается оболочка, l_2	
10—15	720	530	230	40	150
16—20	900	675	290	40	175
21—25	1045	785	300	40	200
26—30	1235	945	380	40	225
31—35	1410	1095	430	50	250

Окончание табл. 7.51

Наружный диаметр d подвешиваемо- го кабеля, мм	Радиус изгиба кабеля R , мм (рис. 7.120а)	Количество и диаметр про- волоков в ка- нате	Размеры стальной гильзы, мм (рис. 7.120в)			Размеры муфты- трубки, мм (рис. 7.120б)	
			внутрен- ний диа- метр d_1	внешний диаметр d_2	длина l_3	внутрен- ний диа- метр d_3	длина l_4
10—15	150—225	} 7×1,0 мм	3,2	6,5	80	7,0	130
16—20	240—300		3,2	6,5	80	7,0	130
21—25	315—375		3,8	7,5	80	8,0	130
26—30	390—450	} 7×1,2 мм	3,8	7,5	80	8,0	130
31—35	465—525		4,8	9,5	100	10,0	150

Примечание. Подбор полиэтиленовых муфт производится по табл. 7.60 в соответствии с наружным диаметром монтируемого подвесного кабеля.

7.24. СРАЩИВАНИЕ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ ГТС

Сращивание жил кабелей ГТС может производиться либо скруткой, либо скруткой с пропайкой (табл. 7.52), либо при помощи сжимаемых соединителей (металлопластмассовых гильз).

Т а б л и ц а 7.52

Применение скруток или скруток с пропайкой сращиваемых жил кабелей связи в зависимости от их диаметров

Диаметры жил сращиваемых концов кабелей, мм		Способ сращивания	Диаметры жил сращиваемых концов кабелей, мм		Способ сращивания
первого	второго		первого	второго	
0,4	0,4	} Скрутка	0,6	0,8	} Скрутка
0,4	0,5		0,7	0,7	
0,4	0,7	} Скрутка с пропайкой	0,7	0,8	} Скрутка с пропайкой
0,4	0,8		0,7	0,9	
0,4	0,9	} Скрутка	0,8	0,8	
0,5	0,5		0,8	0,9	
0,5	0,7	} Скрутка с пропайкой	0,9	0,9	
0,5	0,8		1,0	1,0	}
0,5	0,9		1,2	1,2	
			1,4	1,4	

Примечание. Кабели, прокладываемые между МТС или между ЛАЦ и МТС на городских участках, должны монтироваться в муфтах с горячей пайкой скруток независимо от диаметра жил и их соотношения.

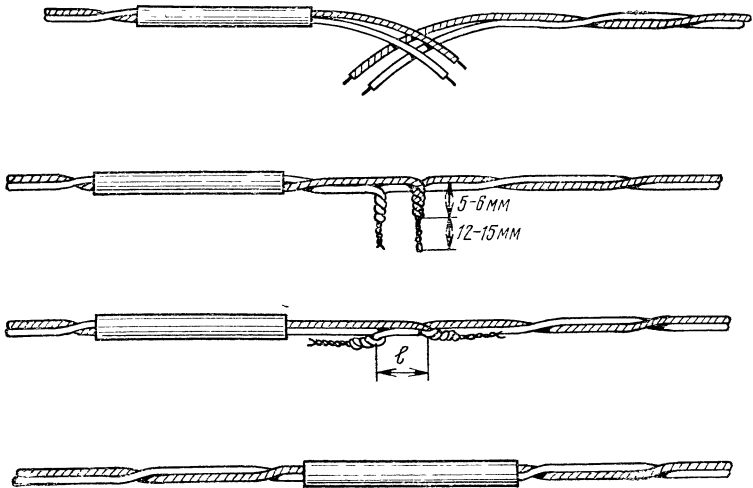


Рис. 7.121. Изолирование пары сращенных жил одной общей гильзой. Примечания: 1. При изолировании общей гильзой не пары, а черверки скрутки отгибаются в одну сторону, противоположную местоположению гильзы. 2. При пользовании приемом парной скрутки расстояние *l* может равняться нулю.

При сращивании скруткой жил кабелей ГТС с пожильным изолированием сростков бумажными (для кабелей ГГ) или полиэтиленовыми (для кабелей ТПП, ТПВ) гильзами для фиксации сращенных пар или четверок и предотвращения смещения гильзы в бумажной изоляции связываются с обеих сторон прошпаренными суровыми нитками. На пары или четверки жил в полиэтиленовой изоляции вместо вязки надвигаются (заранее надетые) общие групповые полиэтиленовые колечки по одному с каждой стороны группы полиэтиленовых гильз. Широкое применение получил метод изолирования не индивидуально сросстка каждой жилы, а группы жил — пары или четверки — одной общей полиэтиленовой гильзой большего диаметра и увеличенной длины (рис. 7.121). В этом случае отпадает надобность в применении фиксирующих групповых колец или вязки.

Таблица 7.53

Размеры гильз и групповых колец для кабелей ГТС

Диаметры медных жил, мм	Размеры гильз, мм											
	бумажных			полиэтиленовых								
	<i>d</i>	Δ	<i>l</i>	индивидуальных		парных			четверочных			
					<i>l</i>	<i>d</i>		<i>l</i>	<i>d</i>	Δ	<i>l</i>	
0,32	—	—	—	2,8	0,3	40	4,5	0,3	70	4,5	0,3	110
0,4	2,5	0,3	40	2,8	0,3	40	4,8	0,3	70	4,8	0,3	110
0,5	2,8	0,3	40	3,0	0,3	40	4,8	0,4	70	4,8	0,3	110
0,7	3,0	0,3	40	4,0	0,4	40	5,5	0,5	70	5,5	0,5	130

Окончание табл. 7.53

Диаметры медных жил, мм	Размеры групповых полиэтиленовых колец, мм					
	парных			четверочных		
	d	Δ	l	d	Δ	l
0,32	2,2	0,3	5,0	3,2	0,3	5,0
0,4	2,2	0,3	5,0	3,2	0,3	5,0
0,5	2,7	0,3	5,0	3,7	0,3	5,0
0,7	3,6	0,4	8,0	4,6	0,4	8,0

В табл. 7.53 и на рис. 7.122 приведены размеры гильз и групповых колец, применяемых при сращивании жил многопарных кабелей городских сетей связи.

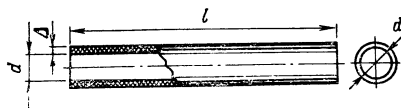


Рис. 7.122. Гильзы для изолирования сростков и групповые кольца для фиксации жил кабелей

Все более широкое внедрение находит приспособление для механизированной скрутки жил (ПСЖ), которое позволяет производить одновременное сращивание скруткой четырех жил стороны a с четырьмя жилами стороны b сращиваемых концов кабелей (одной четверки или двух пар). Принцип работы приспособления следующий: сращиваемые жилы заводятся в прорези четырех шестеренок, находящихся в зацеплении с одним зубчатым колесом, вращаемым спайщиком при помощи рукоятки. В результате жилы на определенных участках скручиваются. Одновременно участки скрутки подогреваются спиртовками,

газовыми горелками или электронагревательными спиралями. Полиэтиленовая изоляция жил размягчается, продавливается на участках скрутки и между медными жилами в скрутках образуется надежный электрический контакт. После трех-четырех оборотов ведущего колеса жилы в средней части участка скрутки самопроизвольно обрываются. Сращенные жилы извлекаются из прорези шестеренок, скрутки пригибаются к жилам, и на них надвигается ранее надетая (на одну четверку или две пары) одна общая полиэтиленовая гильза.

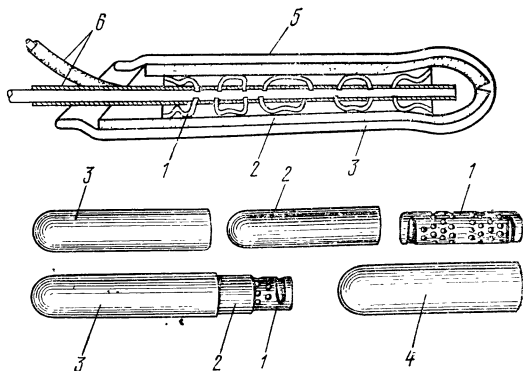


Рис. 7.123. Индивидуальный сжимаемый соединитель закрытого (тупикового) типа:
1 — контактная гильза с зубчиками; 2 — сжимающая гильза; 3 — изолирующий чехол; 4 — общий вид соединителя в сборе; 5 — соединитель в разрезе; 6 — сращиваемые жилы кабеля

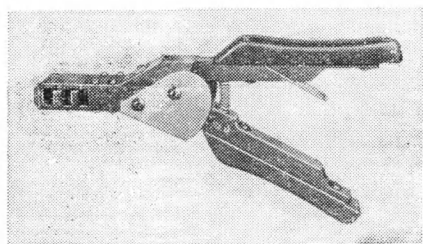


Рис. 7.124. Ручные клещи для сжатия индивидуальных соединителей закрытого (тупикового) типа

Более прогрессивным, чем ручная или механизированная скрутка, является способ сращивания жил кабелей городских сетей связи с применением индивидуальных или многопарных соединителей сжимаемого типа. Отличительной особенностью всех соединителей сжимаемого типа является то, что они исключают необходимость снятия или прогрева изоляции соединяемых участков жил. Контактное сращивание жил происходит при сжатии соединителей; при этом острые зубцы внутренней металлической обкладки, изолированной снаружи, прокалывают в ряде точек или прорезают изоляцию и врезаются на строго определенную глубину в медные жилы. Важнейшей особенностью сжимаемых соединителей является то, что в сравнении с обычными скрутками они обеспечивают более стабильное и меньшее по величине контактное сопротивление сращиваемых жил. Установлено, что по стабильности и величине контактного сопротивления сращивания жил в сжимаемых соединителях приближаются к соединениям с пайкой. Ни в каком дополнительном изолировании такие сращивания жил не нуждаются.

По конструкции сжимаемые соединители отличаются большим многообразием форм, размеров и требуемой техники обработки. На рис. 7.123 показан один из наиболее распространенных индивидуальных соединителей закрытого —

тупикового — типа. Для этого сжимаемого соединителя требуется ручной инструмент — специальные клещи (рис. 7.124); он пригоден в любых условиях монтажа муфт кабелей связи.

Сжимаемые индивидуальные соединители открытого П-образного, рис. 7.125) рассчитаны на применение специальной ручной и полуавтоматической пресс-техники, обеспечивающей высокую производительность труда.

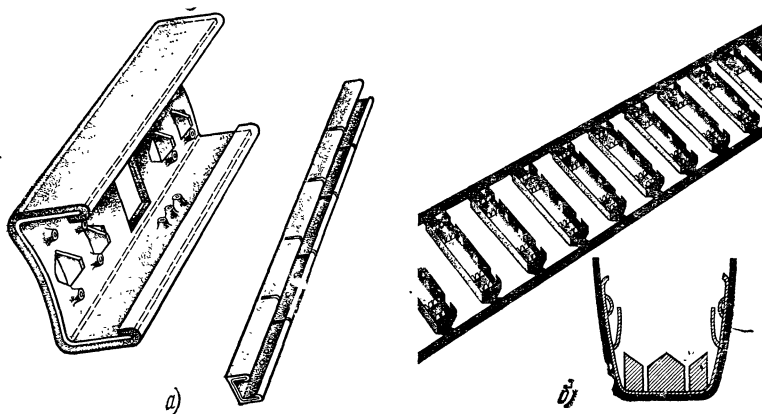


Рис. 7.125. Индивидуальные сжимаемые соединители открытого П-образного типа, комплектованные:
а) последовательно; б) параллельно

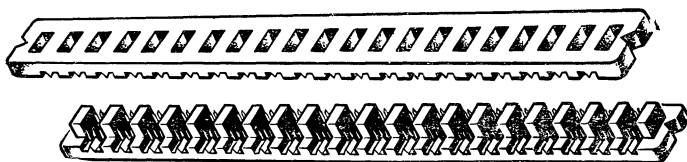


Рис. 7.126. Многопарный сжимаемый соединитель (модуль)

На рис. 7.126 показан один из видов многопарных соединителей сжимаемого типа (модуль). В такие соединители, состоящие из наборных корпусов и крышек, заводится от 5 до 25 пар жил, после чего корпус закрывается крышкой и они сдавливаются при помощи специальной пресс-техники. В результате изоляция жил прорезается на остриях контактов и происходит надежное электрическое соединение одновременно всех жил. Такие многопарные соединители, несмотря на сравнительную сложность их и пресс-техники, оправдывают себя, особенно при монтаже муфт крупных (500 пар и более) кабелей связи.

7.25. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ ПОКРОВОВ КАБЕЛЕЙ В ОДНОРОДНЫХ СВИНЦОВЫХ ОБОЛОЧКАХ

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ

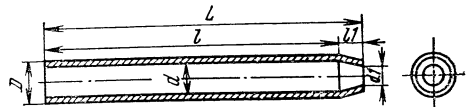
Для кабелей марки ТГ и ТБ с количеством пар до 100 включительно применяются цельные свинцовые соединительные муфты (рис. 7.127). Для тех же кабелей с количеством пар от 150 и больше используются свинцовые соеди-

Таблица 7.54

**Размеры и расчетная масса свинцовых соединительных муфт
для кабелей марки ТГ, ТБ**

Количество пар в кабеле	Размеры муфт, мм									Масса, кг	Примечание
	L	l	l1	l2	l3	D	d	d1	d2		
Для жил диаметром 0,4 мм											
10	160	150	10	—	—	19	16	10	—	0,15	Рис. 7.127
20	205	195	10	—	—	23	20	13	—	0,24	
30	220	210	10	—	—	25	22	14	—	0,39	
50	260	245	15	—	—	30	27	18	—	0,40	
100	330	315	15	—	—	37	33	22	—	0,82	
150	380	340	20	20	200	41	37	26	46	1,11	Рис. 7.128
200	440	400	20	20	230	45	41	28	49	1,41	
300	510	450	30	20	265	51	47	32	56	1,84	
400	550	490	30	20	285	58	53	38	64	2,77	
500	580	520	30	20	300	63	58	41	69	3,21	
600	600	530	35	20	310	67	62	45	73	3,53	
700	610	540	35	25	318	72	67	48	78	3,90	
800	630	550	40	25	328	76	70	50	83	5,07	
900	650	570	40	25	338	79	73	53	86	5,44	
1000	680	580	50	25	353	83	77	56	90	5,98	
200	730	630	50	25	378	89	83	61	96	6,88	
Для жил диаметром 0,5 мм											
10	160	150	10	—	—	20	17	12	—	0,16	Рис. 7.127
20	205	195	10	—	—	24	20	16	—	0,32	
30	220	210	10	—	—	28	24	17	—	0,40	
50	260	245	15	—	—	35	31	20	—	0,60	
100	330	315	15	—	—	41	36	25	—	1,12	
150	380	340	20	20	200	48	43	30	54	1,61	Рис. 7.128
200	440	400	20	20	230	52	47	36	58	2,01	
300	510	450	30	20	265	65	59	42	72	3,48	
400	550	490	30	20	285	71	65	50	78	4,11	
500	580	520	30	20	300	80	74	55	87	4,89	
600	600	530	35	20	310	85	79	60	92	5,38	
700	610	540	35	25	318	90	84	64	97	5,86	
800	630	550	40	25	328	95	89	68	102	6,39	
900	650	570	40	25	338	105	99	70	112	7,30	
1000	680	580	50	25	353	110	104	74	117	7,97	
1200	730	630	50	25	378	120	114	80	127	9,36	
Для жил диаметром 0,7 мм											
100	390	360	15	—	—	49	45	35	—	1,30	Рис. 7.127
150	450	410	20	20	235	57	52	42	63	2,26	
200	510	470	20	25	265	63	58	48	69	2,83	
300	600	540	30	25	313	74	69	58	80	3,95	Рис. 7.128
400	650	590	30	25	338	82	77	65	88	4,74	
500	670	610	30	25	348	90	85	72	96	5,37	
600	750	670	40	25	388	96	91	79	102	6,40	

Рис. 7.127. Целая свинцовая соединительная муфта



тельные муфты, составленные из двух частей (рис. 7.128). Запайка в этом случае производится не в двух, а в трех швах — среднем и двух крайних. Размеры и расчетная масса свинцовых соединительных муфт приведены в табл. 7.54.

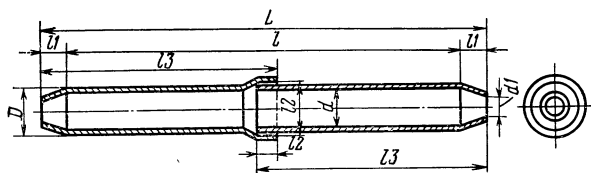


Рис. 7.128. Свинцовая соединительная муфта из двух половин

РАЗВЕТВИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ

Конструкция круглой свинцовой разветвительной муфты (перчатки) показана на рис. 7.129. Размеры и расчетная масса указанных муфт для кабелей марок ТГ и ТБ с жилами диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм приведены соответственно в табл. 7.55—7.57.

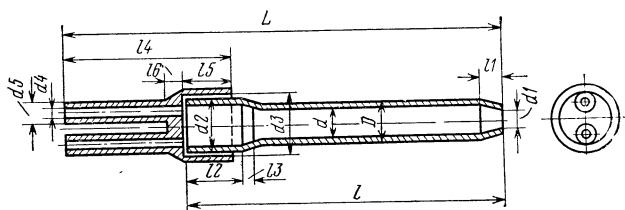


Рис. 7.129. Круглые свинцовые разветвительные муфты

Типовые свинцовые разветвительные муфты предусматривают разветвление основного кабеля не более чем на три направления (пальца). При необходимости разветвления основного кабеля на большее количество направлений (пальцев) применяются специальные (нетиповые) муфты.

При монтаже кабелей в свинцовых оболочках (ТГ), проложенных по стенам зданий, могут применяться свинцовые разветвительные муфты, имеющие плоскую форму коробки, в которую введены пальцы, и круглую форму муфты (рис. 7.130). Такие плоские разветвительные муфты менее заметны на стенах зданий и лучше вписываются в фасады. Размеры и расчетные массы плоских свинцовых разветвительных муфт приведены в табл. 7.58.

Линейные магистральные и межстанционные кабели крупной емкости распайваются в шахтах ГТС на 100-парные кабели. Распайка осуществляется в станционных разветвительных муфтах (перчатках). До недавнего времени от станционных разветвительных муфт в кросс подавались 100-парные кабели только в свинцовой оболочке (ТРК, ТСС). Сейчас для этих целей используются кабели в пластмассовых оболочках (ТПВ, ТПП, ТСВ).

На рис. 7.131 показана свинцовая станционная разветвительная муфта, используемая в случаях ввода из канализации в шахту кабелей в свинцовых оболочках (ТГ). Размеры и расчетные массы таких муфт приведены в табл. 7.59.

Таблица 7.55

Размеры и расчетная масса круглых свинцовых ответвительных муфт (перчаток) для кабелей марки ТГ, ТБ с жилами диаметром 0,4 мм (рис. 7.129)

Размеры муфт, мм															Масса, кг							
Емкость основного кабеля и ответв- лений (пальцев), пар	L	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	D	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄ — внутренний диаметр пальца			d ₅ — наружный диаметр пальца			21		
														1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го			
20=10+10	300	200	10	40	10	130	30	5	23	20	13	27	29	10	10	—	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	0,39
30=10+10+10	320	220	10	40	10	130	30	5	25	22	14	30	32	10	10	—	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	0,49
50=20+20+10	380	270	15	40	10	140	30	5	30	27	18	38	40	13	13	10	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	0,71
50=30+20	380	270	15	40	10	140	30	5	30	27	18	38	40	14	13	10	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	0,67
50=30+10+10	380	270	15	40	10	140	30	5	30	27	18	38	40	14	13	10	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	0,70
100=50+50	460	350	15	50	15	150	40	5	37	33	23	45	47	17,5	17,5	10	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	1,23
100=50+30+20	460	350	15	50	15	150	40	5	37	33	23	45	47	17,5	17,5	13	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	1,27
150=50+50+50	520	400	20	50	15	160	40	10	41	37	26	50	52	22,5	22,5	17,5	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	1,67
150=100+50	520	400	20	50	15	160	40	10	41	37	26	50	52	22,5	22,5	13	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	1,71
150=100+30+20	580	450	20	50	15	170	40	10	46	42	28	57	59	22,5	22,5	17,5	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	2,11
200=100+100	580	450	20	50	15	170	40	10	46	42	28	57	59	26,0	26,0	17,5	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	2,18
200=100+50+50	580	450	20	50	15	170	40	10	46	42	28	57	59	26,0	26,0	22,5	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	2,67
300=130+50	655	520	25	55	15	180	45	10	51	47	32	62	64	26,0	26,0	22,5	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	2,77
300=130+50+150	655	520	25	55	15	180	45	10	51	47	32	62	64	28,0	28,0	22,5	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	2,77
300=100+100+100	690	560	30	60	20	180	50	10	58	53	38	68	70	28,0	28,0	22,5	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	3,75
400=300+100	690	560	30	60	20	180	50	10	58	53	38	68	70	32,0	32,0	22,5	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	3,73
400=200+100+100	690	560	30	60	20	180	50	10	58	53	38	68	70	32,0	32,0	22,5	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	3,85
500=300+100+100	730	600	30	60	20	180	50	10	63	58	41	73	75	32,0	32,0	22,5	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	4,43
500=200+200	730	600	30	60	20	180	50	10	63	58	41	73	75	32,0	32,0	28,0	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	4,33
600=400+100	730	600	30	60	20	180	50	10	63	58	41	73	75	38,0	38,0	22,5	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	4,35
600=300+300	735	610	35	65	20	180	55	15	67	62	45	83	85	38,0	38,0	22,5	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	5,09
600=100+200	735	610	35	65	20	180	55	15	67	62	45	83	85	38,0	38,0	28,0	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	5,12
600=100+100+100	735	610	35	65	20	180	55	15	67	62	45	83	85	38,0	38,0	22,5	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	5,12
600=300+200+100	735	610	35	65	20	180	55	15	67	62	45	83	85	38,0	38,0	28,0	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	5,20
600=300+100+100	735	610	35	65	20	180	55	15	67	62	45	83	85	40,5	40,5	22,5	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	5,19
700=500+100	740	620	35	70	20	180	60	15	76	70	50	91	93	32,0	32,0	22,5	44,9	44,9	44,9	44,9	44,9	6,15
700=300+300+100	740	620	35	70	20	180	60	15	76	70	50	91	93	38,0	38,0	22,5	44,9	44,9	44,9	44,9	44,9	6,75
700=400+300	740	620	35	70	20	180	60	15	76	70	50	91	93	38,0	38,0	32,0	44,9	44,9	44,9	44,9	44,9	6,68
700=500+200	740	620	35	70	20	180	60	15	76	70	50	91	93	40,5	40,5	28,0	44,9	44,9	44,9	44,9	44,9	6,66

Окончание табл. 7.55

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
700=500+100+100	740	620	35	70	20	180	60	15	76	70	50	91	93	40,5	22,5	22,5	44,9	25,7	25,7	6,76
700=600+100	740	620	35	70	20	180	60	15	76	70	50	91	93	44,5	22,5	22,5	49,1	25,7	25,7	6,67
800=400+400	775	640	40	75	20	200	65	15	76	70	50	91	93	38,0	22,5	22,5	42,2	25,7	25,7	7,01
800=500+300	775	640	40	75	20	200	65	15	76	70	50	91	93	40,5	22,5	22,5	42,2	25,7	25,7	6,97
800=600+200	775	640	40	75	20	200	65	15	76	70	50	91	93	44,5	22,5	22,5	44,9	25,7	25,7	6,98
800=600+100+100	775	640	40	75	20	200	65	15	76	70	50	91	93	44,5	22,5	22,5	49,1	25,7	25,7	6,98
800=700+100	775	640	40	75	20	200	65	15	76	70	50	91	93	47,0	22,5	22,5	51,6	25,7	25,7	6,94
900=600+300	785	650	40	75	20	200	65	15	79	73	53	95	97	44,5	22,5	22,5	49,1	25,7	25,7	7,42
900=700+200	785	650	40	75	20	200	65	15	79	73	53	95	97	47,0	22,5	22,5	51,6	25,7	25,7	7,40
900=700+100+100	785	650	40	75	20	200	65	15	79	73	53	95	97	47,0	22,5	22,5	44,9	25,7	25,7	7,45
900=800+100	785	650	40	75	20	200	65	15	79	73	53	95	97	50,0	22,5	22,5	51,6	25,7	25,7	7,50
900=800+500	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	44,5	22,5	22,5	44,9	25,7	25,7	8,26
1000=500+500	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	44,5	22,5	22,5	49,1	25,7	25,7	8,35
1000=600+300+100	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	47,0	22,5	22,5	49,1	25,7	25,7	8,27
1000=600+400	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	50,0	22,5	22,5	51,6	25,7	25,7	8,22
1000=700+300	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	50,0	22,5	22,5	55,0	25,7	25,7	8,34
1000=800+200	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	53,0	22,5	22,5	55,0	25,7	25,7	8,24
1000=800+100+100	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	53,0	22,5	22,5	58,2	25,7	25,7	8,24
1000=900+100	830	700	50	80	20	200	70	15	83	77	56	98	100	53,0	22,5	22,5	58,2	25,7	25,7	8,24
1200=600+600	900	750	50	80	20	220	70	20	89	83	61	103	105	44,5	22,5	22,5	49,1	25,7	25,7	10,01
1200=600+500+100	900	750	50	80	20	220	70	20	89	83	61	103	105	44,5	22,5	22,5	49,1	25,7	25,7	10,13
1200=700+500	900	750	50	80	20	220	70	20	89	83	61	103	105	47,0	22,5	22,5	51,6	25,7	25,7	9,98
1200=800+400	900	750	50	80	20	220	70	20	89	83	61	103	105	50,0	22,5	22,5	55,0	25,7	25,7	10,01
1200=900+300	900	750	50	80	20	220	70	20	89	83	61	103	105	53,0	22,5	22,5	58,2	25,7	25,7	9,98
1200=1000+100+100	900	750	50	80	20	220	70	20	89	83	61	103	105	56,0	22,5	22,5	61,4	25,7	25,7	10,11
1200=1000+200	900	750	50	80	20	220	70	20	89	83	61	103	105	56,0	22,5	22,5	61,4	25,7	25,7	10,00

Таблица 7.56

Размеры и расчетная масса круглых свинцовых разветвительных муфт (перчаток) для кабелей марки ТГ, ТБ с жилами диаметром 0,5 мм (рис. 7.129)

Размеры, мм																					Масса, кг	
Емкость основного кабеля и ответвля- ний (пальцев), пар		Размеры, мм																			Масса, кг	
		L		l	l1	l2	l3	l4	l5	l6	D	d	d1	d2	d3	d4 — внутренний диаметр пальца				d5 — наружный диаметр пальца		
																1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
20=10+10	300	200	10	40	10	130	30	5	24	20	16	38	40	12,2	12,2	12,2	15	15	—	0,55		
30=10+10+10	320	220	10	40	10	130	30	5	28	24	17	38	40	12,2	12,2	12,2	15	15	15	0,71		
30=20+10	320	220	10	40	10	130	30	5	28	24	17	43	45	16,5	16,5	16,5	19,5	19,5	15	0,70		
50=20+20+10	380	270	15	40	10	140	30	5	35	31	20	48	50	16,5	16,5	16,5	19,5	19,5	15	1,06		
50=30+20	380	270	15	40	10	140	30	5	35	31	20	48	50	16,5	16,5	16,5	19,5	19,5	15	0,99		
50=30+10+10	380	270	15	40	10	140	30	5	35	31	20	48	50	16,5	16,5	16,5	19,5	19,5	15	1,03		
100=30+30+20	460	350	15	50	15	150	40	5	41	36	25	58	60	20,6	20,6	20,6	24	24	19,5	1,77		
100=50+30+20	460	350	15	50	15	150	40	5	41	36	25	58	60	20,6	20,6	20,6	24	24	24	1,71		
100=50+50	520	400	20	50	15	160	40	10	48	43	30	58	60	20,6	20,6	20,6	24	24	24	2,48		
150=50+50+50	520	400	20	50	15	160	40	10	48	43	30	58	60	20,6	20,6	20,6	24	24	24	2,54		
150=100+50	580	450	20	50	15	170	40	10	52	47	36	68	70	24,2	24,2	24,2	28	28	19,5	2,92		
200=100+30+20	580	450	20	50	15	170	40	10	52	47	36	68	70	24,2	24,2	24,2	28	28	24	3,02		
200=100+100	580	450	20	50	15	170	40	10	52	47	36	68	70	24,2	24,2	24,2	28	28	24	2,96		
200=150+50	635	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,61		
300=100+100+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,70		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4	28,4	33	33	28	4,72		
300=200+100	655	520	25	55	15	180	45	10	65	59	42	68	70	28,4	28,4							

Таблица 7.57

Размеры и расчетная масса круглых свинцовых ответвительных муфт (перчаток) для кабелей марки ТГ, ТБ с жилами диаметром 0,7 мм (рис. 7.129)

Емкость основного кабеля и ответвле- ний (пальцев), пар	Размеры муфт, мм													Масса, кг						
	L	l	l1	l2	l3	l4	l5	l6	D	d	d1	d2	d3		d4 — внутренний диаметр пальца			d5 — наружный диаметр пальца		
															1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
100=50+30+20	390	20	20	50	15	150	40	10	49	45	35	60	62	27	23,5	20	30,2	26,3	22,9	2,11
100=50+50	390	20	20	50	15	150	40	10	49	45	35	60	62	27	27	27	30,2	30,2	—	2,04
150=50+50+50	575	450	20	50	15	170	45	15	57	52	42	69	71	35	27	27	30,2	30,2	30,2	3,47
150=100+50	575	450	20	50	15	170	45	15	57	52	42	69	71	35	27	27	38,8	30,2	—	3,39
150=100+30+20	575	450	20	50	15	170	45	15	57	52	42	69	71	35	23	20	38,8	26,3	22,8	3,46
200=100+100	635	510	20	50	15	170	45	15	63	58	48	79	81	35	35	27	38,8	38,8	—	4,26
200=100+50+50	635	510	20	50	15	170	45	15	63	58	48	79	81	35	27	27	38,8	30,2	30,2	4,34
200=150+50	635	510	20	50	15	175	50	15	69	64	54	84	86	35	35	35	46,0	30,2	—	4,23
300=100+100+100	725	600	30	60	15	175	50	15	74	69	58	92	94	35	35	35	52,4	38,8	38,8	5,93
300=200+100	725	600	30	60	15	175	50	15	74	69	58	92	94	35	35	35	52,4	38,8	—	5,81
300=150+150	725	600	30	60	15	175	50	15	74	69	58	92	94	35	35	35	52,4	38,8	—	5,80
400=200+200	775	650	30	65	20	180	55	15	82	77	65	106	108	48	48	42	56,0	46,0	—	7,22
400=300+100	775	650	30	65	20	180	55	15	82	77	65	106	108	48	48	35	52,4	38,8	38,8	7,11
400=200+100+100	775	650	30	65	20	180	55	15	82	77	65	106	108	48	48	35	52,4	38,8	38,8	7,27
500=300+200	810	670	30	65	20	195	55	15	90	85	72	118	120	58	58	35	62,6	52,4	38,8	8,53
500=300+100+100	810	670	30	65	20	195	55	15	90	85	72	118	120	58	58	35	62,6	52,4	—	8,40
500=400+100	810	670	30	65	20	195	55	15	90	85	72	118	120	58	58	35	62,6	52,4	—	8,39
600=400+200	900	750	40	70	20	210	60	20	96	91	79	130	132	65	58	—	70,2	62,6	—	10,80
600=300+300	900	750	40	70	20	210	60	20	96	91	79	130	132	65	58	—	70,2	62,6	—	10,80
600=400+200	900	750	40	70	20	210	60	20	96	91	79	130	132	65	58	—	70,2	62,6	—	10,84
600=300+100+100	900	750	40	70	20	210	60	20	96	91	79	130	132	65	58	—	70,2	62,6	38,8	10,97
600=400+150	900	750	40	70	20	210	60	20	96	91	79	130	132	58	42	42	62,6	46,0	46,0	10,97
600=300+150+100	900	750	40	70	20	210	60	20	96	91	79	130	132	58	42	42	62,6	46,0	—	10,81
600=500+100	900	750	40	70	20	210	60	20	96	91	79	130	132	72	35	35	77,6	38,8	—	—

Т а б л и ц а 7.58

Размеры и расчетные массы плоских свинцовых разветвительных муфт (перчаток) для кабелей в свинцовых оболочках (ТГ) с жилами диаметром 0,4 и 0,5 мм (рис. 7.130)

Емкость основного кабеля и ответвлений (пальцев), пар	Размеры муфт, мм										
	L	l	$l1$	$l2$	$l3$	$l4$	$l5$	$l6$	a	b	b
20=10+10	300	200	10	40	10	130	30	5	37	43	20
30=20+10	320	220	10	40	10	130	30	5	44	50	25
30=10+10+10	320	220	10	40	10	130	30	5	55	61	25
50=20+20+10	380	270	15	40	10	140	30	5	64	70	31
50=30+20	380	270	15	40	10	140	30	5	49	55	31
50=30+10+10	380	270	15	40	10	140	30	5	64	70	31
100=50+30+20	460	350	15	50	15	150	40	5	74	81	36
100=50+50	460	350	15	50	15	150	40	5	54	61	36

Окончание табл. 7.58

Емкость основ- ного кабеля и ответвлений (пальцев), пар	Размеры муфт, мм									Масса, кг	
	e	D	d	d1	d4 — внутренний диаметр пальца			d5 — наружный диаметр пальца			
					1-го	2-го	3-го	1-го	2-го		3-го
20=10+10	26	24	20	16	12,2	12,2	—	15,0	15,0	—	0,69
30=20+10	31	28	24	17	16,5	12,2	—	19,5	15,0	—	0,86
30=10+10+10	31	28	24	17	12,2	12,2	12,2	15,0	15,0	15	0,95
50=20+20+10	37	35	31	20	16,5	16,5	12,2	19,5	19,5	15	1,36
50=30+20	37	35	31	20	18,3	16,5	—	21,5	19,5	—	1,22
50=30+10+10	37	35	31	20	18,3	12,2	12,2	21,5	15,0	15	1,35
100=50+30+20	43	41	36	25	20,6	18,3	16,5	24,0	21,5	19,5	2,13
100=50+50	43	41	36	25	20,6	20,6	—	24,0	24,0	—	1,88

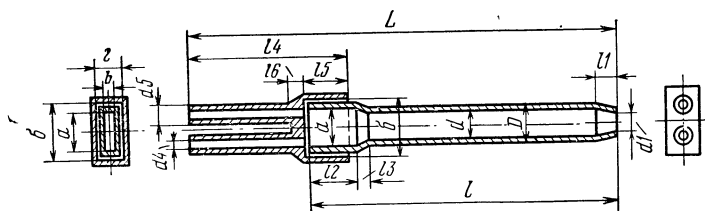


Рис. 7.130. Плоские свинцовые разветвительные муфты

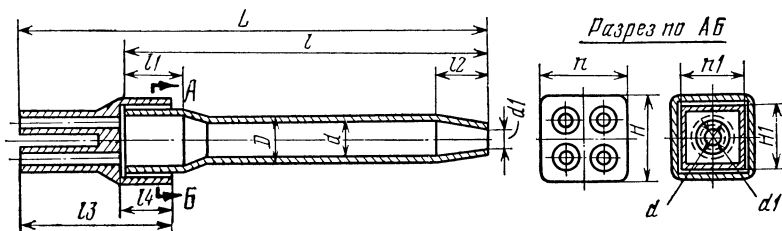


Рис. 7.131. Свинцовые станционные разветвительные муфты

Размеры и расчетные массы свинцовых стационарных разветвительных муфт (перчаток)
(рис. 7.131)

Таблица 7.59

Емкость основного кабеля, пар		Количе- ство пальцев 100×2	Размеры муфт, мм										Масса, кг			
			L	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	H	H ₁	n	n ₁		D	d	d ₁
Для жил диаметром 0,4 мм																
200	2	565	440	50	20	170	45	65	59	52	46	46	42	28	2,38	
300	3	635	510	60	30	175	50	86	80	57	51	51	47	32	3,26	
400	4	675	550	65	30	180	55	121	114	65	58	53	53	38	5,10	
500	5	720	580	65	30	195	55	87	80	70	63	63	58	41	6,34	
600	6	750	600	70	40	210	60	87	80	75	68	68	63	45	6,08	
700	7	760	610	70	40	210	60	122	114	80	72	72	66	47	8,04	
800	8	770	620	75	40	215	65	122	114	84	76	76	70	50	8,77	
900	9	780	630	80	40	220	70	88	80	87	79	79	73	53	8,70	
1000	10	830	680	85	50	230	80	122	114	91	83	83	77	66	10,49	
1200	12	880	710	90	50	250	80	122	114	97	89	89	83	67	12,03	
Для жил диаметром 0,5 мм																
200	2	565	440	50	20	170	45	65	59	59	53	53	49	37	2,66	
300	3	635	510	60	30	175	50	87	80	71	64	64	59	44	4,54	
400	4	675	550	65	30	180	55	121	114	78	71	71	66	51	5,92	
500	5	720	580	65	30	195	55	87	80	85	77	77	72	55	6,22	
600	6	750	600	70	40	210	60	90	83	90	83	83	78	61	7,09	
700	7	760	610	70	40	210	60	122	114	97	89	89	83	65	9,44	
800	8	770	620	75	40	215	65	122	114	103	85	95	89	69	10,30	
900	9	780	630	80	40	220	70	109	101	109	101	101	95	72	10,90	
1000	10	830	680	85	50	230	80	122	114	116	108	108	102	75	12,67	
1200	12	880	710	90	50	250	80	122	114	125	117	117	111	82	14,57	
Для жил диаметром 0,7 мм																
200	2	635	510	50	20	170	45	70	63	70	63	63	58	48	4,03	
300	3	725	600	60	30	175	50	87	80	81	74	74	69	58	5,61	
400	4	775	650	65	30	180	55	121	114	87	82	82	77	65	7,28	
500	5	810	670	65	30	195	55	97	90	97	90	90	85	72	7,88	
600	6	900	750	70	40	210	60	103	96	103	96	96	91	79	9,41	
Примечание. Толщина стенок пальцев равна 1,6 мм, внутренний диаметр пальцев — 22,5 мм, а наружный диаметр паль- цев — 25,7 мм.																

Примечание. Толщина стенок пальцев равна 1,6 мм, внутренний диаметр пальцев — 22,5 мм, а наружный диаметр пальцев — 25,7 мм.

7.26. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ ПОКРОВОВ КАБЕЛЕЙ В ОДНОРОДНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ОБОЛОЧКАХ

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ МУФТЫ ДЛЯ НЕБРОНИРОВАННЫХ КАБЕЛЕЙ (СП) В ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ОБОЛОЧКАХ

На рис. 7.132—7.134 приведены конструкции соединительных муфт для небронированных кабелей в полиэтиленовых оболочках диаметрами соответственно: от 12 до 20 мм, от 22 до 26 мм и от 30 до 82 мм. Основные размеры этих муфт приведены в табл. 7.60. Подбор соответствующих типоразмеров муфт для кабелей ТПП различной емкости и диаметра жил может производиться по табл. 7.48.

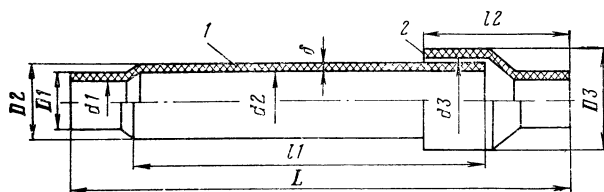


Рис. 7.132. Соединительная полиэтиленовая муфта для небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке диаметром от 12 до 20 мм:

1 — цилиндрическая часть с конусом; 2 — конус

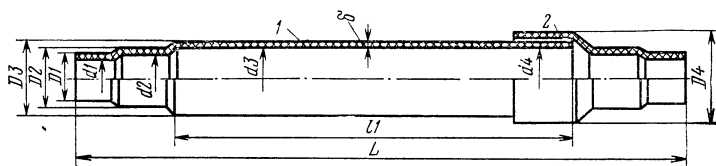


Рис. 7.133. Соединительная полиэтиленовая муфта для небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке диаметром от 22 до 26 мм:

1 — корпус; 2 — конус

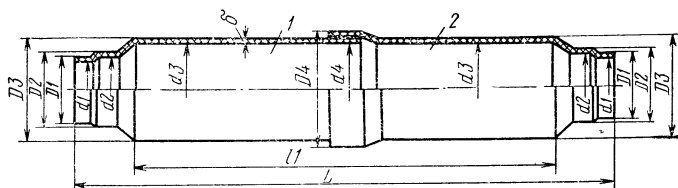


Рис. 7.134. Соединительная полиэтиленовая муфта для небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке диаметром от 30 до 82 мм:

1 — полумуфта без растрѣба; 2 — полумуфта с растрѣбом

Т а б л и ц а 7.60

**Основные размеры соединительных полиэтиленовых муфт
для небронированных кабелей в полиэтиленовых оболочках (ТПП)**

Марки и типоразмеры муфт	Основные размеры, мм												Масса, кг	Номер рисунка
	d_1	d_2	d_3	d_4	D_1	D_2	D_3	D_4	l_1	l_2	L	δ		
1СП-12	12	18	24	—	17	23	29	—	140	65	205	2,5	0,048	Рис. 7.132
2СП-15	15	23	30	—	21	29	36	—	160	65	225	3,0	0,065	
3СП-20	20	29	36	—	26	35	42	—	180	65	245	3,0	0,091	
4 СП- $\frac{22}{26}$	22	26	35	42	28	32	41	48	235	—	360	3,0	0,145	Рис. 7.133
5 СП- $\frac{30}{35}$	30	35	45	53	37	42	52	60	310	—	430	3,5	0,24	Рис. 7.134
6 СП- $\frac{37}{41}$	37	41	60	68	44	48	67	75	340	—	470	3,5	0,35	
7 СП- $\frac{43}{48}$	43	48	70	80	51	56	78	88	365	—	490	4,0	0,44	
8 СП- $\frac{49}{55}$	49	55	80	91	58	64	89	100	415	—	555	4,5	0,64	
9 СП- $\frac{60}{66}$	60	66	95	106	69	75	104	115	435	—	575	4,5	0,70	
10 СП- $\frac{69}{74}$	69	74	110	121	78	83	119	130	490	—	630	4,5	1,05	
11 СП- $\frac{77}{82}$	77	82	110	121	86	91	119	130	490	—	630	4,5	1,10	

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ МУФТЫ ДЛЯ БРОНИРОВАННЫХ КАБЕЛЕЙ (СПБ) В ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ОБОЛОЧКАХ

На рис. 7.135 и 7.136 показаны конструкции соединительных муфт для бронированных кабелей в полиэтиленовых оболочках (ТППБ, ТППБШп) диаметрами соответственно от 12 до 20 мм и от 22 до 41 мм. Основные размеры этих

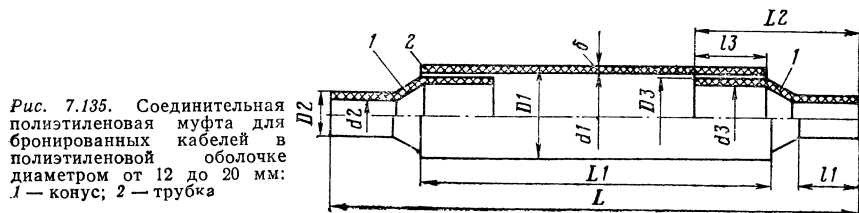


Рис. 7.135. Соединительная полиэтиленовая муфта для бронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке диаметром от 12 до 20 мм:
1 — конус; 2 — трубка

муфт приведены в табл. 7.61. Подбор соответствующих типоразмеров таких муфт для кабелей различной емкости и диаметра жил может производиться по табл. 7.49.

Таблица 7.61

Основные размеры соединительных полиэтиленовых муфт
для бронированных кабелей в полиэтиленовых оболочках
(ТППБ, ТППБШп)

Марка и типоразмер муфт	Основные размеры, мм								
	<i>d 1</i>	<i>d 2</i>	<i>d 3</i>	<i>d 4</i>	<i>D 1</i>	<i>D 2</i>	<i>D 3</i>	<i>D 4</i>	<i>l 1</i>
1СПБ-12	31	12	24	—	25	17	29	—	25
2СПБ-15	38	15	30	—	44	21	26	—	25
3СПБ-20	44	20	36	—	50	26	42	—	25
4 СПБ- $\frac{22}{26}$	50	22	26	42	56	28	32	48	25
5 СПБ- $\frac{30}{35}$	55	30	35	36,5	62	37	42	43,5	25
6 СПБ- $\frac{37}{41}$	60	37	41	51	67	44	48	58	25

Окончание табл. 7.61

Марка и типоразмер муфт	Основные размеры, мм							
	<i>l 3</i>	<i>l 5</i>	<i>L 1</i>	<i>L 2</i>	<i>L</i>	δ	Масса, кг	Номер рисунка
1СПБ-12	30	—	100	65	170	2,5	0,05	Рис. 7.135
2СПБ-15	30	—	130	65	200	3,0	0,09	
3СПБ-20	30	—	150	65	220	3,0	0,11	
4 СПБ- $\frac{22}{26}$	25	30	210	95	340	3,0	0,13	Рис. 7.136
5 СПБ- $\frac{30}{35}$	25	30	240	85	370	3,5	0,19	
6 СПБ- $\frac{37}{41}$	25	30	340	95	470	3,5	0,30	

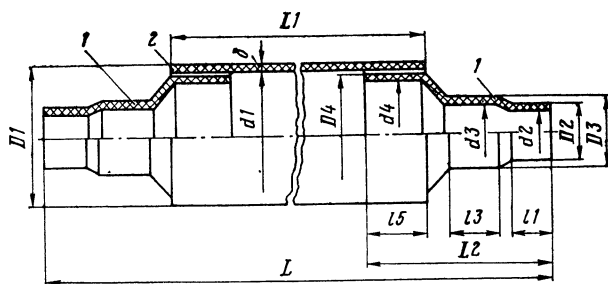


Рис. 7.136. Соединительная полиэтиленовая муфта для бронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке диаметром от 22 до 41 мм:

1 — конус; 2 — трубка

РАЗВЕТВИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ МУФТЫ ДЛЯ КАБЕЛЕЙ В ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ОБОЛОЧКАХ

На рис. 7.137—7.140 показаны конструкции муфтовых частей, удлинителей и оголовников десяти типоразмеров разветвительных полиэтиленовых муфт на два направления, а в табл. 7.62 приведены основные размеры этих муфт.

Рис. 7.137. Муфтовая часть разветвительной полиэтиленовой муфты (перчатки) на два направления 2РП-15 и 3РП-20

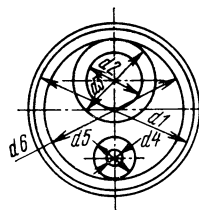
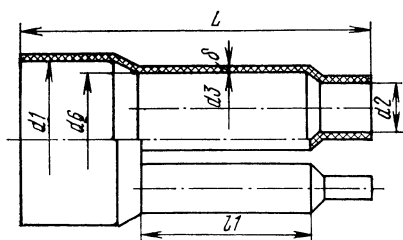
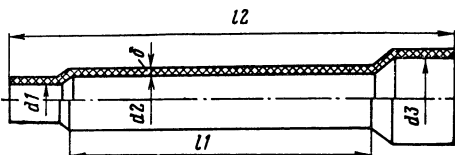


Рис. 7.138. Оголовник разветвительной муфты на два направления

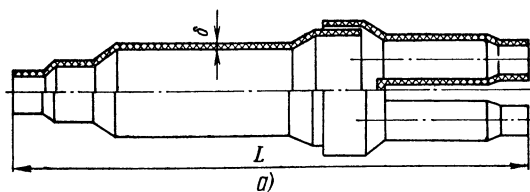
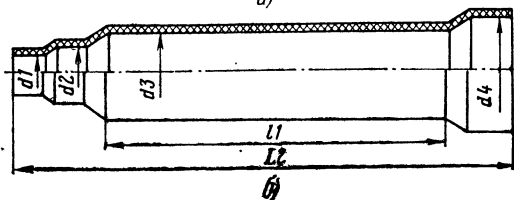


Рис. 7.139. Разветвительная полиэтиленовая муфта на два направления 4РП-22/26:

а) муфта в сборе; б) муфтовая часть



На рис. 7.141 и в табл. 7.63 приведены конструкция и основные размеры оголовников семи типоразмеров разветвительных полиэтиленовых муфт на три направления.

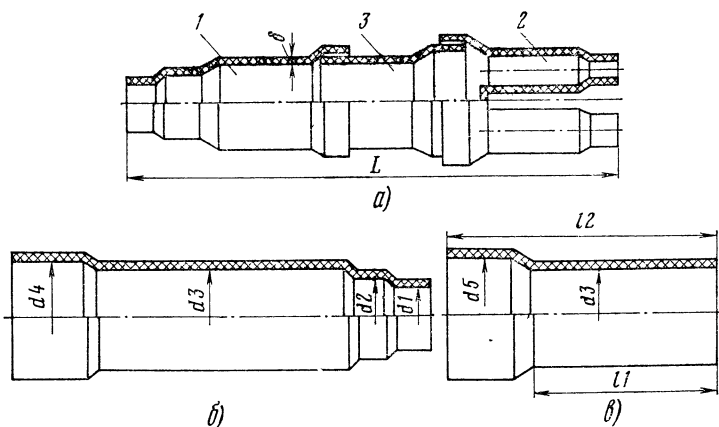


Рис. 7.140. Разветвительная полиэтиленовая муфта на два направления 5РП-30/35—11РП-77/82:

а) муфта в сборе; б) муфтовая часть; в) удлинитель:
1 — муфтовая часть; 2 — оголовник; 3 — удлинитель

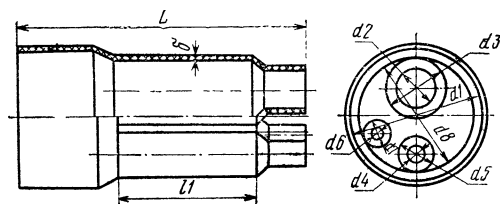


Рис. 7.141. Оголовник разветвительной полиэтиленовой муфты на три направления 3РП-20—9РП-60/66

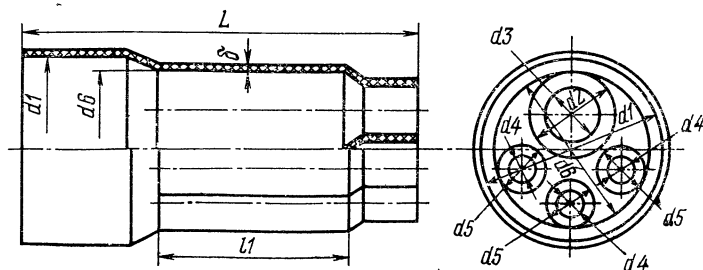


Рис. 7.142. Оголовник разветвительной полиэтиленовой муфты на четыре направления 8РП-49/55 и 9РП-60/66

Таблица 7.62

меры ответственных полиэтиленовых муфт на два направления для кабелей ГТС в полиэтиленовых оболочках (ТПП)

[illegible]

Продолжение табл. 7.62

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6 РП- $\frac{37}{41} = \frac{30}{35} + \frac{26}{31}$	$300 \times 0,4$ $200 \times 0,5$ $100 \times 0,7$	6 СП- $\frac{37}{41}$	$200 \times 0,4$ $100-150 \times 0,5$ $50 \times 0,7$	$100-150 \times 0,4$ $50-100 \times 0,5$ $50 \times 0,7$	—	—	60	—	83	—	170	225	590	3,5	0,37	$\frac{7.140}{7.138}$
7 РП- $\frac{43}{48} = \frac{34}{40} + \frac{28}{44}$	$400 \times 0,4$ $300 \times 0,5$ $150 \times 0,7$	7 СП- $\frac{43}{48}$	$200-300 \times 0,4$ $150-200 \times 0,5$ $100 \times 0,7$	$100-200 \times 0,4$ $100-150 \times 0,5$ $50 \times 0,7$	—	—	70	—	108	—	180	240	615	4,0	0,50	$\frac{7.140}{7.138}$
8 РП- $\frac{49}{55} = \frac{37}{42} + \frac{34}{40}$	$500-600 \times 0,4$ $400 \times 0,5$ $200 \times 0,7$	8 СП- $\frac{49}{55}$	$300 \times 0,4$ $200 \times 0,5$ $100 \times 0,7$	$200-300 \times 0,4$ $200 \times 0,5$ $100 \times 0,7$	—	—	80	—	117	—	205	265	670	4,5	0,68	$\frac{7.140}{7.138}$
$\frac{44}{50} + \frac{28}{34}$			$400-500 \times 0,4$ $300 \times 0,5$ $150 \times 0,7$	$100-200 \times 0,4$ $100 \times 0,5$ $50 \times 0,7$	—	—	80	—	117	—	205	265	670	4,5	0,695	$\frac{7.140}{7.138}$
9 РП- $\frac{60}{66} = \frac{48}{54} + \frac{41}{48}$	$500-600 \times 0,5$ $300 \times 0,7$	9 СП- $\frac{60}{66}$	$300-400 \times 0,5$ $150-200 \times 0,7$	$200-300 \times 0,5$ $100-150 \times 0,7$	—	—	95	—	138	—	215	285	710	4,5	0,70	$\frac{7.140}{7.138}$
$\frac{54}{60} + \frac{29}{33}$			$400-500 \times 0,5$	$100 \times 0,5$	—	—	95	—	138	—	215	285	710	4,5	0,73	$\frac{7.140}{7.138}$

Окончание табл. 7.62

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$10П - \frac{69}{74} =$ $\frac{61}{66} + \frac{38}{42}$ $= \frac{51}{56} + \frac{51}{42}$	400×0,7	10СП - $\frac{69}{74}$	300×0,7	100×0,7	— $\frac{159}{61}$	— $\frac{110}{66}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{38}{150}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{125}{125}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{780}{200}$	4,5	0,835	$\frac{7,140}{7,138}$
			200×0,7	200×0,7	— $\frac{159}{51}$	— $\frac{110}{56}$	— $\frac{148}{51}$	— $\frac{56}{150}$	— $\frac{148}{56}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{125}{125}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{780}{200}$		0,95	$\frac{7,140}{7,138}$
			300×0,7	200×0,7	— $\frac{159}{61}$	— $\frac{110}{66}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{38}{150}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{125}{125}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{780}{200}$		0,835	$\frac{7,140}{7,138}$
			200×0,7	200×0,7	— $\frac{159}{51}$	— $\frac{110}{56}$	— $\frac{148}{51}$	— $\frac{56}{150}$	— $\frac{148}{56}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{125}{125}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{780}{200}$		0,95	$\frac{7,140}{7,138}$
$11П - \frac{77}{82} =$ $\frac{61}{66} + \frac{51}{56}$ $= \frac{77}{82} + \frac{38}{42}$ $\frac{69}{74} + \frac{38}{42}$	500—600×0,7	11СП - $\frac{77}{82}$	300×0,7	200×0,7	— $\frac{159}{61}$	— $\frac{110}{66}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{38}{150}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{135}{135}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{790}{210}$	4,5	1,125	$\frac{7,140}{7,138}$
			500×0,7	100×0,7	— $\frac{159}{77}$	— $\frac{110}{82}$	— $\frac{148}{38}$	— $\frac{42}{150}$	— $\frac{148}{38}$	— $\frac{135}{150}$	260 $\frac{135}{135}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{790}{210}$		1,125	$\frac{7,140}{7,138}$
			400×0,7	100×0,7	— $\frac{159}{69}$	— $\frac{110}{74}$	— $\frac{148}{38}$	— $\frac{42}{150}$	— $\frac{148}{38}$	— $\frac{135}{150}$	260 $\frac{135}{135}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{790}{210}$		1,125	$\frac{7,140}{7,138}$
			300×0,7	300×0,7	— $\frac{159}{61}$	— $\frac{110}{66}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{38}{150}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{135}{135}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{790}{210}$		1,125	$\frac{7,140}{7,138}$
$\frac{61}{66} + \frac{61}{66}$ $\frac{69}{74} + \frac{51}{56}$			400×0,7	200×0,7	— $\frac{159}{69}$	— $\frac{110}{74}$	— $\frac{148}{51}$	— $\frac{56}{150}$	— $\frac{148}{51}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{135}{135}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{790}{210}$		1,125	$\frac{7,140}{7,138}$
					— $\frac{159}{61}$	— $\frac{110}{66}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{38}{150}$	— $\frac{148}{42}$	— $\frac{125}{150}$	260 $\frac{135}{135}$	$\frac{325}{200}$	$\frac{790}{210}$		1,125	$\frac{7,140}{7,138}$

Таблица 7.63

Основные размеры оголовников разветвительных полиэтиленовых муфт на три направления для кабелей ГТС в полиэтиленовых оболочках (ТПП)

Марка и типоразмер муфт	Емкость ответвляющихся кабелей, пар и диаметры жил, мм			Основные размеры оголовников муфт, мм (рис. 7.141)												Масса, кг, муфты в сборе
	1-го направления	2-го направления	3-го направления	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	l1	L	δ		
3РП. $20 = \frac{12}{16} + \frac{12}{16} + \frac{12}{16}$	10-20×0,5 10-30×0,4	10-20×0,5 10-20×0,4	10-20×0,5 10-20×0,4	56	12	16	12	16	12	16	50	85	150	3,0	0,17	
4РП. $22 = \frac{15}{26} + \frac{12}{16} + \frac{12}{16}$	50×0,4 20-30×0,5 10-20×0,7	10-30×0,4 10-20×0,5 10×0,7	10-30×0,4 10-20×0,5 10×0,7	66	15	19	12	16	12	16	60	90	155	3,0	0,21	
5РП. $30 = \frac{20}{35} + \frac{17}{26} + \frac{17}{23}$	50-100×0,4 50×0,5 20-30×0,7	50×0,4 20-50×0,5 10-20×0,7	50×0,4 20-50×0,5 10×0,7	82	20	26	17	23	17	23	75	100	170	3,5	0,32	
6РП. $37 = \frac{26}{41} + \frac{22}{31} + \frac{22}{27}$	100×0,4 100×0,5 50×0,7	100×0,4 50×0,5 30×0,7	100×0,4 50×0,5 20×0,87	93	26	31	22	27	22	27	86	110	180	3,5	0,40	
7РП. $43 = \frac{30}{48} + \frac{26}{35} + \frac{26}{31}$	200×0,4 100×0,5 50×0,7	100×0,4 100×0,5 30×0,7	100×0,4 100×0,5 50×0,7	118	30	35	26	31	26	31	110	110	180	4,0	0,55	
8РП. $49 = \frac{35}{55} + \frac{27}{40} + \frac{27}{34}$	200-300×0,4 200×0,5 100×0,7	100-200×0,4 100×0,5 50×0,7	100-200×0,4 100×0,5 50×0,7	128	35	40	27	34	27	34	119	110	180	4,5	0,73	
9РП. $60 = \frac{38}{66} + \frac{32}{48} + \frac{32}{55}$	200×0,5 100×0,7 300-400×0,5	200×0,5 100×0,7 100-200×0,5	100-200×0,5 100×0,7 100×0,5	149 149	38 48	43 55	38 32	43 40	32 29	40 32	140 140	120 120	195 195	4,5	0,95 1,00	

Примечание. Размеры муфтовых частей для разветвительных муфт на три направления соответствуют аналогичным размерам муфтовых частей для разветвительных муфт на два направления (см. табл. 7.62).

Таблица 7.64

Основные размеры оголовников разветвительных полиэтиленовых муфт
на четыре—шесть направлений для кабелей ГТС в полиэтиленовых оболочках (ТПН)

Марка и типоразмер муфт	Емкость ответвляющихся кабелей, пар и диаметры жил, мм						Основные размеры оголовников муфт, мм										Номер рису- нка	
	1-го нап- вления	2-го нап- вления	3-го нап- вления	4-го нап- вления	5-го нап- вления	6-го нап- вления	d1	d2	d3	d4	d5	d6	l1	l3	L	δ		Масса, кг
Оголовники на четыре направления																		
$8 \text{ РП} \cdot \frac{49}{55} =$ $\frac{27}{34} + 3 \times \frac{26}{31}$	100—200× ×0,4 100×0,5 100×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	—	—	—	128	27	34	26	31	119	110	—	180	4,5	0,76
$9 \text{ РП} \cdot \frac{60}{66} =$ $\frac{40}{41} + 3 \times \frac{26}{31}$	300×0,4 200—300× ×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	—	—	—	149	40	47	26	31	140	120	—	195	4,5	1,00
Оголовники на пять направлений																		
$9 \text{ РП} \cdot \frac{60}{66} =$ $\frac{26}{26} + 5 \times \frac{26}{31}$	100×0,5	100×0,5	100×0,5	100×0,5	100×0,5	—	—	149	31	26	140	—	—	40	120	195	4,5	1,10
Оголовники на шесть направлений																		
$9 \text{ РП} \cdot \frac{60}{66} =$ $\frac{26}{26} + 6 \times \frac{26}{31}$	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	100×0,4 100×0,5	—	149	31	26	140	—	—	40	120	195	4,5	1,20

Примечание. Размеры муфтовых частей для разветвительных муфт на четыре—шесть направлений соответствуют аналогичным размерам муфтовых частей для разветвительных муфт на два направления (см. табл. 7.62).

В табл. 7.64 и на рис. 7.142—7.144 приведены основные размеры и конструкция оголовников разветвительных полиэтиленовых муфт соответственно на четыре—шесть направлений.

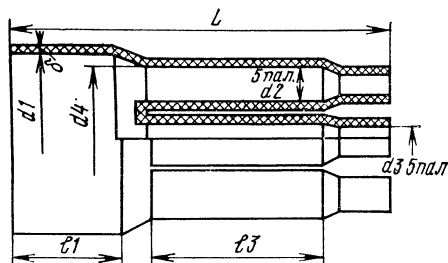


Рис. 7.143. Оголовник разветвительной полиэтиленовой муфты на пять направлений 9РП-60/66=5X×26/31

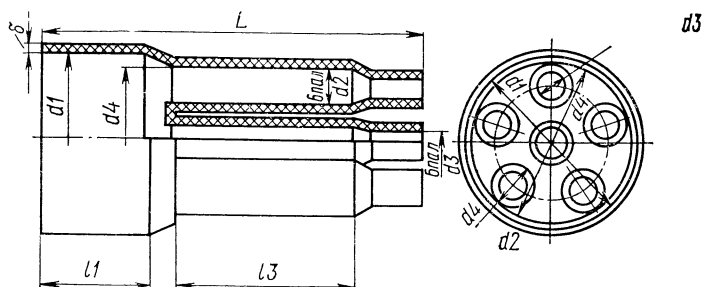


Рис. 7.144. Оголовник разветвительной полиэтиленовой муфты на шесть направлений 9РП-60/66=6X26/31

7.27. СВАРКА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ МУФТ С ОБОЛОЧКАМИ КАБЕЛЕЙ ТПП И ЧАСТЕЙ МУФТ МЕЖДУ СОБОЙ

СВАРКА С ПОМОЩЬЮ МЕДНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ-ВКЛАДЫШЕЙ

Сварка с помощью медных нагревателей-вкладышей сводится к оплавлению ими соприкасающихся свариваемых поверхностей: муфты и оболочки кабеля, сдавливаемых одновременно резиновым жгутом (рис. 7.145). Нагрев вкладышей

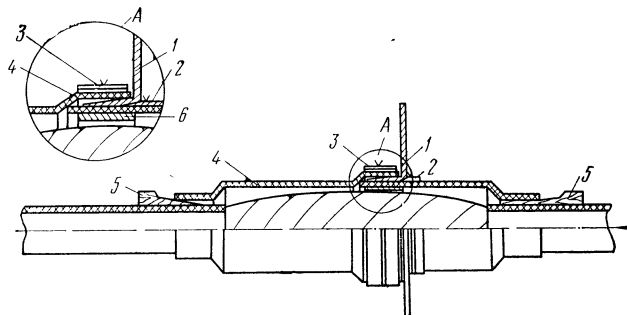


Рис. 7.145. Муфта, подготовленная к сварке медными вкладышами в среднем стыке:
1 — медные вкладыши; 2 — бандаж из кабельной бумаги; 3 — резиновый стягивающий жгут (лента); 4 — муфта полиэтиленовая; 5 — деревянные клинья, временно фиксирующие муфту; 6 — опорное кольцо муфты

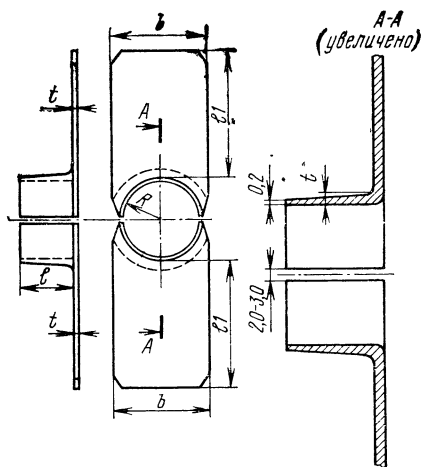


Рис. 7.146. Конструкция медных вкладышей

Таблица 7.65

Основные размеры медных вкладышей (нагревателей)
для сварки муфт с оболочкой кабелей ТПП
и частей муфт между собой
(рис. 7.146)

№ типораз- мера	Размер, мм					Масса, кг, пары вкладышей
	R	t	l	l ₁	b	
1	10,0	1,5	20,0	60,0	33,0	0,080
2	11,5				36,0	0,085
3	13,0				39,0	0,095
4	14,5				42,0	0,105
5	16,0				45,0	0,110
6	17,5				48,0	1,120
7	19,0				51,0	0,130
8	20,5				55,0	0,200
9	22,0				58,0	0,210
10	23,5				61,0	0,225
11	25,0	2,0	25,0	60,0	64,0	0,235
12	26,5				67,0	0,245
13	28,0				70,0	0,260
14	29,5				73,0	0,275
15	31,0				76,0	0,285
16	32,5				79,0	0,300
17	34,0				82,0	0,315
18	35,5				85,0	0,325
19	37,0				88,0	0,340
20	38,5				91,0	0,350
21	40,0	2,0	25,0	60,0	94,0	0,365
22	45,0				104,0	0,410
23	47,5				109,0	0,435
24	52,5				119,0	0,480
25	57,5				129,0	0,525
26	60,0				134,0	0,550
27	62,5				139,0	0,575
28	72,5				159,0	0,675
29	77,5				169,0	0,725
30	80,0				174,0	0,745

производится пламенем паяльной лампы или газовой горелки в два приема. Сначала производится основной нагрев, а затем, после поворота вкладышей на угол около 45° , — дополнительный нагрев. После этого вкладыши извлекаются из зазора, а оплавленные поверхности полиэтилена, сдавливаемые резиновым жгутом, надежно свариваются. Важнейшим условием надежности сварки этим способом является точность подбора вкладышей по форме и размеру для каждого кабеля и муфты.

Т а б л и ц а 7.66

Примерное время нагрева вкладышей

Диаметр кабеля, мм	Время нагрева, мин	
	первичного	вторичного (после поворота)
25—30	1,5	0,5
31—45	2,0	0,5
46—60	2,5	0,5
61—120	3,0	1,0

Наиболее распространенная конструкция медных вкладышей с торцевым расположением рабочих полуцилиндров показана на рис. 7.146, а их основные размеры приведены в табл. 7.65.

На рис. 7.150 показаны медные вкладыши иной конструкции — с боковым расположением рабочих полуцилиндров, что несколько удобнее, так как исключает необходимость переноса пламени с одного вкладыша на другой, позволяя вести нагрев обоих вкладышей в одном месте. Сварка способом медных вкладышей происходит при температуре $165\text{--}175^\circ\text{C}$. В табл. 7.66 указано примерное время первичного нагрева вкладышей и вторичного — после их поворота.

СВАРКА НАПЛАВЛЕНИЕМ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ЛЕНТЫ ПОД СЛОЕМ СТЕКЛОЛЕНТЫ

Полиэтиленовая лента в данном случае играет роль присадочного материала. При расплавлении она должна создать сварной шов-перемычку между муфтой и оболочкой кабеля или между частями муфты. Стеклолента защищает зону сварки от окислирования и загрязнения продуктами сгорания, а также от местных перегревов. Надежность сварки при этом способе в значительной степени зависит от чистоты свариваемых поверхностей и присадочного материала (полиэтиленовой ленты) и в еще большей степени от соблюдения температурного режима, который в данном случае прямому контролю не поддается. Косвенно такой контроль обеспечивается соблюдением цикличности нагревов и режима времени. В табл. 7.67 дается примерное общее время нагрева и распределение его по циклам. Рекомендуемый режим времени базируется на циклических нагревах с периодическими перерывами, что уменьшает опасность перегрева внешних слоев полиэтилена при недогреве внутренних.

Стеклолента снимается после остывания полиэтилена до температуры $60\text{--}50^\circ\text{C}$. При большем охлаждении снятие ленты затруднено, а при недостаточном охлаждении снимаемая стеклолента срывает пласти полиэтилена с места сварки.

Т а б л и ц а 7.67

**Примерные режимы сварки способом наплавления полиэтиленовой ленты
под слоями стеклоленты
(время — для одного стыка)**

Количество пар и диаметр жил кабеля	Количество слоев полиэтиленовой ленты (толщина 0,2 мм, ширина 50 мм)	Количество слоев стеклоленты (толщина 0,2 мм)	Общее время сварки, мин	Время начального нагрева, мин	Перерывы в нагревах, мин	Время повторных нагревов, мин	Количество циклов «перерыв — нагрев»
10×0,4 20×0,4 10×0,5	3	3	4,0	1,0	0,5	0,5	3
30×0,4 20×0,5 10×0,7	4	3	6,0	1,0	0,5	0,5	5
50×0,4 30×0,5 20×0,7	4	3	7,0	2,0	0,5	0,5	5
100×0,4 50×0,5 30×0,7	4	3	8,0	2,0	0,5	0,5	6
150×0,4 100×0,5 50×0,7	5	3	10,0	2,0	0,5	0,5	8
200×0,4 300×0,4 150×0,5 200×0,5 100×0,7	6	4	12,0	3,0	0,5	0,5	9
400×0,4 300×0,5 150×0,7	6	4	15,0	3,0	1,0	1,0	6
500×0,4 600×0,4 400×0,5 200×0,7	10	4	17,0	5,0	1,0	1,0	6
500×0,5 300×0,7	11	4	17,0	5,0	1,0	1,0	6
600×0,5 400×0,7 500×0,7 600×0,7	12 13 14 15	4 4 4 4	22,0 22,0 25,0 28,0	6,0 6,0 7,0 8,0	1,0 1,0 1,0 1,0	1,0 1,0 1,0 1,0	8 8 9 10

РАЗВЕТВИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ ПЛОСКИЕ МУФТЫ (ПРКМ-К)

На рис. 7.148 и в табл. 7.69 приведены данные по конструкции и размерам круглых поливинилхлоридных разветвительных муфт соответственно на два, три и четыре направления.

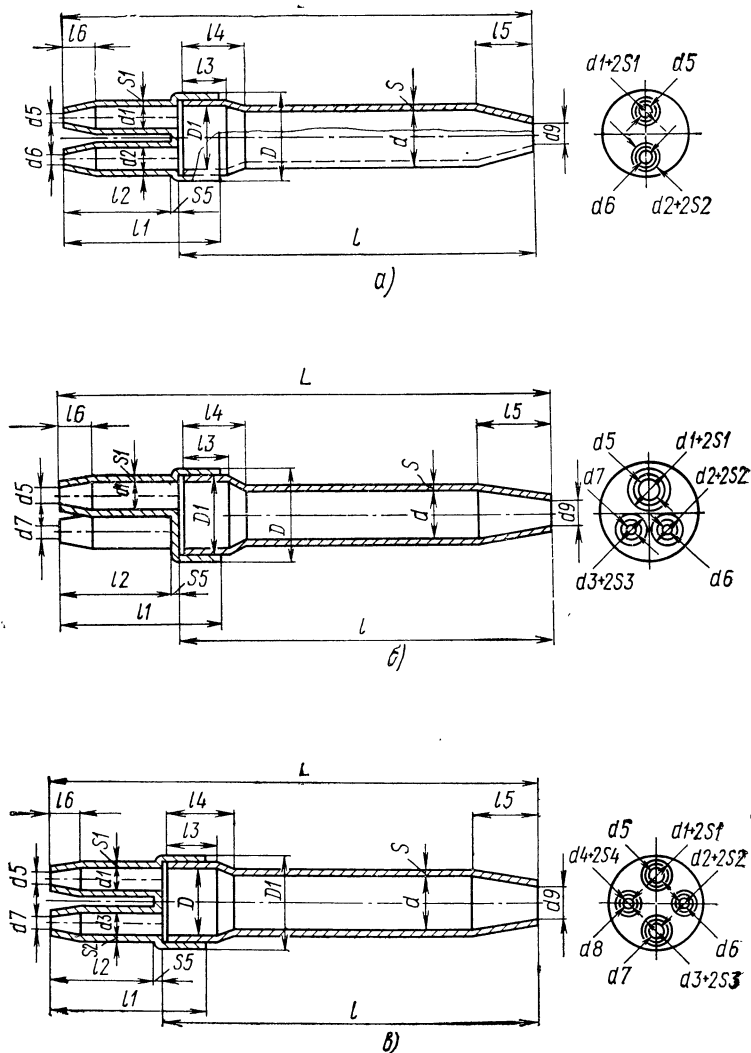


Рис. 7.148. Круглые разветвительные поливинилхлоридные муфты типа ПРКМ-К для кабелей типа ТПВ:
а) на два пальца; б) на три пальца; в) на четыре пальца

Таблица 7.69

Размеры разветвительных круглых поливинилхлоридных муфт типа ПРКМ для кабелей типа ТПВ с жилами диаметром 0,5 мм

Емкость основного кабеля и ответвлений (пальца), пар	L	l	l1	l2	l3	l4	l5	l6	$\frac{D}{S5}$	$\frac{D1}{S}$	$\frac{d}{S}$	$\frac{d1}{S1}$	$\frac{d2}{S2}$	$\frac{d3}{S3}$	$\frac{d4}{S4}$	d5	d6	d7	d3	d9
Муфты на два пальца (рис. 7.148а)																				
30=20+10	350	265	110	80	35	50	35	20	$\frac{58}{5}$	$\frac{46}{5}$	$\frac{34}{3}$	$\frac{18}{2,5}$	15	—	—	12,5	10,5	—	—	15
50=30+20	370	280	120	85	40	55	45	25	$\frac{62}{5}$	50	$\frac{40}{3,0}$	$\frac{22}{3}$	$\frac{18}{2,5}$	—	—	15,0	12,5	—	—	18
100=50+50	490	390	140	95	50	70	50	35	$\frac{72}{5}$	60	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3}$	$\frac{26}{3}$	—	—	20,0	20,0	—	—	27,5
100=100+10	490	390	140	95	50	70	50	35	$\frac{72}{5}$	60	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{36}{3,5}$	$\frac{15}{2}$	—	—	27,5	10,5	—	—	27,5
Муфты на три пальца (рис. 7.148б)																				
30=10+10+10	330	255	100	70	35	50	35	20	$\frac{58}{5}$	$\frac{46}{5}$	$\frac{34}{3}$	$\frac{15}{2}$	15	$\frac{15}{2}$	—	10,5	10,5	10,5	—	15
50=20+20+10	370	280	120	85	40	55	45	25	$\frac{64}{5}$	$\frac{52}{5}$	$\frac{40}{3}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{15}{2}$	—	12,5	12,5	10,5	—	18
100=50+30+20	490	390	140	95	50	70	50	35	$\frac{80}{5}$	68	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3}$	$\frac{22}{3}$	$\frac{28}{2,5}$	—	20,0	15,0	12,5	—	27,5
Муфты на четыре пальца (рис. 7.148в)																				
100=50+30+10+10	490	390	140	95	50	70	50	35	$\frac{77}{5}$	65	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3}$	$\frac{22}{3}$	$\frac{15}{2}$	$\frac{15}{2}$	20	15	10,5	10,5	27,5
100=50+20+20+10	490	390	140	95	50	70	50	35	$\frac{77}{5}$	70	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{15}{2}$	$\frac{15}{2}$	20	12,5	12,5	10,5	27,5

Таблица 7.70

Размеры разветвительных плоских поливинилхлоридных муфт типа ПРКМ-П для кабелей типа ТПВ с жилами диаметром 0,5 мм

Емкость основного кабеля и ответвлений (пальцев), пар	L	l	l1	l2	l3	l4	l5	l6	$\frac{A}{S5}$	$\frac{d}{S}$	$\frac{d1}{S1}$	$\frac{d2}{S2}$	$\frac{d3}{S3}$	d5	d6	d7	d9	B	$\frac{\delta}{d4}$
Муфты на два пальца (рис. 149a)																			
20=10+10	305	230	95	70	30	45	30	20	$\frac{34}{5}$	$\frac{24}{2,5}$	$\frac{15}{2,0}$	$\frac{15}{2,0}$	—	10,5	10,5	—	12,5	47	$\frac{37}{28}$
30=20+10	330	255	100	70	35	50	35	20	$\frac{40}{5}$	$\frac{28}{3,0}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{15}{2,0}$	—	12,5	10,5	—	15,0	52	$\frac{40}{34}$
50=30+20	400	310	120	85	40	55	45	25	$\frac{48}{5}$	$\frac{36}{3,0}$	$\frac{22}{3,0}$	$\frac{18}{2,5}$	—	15,0	12,5	—	20,0	60	$\frac{48}{42}$
100=50+50	490	390	140	95	50	70	50	30	$\frac{50}{5}$	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3,0}$	$\frac{25}{3,0}$	—	20,0	20,0	—	27,5	74	$\frac{62}{44}$
100=100+10	490	390	140	95	50	70	50	35	$\frac{58}{5}$	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{36}{3,0}$	$\frac{15}{2,0}$	—	27,5	10,5	—	27,5	72	$\frac{60}{52}$
Муфты на три пальца (рис. 7.149б)																			
50=30+10+10	400	310	120	85	40	55	45	25	$\frac{48}{5}$	$\frac{36}{3,0}$	$\frac{22}{3,0}$	$\frac{15}{2,0}$	$\frac{15}{2,0}$	15,0	10,5	10,5	20,0	79	$\frac{67}{42}$
100=50+30+20	490	390	140	95	50	70	50	35	$\frac{52}{5}$	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3,0}$	$\frac{22}{3,0}$	$\frac{18}{2,5}$	20,0	15,0	12,5	27,5	95	$\frac{83}{46}$

РАЗВЕТВИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ ПЛОСКИЕ МУФТЫ (ПРKM-П)

На рис. 7.149 и в табл. 7.70 приведены данные по конструкции и размерам плоских поливинилхлоридных разветвительных муфт соответственно на два и три направления.

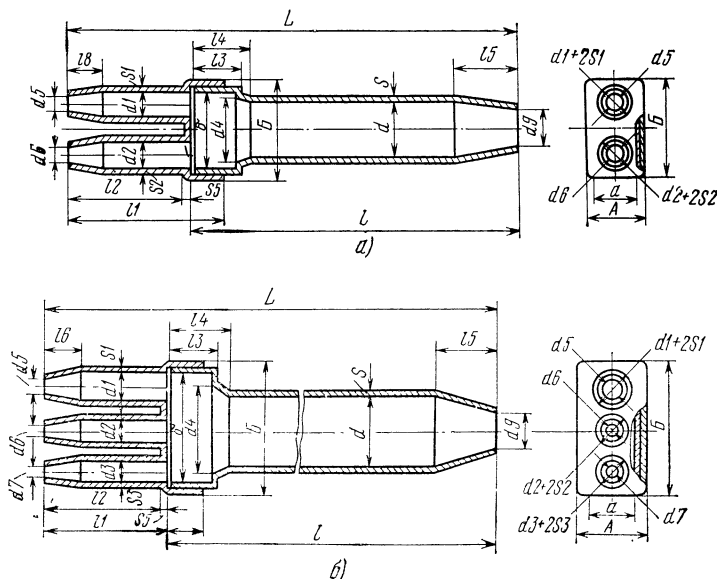


Рис. 7.149. Плоские разветвительные поливинилхлоридные муфты типа ПРKM-П для кабелей типа ТПВ:

а) на два пальца; б) на три пальца

7.29. СВАРКА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ МУФТ С ОБОЛОЧКАМИ КАБЕЛЕЙ ТПВ И ЧАСТЕЙ МУФТ МЕЖДУ СОБОЙ

Для сварки поливинилхлоридных муфт применяются медные вкладыши. Сущность способа та же, что и при сварке полиэтиленовых муфт (см. § 7.27), но нагревание вкладышей осуществляется в один прием. При достижении заданной температуры (180—200°C) они самопроизвольно выдавливаются из зазора между свариваемыми поверхностями.

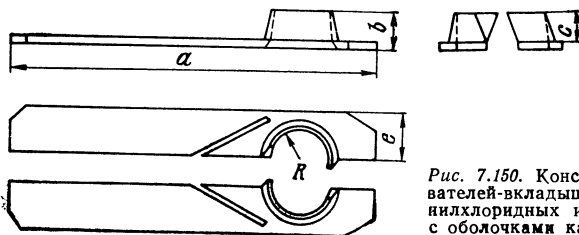


Рис. 7.150. Конструкция медных нагревателей-вкладышей для сварки поливинилхлоридных и полиэтиленовых муфт с оболочками кабелей ТПВ и ТПП

Кроме вкладышей, данные о которых приведены на рис. 7.146 и в табл. 7.65, для сварки поливинилхлоридных муфт могут применяться вкладыши, данные о которых приведены на рис. 7.150 и в табл. 7.71.

Таблица 7.71

Основные размеры медных вкладышей для сварки поливинилхлоридных муфт на кабелях ТПВ (рис. 7.150)

Емкость кабеля	Размер, мм, для жил диаметром, мм														
	0,4					0,5					0,7				
	R	a	b	c	e	R	a	b	c	e	R	a	b	c	e
10×2	5,0	50	13	12	20	5,5	50	13	12	20	7,0	50	13	12	20
20×2	6,0	50	13	12	20	7,0	60	13	12	20	9,5	60	13	12	25
30×2	7,0	60	13	12	20	8,6	60	13	12	20	11,4	70	13	12	25
50×2	9,0	70	15	14	25	11,0	70	14	14	25	14,6	70	15	14	25
100×2	12,5	70	16	15	25	15,0	70	15	15	25	19,0	80	16	14	35

7.30. СРАЩИВАНИЕ КАБЕЛЕЙ В РАЗНОРОДНЫХ ОБОЛОЧКАХ

Сращивание кабелей в разнородных оболочках (свинец или сталь с полиэтиленом; свинец или сталь с поливинилхлоридом; полиэтилен с поливинилхлоридом) производится с применением специальных промежуточных устройств — переходных манжет трех типов: МПК-ПС, МПК-ВС и МПК-ПВ (ТУ 45.1356—71).

Конструкции переходных манжет типов МПК-ПС, МПК-ВС, МПК-ПВ и их основные размеры приведены соответственно на рис. 7.151—7.153 и в табл. 7.72.

В условном обозначении типоразмеров переходных манжет первые буквы означают: манжеты переходные кабельные; две следующие буквы — полиэти-

Рис. 7.151. Манжета переходная МПК-ПС (полиэтилен—свинец): 1 — стальная трубка; 2 — напыленный слой полиэтилена толщиной $2\pm 0,5$ мм

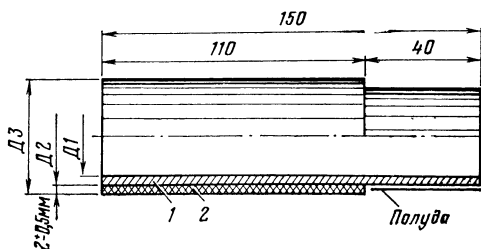
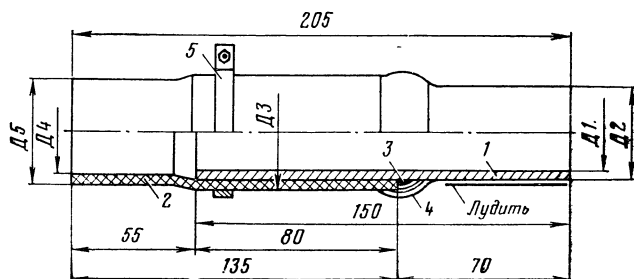


Рис. 7.152. Манжета переходная МПК-ВС (поливинилхлорид—свинец): 1 — стальная трубка; 2 — поливинилхлоридная трубка на клею; 3 — обмазка полиизобутиленовым компаундом; 4 — обмотка липкой поливинилхлоридной лентой; 5 — хомут



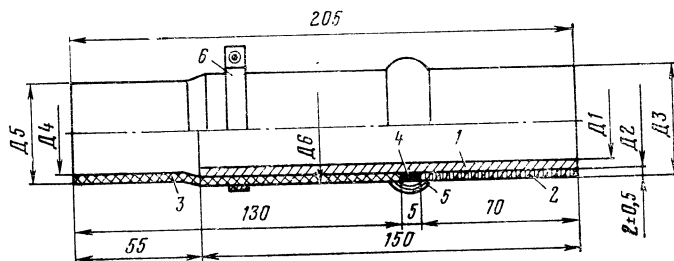


Рис. 7.153. Манжета переходная МПК-ПВ (полиэтилен-поливинилхлорид):
1 — трубка стальная; 2 — напыленный слой полиэтилена толщиной $2 \pm 0,5$ мм; 3 — поливинилхлоридная трубка на клею; 4 — обмотка полиизобутиленовым компаундом; 5 — обмотка липкой поливинилхлоридной лентой; 6 — хомут

лен-свинец, винилит-свинец, полиэтилен-винилит, а цифры — внутренний диаметр стальной трубки.

Примерный подбор типоразмеров переходных манжет в зависимости от срачиваемых кабелей, их емкостей и диаметров жил может производиться по табл. 7.73.

Таблица 7.72

**Основные размеры переходных манжет для срачивания кабелей
в разнородных оболочках**

Типоразмеры	Размеры, мм, по типам манжет						
	МПК-ПС (рис. 7.151)			МПК-ВС (рис. 7.152)			
	Д1	Д2	Д3	Д1	Д2	Д3	Д4
МПК . . . 13	12,6	17,0	21,0	12,6	17,0	23,0	13,5
МПК . . . 16	15,7	21,3	25,3	15,7	21,3	27,3	17,8
МПК . . . 21	21,2	26,8	30,8	21,2	26,8	32,8	23,4
МПК . . . 27	27,1	33,5	37,5	27,1	33,5	39,5	30,0
МПК . . . 36	35,9	42,3	46,3	35,9	42,3	48,3	38,8
МПК . . . 41	41,0	48,0	52,0	41,0	48,0	54,0	44,5
МПК . . . 53	53,0	60,0	64,0	53,0	60,0	66,0	56,0
МПК . . . 68	67,5	75,5	79,5	67,5	75,5	81,5	70,5
МПК . . . 81	80,5	88,5	92,5	80,5	88,5	94,5	84,1

Окончание табл. 7.72

Типоразмеры	Размеры, мм, по типам манжет						
	МПК-ВС (рис. 7.152)		МПК-ПВ (рис. 7.153)				
	Д5	Д6	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5
МПК . . . 13	19,5	12,6	17,0	21,0	13,5	19,5	23,0
МПК . . . 16	23,8	15,7	21,3	25,3	17,8	23,8	27,3
МПК . . . 21	29,3	21,2	26,8	30,8	23,3	29,3	32,8
МПК . . . 27	36,0	27,1	33,5	37,5	30,0	36,0	39,5
МПК . . . 36	44,8	35,9	42,3	46,3	38,8	44,8	48,3
МПК . . . 41	50,5	41,0	48,0	52,0	44,5	50,5	54,0
МПК . . . 53	62,0	53,0	60,0	64,0	56,0	62,0	66,0
МПК . . . 68	76,5	67,5	75,5	79,5	70,5	76,5	81,5
МПК . . . 81	90,1	80,5	88,5	92,5	84,1	90,1	94,5

Примечание. В типоразмере вместо точек пишется соответствующее обозначение типа манжеты: ПС, ВС или ПВ.

Т а б л и ц а 7.73

**Подбор типоразмеров переходных манжет для сращивания кабелей
в разнородных оболочках в зависимости от емкости кабелей и диаметров жил**

Типоразмер манжет	Для кабелей парной скрутки при диаметре жил, мм			Для кабелей четверочной скрутки при диаметре жил, мм		
	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7
МПК . . . 13	10×2 20×2	10×2	—	5×4 10×4 15×4	5×4 10×4	5×4
МПК . . . 16	30×2	20×2	10×2	25×4	15×4	—
МПК . . . 21	50×2	30×2	20×2	—	25×4	10×4 15×4
МПК . . . 27	100×2	50×2	30×2	50×4 75×4	50×4	25×4
МПК . . . 36	150×2 200×2	100×2 150×2	50×2	100×4 150×4	75×4 100×4	50×4
МПК . . . 41	300×2	200×2	100×2	200×4	—	—
МПК . . . 53	400×2 500×2	300×2	150×2 200×2	250×4 300×4	150×4 200×4	75×4 100×4
МПК . . . 68	600×2	400×2 500×2 600×2	300×2	—	250×4 300×4	150×4 200×4
МПК . . . 81	—	—	400×2 500×2	—	—	250×4 300×4

Пр и м е ч а н и е. Манжеты подбираются по кабелю большего диаметра.

7.31. МОНТАЖ ОКОНЕЧНЫХ УСТРОЙСТВ ЛИНЕЙНЫХ КАБЕЛЕЙ ГТС

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К числу оконечных устройств линейных кабелей ГТС относятся:

коробки распределительные 10×2, устанавливаемые на внутренних и наружных стенах зданий для обслуживания соответствующих групп абонентских проводок при изолированных вводах;

кабельные ящики 10×2 и 20×2, устанавливаемые на столбовых опорах (кабельных столбах) и на чердаках, вблизи стоечных опор для обслуживания соответствующих групп воздушно-проводочных абонентских линий;

боксы 20×2, 30×2, 50×2 и 100×2, устанавливаемые в распределительных телефонных шкафах на магистральных и распределительных кабелях ГТС;

защитные полосы, устанавливаемые на кроссах абонентских линий телефонных станций, состоящие из секций 25×2 , которые набираются: по четыре штуки в одной вертикали для кроссов одинарной высоты; по шесть штук для кроссов полуторной высоты и по восемь штук для кроссов двойной высоты;

рамки 40×2 и 15×2 (10×3), устанавливаемые на кроссах соединительных линий телефонных станций для включения кабелей межстанционных связей.

МОНТАЖ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КОРОБОК 10×2

Для монтажа (зарядки) распределительных коробок 10×2 используются кабели 10×2 преимущественно марки ТПП, ТППЭп и в особо оговоренных проектом случаях — марки ТГ с бумагомассной изоляцией жил. Как правило, распределительные коробки должны заряжаться (монтироваться) куском кабеля заранее отмеренной длины, достаточной для прокладки до ближайшей разветвительной или соединительной муфты. С конца кабеля на длине 200—250 мм снимают оболочку и вводят его во втулку таким образом, чтобы обрез оболочки доходил до внутренней кромки втулки.

Ввод кабеля марки ТПП или ТППЭп во втулку коробки герметизируется путем плотной намотки пяти—семи слоев липкой полиэтиленовой ленты на стык втулки с оболочкой кабеля. При этом экранная проволока предварительно припаявается к втулке оловянно-свинцовым припоем. При зарядке коробок кабелем марки ТГ свинцовая оболочка припаявается к стальной втулке коробки. Жилы конца кабеля расшиваются елочкой по шаблону. По шаблону же с кон-

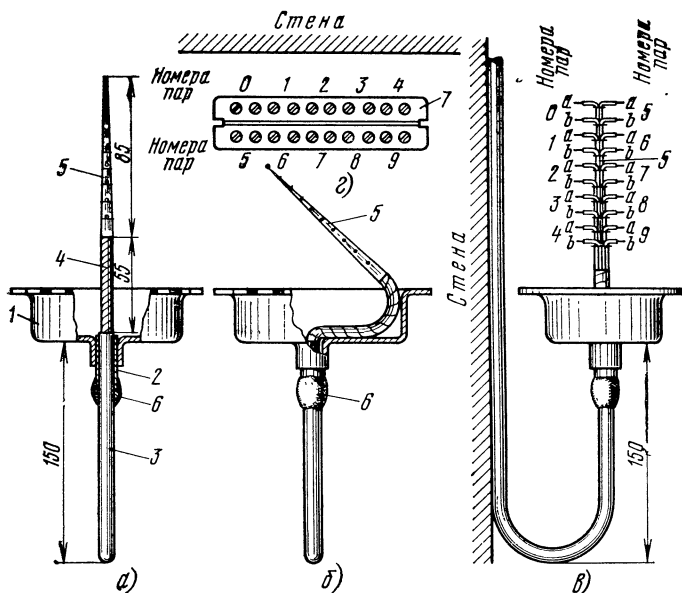


Рис. 7.154. Разделка, ввод кабеля в распределительную коробку 10×2 и порядок включения пар в штифты ее плиты:

а) общий вид и размеры разделки кабеля; б) выкладка кабеля в корпусе бокса коробки; в) расшивка на штифты плиты; г) счет пар на плите;

1 — корпус бокса коробки; 2 — стальная втулка; 3 — кабель; 4 — участок кабеля со снятой оболочкой; 5 — расшивка на плите; 6 — обмотка липкой лентой стыка втулки с оболочкой (или пайка припоем для свинцовой оболочки); 7 — счет пар на плите коробки 10×2

цов жил снимается изоляция; они включаются в штифты плинты и припаиваются к ним припоем ПОССу-30-2. Примерные размеры разделки и ввод конца кабеля в распределительную коробку 10×2 , а также порядок включения пар в штифты ее плинты показаны на рис. 7.154.

МОНТАЖ КАБЕЛЬНЫХ ЯЩИКОВ

Для монтажа (зарядки) кабельных ящиков 10×2 и 20×2 используются соответствующей емкости кабели марки ТПП, ТППЭп и в отдельных случаях ТГ с бумагомассной изоляцией жил. В кабельных ящиках 10×2 плинт расположен вертикально и счет пар с лицевой стороны плинты ведется сверху вниз

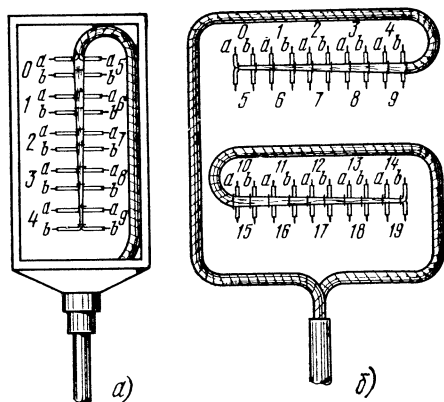


Рис. 7.155. Порядок расшивки и включения пар на плинты кабельных ящиков: а) 10×2 ; б) 20×2

и слева направо. В кабельных ящиках 20×2 имеется два плинты, расположенных горизонтально, и счет пар в них с лицевой стороны ведется слева направо и сверху вниз. Примерная расшивка кабелей и порядок включения пар на плинты кабельных ящиков 10×2 и 20×2 показаны на рис. 7.155. Экранная проволока кабелей в пластмассовых оболочках выводится на клемму заземления.

МОНТАЖ БОКСОВ

Для монтажа (зарядки) боксов применяются кабели марки ТПП, ТППЭп и ТГ (с бумагомассной изоляцией жил). Кабели в полиэтиленовой оболочке (ТПП, ТППЭп) вводят во втулку бокса так, чтобы обрез оболочки доходил до внутреннего края втулки. Экранная проволока, предварительно загнутая на оболочку кабеля, выводится через втулку на наружную поверхность последней, закрепляется на ней двумя-тремя витками и припаивается припоем ПОССу-30-2. Стык втулки бокса и оболочки кабеля плотно обматываются пятью-шестью слоями липкой полиэтиленовой ленты.

Свинцовые оболочки кабелей марки ТГ припаиваются к втулке бокса припоем ПОССу-30-2, а корешки боксов заливаются изнутри массой МКС.

При повивной скрутке сердечников жилы кабелей 20×2 , 30×2 , 50×2 и 100×2 распределяются по плинтам боксов соответствующей емкости в порядке, показанном на рис. 7.156. При пучковой скрутке сердечников кабелей элементарные пучки 10×2 расшиваются на плинты боксов от верхнего (нулевого) к нижним, начиная от центра сердечника к его периферии.

Десятипарные пучки жил, включаемые в плинты, разделяют на четные, которые выкладывают с правой (обратной) стороны корпуса бокса, и нечетные,

которые выкладывают с левой стороны. Расшивка и выкладка десятипарных пучков в корпусе бокса показаны на рис. 7.157.

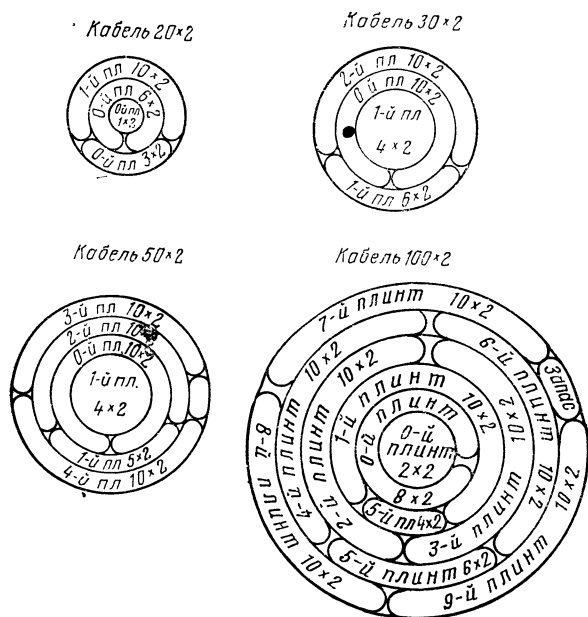


Рис. 7.156. Распределение жил кабелей по плетям при заряде боксов

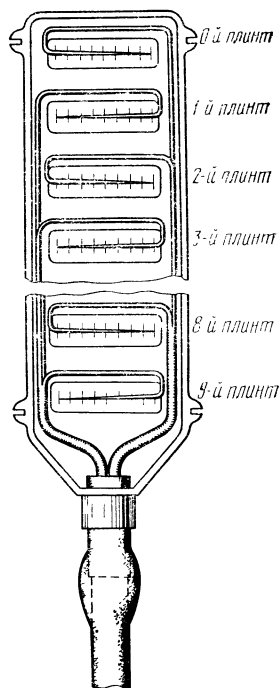


Рис. 7.157. Расшивка и выкладка десятипарных пучков в корпусе бокса

Пучки жил кабелей с бумажной изоляцией (ТГ) перевязываются суровыми пропшаренными или капроновыми нитками петлевыми стежками. Пучки жил с полиэтиленовой изоляцией обматываются липкой полиэтиленовой лентой открытой спиралью.

МОНТАЖ ЗАЩИТНЫХ ПОЛОС ГТЭС

На телефонных сетях СССР находили применение грозозащитные полосы различных типов и конструкций. В соответствии с принятым решением об унификации сейчас на вновь строящихся АТС должны устанавливаться защитные полосы 25×2 единой конструкции. При этом на крассах одинарной высоты устанавливаются по четыре полосы 25×2 в одной вертикали (стрейфе), на крассах полуторной высоты — по шесть полос, а на крассах двойной высоты — по восемь таких полос. На четыре полосы 25×2 расшивается один кабель 100×2.

Схема расшивки кабелей 100×2 на защитные полосы 25×2 крассов различной высоты показана на рис. 7.158. Распределение жил кабеля 100×2 и порядок их включения при зарядке полос 25×2 приведены в табл. 7.74 и на рис. 7.159.

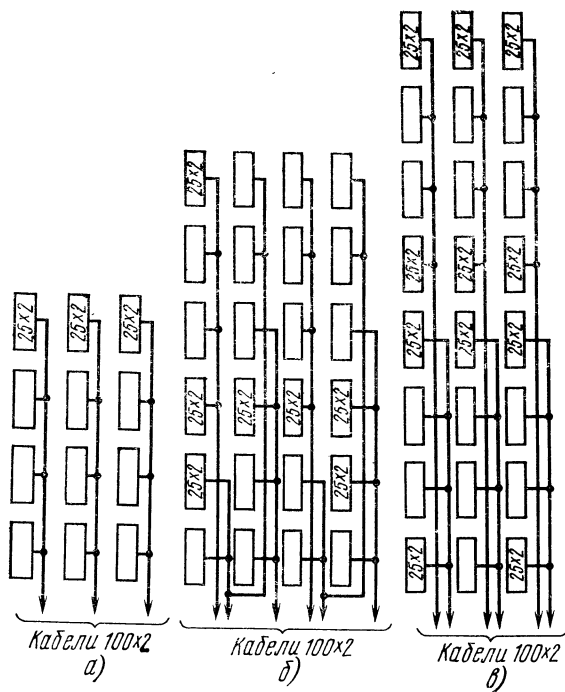


Рис. 7.158. Схема расшивки кабелей 100x2 на защитные полосы 25x2 кроссов: а) одинарной высоты; б) полуторной высоты; в) двойной высоты

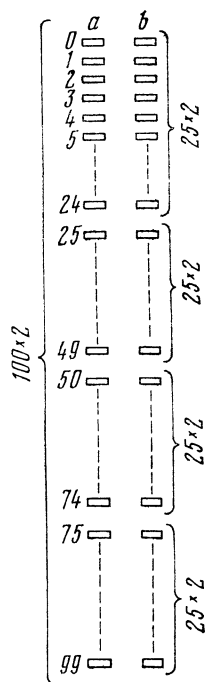


Рис. 7.159. Порядок включения жил кабелей 100x2 в защитные полосы 25x2 (счет со стороны фасада полосы)

Таблица 7.74

Распределение жил кабеля 100x2 при зарядке защитных полос 25x2 (рис. 7.159)

Номер повива	Всего пар в повиве	Номера линий на защитных полосах при	
		верхней подаче кабелей 100x2	нижней подаче кабелей 100x2
5	31	0—29	70—99
4	26	30—55	44—69
3	20	56—75	24—43
2	14	76—89	10—23
1 и центральный	10	90—99	0—9

Примечание. В пятом повиве одна пара остается в резерве.

Все резервные пары кабеля, используемого для зарядки, оставляются в верхней крайней точке при нижней подаче кабеля и в нижней крайней точке при верхней подаче кабеля.

Для зарядки защитных полос, как правило, должны применяться кабели с поливинилхлоридной оболочкой и изоляцией жил (ТСВ). Допускается применение для этих целей кабелей с поливинилхлоридной оболочкой и полиэтиленовой изоляцией жил (ТПВ), но при этом жгут расшивки должен обматываться поливинилхлоридной лентой. При необходимости можно также применять кабели марки ТПП и ТППэп, но жгут расшивки и полиэтиленовые оболочки кабелей на всем участке их прохождения по помещению кросса должны обматываться поливинилхлоридной лентой.

МОНТАЖ РАМОК МЕЖСТАНЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ

На телефонных сетях СССР для межстанционных связей (соединительных линий) находили применение не только различные типы и конструкции рамок с

Рамки 40×2

Рамки 15×2 (10×3)

Парные
линии

Трехочные
линии

Парные
линии

Трехочные
линии

а б

0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	

а0	б0	—
с0	с1	—
а1	б1	—
а2	б2	—
с2	с3	—
а3	б3	—
а4	б4	—
с4	с5	—
а5	б5	—
а6	б6	—
с6	с7	—
а7	б7	—
а8	б8	—
с8	с9	—
а9	б9	—
а10	б10	—
с10	с11	—
а11	б11	—
а12	б12	—
с12	с13	—
а13	б13	—
а14	б14	—
с14	с15	—
а15	б15	—
а16	б16	—
с16	с17	—
а17	б17	—
а18	б18	—
с18	с19	—
а19	б19	—
а20	б20	—
с20	с21	—
а21	б21	—
а22	б22	—
с22	с23	—
а23	б23	—
а24	б24	—
с24	с25	—
а25	б25	—

а б

0	—
1	—
2	—
3	—
4	—
5	—
6	—
7	—
8	—
9	—
10	—
11	—
12	—
13	—
14	—

а0	б0	—
с0	с1	—
а1	б1	—
а2	б2	—
с2	с3	—
а3	б3	—
а4	б4	—
с4	с5	—
а5	б5	—
а6	б6	—
с6	с7	—
а7	б7	—
а8	б8	—
с8	с9	—
а9	б9	—

Свободные гнезда

Рис. 7.160. Порядок об-
разования парных
трехочных линий на рам-
ках 40×2 и 15×2 кро-
сов соединительных ли-
ний

свободные гнезда

Рис. 7.160. Порядок образования парных и трехочных линий на рамках 40×2 и 15×2 кроссов соединительных линий

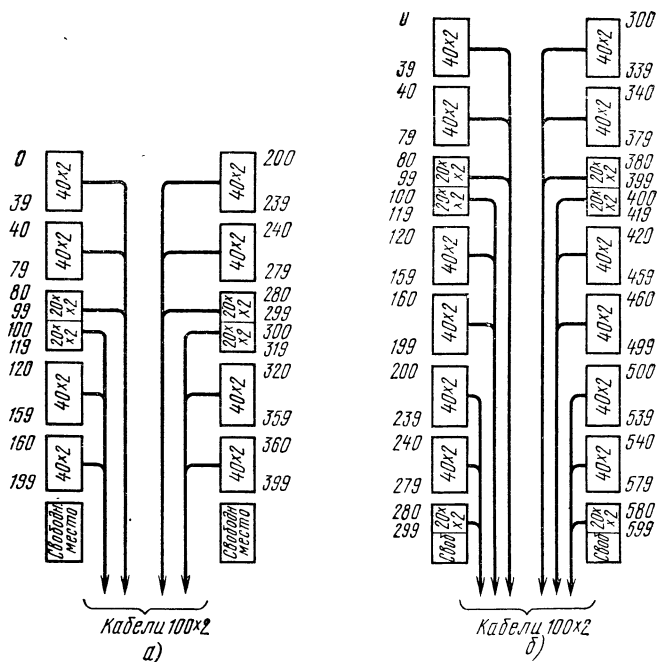


Рис. 7.161. Схемы расшивки кабелей 100×2 на рамки с разделительными пружинами 40×2 и 15×2 (10×3) для двухпроводных соединительных линий на кроссе:

а) полуторной высоты; б) двойной высоты

разделительными пружинами, но и различный порядок включения в них жил, пар и троек кабелей соединительных линий, что создавало серьезные затруднения и неудобства. Сейчас в соответствии с принятыми решениями об унификации на кроссах соединительных линий вновь строящихся АТС должны устанавливаться рамки с разделительными пружинами только двух типов — 40×2 и 15×2 (10×3).

Эти рамки допускают включение как двухпроводных, так и трехпроводных соединительных линий. Порядок образования парных и троечных линий на этих рамках показан на рис. 7.160.

Для монтажа рамок с разделительными пружинами на кроссах соединительных линий АТС используются те же кабели, что и для защитных полос на кроссах абонентских линий. При этом каждый кабель 100×2 расшивается на 2,5 рамки 40×2 или на шесть рамок 15×2 (10×3). В последнем случае на участке от разветвительной муфты в шахте АТС до рамок кросса соединительных линий в каждом кабеле 100×2 остаются неиспользованными (глушатся) десять пар жил.

Схемы расшивки кабелей 100×2 на рамки с разделительными пружинами 40×2 и 15×2 (10×3) приведены на рис. 7.161 и 7.162.

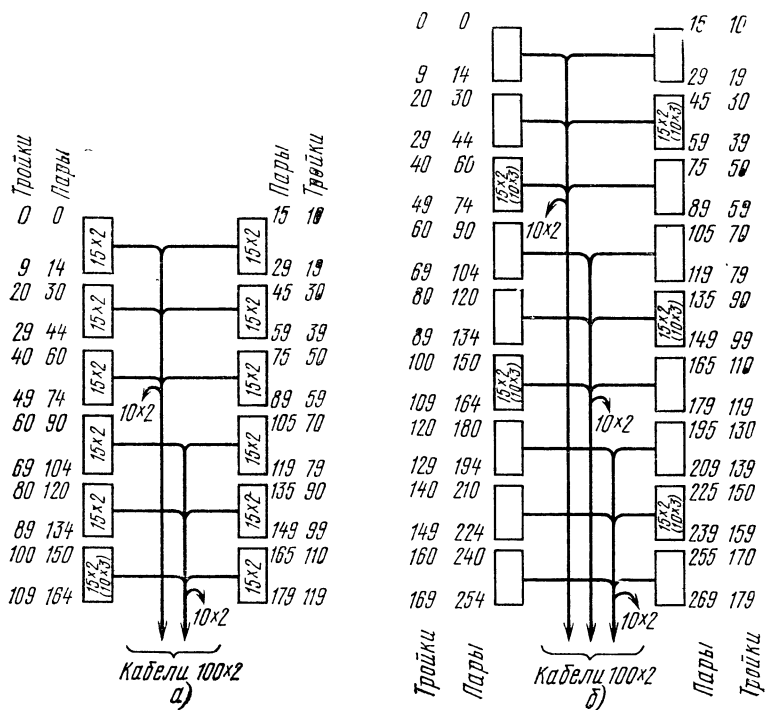


Рис. 7.162. Схемы расшивки кабелей 100x2 на рамки с разделительными пружинами 40x2 и 10x3 (15x2) для трехпроводных соединительных линий на кроссе:
 а) полutorной высоты; б) двойной высоты

Электрические измерения, симметрирование и измерительные приборы

8.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Целью электрических измерений в процессе строительства кабельных линий связи являются:

- проверка электрических параметров кабеля и оборудования до применения их в процессе строительства;

- контроль за состоянием электрических параметров кабеля в процессе строительства и доведение их до требуемых норм;

- составление электрических паспортов кабельных линий по усилительным участкам;

- определение характера и места повреждения.

Измерения производятся постоянным и переменным током. Постоянным током измеряют:

- электрическое сопротивление шлейфа пары жил симметричного кабеля;

- электрическое сопротивление проводников коаксиальных пар;

- электрическое сопротивление изоляции жил и проводников;

- электрическое сопротивление изоляции полиэтиленового шлангового защитного покрова;

- разность электрических сопротивлений жил в симметричной рабочей паре — омическую асимметрию;

- электрическую емкость;

- электрическую прочность изоляции жил и проводников.

Переменным током измеряют:

- емкостную асимметрию;

- емкостную связь;

- переходное затухание цепей на ближнем конце;

- защищенность цепей на дальнем конце;

- характеристическое сопротивление пар с дополнительной индуктивностью;

- неоднородность волнового сопротивления.

8.2. ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электрическое сопротивление изоляции измеряется с целью контроля состояния изоляционного материала проводников, а также полиэтиленовых и поливинилхлоридных шланговых защитных покровов кабеля, устанавливаемого оборудования и некоторых материалов. Нормативные значения сопротивления изоляции $R_{\text{н}}$ задаются при температуре 20°C (293 K), поэтому измеренные значения $R_{\text{изм}}$ необходимо пересчитать — найти $R_{\text{пр}}$ и сравнить $R_{\text{пр}}$ с $R_{\text{н}}$.

Таблица 8.1

Виды измерений постоянным током, нормы, расчетные формулы и схемы

Вид измерения	Единица измерения	Норма	Расчетная формула	Положение переключателей на приборах						
				ПКП-2М		ПКП-3		ПКП-4		рода работ
				I	II	I	II	I	II	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Сопровождение изоляции каждой жилы симметричного кабеля по отношению к остальным, соединенным с металлической оболочкой (экраном) (рис. 8.1)	МОм·км	10 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}} / K_{\text{т.и}}$	Мост I	GΩ	J _{I-3}	R	I-Земля	R _{из}	
Сопровождение изоляции каждого коаксиального элемента жилы симметричного коаксиального кабеля по отношению к остальным, соединенным с внешними проводниками коаксиальных пар и металлической оболочкой (рис. 8.2): — воздушно-бумажная изоляция — полиэтиленовая изоляция	МОм·км	3000 5000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}} / K_{\text{т.и}}$ $R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}} / l$	Мост I	GΩ	J _{I-3}	R	I-Земля	R _{из} R _{из}	
Сопровождение изоляции между контрольной жилой и внешними проводниками коаксиальных пар: — строительной длины — усиленного участка	МОм·км МОм	250 10	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}} / l$ $R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост I или J _{I-3}	GΩ или RC	J _{I-3}	R	I-2	R _{из}	
Сопровождение изоляции между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары (рис. 8.3)	МОм·км	10 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}} / l$	Мост I	GΩ	J _{I-3}	R	I-2	R _{из} или R _{из}	

Продолжение табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопrotивление изоляции полиэтиленового шлангового защитного покрова кабеля: а) на проложенных строительных длинах или секциях: — между оболочкой и землей (для кабеля без брони) — между оболочкой и броней — между броней и землей б) на смонтированных усилительных участках: — между оболочкой и землей (для кабеля без брони) — между оболочкой и броней — между броней и землей	МОм·км	10 }	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}^I$	L_1-3 L_1-L_2 L_1-L_2	RC RC RC	L_1-3 L_1-L_2 L_1-L_2	R R R	I-Земля и I-2 I-Земля	$R_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции пластиковой оболочки кабеля на: а) строительной длине или секции — полиэтиленовой оболочки — поливинилхлоридной оболочки ки б) на смонтированном усилительном участке для: — полиэтиленовой оболочки — поливинилхлоридной оболочки ки	МОм·км КОм·км	10,0 75 }	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}^I$	L_1-3	RC	L_1-3	R	I-Земля	$R_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции жил кабеля АРУ с включенным термоблоком (рис. 8.4)	МОм	100	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	L_1-3	RC	L_1-3	R	I-Земля	$R_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции между гнездом бокса БМ и стальными гнездами, соединенными с экраном, заземляющими штифтами и корпусом	МОм	50 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост 1	ГΩ	—	—	—	—

Продолжение табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопrotивление изоляции между штырем и втулкой штепселя муфты ОГКМ	МОм	10 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост 1	GΩ	J_1-3	R	1-2	$R'_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции между втулкой штепселя и корпусом муфты ОГКМ	МОм	5,0	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	J_1-3	RC	J_1-3	R	1-Земля	$R_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции между внутренним и внешним проводниками коаксиальных пар муфты типа УОК	МОм	50 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост 1	GΩ	J_1-J_2	R	—	—
Сопrotивление изоляции каждой жилы относительно других, соединенных с экраном и оболочкой муфты типа УОК	МОм	1000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост 1	GΩ	J_1-3	R	1-Земля	$R_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции между каждым контактом муфты АРУ К-60П и остальными, соединенными с гильзами и корпусом муфты	МОм	10 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост 1	GΩ	J_1-3	R	1-Земля	$R'_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции между нечетным контактом каждой пары блока термодатчика и остальными нечетными контактами, соединенными между собой и корпусом блока (рис. 8.5)	МОм	100	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	J_1-3 или J_1-J_2	RC	J_1-3 или J_1-J_2	R	1-2 или 1-Земля	$R_{\text{из}}$
Сопrotивление изоляции между каждой жилой ГМС (ГМСИ) и остальными, соединенными с ее корпусом	МОм	50 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост 1	GΩ	—	—	—	—

Продолжение табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопrotивление изоляции катушек индуктивности: — пупинского ящика — катушки ТЧ-1001	МОм	50 000 50 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$ $R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост I	GΩ	—	—	—	—
Сопrotивление изоляции оконечных устройств и жил вводных кабелей НУП К-60П-4 (рис. 8.6)	МОм	50 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост I	GΩ	—	—	—	—
Сопrotивление пластикового промeжутка изолирующей муфты типа МИС	МОм	10 000	$R_{\text{пр}} = R_{\text{изм}}$	Мост I	GΩ	$J_1 - J_2$	R	I-2	$R'_{\text{из}}$
Сопrotивление шлейфа медных жил для: — ВЧ кабелей — НЧ кабелей — коаксиальной пары 2,1/9,6 (рис. 8.7)	Ом/км	$\frac{46}{d^2}$ $\frac{47,2}{d^2}$ 6,65	$R_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{изм}} K_{\text{т.ш}}}{l}$	Мост I	Ш	M_1	R	I-2	$R_{\text{шл}}$
Сопrotивление шлейфа пупинизированной пары	Ом/км	$R_{\text{пр}} =$	$\frac{K_{\text{т.ш}} (R_{\text{изм}} - NR_{\text{кат}})}{l}$	Мост I	Ш	M_1	R	I-2	$R_{\text{шл}}$
Сопrotивление проводника коаксиальной пары: — внутреннего (рис. 8.8) 2,6 мм 1,2 мм — внешнего (рис. 8.8) 9,4 мм 4,6 мм	Ом/км	$\left. \begin{matrix} 3,7 \\ 15,8 \end{matrix} \right\}$ $\left. \begin{matrix} 2,5 \\ 8,0 \end{matrix} \right\}$	$R_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{изм}} K_{\text{т.ш}}}{2l}$ $R_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{изм}} K_{\text{т.ш}}}{2l}$	Мост I	Ш	M_1	R	I-2	$R_{\text{шл}}$

Окончание табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Омическая асимметрия в паре жил: — медных (рис. 8.9) — алюминиевых — симметричные пары коаксиального кабеля	Ом		$\Delta R = \frac{0,23 \sqrt{l}}{d^2}$	Мост I	A	M	A	I-2	R_A
		табл. 8.5	$\Delta R = \frac{0,37 \sqrt{l}}{d^2}$						
			$\Delta R = \frac{0,4 \sqrt{l}}{d^2}$						
Сопротивление заземления	Ом	—	$R_x = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{2}$	—	—	—	—	I-2	I_{A1}

Примечания: 1. $R_{\text{кат}}$ — сопротивление катушек индуктивности, значение которых приведено в табл. 8.6. 2. R_1, R_2, R_3 — соответственно равны R_{M1}, R_{M2}, R_{M3} .

Рис. 8.1. Схема измерения сопротивления изоляции жил симметричного кабеля с боксов БМ:

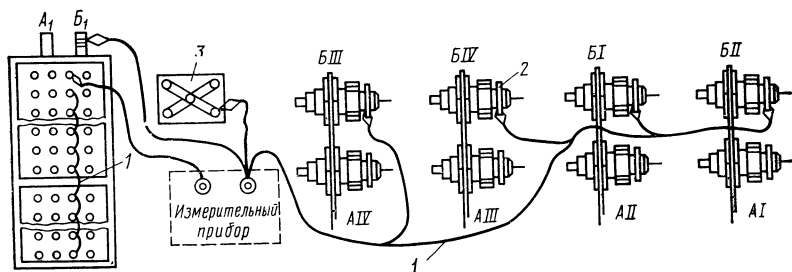
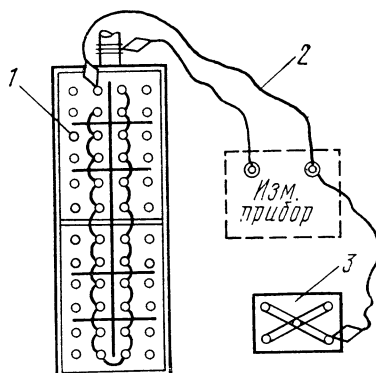


Рис. 8.2. Схема измерения сопротивления изоляции жил симметричных элементов коаксиального кабеля с боксов УП:

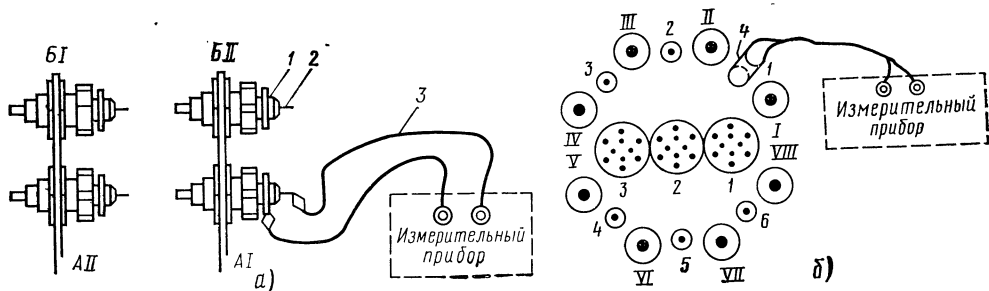


Рис. 8.3. Схема измерения сопротивления изоляции между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары:

а) с муфты ОГКМ; б) с муфты УОК;

1 — упорная гайка — внешний проводник; 2 — штырь штепселя — внутренний проводник; 3 — измерительный шнур; 4 — штеккер коаксиальный со шнуром

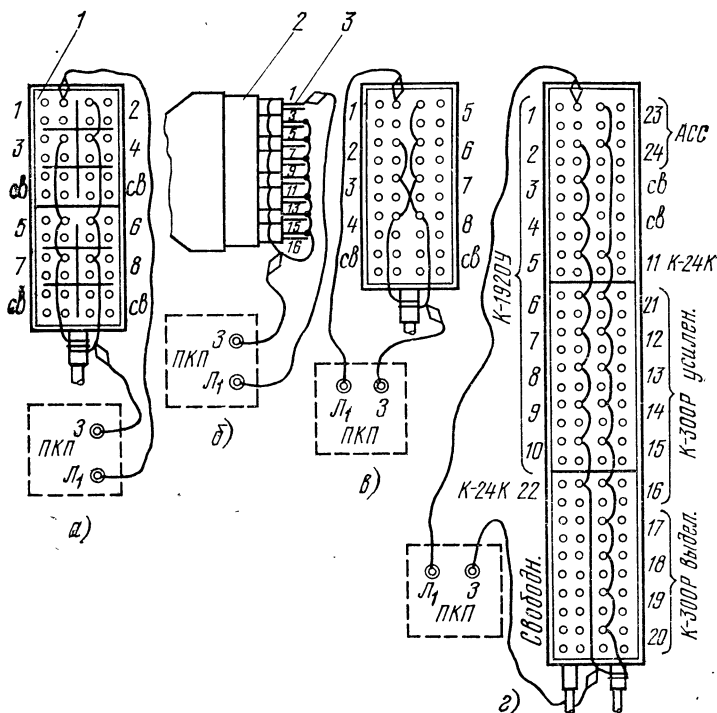


Рис. 8.4. Схемы измерения сопротивления изоляции жил кабеля АРУ с включенными термоблоками для усилительных участков кабеля: а) 4x4x1,2 системы К-60; б) 4x4x1,2 системы К-60П; в) системы К-1920; г) КМ-8/6: 1 — бокс БМ; 2 — муфта АРУ К-60П; 3 — штифт станционной стороны

Таблица 8.2

Значения $K_{т.и}$ для бумажной и кордельно-бумажной изоляции

Температура		$K_{т.и}$	Температура		$K_{т.и}$	Температура		$K_{т.и}$	Температура		$K_{т.и}$
°C	К		°C	К		°C	К		°C	К	
-10	263	0,36	-2	271	0,43	+6	279	0,54	+14	287	0,73
-9	264	0,37	-1	272	0,44	+7	280	0,56	+15	288	0,77
-8	265	0,37	0	273	0,45	+8	281	0,58	+16	289	0,81
-7	266	0,38	+1	274	0,47	+9	282	0,60	+17	290	0,85
-6	267	0,39	+2	275	0,48	+10	283	0,62	+18	291	0,89
-5	268	0,40	+3	276	0,50	+11	284	0,65	+19	292	0,94
-4	269	0,41	+4	277	0,51	+12	285	0,68	+20	293	1,0
-3	270	0,42	+5	278	0,53	+13	286	0,70	+25	298	1,43

Сопротивление изоляции считается в норме, если $R_{пр} \geq R_n$. Расчетные формулы приведены в табл. 8.1.

Электрическое сопротивление шлейфа пары жил симметричного кабеля и отдельных проводов коаксиальных пар измеряется на смонтированных усилительных участках. $R_{изм}$ также пересчитывается — определяется $R_{пр}$ и сравни-

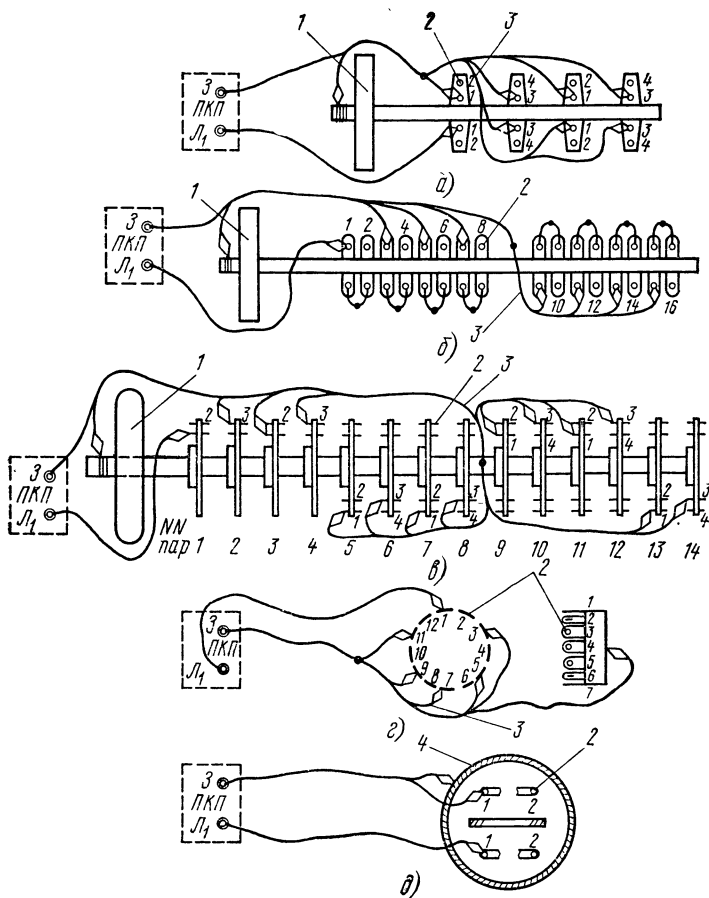


Рис. 8.5. Схемы измерения сопротивления изоляции блоков термодатчиков АРУ

а) блока К-60П; б) блока К-60; в) блока V-60Е; г) блока К-1920; д) блока К-24К;

1 — каркас термоблока; 2 — выводные контакты терморезисторов; 3 — измерительный жгут; 4 — свинцовый корпус

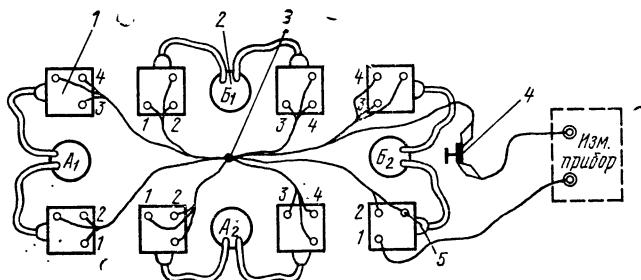


Рис. 8.6. Схема измерения сопротивления изоляции оконечных устройств и жил вводных кабелей НУП К-60П-4:

1 — колодка разъема; 2 — вводная колодка кабеля; 3 — измерительный жгут; 4 — болт заземления; 5 — гнездо экрана

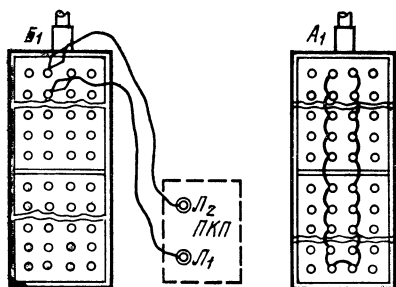


Рис. 8.7. Схема измерения электрического сопротивления шлейфа пары симметричных жил с бокса типа БМ

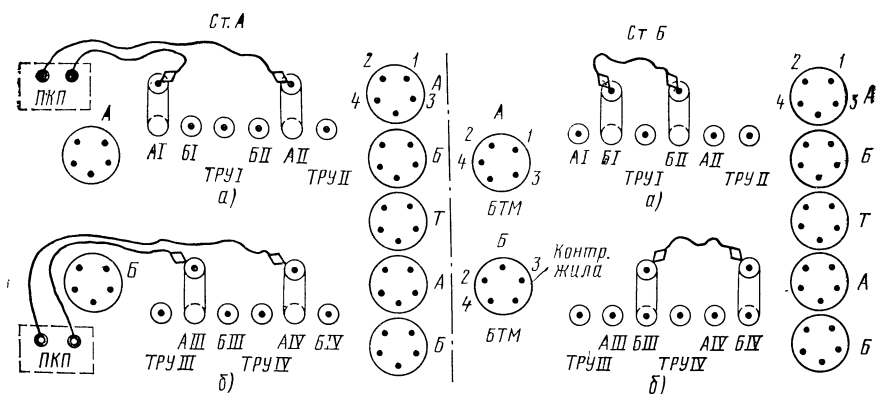


Рис. 8.8. Схемы измерения электрического сопротивления проводников коаксиальных пар НУП К-300

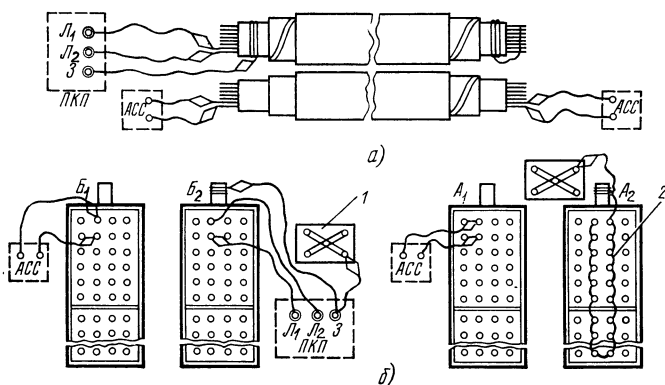


Рис. 8.9. Схемы измерения разности электрических сопротивлений в паре жил (асимметрии):
а) на секции (шаге) симметрирования; б) с бокса типа БМ:
1 — щиток КИП от муфты МИС; 2 — перемычка из медной проволоки

Таблица 8.3

Значения $K_{т.ш}$ для медных и алюминиевых жил

Температура		$K_{т.ш}$ для жил		Температура		$K_{т.ш}$ для жил		Температура		$K_{т.ш}$ для жил	
°C	К	мед-ных	алюми-невых	°C	К	мед-ных	алюми-невых	°C	К	мед-ных	алюми-невых
-10	263	1,136	1,142	+1	274	1,082	1,087	+12	285	1,034	1,035
-9	264	1,131	1,137	+2	275	1,078	1,082	+13	286	1,029	1,030
-8	265	1,126	1,132	+3	276	1,073	1,077	+14	287	1,025	1,026
-7	266	1,121	1,127	+4	277	1,068	1,072	+15	288	1,020	1,021
-6	267	1,116	1,122	+5	278	1,064	1,067	+16	289	1,016	1,017
-5	268	1,111	1,117	+6	279	1,060	1,063	+17	290	1,012	1,013
-4	269	1,106	1,112	+7	280	1,055	1,058	+18	291	1,008	1,008
-3	270	1,101	1,107	+8	281	1,050	1,053	+19	292	1,004	1,004
-2	271	1,096	1,102	+9	282	1,046	1,048	+20	293	1,000	1,000
-1	272	1,092	1,097	+10	283	1,042	1,044	+25	298	0,980	0,980
0	273	1,087	1,092	+11	284	1,038	1,040				

Таблица 8.4

Ориентировочные значения температуры почвы на глубине 0,8 м для Европейской части СССР

Месяцы	Температура, °C, для зон			Месяцы	Температура, °C, для зон		
	лесной (подзол)	черно-земной	пустынно-степной		лесной (подзол)	черно-земной	пустынно-степной
I	-1,2	3,2	-5,6	VII	14,9	15,4	18,7
II	-2,3	1,6	-4,8	VIII	13,9	17,6	18,9
III	-1,57	1,2	-4,5	IX	10,0	16,8	17,1
IV	0,21	6,1	-2,1	X	6,9	10,6	9,0
V	6,2	9,4	7,11	XI	8,8	7,6	2,5
VI	12,2	12,9	14,1	XII	0,9	4,5	0,4

Таблица 8.5

Допустимые значения омической асимметрии ΔR , Ом

Длина участка, км	Диаметр жил, мм				Длина участка, км	Диаметр жил, мм			
	0,9	1,2	1,4	0,9 (сигн.)		0,9	1,2	1,4	0,9 (сигн.)
0,25	0,14	0,08	0,05	0,25	15,0	1,10	0,62	0,45	1,92
0,5	0,2	0,11	0,08	0,35	16,0	1,14	0,64	0,47	1,98
0,75	0,24	0,14	0,10	0,43	17,0	1,17	0,66	0,48	2,05
1,0	0,28	0,16	0,12	0,50	18,0	1,20	0,68	0,50	2,10
2,0	0,40	0,23	0,17	0,70	19,0	1,24	0,70	0,51	2,16
3,0	0,49	0,28	0,20	0,86	20,0	1,27	0,72	0,52	2,22
4,0	0,57	0,32	0,23	1,00	21,0	1,30	0,73	0,54	2,27
5,0	0,63	0,36	0,26	1,10	22,0	1,33	0,75	0,55	2,33
6,0	0,69	0,39	0,20	1,21	37,0	1,73	0,97	0,71	3,02
7,0	0,75	0,42	0,31	1,31	38,0	1,75	0,99	0,72	3,06
8,0	0,80	0,45	0,33	1,40	39,0	1,77	1,00	0,73	3,10
9,0	0,85	0,48	0,35	1,49	40,0	1,79	1,01	0,74	3,14
10,0	0,90	0,51	0,37	1,57	41,0	1,81	1,02	0,75	3,18
11,0	0,94	0,53	0,39	1,65	48,0	1,96	1,11	0,81	3,44
12,0	0,98	0,55	0,41	1,72	49,0	1,98	1,12	0,82	3,48
13,0	1,02	0,57	0,43	1,79	50,0	2,00	1,13	0,83	3,51
14,0	1,06	0,60	0,44	1,86	51,0	2,10	1,14	0,84	3,54

Таблица 8.6

Электрическое сопротивление постоянному току катушек индуктивности

Марка катушки	Индуктив- ность, мГ	Сопротивле- ние, Ом	Марка катушки	Индуктив- ность, мГ	Сопротивле- ние, Ом
ТЧ-1403	140	5,1	ВЧ-0123	12	1,4
ТЧ-1001	100	6,8		7,65	2,3
ТЧ-0703-1	70	3,0	КМ-11456	140/56	8,3/4,15
ТЧ-0563-1	56	7,0	КМ-11070	100/70	6,8/3,4

Таблица 8.7

Измерение заземлений и защитных устройств

Вид измерения	Место измерения	Прибор	Норма или формула
1	2	3	4
Сопротивление заземления ¹	Заземлитель — вспомогательный электрод (рис. 8.10)	МС-08 или ПКП-4	Определяется проектом
Потенциал кабель — земля ²	Оболочка (броня) — электрод сравнения	М-231 или ВАК-2	$\Phi_1 = \pm \Phi_{изм} + +0,32^4)$ $\Phi_2 = \pm \Phi_{изм} + +0,22$
Защитный потенциал ³	Протектор — неполяризующийся электрод	М-231 или ВАК-2	—1,2 В
Протекторная защита цистерны НУП: — потенциал цистерны	Цистерна — неполяризующийся электрод (рис. 8.11а)	М-231 или ВАК-2	При включенных протекторах от —0,86 до —1,52 В
	Все протекторы — неполяризующийся электрод (рис. 8.11б)		
	Цистерна — каждый протектор (рис. 8.11в)		
— сила тока в цепях	Цистерна — каждый протектор (рис. 8.11г)	М-231 или ВАК-2	—
	Цистерна — все протекторы (рис. 8.11д)		
— сопротивление заземлений цистерны и протекторов	Каждый протектор — вспомогательный электрод (рис. 8.11е)	МС-08	—
	Все протекторы — вспомогательный электрод (рис. 8.11ж)		
	Цистерна — вспомогательный электрод (рис. 8.11з)		

Окончание табл. 8.7

1	2	3	4
Исправность изолирующей муфты	Ввод кабеля без изолирующих покровов (рис. 8.12а)	Телефонная трубка	Отсутствие щелчка
	То же, с изолирующими покровами при наличии протекторов (рис. 8.12б)		
	То же, без протекторов (рис. 8.12в)	Вольтметр	Наличие напряжения
	На стыке разных кабелей (рис. 8.12г)	Амперметр	Отсутствие тока
	При выделении участка защиты (рис. 8.12д)		

¹ В качестве вспомогательного электрода используется стальной стержень длиной 0,6—0,8 м и диаметром 8—15 мм.

² Электродом сравнения служит: медносульфатный неполяризующийся электрод при потенциалах до 1 В; стальной стержень при потенциалах выше 1 В. Электроды устанавливаются над кабелем, проложенным в грунт или в приямки телефонной канализации.

³ Измерения производятся через 24 ч после засыпки протектора.

⁴ Формулой Φ пользуются при измерениях с медносульфатным электродом, а формулой Φ_2 — при измерениях со стальным электродом.

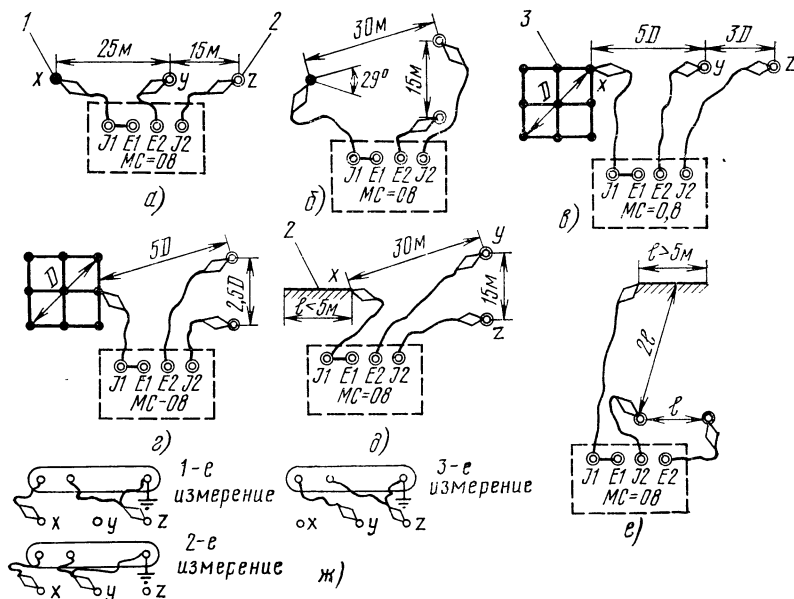


Рис. 8.10. Схемы измерения сопротивления заземлений прибором MC-08:

а) стержневого заземлителя (х) при расположении вспомогательных электродов (у, z) в одну линию; б) то же, при расположении треугольником; в) сложного контура заземления при расположении в одну линию; г) то же, при расположении треугольником; д) протяженного заземлителя при его длине менее 5 м; е) то же, более 5 м; ж) прибором ПКП-4

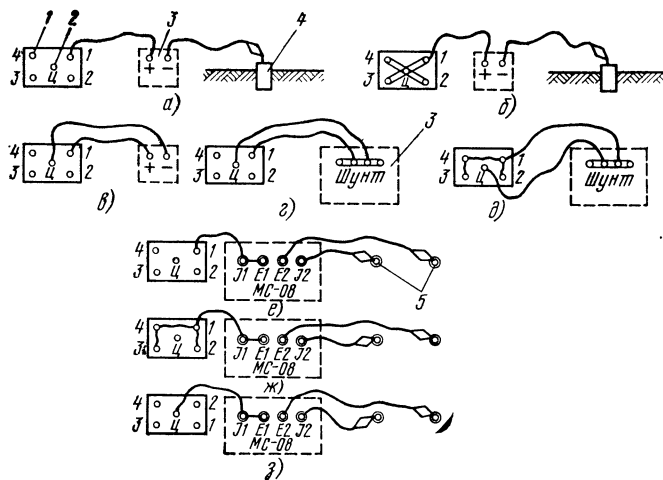


Рис. 8.11. Схемы измерения эффективности протекторной защиты цистерны НУП:

1 — клемма провода от протектора; 2 — клемма провода от цистерны; 3 — измерительный прибор; 4 — медносульфатный электрод; 5 — вспомогательный электрод

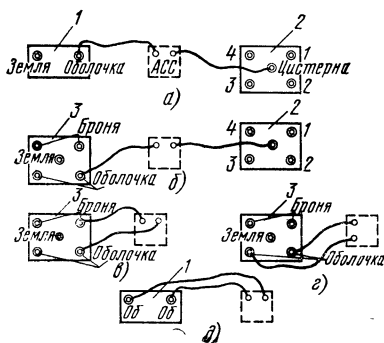


Рис. 8.12. Схемы определения исправности изолирующей муфты МИС:

1 — щиток КИП-1; 2 — щиток КИП-2 от протекторов; 3 — щиток КИП-2 от муфты МИС

вается с R_n . Сопротивление считается в норме, если $R_{пр} \leq R_n$. Расчетные формулы даны в табл. 8.1, а коэффициенты, учитывающие зависимость действующего сопротивления изоляции $K_{т.и}$ и шлейфа $K_{т.ш}$, приведены соответственно в табл. 8.2 и 8.3.

Увеличенная против нормы омическая асимметрия в паре жил ΔR приводит к снижению переходного затухания и увеличению колебаний входного сопротивления пулинзированных цепей. Расчетные формулы приведены в табл. 8.1, а допустимые максимальные значения ΔR — в табл. 8.5.

Для измерения сопротивления изоляции, сопротивления шлейфа (проводников) омической асимметрии и электрической емкости применяются приборы типа ПКП, а также МEG-9 для измерения только сопротивления изоляции.

Испытание электрической прочности изоляции производится с целью определения пригодности кабеля и оборудования для включения напряжения дистанционного питания.

В процессе строительства выполняются также измерения сопротивления контуров заземления защитного потенциала протекторов на кабеле и цистернах НУП, потенциалов кабель—земля и др. Нормы и порядок выполнения таких измерений даны в табл. 8.7.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ, ШЛЕЙФА И АСИММЕТРИИ

Температура кабеля для выбора коэффициентов $K_{т.ж}$ и $K_{т.ш}$ по табл. 8.2 и 8.3 определяется по: температуре воздуха в колодцах на уровне 0,5 м выше его дна; ориентировочным данным, приведенным в табл. 8.4; сведениям ближайшей метеорологической станции; измерению температуры грунта на уровне проложенного кабеля; температуре окружающего воздуха. Все измерения на кабеле, выполненные при постоянном токе, должны быть занесены в протокол.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТЫ

Результаты измерений эффективности протекторной защиты фиксируются в специальном бланке протокола измерений.

ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ

При испытании прочности изоляции кабеля должна быть установлена надежная связь с работником на другом конце кабеля. Аппарат служебной связи (АСС) или микротелефонная трубка включается в линию через разделительные конденсаторы емкостью 0,1 мкФ и $E_{раб}=5÷6$ кВ. При двухкабельной системе АСС включается в жилы второго кабеля, а при однокабельной связь устанавливается до начала испытания и прекращается на строго обусловленное время, достаточное для испытания двух жил. Высокое напряжение должно быть снято и жилы кабеля разряжены к моменту истечения обусловленного времени испытания.

Кабель, находящийся под избыточным давлением, должен испытываться повышенным напряжением против норм, приведенных в табл. 8.8. На каждые 0,1 кгс/см² (9,87 кПа) испытательное напряжение должно быть увеличено: для коаксиальных пар на 100 В, для симметричных пар и контрольной жилы коаксиальных кабелей на 15 В, для симметричных кабелей на 60 В.

Строительные длины симметричного кабеля типа МКС испытываются на прочность изоляции жил после затяжки их в занятые другими кабелями каналы или прокладки в скальном грунте. Пупинизированные пары низкочастотного кабеля на электрическую прочность изоляции жил не испытываются. Испытания производятся постоянным током приборами типа ТИУ. Нормы испытательного напряжения и схемы испытания даны в табл. 8.8.

Объем измерений кабеля постоянным током, выполняемых в процессе строительства, зависит от типа кабеля, этапов строительства и вида измерения. Объем измерений, выраженный в процентах, приведен в табл. 8.9.

8.3. ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В целях повышения помехозащищенности цепей до установленных норм производят симметрирование кабеля. Симметрирование низкочастотных цепей выполняется на жилах кабеля в муфтах внутри шагов пупинизации (симметрирования), при наращивании шагов и на всем усилительном участке. Симметрирование высокочастотных цепей выполняется на жилах кабеля в стыковых

Таблица 8.8

Нормы электрической прочности изоляции кабеля

Объект испытания	Место испытания	Норма, кВ, на		
		строительную длину или оконечное устройство	шаг или сек- цию	усилительный участок
1	2	3	4	5
Коаксиальные кабели	Между внутренними и внешними проводниками коаксиальных пар (рис. 8.13): 2,6/9,4 1,2/4,6 2,1/9,4	3,41) 2,64) —	3,2 2,2 —	3,0 2,0 3,0
	Между внешним проводником и всеми остальными, соединенными с заземленной оболочкой: 2,6/9,4 1,2/4,6	—	—	0,3 0,2
	Между каждой жилой и всеми другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой:			
	а) диаметром 0,7 мм в полиэтиленовой изоляции;	0,6	0,6	0,5
	б) диаметром 0,9 мм в бумажной изоляции, кроме пупинизированных пар;	—	—	0,7
	в) то же, в полиэтиленовой изоляции, скрученными четверкой;	0,9	0,85	0,8
	г) то же, в полиэтиленовой изоляции, скрученными парами и одиночными (рис. 8.14)	1,1	1,0	1,0
	Между контрольной жилой и соединенными между собой внешними проводниками коаксиальных пар кабеля МКТ-4	0,35	0,3	0,3
Симметричные высоко- частотные кабели	Между пучком всех жил и заземленной оболочкой (экраном)	2,2	2,0	2,0
	Между каждой жилой и остальными, соединенными в пучок	1,7	1,5	1,5
Низкочастот- ные кабели	Между пучком всех жил однородного или пучком всех неэкранированных жил комбинированного кабеля и заземленной металлической оболочкой	—	1,8	1,8
	Между пучком экранированных жил и экраном, соединенным с металлической оболочкой:			
	для жил диаметром 0,8 и 0,9 мм для жил диаметром 1,2 и 1,4 мм	— —	1,0 1,8	1,0 1,8
	Между каждой жилой однородного или каждой неэкранированной жилой комбинированного кабеля и остальными, соединенными в пучок:			
	для жил диаметром 0,8 и 0,9 мм для жил диаметром 1,2 и 1,4 мм	— —	0,7 1,0	0,7 1,0

Окончание табл. 8.8

1	2	3	4	5
НУП К-6011	Между всеми рабочими и экранными гнездами, соединенными с землей (рис. 8.15а)	2,8	—	—
	Между каждым рабочим гнездом и всеми остальными, соединенными с гнездами экрана и землей (рис. 8.15б)	2,8		
Бокс между-городный типа БМ	Между каждым гнездом и всеми остальными, соединенными с вводной трубкой и стержнями заземления для плинтов ПЭ-6 и ПЭ-10	2,8	—	—
ОГКМ	Между штырем штепселя и его втулкой	4,0	—	—
Муфта УОК	Между внутренним и внешним проводниками коаксиальных пар: 2,6/9,4 1,2/4,6	3,7 2,8	— —	— —
	Между каждой жилой и всеми остальными, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и металлической оболочкой	1,2	—	—
Муфты ГМС и ГМСИ	Между пучком жил и корпусом муфты	3,0	—	—
	Между каждой жилой и пучком жил	2,5	—	—
Муфта грунтовой АРУ системы К-60П	Между каждым контактом и всеми остальными, соединенными с гильзами муфты	2,5	—	—
Муфта МИС	Между концами свинцовых цилиндров	2,0	—	—

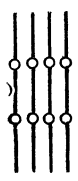
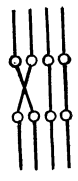
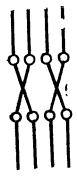
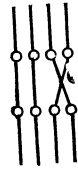
¹ Для проложенных строительных длин коаксиального кабеля установлена норма: для пар 2,6/9,4 3,2 кВ; для пар 1,2/4,6 2,4 кВ.

Таблица 8.9
Объемы измерений кабелей постоянным током (% жил)





Наименование измерения	На кабельной площадке	После прокладки кабеля	После монтажа каждой муфты	После монтажа секции (шага)	На усилительном участке
1	2	3	4	5	6
Кабели симметричные					
Прозвонка жил и экрана	—	—	100	100	100
Сопротивление изоляции ¹	100	100	100	100	100
Сопротивление шлейфа	—	—	—	—	100
Омическая асимметрия	—	—	—	100	100
Электрическая прочность изоляции ³	—	100 ²)	—	100	100

Таблица 8.10

Остаточные значения емкостной связи и асимметрии в зависимости от примененной схемы скрещивания

Номер схем	Схема соединения жил с конца		Оператор	Емкостные связи			Емкостные асимметрии		
	A_1	B_1		κ_1	κ_2	κ_3	e_1	e_2	e_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1			. . .	$\kappa_1 + \kappa'_1$	$\kappa_2 + \kappa'_2$	$\kappa_3 + \kappa'_3$	$e_1 + e'_1$	$e_2 + e'_2$	$e_3 + e'_3$
2			x . .	$\kappa_1 - \kappa'_1$	$\kappa_2 - \kappa'_2$	$\kappa_3 - \kappa'_3$	$e_1 - e'_1$	$e_2 - e'_2$	$e_3 + e'_3$
3			xx .	$\kappa_1 + \kappa'_1$	$\kappa_2 - \kappa'_2$	$\kappa_3 - \kappa'_3$	$e_1 - e'_1$	$e_2 - e'_2$	$e_3 + e'_3$
4			. x .	$\kappa_1 - \kappa'_1$	$\kappa_2 + \kappa'_2$	$\kappa_3 - \kappa'_3$	$e_1 + e'_1$	$e_2 - e'_2$	$e_3 + e'_3$

Окончание табл. 8.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5			·x	$\kappa_1 + \kappa'_1$	$\kappa_2 + \kappa'_3$	$\kappa_3 + \kappa'_2$	$e_1 + e'_2$	$e_2 + e'_1$	$e_3 - e'_2$
6			x·x	$\kappa_1 - \kappa'_1$	$\kappa_2 - \kappa'_3$	$\kappa_3 + \kappa'_2$	$e_1 - e'_2$	$e_2 + e'_1$	$e_3 - e'_2$
7			xxx	$\kappa_1 + \kappa'_1$	$\kappa_2 - \kappa'_3$	$\kappa_3 - \kappa'_2$	$e_1 - e'_2$	$e_2 - e'_1$	$e_3 - e'_2$
8			·xx	$\kappa_1 - \kappa'_1$	$\kappa_2 + \kappa'_3$	$\kappa_3 - \kappa'_2$	$e_1 + e'_2$	$e_2 - e'_1$	$e_3 - e'_2$

Примечание. Коэффициенты без штриха относятся к концу A_1 , а со штрихом — к концу B_1 .

муфтах на законченных монтажом усилительных участках. Высоочастотные цепи могут быть отсимметрированы включением элементов противосвязи на стойках станционной аппаратуры в ОУП по способу Б. М. Фаеровича.

Измерение переходного затухания (защищенности) производится по окончании симметрирования и при сдаче кабеля в эксплуатацию. Измерениям, кроме того, подвергаются характеристическое сопротивление пупинизированной цепи и неоднородность волнового сопротивления коаксиальных пар.

СИММЕТРИРОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЦЕПЕЙ

Необходимая помехозащищенность НЧ цепей в процессе строительства достигается:

при подборе строительных длин на площадке. Для прокладки на одном

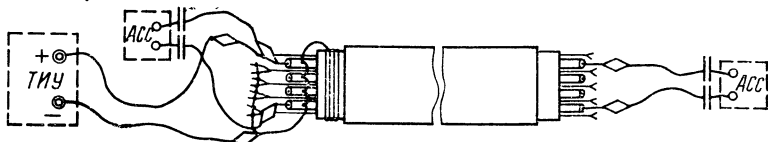


Рис. 8.14. Схемы испытания электрической прочности изоляции симметричных жил в коаксиальном кабеле на строительной длине

шаге симметрирования подбираются длины с наиболее близкими значениями κ_1 , e_1 , e_2 (коэффициенты связи и асимметрии), которые записаны в каждом протоколе на строительную длину кабеля;

при внутришаговом симметрировании, которое осуществляется уменьшением коэффициентов, измеренных на концах сращиваемых строительных длин (в симметрирующих муфтах) и полушагов (в конденсаторной муфте). Уменьшение коэффициентов осуществляется скрещиванием в симметрирующей муфте и скрещиванием с включением конденсаторов в конденсаторной. Выбор оптимального оператора симметрирования производится по данным табл. 8.10.

Определение потребной емкости конденсаторов и их количества производится по табл. 8.11 и 8.12.

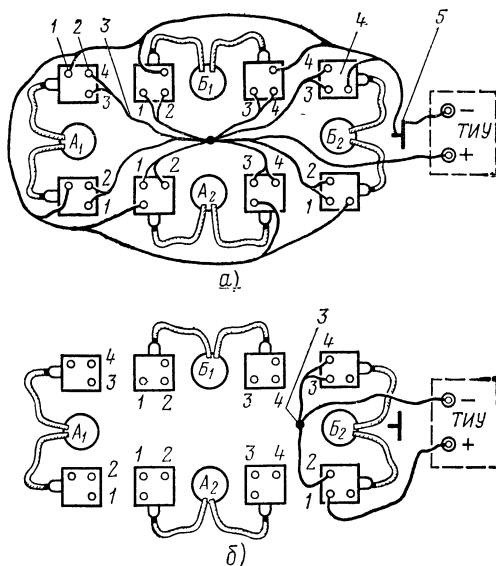


Рис. 8.15. Схема испытания электрической прочности изоляции НУП К-60П:

1 — гнездо экрана; 2 — гнездо рабочей жилы; 3 — измерительный жгут, высоковольтный; 4 — колодка разъема; 5 — болт заземления

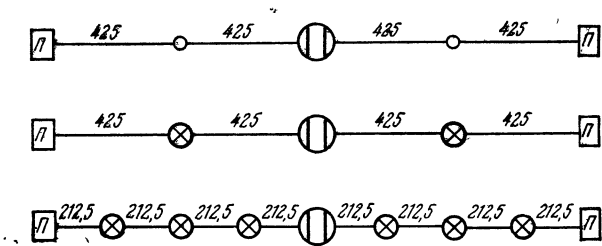


Рис. 8.16. Шаги пупинизации при одно-, трех- и семиточечной схемах симметрирования

Таблица 8.11

Емкости симметрирующих конденсаторов и схемы их включения при выравнивании емкостной асимметрии (с примером определения)

Емкостная асимметрия	Результаты измерений		Распределение измеренных значений по столбцам				Емкость симметрирующих конденсаторов, пФ, и схемы их включения			
	значение, пФ	знак					1—0	2—0	3—0	4—0
			1	2	3	4	5	6	7	8
e_1	400	+	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	1	0,5	0,5	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	400	200	200
		—	1	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	0,5	0,5	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>			
e_2	700	+	0,5	0,5	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	1	350	350	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	700
		—	0,5	0,5	1	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>			<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	
e_3	500	+	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	0,5	0,5	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>			
		—	0,5	0,5	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	250	250	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	
Сумма значений по столбцам 5, 6, 7, 8							600	1000	200	900
Вычитаемая наименьшая сумма							200	200	200	200
Емкость конденсаторов, которую необходимо включить							400	800	0	700

Количество точек симметрирования устанавливается проектом. Применяется одно-, трех- и семиточечное симметрирование (рис. 8.16). В многоповивном кабеле уменьшение емкостной асимметрии производится только в четверках

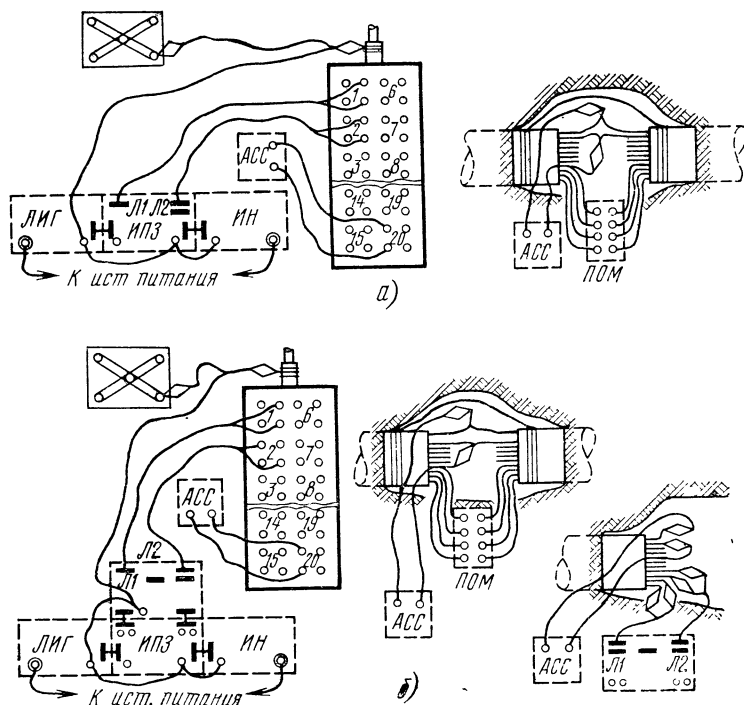


Рис. 8.17. Схемы симметрирования НЧ цепей на ближнем конце:
а) основных цепей; б) основных и искусственных

внешнего повива. На каждом шаге после симметрирования измеряются остаточные коэффициенты, допустимые значения которых приведены в табл. 8.13. Измерение коэффициентов производится прибором типа ИЕА или ТТ-3151.

При симметрировании в нечетных пупиновских муфтах осуществляется выравнивание омической асимметрии ΔR , не превышающей 0,5 Ом. Омическая асимметрия до 0,5 Ом на основной цепи и 0,05 Ом на искусственной выравнивается скрещиванием. Если скрещивание полностью не устранило асимметрию, то в жилу с меньшим сопротивлением включают дополнительное сопротивление из высокоомной изолированной проволоки диаметром 0,8 мм.

Симметрирование при наращивании шагов пупинизации выполняется по результатам измерения защищенности (переходного затухания) на ближнем (передающем) конце по схеме рис. 8.17. С каждой стороны усиленного участка наращивается 16—25 шагов. По результатам измерения переходного затухания на дальнем конце наращиваются остальные шаги (рис. 8.18). Повышение переходного затухания достигается скрещиванием и включением конденсаторов. В пупиновских муфтах скрещивание выполняется на стороне «Выход».

Концентрированное симметрирование выполняется в одной из центральных муфт включением контуров противосвязи. Последние подбираются на переменном контуре RC , включенном в линейные клеммы прибора ИПЗ при измерении параметров между основными цепями. Во избежание изменения параметров между основной и искусственной цепями вместо полученных при

Таблица 8.12

**Емкости симметрирующих конденсаторов и схемы их включения
для компенсации емкостных связей
(с примером определения)**

Емкост- ная связь	Результаты измерений		Распределение измеренных значений по столбцам				Емкость симметрирующих конденсаторов, пФ, и схемы их включения			
	значение, пФ	знак					1—3	1—4	2—3	2—4
			1	2	3	4	5	6	7	8
κ_1	60	+		0,5	0,5			30	30	
		—	0,5			0,5				
κ_2	50	+			0,5	0,5				
		—	0,5	0,5			25	25		
κ_3	70	+		0,5		0,5		35		35
		—	0,5		0,5					
Сумма значений по столбцам 5, 6, 7, 8							25	90	30	35
Вычитаемая наименьшая сумма							25	25	25	25
Емкость конденсаторов, которую необходимо включить							0	65	5	10

измерении величин R и C надо подобрать величины $2R$ и $C/2$, собрать контур, включив элементы по схеме рис. 8.19 (b вместо a и g вместо v). Переходное затухание (защищенность) измеряется приборами комплекта КИПЗ на частоте 800 Гц.

Симметрирование экранированных пар выполняется в средней стыковой муфте по результатам измерения емкостной асимметрии e_1 относительно экрана на частоте 800 Гц скрещиванием, а при недостаточности — включением конденсаторов между жилой и экраном. При положительном знаке асимметрии конденсатор включается между второй жилой и экраном, а при отрицательном — между первой жилой и экраном. Омическая асимметрия выравнивается, как в обычных НЧ цепях.

Симметрирование при соединении шагов ведется так же, как на низкочастотных цепях, но на частоте 5,0 кГц. По окончании симметрирования производится измерение защищенности на ближнем конце (рис. 8.20) с обеих сторон усилительного участка и защищенности на дальнем конце с одной стороны

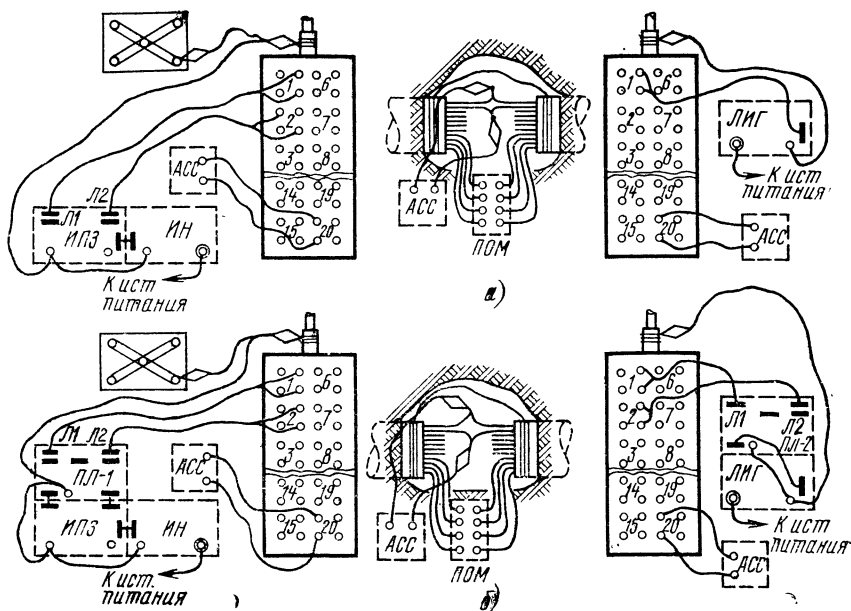


Рис. 8.18. Схемы симметрирования НЧ цепей на дальнем конце:
а) основных цепей; б) основных и искусственных

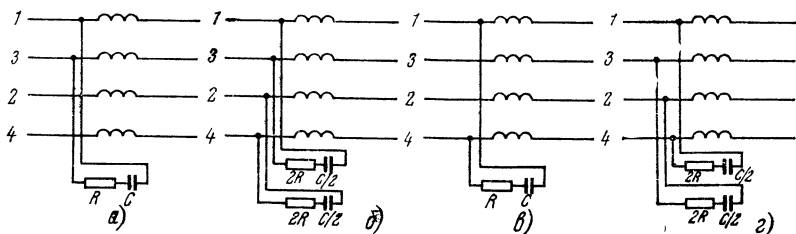


Рис. 8.19. Схемы включения контуров противосвязи при концентрированном симметрировании пупинизированных кабелей

участка (рис. 8.21). Измеряются следующие комбинации цепей: внутри четверки — 1 осн./2 осн.; 1 осн./иск.; 2 осн./иск. и все смежные цепи. Все комбинации, которые могут быть измерены, и поправки к показаниям прибора ИПЗ приведены в табл. 8.14.

Нормы защищенности низкочастотных цепей на ближнем и дальнем концах приведены в табл. 8.26.

СИММЕТРИРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЦЕПЕЙ

Требуемая помехозащищенность ВЧ цепей в кабелях симметричной конструкции должна обеспечиваться на следующих этапах строительства:

при составлении укладочных ведомостей. Для одного усилительного участка можно использовать кабель только одного завода и одной марки (ис-

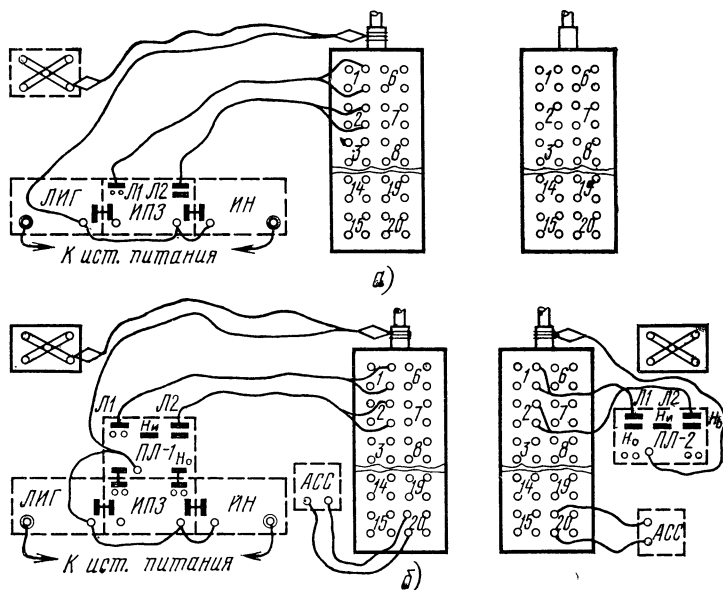


Рис. 8.20. Схемы измерения защищенности НЧ цепей на ближнем конце:
а) основных цепей; б) основных и искусственных цепей

Таблица 8.13

Допустимые значения емкостных связей и асимметрии НЧ кабеля

Характеристика	Обозначение	Допустимые значения емкостных связей и асимметрии, пФ			
		в строительных длинах 230/425 м		в шаге пупиннизации	
		среднее	максимальное	среднее	максимальное
Емкостная связь:					
— между основными цепями в четверке	κ_1	40/55	150/275	10	20
— между основными и искусственными цепями в четверке	κ_2, κ_3	75/130	375/700	10	20
— между искусственными цепями разных четверок	κ_4	60/80	225/415	30	80
— между основными и искусственными цепями разных четверок	$\kappa_5 - \kappa_8$	60/80	225/415	20	60
— между основными цепями разных четверок	$\kappa_9 - \kappa_{12}$	60/80	225/415	10	30
Емкостная асимметрия цепей:					
— основных	e_1, e_2	150/275	600/1100	100	300
— искусственных	e_3	300/555	1200/2200	130	400

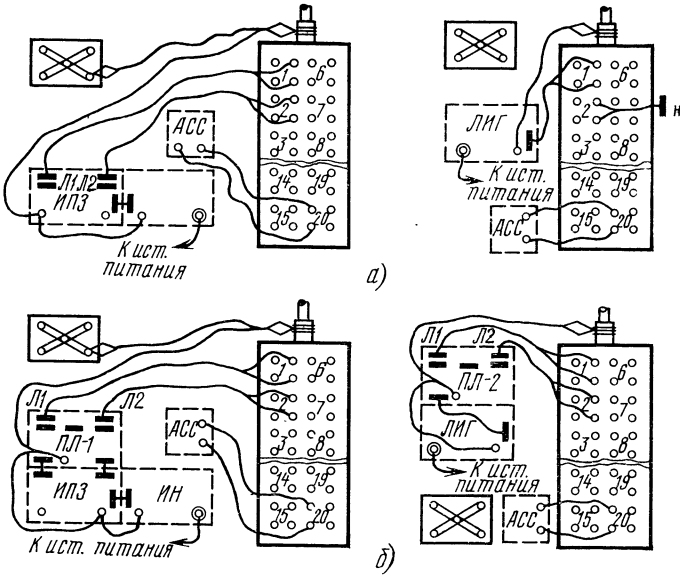


Рис. 8.21. Схемы измерения защищенности НЧ цепей на дальнем конце:
а) основных цепей; б) основных и искусственных цепей

Таблица 8.14

Комбинации влияния между цепями при измерении защищенности и поправки к показаниям прибора ИПЗ

Измеряемая величина	Поправка к показанию прибора ИПЗ, дБ	Отношения между переходным затуханием и защищенностью
Переходное затухание на ближнем конце при влиянии между цепями (рис. 8.20): осн./осн. осн./иск. иск./осн. иск./иск.	$A_0 = A_{\text{ИПЗ}}$ $A_0 = A_{\text{ИПЗ}} - 3,04$ $A_0 = A_{\text{ИПЗ}} + 3,04$ $A_0 = A_{\text{ИПЗ}}$	$A_0 = A_{\text{з0}}$ $A_0 = A_{\text{з0}} - 3,04$ $A_0 = A_{\text{з0}} + 3,04$ $A_0 = A_{\text{з0}}$
Защищенность на дальнем конце при влиянии между цепями (рис. 8.21): осн./осн. осн./иск. иск./осн. иск./иск.	$A_3 = A_{\text{ИПЗ}}$ $A_3 = A_{\text{ИПЗ}} - 3,04$ $A_3 = A_{\text{ИПЗ}} + 3,04$ $A_3 = A_{\text{ИПЗ}}$	$A_3 = A_l - a$ $A_3 = A_l - a - 3,04$ $A_3 = A_l - a + 3,04$ $A_3 = A_l - a$

Примечания: 1. Данные третьей графы действительны для цепей одинакового направления передачи.

2. A_l — переходное затухание на дальнем конце; A_3 — защищенность; $A_{\text{з0}}$ — защищенность на ближнем конце; a — собственное затухание цепи.

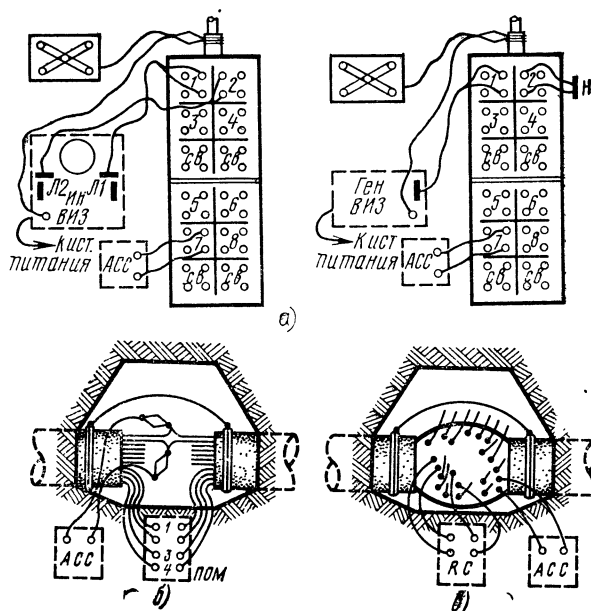


Рис. 8.22. Включение приборов при симметрировании ВЧ цепей на дальнем конце:
 а) на УП; б) в котловане при симметрировании скрещиванием; в) при концентрированном симметрировании

ключения могут быть допущены только проектом). На расстоянии 2,5—3,0 км от ОУП нужно прокладывать строительные длины с переходным затуханием на ближнем конце A_0 , равным $64,3 \div 62,2$ дБ; строительные длины с наименьшими значениями A_0 использовать ближе к середине усилительного участка. Среднеарифметическое значение рабочей емкости двух смежных строительных длин не должно отличаться более чем на 0,2 нФ/км. На подходах к усилительным пунктам следует использовать строительные длины, у которых среднеарифметическое значение рабочей емкости отличается от номинального не более чем на 0,2 нФ/км. Оба конца места разреза строительной длины надо прокладывать в одном колодце телефонной канализации;

— при прокладке. Строго соблюдать порядок прокладки строительных длин, указанный в укладочной ведомости. Конец B проложенной строительной длины должен стыковаться только с концом A следующей;

— при монтаже. В основных прямых муфтах четверки должны соединяться напрямую, а жилы — по оператору $x \dots$;

— при симметрировании. Симметрирование производится с боксов после монтажа всех муфт (кроме стыковых), прозвонки, измерения сопротивления изоляции, проверки герметичности оболочки на секциях, а также после оборудования протекторной защиты и заземлений.

Запрещается приступать к симметрированию кабеля, имеющего неисправность по одному из перечисленных параметров. Симметрирование выполняется по результатам измерения защищенности приборами типа ВИЗ. Переходное затухание проверяется с обеих сторон усилительного участка и в случае необходимости повышается включением контуров противосвязи. Симметрирование по результатам измерения защищенности на дальнем конце выполняется скрещиванием жил в трех стыковых муфтах с одной стороны усилительного участ-

ка. Оптимальный оператор подбирается при помощи прибора ПОМ, который должен находиться на каждой стыковой муфте (рис. 8.22).

Подбор операторов производится по определенной системе, при которой операторы №№ 1, 3, 5 и 7 (см. табл. 8.10) отнесены к первой группе, а №№ 2, 4, 6 и 8 — ко второй. Подбор оптимального оператора выполняется по данным табл. 8.15.

Таблица 8.15

Комбинация пробных операторов в муфтах

Комбинации	Номера муфт и операторы			Значение			Ключ «П»
	1	2	3	A_3	C	R	
111	...	...	...	
112	...	...	x..				
121	...	x..	...				
122	...	x..	x..				
211	x..	...	...		
212	x..	...	x..				
221	x..	x..	...				
222	x..	x..	x..				

Примечания: 1. Цифры в комбинациях обозначают номера операторов.
2. Место цифры в комбинации обозначает номер муфты.

Таблица 8.16

Схемы включения контуров противосвязи в зависимости от положения переключателей

Положение переключателей на переменном контуре				Схема включения постоянного контура		
P	R	C	C_1	№ жил	Схема контура	№ жил
1	0	>0	0	1		3
2	0	>0	0	2		3
1	>0	>0	0	1		3
2	>0	>0	0	2		3
1	>0	>0	>0	1		3 4
2	>0	>0	>0	2		3 4

Если на всех комбинациях, приведенных в табл. 8.15, значение A_3 меньше $A_{3н} + 2,61$ дБ (0,3 Нп), то в каждой муфте опробуются операторы только группы комбинаций, при которой получена максимальная защищенность.

В процессе симметрирования проверяются прямые и обратные комбинации цепей. Комбинации цепей, защищенность которых осталась пониженной, под-

вергаются концентрированному симметрированию контурами противосвязи. Последние подбираются переменными контурами RC . Из конденсаторов и резисторов соответствующих номиналов собираются контуры противосвязи. Схемы включения контуров в кабель определяются положением курбелей R , C и ключа P на переменном контуре (табл. 8.16).

Симметрирование для систем К-24 и К-60 должно выполняться в направлении передачи, а для системы КАМА в направлении передачи верхних частот.

В тех случаях, когда приборами типа ВИЗ не удается получить нормативные значения помехозащищенности, рекомендуется произвести симметрирование комплектом приборов ИКС-600.

Симметрирование на ближнем конце выполняется по схеме рис. 8.23. Технология симметрирования зависит от местоположения точек годографа минимального значения A_0 .

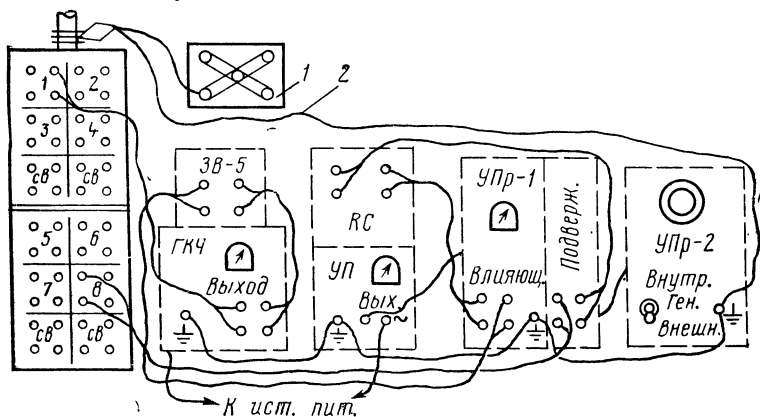


Рис. 8.23. Включение приборов комплекта ИКС-600 при симметрировании на ближнем конце:

1 — щиток КИП от изолирующей муфты; 2 — шнур заземления

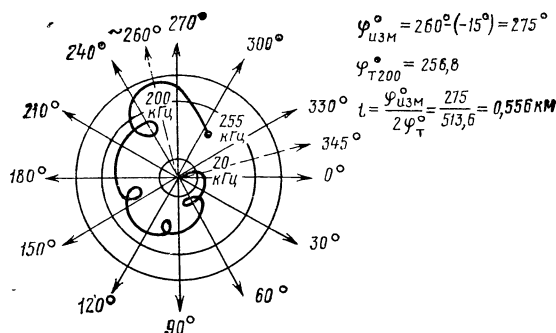


Рис. 8.24. Годограф комплексных связей ближнего конца с примером определения расстояния до места включения контура противосвязи

Если точка расположена в первом или третьем квадрантах, необходимо курбелем «С» переменного контура сместить ее к горизонтальной оси так, чтобы она расположилась на той же окружности, что и точки минимального значения в четвертом или втором квадрантах. Манипулируя другими курбелями переменного контура, следует добиться необходимого смещения годографа к

Таблица 8.17

Значение фазового угла $\varphi_{\text{табл}}$

Частота, кГц	МКС			МКСА			МКСС		ЗКП
	1×4	4×4	7×4	1×4	4×4	7×4	4×4	7×4	1×4
50	42,8	43,0	42,0	44,0	44,0	44,7	43,7	44,2	95,4
60	60,5	57,3	60,7	57,7	57,0	60,7	59,5	59,5	78,7
70	72,5	71,7	75,4	72,7	73,9	73,8	73,0	74,5	97,5
80	87,2	86,0	91,4	86,2	88,8	88,7	87,0	88,5	117,5
90	102,1	100,3	105,3	100,2	103,2	103,8	101,8	103,4	137,5
100	115,4	114,7	121,2	116,0	118,0	118,2	116,7	117,5	157,0
110	158,1	128,5	139,5	130,0	132,5	132,5	129,4	131,8	172,0
150	187,5	187,0	195,3	189,5	191,5	197,4	188,5	214,5	255,0
200	256,3	256,8	270,5	261,0	265,0	264,5	256,0	263,0	353,0
250	338,0	327,2	345,0	328,0	342,0	336,0	326,0	326,0	450,6
260	342,0	342,9	360,0	348,0	353,0	351,0	339,0	351,0	—
300	457,0	399,7	418,0	405,0	413,0	410,0	395,0	410,0	—
350	—	471,0	493,0	476,0	489,0	482,0	466,0	480,0	—
400	—	542,0	568,0	547,0	560,0	552,0	568,0	553,0	—
450	—	614,0	640,0	620,0	665,0	625,0	615,0	627,0	—
500	—	685,0	715,0	690,0	705,0	698,0	685,0	700,0	—
550	—	699,0	782,0	760,0	780,0	768,0	750,0	770,0	—

центру маски. Симметрирование можно считать законченным, когда полученное значение A_0 минимум на 2,61 дБ (0,3 Нп) больше $A_{0н}$.

Когда точка годографа минимального значения A_0 расположена во втором или четвертом квадранте, необходимо курбелем «С₁» сместить ее к горизонтальной оси и, манипулируя остальными курбелями контура, добиться максимального смещения годографа к центру маски. Если включение контура на аппаратуре не дает требуемого значения A_0 , необходимо определить расстояние l до места включения контура на кабеле, для чего вручную установить на генераторе частоту 20 кГц и заметить на маске местоположение точки годографа (φ_{20}). Затем на частоте генератора, близкой к максимальной, заметить точку минимального значения A_0 ($\varphi_{\text{мин}}$) и определить угол между ними по формуле $\varphi_{\text{изм}} = \varphi_{\text{мин}} - \varphi_{20}$. На рис. 8.24 дан пример определения $\varphi_{\text{изм}}$ для кабеля МКСГ-4×4×1,2. Расстояние до места включения контура определяется по формуле $l = \varphi_{\text{изм}} / 2\varphi_{\text{табл}}$, км. Значения $\varphi_{\text{табл}}$ для некоторых наиболее распространенных на строительстве междугородных кабельных линий связи приведены в табл. 8.17. При необходимости значение $\varphi_{\text{табл}}$ может быть определено из формулы $\varphi_{\text{табл}} = (\beta_{\text{тф}} - \beta_{\text{т20}}) / 57,33$, где $\beta_{\text{тф}}$ — табличное значение коэффициента фазы (рад/км) для данной частоты и марки кабеля; $\beta_{\text{т20}}$ — то же, для частоты 20 кГц.

Симметрирование межчетверочных комбинаций на дальнем конце аппаратурой ИКС-600, выполняемое по схеме рис. 8.25, производится также скрещиванием и контурами противосвязи.

Для симметрирования скрещиванием необходимо на каждой стыковой муфте расположить переключатель операторов и, манипулируя им, добиться, чтобы годографы прямой и обратной комбинаций лежали в одном квадранте, разница в длине годографа была минимальной и петля годографа укладывалась в окружности максимальной защищенности.

Технология симметрирования контурами зависит от характера и взаиморасположения годографов 1—2 и 2—1 (рис. 8.26). Симметрирование выполняется во всех случаях при остановленном годографе на одной из комбинаций (например, 1—2), проверяется периодически на другой (2—1) и при достижении значения не менее $A_{\text{зн}} + 2,61$ дБ (0,3 Нп) проверяется и уточняется на подвижном годографе. Ниже приводятся три примерных случая расположения годографов, требующих симметрирования.

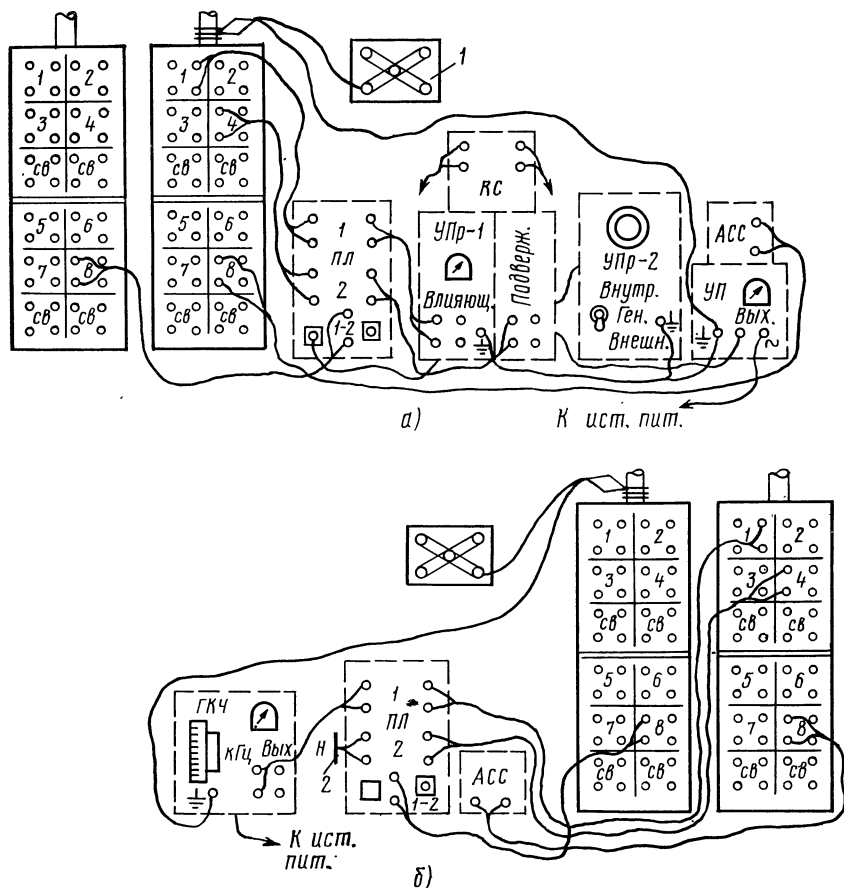


Рис. 8.25. Включение приборов комплекта ИКС-600 при симметрировании на дальнем конце:

а) включение на УП ближнего конца; б) включение на УП дальнего конца:

1 — щиток КИП от изолирующей муфты; 2 — нагрузка

1. Годографы расположены в соответствии с рис. 8.26а. Курбелями переменного контура сдвинуть точку годографа к центру маски и заметить ее местоположение. При переключении на комбинации 2—1 местоположение точки должно измениться незначительно. Добиться, чтобы годограф укладывался в окружность максимальной защищенности.

2. Годографы расположены в соответствии с рис. 8.26б. Включить переменный контур на дальней стыковой муфте. Манипулируя курбелем «С», а затем и другими, сблизить точки комбинаций 1—2 и 2—1 до расстояния, соответствующего диаметру окружности максимальной защищенности.

3. Если годографы занимают положения, указанные в предыдущих пунктах, но они разные по длине (рис. 8.26в, г), то их нужно привести к одной длине переменным контуром, включенным в одной из стыковых муфт, заменить переменный контур постоянным и произвести симметрирование по технологии, указанной в пунктах 1 и 2.

Симметрирование внутричетверочных комбинаций выполняется по технологии пункта 1.

При отсутствии аппаратуры ИКС-600 годографы комплексных связей могут быть получены на приборах КИПЗ с приставкой ИХКС. Порядок измерения и расчета изложены в справочнике первого и второго изданий.

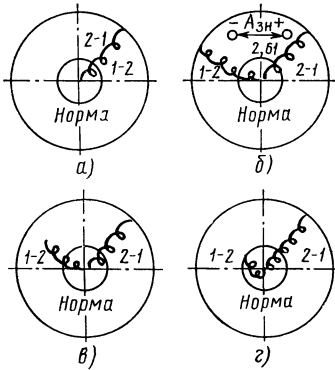


Рис. 8.26. Возможные расположения годографов при симметрировании на дальнем конце

Таблица 8.18

Допустимые распределения значений переходного затухания и защищенности в комбинациях цепей ВЧ кабеля

Ем- кость кабеля	Переходное затухание, дБ				Защищенность, дБ			
	всего комби- наций	от	до	количес- тво ком- бинаций	всего комби- наций	от	до	количес- тво ком- бинаций
7×4	91	≥ 59,1 ≥ 60,8	< 60,8 —	≤ 9 ≥ 82	182	≥ 73,0 ≥ 74,7 ≥ 78,2	< 74,7 < 78,2 —	≤ 18 ≤ 46 ≤ 118
4×4	28	≥ 59,1 ≥ 60,8	< 60,8 —	≤ 3 ≥ 25	56	≥ 71,3 ≥ 74,0 ≥ 78,2	< 74,0 < 78,2 —	≤ 6 ≤ 14 ≥ 36
1×4	1	≥ 60,8	—	1	2	≥ 75,6	—	2

В зависимости от емкости кабеля установлены допустимые количества комбинаций цепей с определенным значением защищенности (табл. 8.18).

По окончании симметрирования и включения контуров противосвязи до запайки свинцовых муфт производится измерение защищенности всех комбинаций цепей по схеме рис. 8.27.

ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

На низкочастотных цепях с дополнительной индуктивностью измеряется частотная характеристика входного (характеристического) сопротивления. Измерения производятся по схеме рис. 8.28 на частотах 0,3; 0,5; 0,8; 1; 2; 2,4; 3;

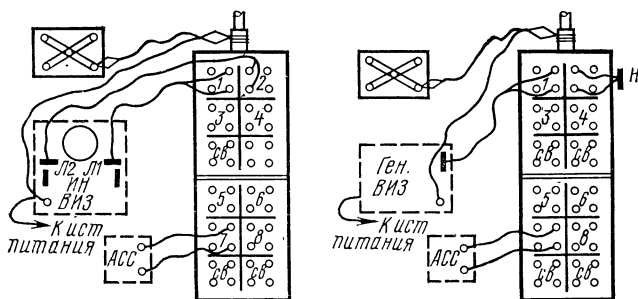


Рис. 8.27. Схема включения приборов при измерении защищенности ВЧ цепей

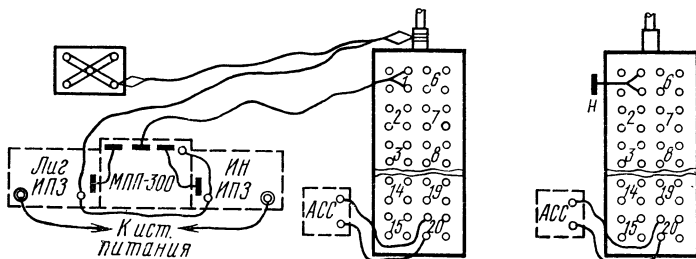


Рис. 8.28. Схема включения приборов при измерении характеристического сопротивления

3,5, а на цепях вещания — на частотах 0,1; 0,4; 0,8; 1; 2; 5; 7; 10; 13 кГц с обеих сторон усилительного участка. Измеренные значения $C_{изм}$ и $G_{изм}$ записываются в протокол.

По формуле $\operatorname{tg} \varphi = (6,28/1000)f(C/G)$ подсчитываются значения $\operatorname{tg} \varphi$ для каждой измеренной частоты. Определяется угол φ для каждой частоты, а затем для найденного угла определяется значение $\cos \varphi$.

По формуле $Z = (\cos \varphi / G_{изм}) 1000$ определяется величина характеристического сопротивления. В формулах приняты следующие обозначения: $C_{изм}$ — величина емкости, показанная прибором МПП-300, мкФ; $G_{изм}$ — величина проводимости, показанная прибором МПП-300, мСм; C — величина емкости, приведенная к φ ; G — величина емкости, приведенная к См; f — частота, кГц. По найденным значениям Z вычерчивается график зависимости характеристического сопротивления от частоты.

Величина характеристического сопротивления может быть получена непосредственным отсчетом при пользовании прибором 12.XL.011. При этом необходимо установить измеряемую частоту, предел измеряемого сопротивления, а ключ «X, Нор, ф» поставить в положение «X». На дальнем конце включить нагрузку в измеряемую пару. Курбелем «Установка» подвести стрелку гальванометра на красную черту (60 делений). Перевести ключ в положение «Нор» и поворотом курбеля «Ω» установить стрелку на красную черту. Прочитать показание гальванометра, помятуя, что цвет шкалы курбеля диапазона сопротивлений должен соответствовать цвету шкалы гальванометра.

ИЗМЕРЕНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

На усилительном участке коаксиальной магистрали снимаются импульсные характеристики каждой коаксиальной пары с обеих сторон участка. Измерения производятся прибором УИП-5к на парах 2,6/9,4 и 2,1/9,4 и УИП-кс на

парах 1,2/4,6 и 2,6/9,4. Выбор зондирующего импульса на приборе УИП-кс определяется по табл. 8.19.

Снятая с экрана прибора УИП-5к характеристика накладывается на имеющуюся градуировочную кривую для оценки отдельных импульсов. При оценке характеристик, снятых со второго и третьего километров линии, значения неоднородностей должны быть умножены на коэффициент 0,8. Для УИП-кс градуировочные кривые составлены с учетом длительности импульса и типа коаксиальной пары. Величина неоднородности равна значению амплитуды, оцененной по градуировочной кривой, помноженному на соответствующий коэффициент, взятый из табл. 8.20.

Таблица 8.19

Зависимость длительности зондирующего импульса от типа коаксиальной пары и номинальной длины участка

Длина участка, км	Длительность импульса, мс, для коаксиальной пары	
	1,2/4,6	2,6/9,4
3,0	0,12	0,06
6,0	0,4	0,12

Таблица 8.20

Коэффициенты к градуировочным кривым прибора УИП-кс

Тип коаксиальной пары	Положение корректора	Номинальная длина участка, км	Положение переключателя усилителя					Точки импульсграммы, накладываемые на начало графика
			3	4	5	6	7	
1,2/4,6 и 2,6/9,4	1 км, 2 км	6	4	2	1	0,5	0,25	} 0; 1 км, 2 км
1,2/4,6 и 2,6/9,4		6	8	4	2	1	0,5	
1,2/4,6		3	4	2	1	0,5	0,25	
2,6/9,4		3	8	4	2	1	0,5	

Из каждой характеристики выбираются три максимальные неоднородности и заносятся в гр. 4, 5, 6 табл. 8.21. Из гр. 4, 5, 6 выбираются три максимальных значения на усилительном участке и заносятся в гр. 7, 8, 9, из которых по рис. 8.29 или по формуле гр. 11 табл. 8.21 определяется среднеквадратическое значение неоднородности.

Количество неоднородностей и их значение подсчитывается для каждого номера коаксиальной пары отдельно по участкам ОУП—ОУП. Допустимые значения приведены в табл. 8.22.

8.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К основным повреждениям кабеля, с которыми приходится встречаться в процессе строительства, относятся: понижение сопротивления изоляции проводов; понижение сопротивления изоляции «оболочка—земля» или «броня—зем-

Таблица 8.21

Определение неоднородностей волнового сопротивления по импульсным характеристикам (с примером заполнения)

Уси- лительный участок	Номер коак- сиаль- ной пары	Измерение со сто- роны	Три максимальные неоднородности						Максимальная неоднородность	Среднеквад- ратическая неод- нородность $\sqrt{\frac{a^2+b^2+c^2}{3}}$
			на коаксиальных парах			на усилитель- ном участке				
			1	2	3	a	b	c		
НУП-5, НУП-6	1	НУП-5 НУП-6	0,26 0,30	0,26 0,27	0,24 0,24	0,30	0,27	0,26	0,3	0,28
	2	НУП-5 НУП-6	0,37 0,26	0,27 0,24	0,25 0,22	0,37	0,27	0,26	0,37	0,30
	3	НУП-5 НУП-6	0,26 0,30	0,21 0,25	0,32 0,22	0,32	0,30	0,26	0,32	0,29

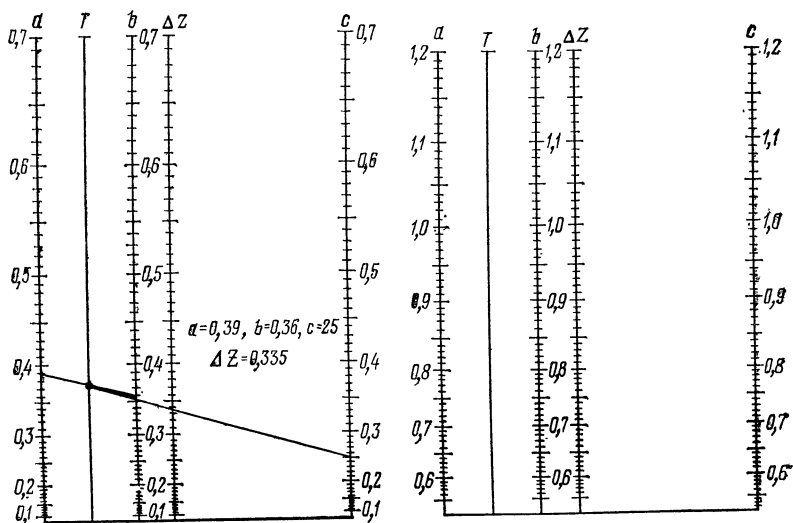


Рис. 8.29. Номограмма для определения среднеквадратического значения волнового сопротивления

Примечание. На осях a и b отложить соответственно значения a и b из табл. 8.19. К этим точкам приложить линейку и отметить точку пересечения с осью T . Найденную точку соединить линейкой с точкой на оси c . Точка пересечения линии с осью ΔZ будет соответствовать среднеквадратическому волновому сопротивлению

ля»; обрыв проводов; пробой диэлектрика; разбитость пар в симметричном кабеле; повышенная разность сопротивления жил в паре.

Таблица 8.22

Норма и допустимое количество максимальных и среднеквадратических значений неоднородностей волнового сопротивления для каждой коаксиальной пары на участке ОУП — ОУП

Тип коаксиальной пары	Максимальные неоднородности		Среднеквадратические неоднородности	
	величина, Ом	количество N^1	величина, Ом	количество N^2
1,2/4,6	$< 1,2$	0,85	$< 1,1$	0,85
1,2/4,6	1,2—1,3	0,15	1,1—1,2	0,15
2,6/9,4	$< 0,6$	0,85	$< 0,45$	0,85
2,6/9,4	0,6—0,8	0,15	0,45—0,6	0,15

¹ N — количество усилительных участков на участке ОУП—ОУП.

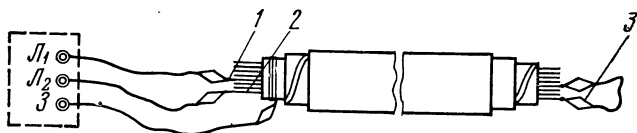
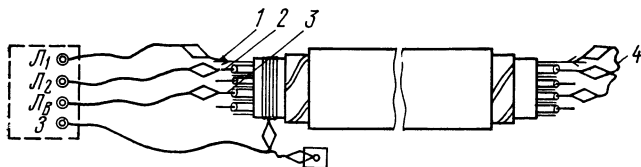
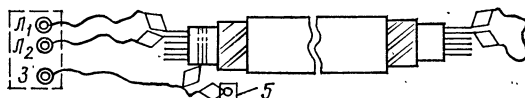


Рис. 8.30. Схема измерения для определения места пониженного сопротивления изоляции и обрыва жил кабеля:
1 — жила с исправной изоляцией; 2 — поврежденная жила;
3 — перемычка из медной проволоки



а)



б)



в)

Рис. 8.31. Схемы измерений при определении места пониженного сопротивления изоляции проводников по методу Фишера:
а) измерения приборами ПКП-2М и ПКП-3; б) первое измерение прибором ПКП-4; в) второе измерение прибором ПКП-4:
1 — жила с исправной изоляцией; 2 — пара с пониженной изоляцией; 3 — пара с исправной изоляцией; 4 — перемычка из медной проволоки; 5 — заземлитель

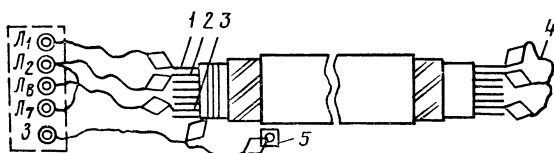


Рис. 8.32. Схема измерений при определении места пониженного сопротивления изоляции жил по методу трех измерений: 1 — жила с исправной изоляцией; 2 — жила с поврежденной изоляцией; 3 — вспомогательная жила; 4 — перемычка из медной проволоки; 5 — заземлитель

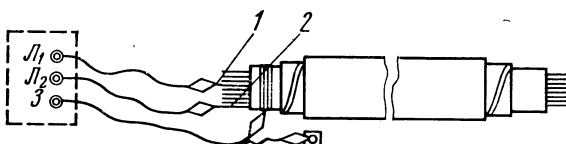


Рис. 8.33. Схема измерения для определения места обрыва проводников: 1 — исправный проводник; 2 — поврежденный проводник,

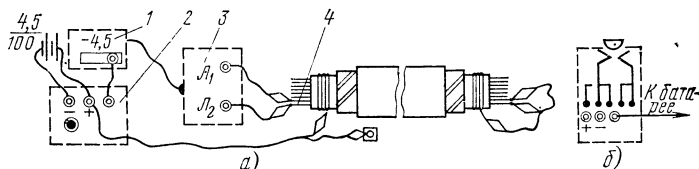


Рис. 8.34. Определение приборами ПКП-2М и ПКП-3 места сосредоточенной асимметрии при питании пульсирующим током: а) схема измерения; б) схема приставки: 1 — батарейный ящик прибора ПКП; 2 — приставка для создания пульсирующего тока; 3 — прибор ПКП-2М и ПКП-3; 4 — пара с повышенной асимметрией

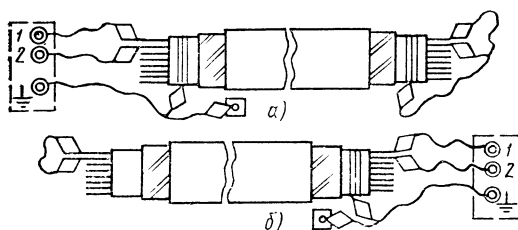


Рис. 8.35. Схемы измерений для определения места сосредоточенной асимметрии прибором ПКП-4: а) для двух измерений с одной стороны; б) для третьего измерения с другой стороны

Рис. 8.36. Схемы измерений для определения приборами ПКП-2М и ПКП-3 места разбитости пары в одной четверке методом сравнения емкостей: 1 — клеммы прибора

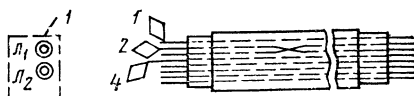


Рис. 8.37. Схемы измерений прибором ПКП-4 для определения места разбитости пар в одной четверке:

1 — клеммы прибора; 2 — заземлитель

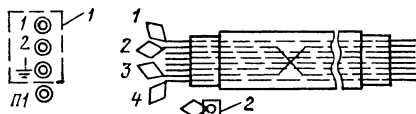
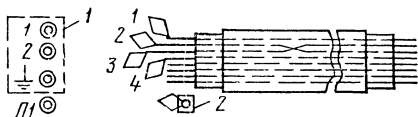


Рис. 8.38. Схемы измерений прибором ПКП-4 для определения места разбитости пар разных четверок:

1 — клеммы прибора; 2 — заземлитель



Рис. 8.39. Схемы измерений прибором ПКП-4 для определения места двойной разбитости пар в одной четверке:

1 — клеммы прибора; 2 — заземлитель

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИБОРОМ ТИПА ПКП

Приборами типа ПКП определяются места пониженного сопротивления изоляции, обрыва проводов, омической асимметрии и разбитости пар. Метод измерения, применяемая схема и формула расчета расстояния до места повреждения зависят от его характера. Наиболее часто применяемые на строительстве способы приведены в табл. 8.23.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ОБРЫВА ПРОВОДОВ (ЖИЛ) ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

При обрыве обеих жил коаксиальной пары, отсутствии исправных жил и когда сопротивление изоляции между проводниками и между каждым проводом и землей в коаксиальной паре понижено и имеет значение порядка нескольких килоом, целесообразно применять импульсный метод. Прибором для определения места обрыва жил импульсным методом служит УИП. Место обрыва фиксируется на экране электроннолучевой трубки прибора по выбросу характеристики вверх. Расстояние до обрыва определяется по калиброванным отметкам, цена делений которых должна быть заранее известна.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА РАЗБИТОСТИ ПАР ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

Импульсный метод дает возможность определить как однократную так и многократную разбитость, не поддающуюся определению прозвонкой. Измерение выполняется прибором Р5—1А. Место разбитости пар фиксируется на электроннолучевой трубке по выбросу характеристики. Расстояние до места разбитости определяется количеством меток на ЭЛТ по формуле $l_x = tq$, где t — цена метки; q — количество меток. Для определения цены меток на исправной паре необходимо сделать искусственное повреждение на определенном расстоянии от места измерения и подсчитать количество меток между передним фронтом и выбросом. При этом $t = l/q$.

Определение места повреждения

Вид повреж- дения	Особенности характера повреждения	Метод измерения	Сопротивление изо- ляции проводников		Количество измерений
			повреж- денного	исправ- ного	
1	2	3	4	5	6
Понижение сопротивле- ния изоля- ции одного или несколь- ких провод- ников	Наличие исправного проводника, по со- противлению равно- го поврежденному. Повреждение на коротком участке (строительной дли- не)	Мост с переменным отношением плеч. Метод Мурья	< 10 МОм	Больше в 400 раз	Одно из- мерение
		Мост с постоянным отношением плеч. Метод Варлея	< 10 кОм	Больше в 400 раз	1-е изм. 2-е изм.
		Мост с постоянным отношением плеч. Метод трех изме- рений	< 10 МОм	Больше в 400 раз	1-е изм. 2-е изм. 3-е изм.
	Наличие исправного проводника, по со- противлению не равного поврежден- ному	Мост с переменным отношением плеч. Метод Фишера ¹	< 10 МОм	Больше в 400 раз	1-е изм. 2-е изм.
Пониженное сопротивле- ние изоля- ции всех жил	Сопротивление про- водников одинако- вое	Мост с переменным отношением плеч. Метод Купфмюлле- ра	От 0,1 до 10 МОм	—	1-е изм. 2-е изм.
Обрыв про- водников	Наличие целого про- водника с исправ- ной изоляцией	Мостовой метод с питанием схемы пульсирующим то- ком. Мост перемен- ного тока	—	—	Одно из- мерение

кабельной линии приборами типа ПКП

Таблица 8.23

Положение переключателя прибора			Включение шнуров в клеммы	Операция на дальнем конце	Расчетная формула	Схема на рис. №
ПКП-2М	ПКП-3	ПКП-4				
7	8	9	10	11	12	13
M_1	M_1	M	L_1, L_2, L_3	Измеряемые проводники закоротить	$l_x = Kl$ $l_x = \frac{l - K_B}{2 - K_A - K_B} l^2)$	8.30
ШД	ШД	$Вл (I)$	L_1, L_2, L_3		$l_x = \frac{R_{\text{ШЛ}} - n R_M}{R_{\text{ШЛ}} (1 + n)} 2l$ $l_x = \frac{R_{MB}}{R_{MA} + R_{MB}} l^2)$	8.30
$\begin{matrix} 2 \\ I \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 2 \\ I \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} Вл (I) \\ II \\ III \end{matrix}$	$\begin{matrix} L_1, L_2^*), \\ L_3, L_4 \end{matrix}$ $\begin{matrix} L_1, L_2^*), \\ L_3, L_4, L_5 \end{matrix}$		$l_x = \frac{R_{M2} - R_{M1}}{R_{M2} - R_{M3}} l$ $l_x = \frac{l - l_{xB}}{2l - l_{xA} - l_{xB}} l^2)$	8.32
M_1	M_1	—	$L_1, L_2^*), L_3$		$a) l_x = K_1/K_2;$ $б) l_x = \frac{K_1}{2 - K_2} l;$ $в) l_x = \frac{2 - k_1}{2 - k_2} l;$ $l_x = \frac{l - l_{xB}}{2l - l_{xA} - l_{xB}} l^2)$	8.31
M_2	M_2	M	$L_1, L_2^*), L_3$	Закоротить, изолировать	$l_x = \frac{K_{K3} - K_{XX}}{1 - K_{XX}} l$	8.30
—	M_1	M	L_1, L_2, L_3		$l_x = Kl$	8.30
$И$	$И$	$\begin{matrix} I^3) \\ \text{или } I_{0\approx} \end{matrix}$	L_1, L_2, L_3	Измеряемые проводники закоротить	$l_x = Kl$	8.30

1	2	3	4	5	6
Обрыв всех проводников	Рабочие емкости исправного и поврежденного проводников одинаковы	Способ сравнения емкостей	100—200 МОм	100—200 МОм	Два измерения
Омическая асимметрия	Разность электрических сопротивлений не менее 5,0 Ом	Мост с постоянным отношением плеч при питании схемы пульсирующим током	—	—	1-е изм. при питании от 4,5 В
					2-е изм. при питании от 100 В
	> 5,0 Ом	Мост переменного тока при переменном отношении плеч	—	—	Два измерения
	< 5,0 Ом				Два изм. с одного конца и одно с другого
Разбитость пар	Одна разбитость в одной четверке	Измерение емкости между жилами	—	—	Три измерения
		Мост переменного тока при переменном отношении плеч	—	—	Два измерения
	Одна разбитость в разных четверках или парном кабеле	Мост переменного тока при переменном отношении плеч	—	—	
	Две разбитости в одной четверке		—	—	Три измерения

¹ При определении места повреждения методом Фишера следует иметь в виду, что нях расчет производится по формуле а); при балансировке прибора при первом используется формула б); при балансировке прибора в положении *Мост 2* («2-1») при

² Формулой пользоваться при измерении с обоих концов.

³ $C_M \sim$, $l_0 \sim$ означает, что измерения выполняются на частоте 10 Гц; $C_M \sim$, $l_0 \sim$ — на выше трех километров.

⁴ l_y определяется после двух измерений: $l_y = [(990 - R_{M1}) / (1980 - R_{M1} - R_{M2})] l$; где $R_{xx} = 990 / R_{M1}$ и $R_{xz} = 990 / R_{M2}$.

⁵ При измерении приборами ПКП-2М и ПКП-3.

⁶ То же, прибором ПКП-4.

Примечания: 1. В формулах приняты следующие буквенные обозначения: l — лей декад сопротивлений моста прибора типа ПКП; индексы: x — искомая величина; холостой ход; $k3$ — короткое замыкание; A — асимметрия.

2. Поврежденный проводник всегда подключается в клемме L_2 .

3. В качестве заземлителя может быть использован любой металлический стержень

Окончание табл. 8.23

7	8	9	10	11	12	13
RC	C	C или C ₃ ³⁾ C _M ~ C _M ~	L ₁ , L ₂ , З	Измеряемые провод- ники изолировать	$l_x = \frac{C_x}{C_l} l$	8.33
A	A	—	L ₁ , L ₂	Измеряемые провод- ники закоротить и заземлить	$l_x = \left(1 - \frac{R_{M2}}{R_{M1}}\right) l$	8.34
A	A	—	L ₁ , L ₂	Измеряемые провод- ники закоротить		
—	—	l_{AI} l_{AII}	1, 2, 3	Закоротить	$l_x = \left(1 - \frac{R_{M2}}{R_{M1}}\right) l$	8.35
—	—	l_{AI} l_{AII} l_{AIII}	1, 2, 3		$l_x = \frac{R_{M1A} - R_{M2A} + R_{MB}}{2 R_{M1A}} l$	
L ₁ —L ₂	RC (C)	Не участ- вует	L ₁ , L ₂	Измеряемые провод- ники изолировать	$l_x = \frac{C_2 - C_1}{C_3 - C_1} l$	8.36
—	—	$i_3^3)$ или l_0	L ₁ , L ₂ , П ₁ , З		$l_x = \frac{990 - R_{M1}}{1980 - R_{M1} - R_{M2}} l$	8.37
—	—				$l_x = \frac{R_{M1}}{R_{M1} + R_{M2}} l$	8.38
—	—				$l_{x1} = l_x - \frac{l_y}{2}$ $l_{x2} = l_x + \frac{l_y}{2}$	8.39

при балансировке прибора в положении *Мост 1* (для ПКП-4 — «1-2») при обоих измерениях в положении *Мост 1* («1-2»), а при втором — в положении *Мост 2* («2-1») обоих измерениях пользуются формулой в).

частоте 800 Гц. На частотах 10 Гц измеряются участки до трех километров, на 800 Гц —

l_x определяется после третьего измерения: $l_x = [(P_{xx} - P_{K3}) / (P_{xx} - 1) (P_{K3} + 1)] 2l$,

длина; C — емкость; K — коэффициент, равный $2R_M / (990 + R_M)$; R_M — показание курбе-
1, 2... — номера измерений; A, Б — конец, с которого производились измерения: хх —

длиной 0,6—0,8 м.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПРОБОЯ ИЗОЛЯЦИИ

Место пробоя изоляции на кабеле определяется и отыскивается комплектом приборов КОП (комплект определения пробоя). Для измерений по определению места пробоя изоляции в паре проводников необходима еще одна вспомогательная пара с электрическим сопротивлением, равным сопротивлению поврежденной пары.

В процессе определения выполняются следующие операции.

1. По схеме рис. 8.40а определяется напряжение пробоя $U_{пр}$ поврежденной пары и проверяется электрическая прочность изоляции вспомогательной, которая должна соответствовать установленным нормам как внутри пары, так и по отношению к проводникам поврежденной пары.

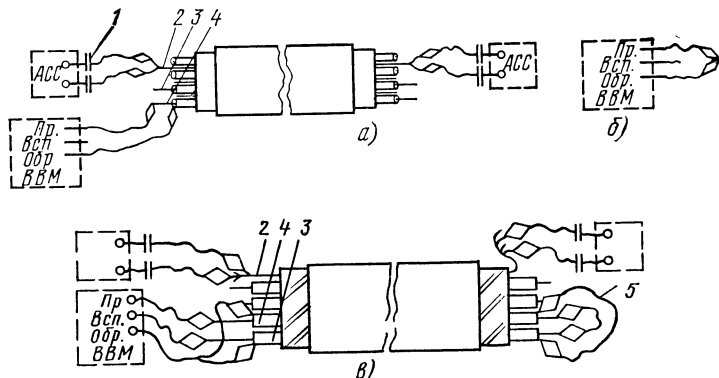


Рис. 8.40. Схемы измерений для определения места пробоя изоляции проводников:

1 — разделительный конденсатор; 2 — симметричные элементы; 3 — вспомогательная пара; 4 — поврежденная пара; 5 — перемычка

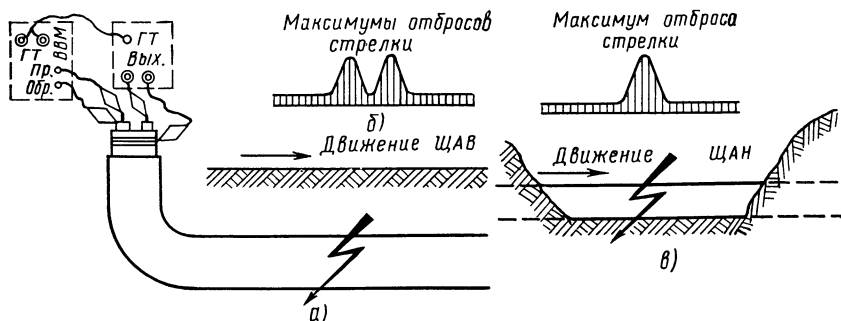


Рис. 8.41. Схемы измерений при отыскании места пробоя изоляции

2. По схеме рис. 8.40б устанавливается напряжение пробоя разрядника, равное 400 В.

3. По схеме рис. 8.40в под напряжением $1,2(U_{пр} + 400)$ В, но не более 4000 В мост балансируется. Балансировка выполняется переключателями «Чувст. гальв.», « $\times 0,1$ », « $\times 0,01$ », « $\times 0,001$ », кнопкой «К» и контролируется гальванометром. Расстояние до места повреждения определяется по формуле $l_x = KI$, где K — коэффициент, равный сумме показаний курбелей « $\times 0,1 \dots \times 0,001$ »; l — длина измеряемого кабеля, которую рекомендуется определить рулеткой.

4. По схеме рис. 8.41а на трассе отыскивается место пробоя. Расстояние от места включения ВВМ до места пробоя изоляции должно быть не более 3 км на коаксиальном кабеле и 1,5 км на симметричном. Для поиска применяются приборы: ВВМ-77, УУО, ГТ и один из шупов. Разрядник регулируется на напряжение 2 кВ при $U_{пр} < 2$ кВ, при этом в кабель подается напряжение, равное $U_{пр} + 2$ кВ. Если $U_{пр} > 2$ кВ, разрядник закорачивается. Выносной шуп ЩАВ определяет точку пробоя с поверхности грунта (без раскопки). Обе его рамки должны располагаться по оси трассы над кабелем. При движении вдоль трассы с включенным усилителем (УУО) рамка ориентируется так, чтобы получить минимум звука и отклонения стрелки прибора на усилителе. Стрелка покажет максимальное отклонение, когда каждая рамка окажется над местом пробоя.

На установленном месте пробоя (рис. 8.41б) откопать шурф, очистить кабель от грунта, включить вместо ЩАВ шуп ЩАН и определить точку максимального отброса стрелки прибора (рис. 8.41в). Для определения места пробоя на кабеле, проложенном в болотном грунте, пользуются шупом ЩАБ. Положения переключателей при работе ВВМ-77 на разных операциях приведены в табл. 8.24.

Т а б л и ц а 8.24

Положения переключателей ВВМ при работе по определению места пробоя изоляции

Операция	Рисунок	Положения переключателей			
		Чувств. гальв.	$\times 0,1$	$\times 0,01$	$\times 0,001$
1	8.40а	—	Испыт.	—	—
2	8.40б	—	ИП	—	—
3	8.40в	от 1 до 4	от 1 до 9	5; от 5 до 1 или от 5 до 9	от 1 до 10
4	8.41а	—	ИП	—	—

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРАССЫ КАБЕЛЯ ИСКАТЕЛЕМ

Трасса прокладки кабеля и глубина его заложения определяются кабелеискателем. В состав любого кабелеискателя входят два прибора: генератор и искатель. Наибольшее распространение в практике строительства имеет искатель типа ИП-7, который может работать с любым низкочастотным генератором (1020 ± 60 Гц) типа ГКИ, ГИП или ИПЛ-4. Преимущественно используется генератор ГКИ. Включение генератора в кабель производится по схеме рис. 8.42а. До включения генератора необходимо определить входное сопротивление кабеля и установить род работы генератора — импульсный или непрерывный.

Определение трассы ведется индуктивным методом по схеме рис. 8.42б, в. При положении 1 катушки на искателе поиск ведется по максимальному звуку в головном телефоне, а при положении 2 — по минимальному звуку. Последнее расположение катушки дает наиболее точные результаты. При наличии значительных помех тумблер необходимо поставить в положение «Узкая полоса».

При определении глубины залегания кабеля включение генератора в кабель выполняется по схеме рис. 8.42а. Искателем ИП-7 определяется (желательно наиболее точно) отрезок трассы длиной 1—2 м и линия трассы нано-

сится на местности. Поиск ведется по схеме рис. 8.42в. Искатель располагается параллельно поверхности земли и перпендикулярно линии трассы так, чтобы рукоятка искателя была ближе к трассе, а катушка, установленная под углом 45° к поверхности земли, — дальше от линии. Передвигая искатель перпендикулярно трассе, находят максимум звука. Местоположение центра катушки

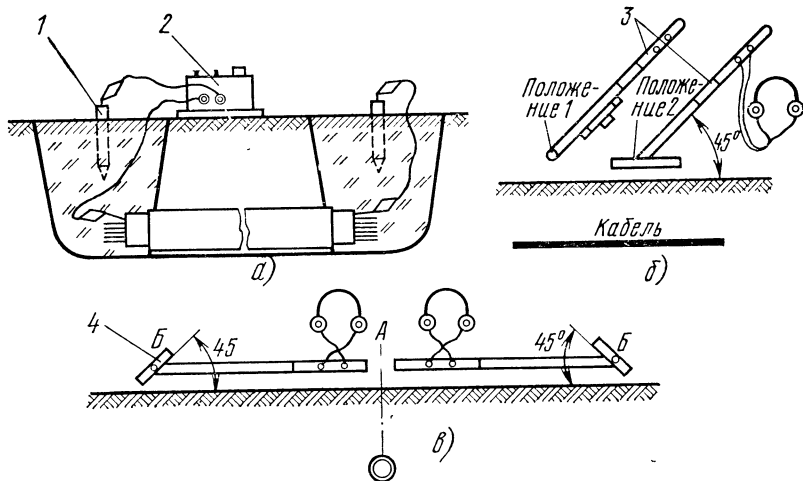


Рис. 8.42. Поиск трассы кабеля и глубины его заложения:

а) включение генератора в жилы кабеля; б) поиск трассы кабелеискателем; в) определение кабелеискателем глубины заложения кабеля:

1 — заземлитель; 2 — генератор; 3 — кабелеискатель; 4 — катушка кабелеискателя

отмечают на поверхности земли. Расстояние от центра катушки до линии трассы (на рисунке линия А—Б) соответствует глубине залегания кабеля. Для уточнения полученного значения производят аналогичные измерения с другой стороны линии трассы. За истинное значение глубины заложения кабеля принимают среднеарифметическое значение двух измерений.

8.5. ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОИЗМЕРЕНИЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Приемо-сдаточные электроизмерения производятся представителем строительства совместно с представителем организации, принимающей в эксплуатацию построенные линейно-кабельные сооружения. Измерения осуществляются на смонтированных усилительных участках между оконечными разделками кабеля. Нормы и объемы обязательных измерений в зависимости от типа кабеля и его назначения указаны в табл. 8.25—8.33.

ИЗМЕРЕНИЕ СИММЕТРИЧНЫХ КАБЕЛЕЙ

Таблица 8.25

Электрические нормы и объемы приемо-сдаточных измерений
постоянным током междугородных кабелей симметричной конструкции

Характеристика	Единица измерения	Норма	Объем измерения
Сопротивление изоляции между каждой жилой и остальными жилами, соединенными с заземленной металлической оболочкой (экраном), приведенное к 20°C	МОм · км	10 000	Все жилы по одной
Сопротивление изоляции полиэтиленового шлангового защитного покрова кабеля: — между оболочкой (экраном) и землей (для кабеля без брони) — между оболочкой и броней — между броней и землей	МОм · км	5,0 5,0 5,0	Каждый кабель
Сопротивление изоляции поливинилхлоридного шлангового защитного покрова кабеля 1×4×1,2 между экраном и землей	кОм·км	50,0	То же
Сопротивление шлейфа, приведенное к температуре 20° С, не более, для: ВЧ кабелей НЧ кабелей	Ом/км	$46/d^2$ $47,2/d^2$	Все цепи, кроме сигнальных
Разность сопротивлений жил в рабочей паре (омическая асимметрия)	Ом	$(0,23/d^2) \sqrt{l}$	То же
Электрическая прочность изоляции жил высокочастотных кабелей: — между всеми жилами, соединенными в пучок, и заземленной оболочкой (экраном) — между каждой жилой и всеми жилами, соединенными в пучок	В пост. тока	2000 1500	Одно испытание на кабель Одно испытание на жилу
Электрическая прочность изоляции жил низкочастотных кабелей: — между всеми жилами, соединенными в пучок, и заземленной металлической оболочкой для неэкранированных однородных и неэкранированных жил комбинированных кабелей — между каждой жилой и остальными жилами, соединенными в пучок, для жил диаметром: 0,8 и 0,9 мм 1,2 и 1,4 мм — между жилами и экраном, соединенным с металлической оболочкой, для жил диаметром: 0,8 и 0,9 мм 1,2 и 1,4 мм	В пост. тока	1800 700 1000 1000 1800	Одно испытание на кабель Одно испытание на жилу Одно испытание на кабель

Т а б л и ц а 8.26

**Электрические нормы и объемы приемо-сдаточных измерений
переменным током НЧ цепей междугородных кабелей**

Характеристика	Единица измерения	Норма для цепей, оборудованных усилителями			Объем измерений
		универсальными при частоте 800 Гц		вещания при частоте 5 кГц	
		2-проводные	4-проводные		
Характеристическое сопротивление пар пупинизированных цепей	Г	Табл. 8.27		Табл. 8.28	Пупинизированные цепи с двух сторон усильтельного участка
Защищенность цепей, не менее: на ближнем конце	дБ	61,0	65	85,0	Между цепями внутри четверок с обеих сторон усильтельного участка
на дальнем конце		61,0	65	85,0	Между цепями внутри четверок и смежными цепями внутри повивов с одной стороны усильтельного участка без перемычек

Примечание. Одна цепь с наибольшим отклонением характеристического сопротивления от номинального значения должна быть измерена на частотах: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 2,0; 2,4; 3,0; 3,5 кГц (для катушек 70 и 100 мГ). Цепь вещания должна быть измерена на частотах: 0,1; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 5; 7; 8; 10 кГц (для катушек 7,65 и 12 мГ) и 13 кГц (для катушек 7,65 мГ).

Т а б л и ц а 8.27

**Типовые частотные характеристики характеристического сопротивления Z_c
экранированных пар с дополнительной индуктивностью**

Диаметр	Система пупинизации		Z_c , Ом, на частотах, кГц									
	индуктивность катушки, мГ	шаг пупинизации, км										
			0,1	0,4	0,8	1	2	5	7	8	10	13
1,4	12	1,7	1080	640	525	495	485	520	590	655	975	—
1,4	7,65	1,7	1070	545	445	430	405	410	440	440	450	800

Примечание. Отклонения от номинальных величин должны быть не более $\pm 9\%$.

Таблица 8.28

Типовые частотные характеристики характеристического сопротивления Z_c пар с дополнительной индуктивностью

№ пп.	Диаметр жил, мм	Система пу- тинизации		Z_c , Ом, на частотах, кГц							
		индуктивность катушки, мГ	шаг пупини- зации, км								
				0,3	0,5	0,8	1,0	2,0	2,4	3,0	3,5
1	0,9	140/56	1,7	$\frac{1640}{835}$	$\frac{1600}{790}$	$\frac{1590}{775}$	$\frac{1600}{785}$	$\frac{1910}{870}$	$\frac{2180}{925}$	$\frac{3280}{1010}$	—
2	1,2	100/70	1,7	$\frac{1490}{775}$	$\frac{1485}{775}$	$\frac{1490}{780}$	$\frac{1495}{795}$	$\frac{1605}{955}$	$\frac{1715}{1070}$	$\frac{1925}{1315}$	—
3	1,4	140/56	1,7	$\frac{1520}{760}$	$\frac{1525}{755}$	$\frac{1550}{760}$	$\frac{1570}{770}$	$\frac{1860}{850}$	$\frac{2125}{905}$	$\frac{3220}{1070}$	—
4	0,9	70	1,7	1325	1230	1200	1205	1270	1315	1425	1575
5	1,2	70	1,7	1170	1155	1150	1150	1230	1280	1400	1565
6	0,9	100	1,2	1735	1680	1680	1700	1785	1860	2020	2230
7	1,2	100	1,2	1625	1615	1620	1630	1735	1815	1990	2220

Примечания: 1. В числителе (пп. 1, 2, 3) приведены данные для основной пары, в знаменателе — для искусственной цепи.

2. Отклонения от номинальных величин должны быть не более: для двухпроводных пар (цепей) (пп. 1—5 и 7, 8) $\pm 5\%$; для четырехпроводных пар (цепей) (пп. 1—3) $\pm 9\%$.

ИЗМЕРЕНИЕ КОАКСИАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Таблица 8.29

Типовая частотная зависимость номинальных значений
характеристического сопротивления Z_c рабочей пары
с дополнительной индуктивностью 100 мГ (диаметр 0,9 мм)
в коаксиальном кабеле

Частота, кГц	Z_c , Ом, при шаге, м		Частота, кГц	Z_c , Ом, при шаге, м		Частота, кГц	Z_c , Ом, при шаге, м	
	1000	1200		1000	1200		1000	1200
0,3	1760	1650	1,3	1765	1630	2,2	1870	1755
0,4	1740	1615	1,4	1770	1640	2,3	1885	1770
0,5	1735	1595	1,5	1780	1650	2,4	1905	1795
0,6	1730	1585	1,6	1790	1660	2,5	1925	1820
0,7	1730	1585	1,7	1800	1675	2,6	1950	1845
0,8	1740	1590	1,8	1810	1685	2,7	1975	1875
0,9	1740	1595	1,9	1825	1700	2,8	2000	1905
1,0	1745	1605	2,0	1840	1715	2,9	2025	1940
1,1	1750	1610	2,1	1855	1735	3,0	2055	1975
1,2	1755	1620	—	—	—	—	—	—

Таблица 8.30

**Электрические нормы и объемы приемо-сдаточных измерений
переменным током ВЧ цепей**

Характеристика	Емкость кабеля	Количество комби- наций	Норма, дБ, для количества комбинаций		
			100%	90%	65%
Защищенность на дальнем кон- це для аппаратуры, не менее: КВ-12; К-24; К-60	7×4×1,2 4×4×1,2 1×4×1,2 ¹⁾	182 56 2	72,96 71,22 71 ²⁾	74,70 73,83 —	78,17 78,17 76
КАМА на сетях ГТС	7×4×1,2 4×4×1,2	182 56	} 65	68	69
Переходное затухание на ближ- нем конце для аппаратуры, не менее: КВ-12; К-24; К-60	7×4×1,2 4×4×1,2 1×4×1,2	91 28 1			
КАМА на сетях ГТС	7×4×1,2 4×4×1,2	91 28	} 54	56	59

¹ Для зоновой связи.

² Для кабелей емкостью 1×4 за 100% принимается общее количество комбинаций взаим-
ного влияния в кабеле одного направления передачи на участке ОУП — ОУП.

Таблица 8.31

**Электрические нормы и объемы приемо-сдаточных измерений
коаксиальных кабелей постоянным током
на смонтированном усилительном участке**

Характеристика	Единица измерения	Норма	Объем измерений
1	2	3	4
Коаксиальные пары 2,6/9,4			
Сопротивление изоляции между внутренними и внешними провод- никами, не менее	МОм·км	10000	Все пары в кабеле

Продолжение табл. 8.3г

1	2	3	4
Сопротивление проводников, приведенное к 20° С, не менее: внутреннего внешнего	Ом/км	3,7 2,5	Проводники всех пар То же
Электрическая прочность изоляции: — между внутренним и внешним проводниками — между внешним проводником и всеми остальными, соединенными с заземленной оболочкой	В пост. тока	3000 300	Все коаксиальные пары Все внешние проводники

Коаксиальные пары 1,2/4,6

Сопротивление изоляции между внутренним и внешними проводниками, не менее	МОм·км	10000	Все пары в кабеле
Сопротивление проводников при 20°С, не более: внутреннего внешнего	Ом/км	15,85 8,0	Проводники всех пар
Электрическая прочность изоляции: — между внутренним и внешним проводниками — между внешним проводником и всеми остальными, соединенными с заземленной оболочкой	В пост. тока	2000 200	Все коаксиальные пары Все внешние проводники

Коаксиальные пары 2,1/9,4

Сопротивление изоляции, не менее: — между внутренним и внешним проводниками — между внешним алюминиевым проводником кабеля и землей (для подземного кабеля)	МОм·км	10000 10	Одно измерение
Сопротивление шлейфа коаксиальной пары, приведенное к 20° С, не более	Ом/км	6,65	Одно измерение
Электрическая прочность изоляции между внутренним и внешним проводниками	В пост. тока	3000	Одно испытание

Окончание табл. 8.31

1	2	3	4
Симметричные четверки и отдельные пары коаксиальных кабелей			
Сопrotивление изоляции между каждой жилой и всеми остальными, соединенными с внешними проводниками и заземленной металлической оболочкой, приведенное к 20° С, не менее: — жилы с бумажной изоляцией — жилы с полиэтиленовой изоляцией	МОм·км	3000 5000	Все жилы по одной »
Сопrotивление шлейфа рабочей пары, приведенное к 20° С, не более: — жилы диаметром 0,9 мм — жилы диаметром 0,7 мм	Ом/км	57,0 100,0	Все пары »
Разность электрических сопротивлений жил рабочей пары, не более	Ом	$\frac{0,4}{d^2} \sqrt{l}$	
Электрическая прочность изоляции между каждой жилой диаметром 0,7 мм и всеми остальными, соединенными с внешними проводниками и заземленной металлической оболочкой	В пост. тока	500	Все жилы по одной
То же, жил диаметром 0,9 мм: в бумажной изоляции в полиэтиленовой изоляции в четверке в парах и отдельные жилы	В пост. тока	700 800 1000	Все жилы по одной, кроме пупинизированных » Все жилы по одной
Контрольная жила			
Сопrotивление изоляции между контрольной жилой и соединенными между собой внешними проводниками	МОм·участок	10,0	Одно измерение
Электрическая прочность изоляции между контрольной жилой и соединенными между собой внешними проводниками	В пост. тока	300	Одно испытание
Сопrotивление изоляции полиэтиленового шлангового покрова кабеля: — между оболочкой (экраном) и землей (для кабеля без брони) — между оболочкой и броней — между броней и землей	МОм·км	5,0 5,0 5,0	Каждый кабель

Примечания: 1. На каждые 0,01 МПа (0,1 кгс/см²) избыточного давления в кабеле увеличить испытательное напряжение коаксиальных пар на 100 В, симметричных элементов на 15 В.

2. В высокогорных районах уменьшить испытательное напряжение на 50 В на каждые 500 м высоты.

3. Нормы и правила приемки кабелей с защитными покровами уточняются решением Министерства связи СССР.

Таблица 8.32

Электрические нормы и объем приемо-сдаточных измерений коаксиальных кабелей переменным током

Характеристика	Единица измерения	Норма	Объем измерений
Коаксиальные пары 2,6/9,4			
Максимальная величина неоднородности волнового сопротивления, не более, для: — 100% участков каждой коаксиальной пары на участке ОУП—ОУП — 85% участков	Ом	0,8 0,6	Каждая коаксиальная пара с обеих сторон измеряемого участка
Среднеквадратическое значение из трех максимальных неоднородностей каждой пары, не более, для: — 100% участков каждой коаксиальной пары на участке ОУП—ОУП — 85% участков	Ом	0,6 0,45	—
Коаксиальные пары 1,2/4,6			
Максимальная величина неоднородности волнового сопротивления, не более, для: — 100% участков каждой коаксиальной пары на участке ОУП—ОУП — 85% участков	Ом	1,3 1,2	Каждая коаксиальная пара с обеих сторон измеряемого участка
Среднеквадратическое значение из трех максимальных неоднородностей каждой пары, не более, для: — 100% участков каждой коаксиальной пары на участке ОУП—ОУП — 85% участков	Ом	1,2 1,1	—
Коаксиальные пары 2,1/9,4			
Максимальная величина неоднородности волнового сопротивления, не более	Ом	2,4	С обеих сторон измеряемого участка
Симметричные четверки и отдельные пары			
Переходное затухание на ближнем конце между парами, уплотненными системой К-24К на частоте 110 кГц, не менее	дБ	78,17	Одно измерение
Характеристическое сопротивление пупинизированной пары на частотах 0,3—3,0 кГц	См. табл. 8.29		По два измерения с каждой стороны участка ОУП—ОУП

Примечание. Распределение максимальных и среднеквадратических значений неоднородностей волнового сопротивления на участке ОУП—ОУП для каждой коаксиальной пары определяется отдельно, т. е. за 100% принимается количество участков-пар с одинаковыми номерами.

Таблица 8.33

Электрические нормы и объем приемо-сдаточных измерений линий ГТС

Характеристика	Единица измерения	Тип кабеля и диаметр жил									Объем из- мерений, %
		ТГ (Б, К)			ТПП (С, Б)			ТЗГ (Б, К)			
		0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	
Сопротивление изоляции между каждой жилой и всеми остальными, соединенными с металлической оболочкой (экраном), приведенное к 20°С (без оконечных устройств) То же, с оконечными устройствами Сопротивление шлейфа пары жил, приведенное к 20°С Рабочая емкость на частоте 0,8 кГц Переходное затухание на ближнем конце на частоте 0,8 кГц Собственное затухание основной цепи на магистральных пупинизированных кабелях	МОм·км	2000	2000	2000	2000	2000	2000	10000	10000	10000	100
	Ом/км	1000 296	1000 190	1000 96	1000 296	1000 192	1000 96	3000 72,5	3000 57	3000 32,3	100 5, но не менее одной пары
	мкФ/км	0,055	0,055	0,44	0,05	0,05	0,05	0,36	0,36	0,36	10 —
	дБ	Все комбинации пар прослушиваются. Для комбинаций, на которых прослушивается генератор, установлена норма: 69,5 дБ для 100% и 69 дБ для 5% пар. Норма определяется проектом									100 ¹
дБ											

¹ В пупинизированных кабелях межстанционной связи измеряются одна-две пары.

8.6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Приборы типа ПКП (ПКП-2, ПКП-2М, ПКП-3 и ПКП-4) для измерения кабеля постоянным током получили широкое распространение. Эти приборы различаются как по конструктивным показателям, так и по техническим характеристикам (табл. 8.34 и 8.35).

Таблица 8.34

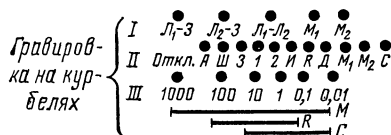
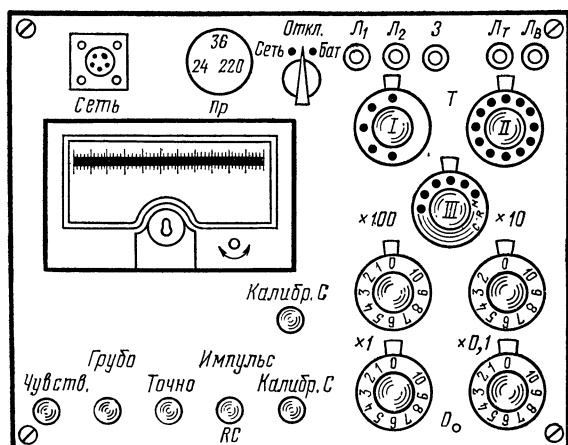
**Основные конструктивные данные приборов типа ПКП
и источников питания к ним**

Марка прибора	Габариты, мм	Масса, кг	Источники питания	
			наименование	количество, шт.
ПКП-2М (рис. 8.43) Измерительная упаковка Батарейный ящик	410×320×215 365×165×200	10,0 6,0	145-У 70—АМЦ—Г—У—1,3	3 и 2 2
ПКП-3 (рис. 8.44) Прибор с батареями в одной упаковке	398×319×267	14,5	165-У; 373; переменный ток 220, 36 и 24 В	3;5
ПКП-4 (рис. 8.45) Прибор с батареями в одной упаковке	460×330×250	15,5	А-343; пост. ток 12—18 В, переменный ток 220 В; 24 В	12

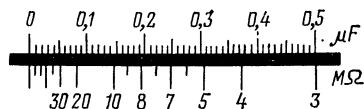
Таблица 8.35

Основные технические характеристики приборов типа ПКП

Измеряемая характеристика	Пределы измерения		
	ПКП-2М (рис. 8.43)	ПКП-3 (рис. 8.44)	ПКП-4 (рис. 8.45)
Сопротивление изоляции, МОм	0,1—300 300—50000	0,3—10000	0,1—1000 1000—20000
Сопротивление проводников, Ом	0,001—111000	0,01—111000	0,1—100000
Разность сопротивлений жил, Ом	От 0,001	От 0,001	0,1—100
Электрическая емкость, мкФ	0,05—0,4 0,5—4,0	—	0,1—10
Определение места повреждения (количество способов)	12	12	24



а)



б)

Рис. 8.44. Внешний вид панели прибора ПКП-3:
а) панель; б) шкала микроамперметра

Мегомметр МЕГ-9 предназначен для измерения сопротивления изоляции в пределах от 1 до 100 000 МОм. Прибор имеет пять пределов измерения: $\times 1$; $\times 10$; $\times 100$; $\times 1000$; $\times 10\,000$. Питание прибора осуществляется от двух элементов. Габариты прибора $310 \times 210 \times 175$ мм, масса 6,6 кг.

Прибор ТИУ-64 (рис. 8.46) предназначен для испытания электрической прочности изоляции и тренировки кабеля. Габаритные размеры $280 \times 160 \times 200$ мм, масса 5,0 кг без батарей. Источником напряжения служит ручной индуктор, который при 60—70 об/мин с помощью регулятора напряжения дает на выходных клеммах 300—4000 В. При длительной работе (тренировке) индуктор может быть заменен батареей из шести элементов, расположенных в крышке прибора. Напряжение индуктора выпрямляется, через мультивибратор поступает на трансформатор, а затем через удвоитель — на входные клеммы. Контроль напряжения производится по киловольтметру.

Искатель ИМПИ-2 предназначен для отыскания места повреждения полиэтиленового шланга на металлической оболочке кабеля, пластиковой оболочки на экране и изоляции жил кабеля без экрана или металлической оболочки. Кроме того, ИМПИ-2 может быть использован в качестве кабелеискателя для

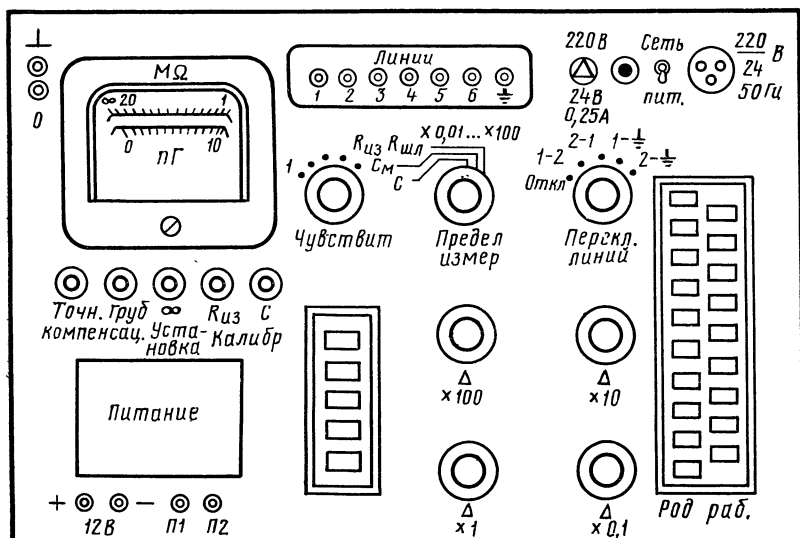


Рис. 8.45. Внешний вид панели прибора ПКП-4

Т а б л и ц а 8.36

Характерные повреждения прибора ПКП-3М

Характер повреждения	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания прибор не работает	Перегорел предохранитель Отсутствие контакта на батареях	Сменить предохранитель, установить держатель предохранителя на соответствующее напряжение Открыть крышку батарейного отсека, зачистить контактные выводы батарей и контактные пружины
На шкале прибора нет изображения светового указателя	Нарушена фокусировка	Отвинтить колпачок, закрывающий патрон осветителя, и перемещать головку патрона до тех пор, пока не будет получена четкая фокусировка
Прибор не калибруется при измерении емкости	Отсутствие контакта в разъеме реле	Проверить надежность контакта в разъеме реле
При установке ручки «Калибровка С» в правое крайнее положение и нажатии кнопок «Точно» и «Калибровка С» световой указатель не достигает конечной отметки шкалы. Недостаточная яркость указателя	Разрядились батареи	Проверить напряжение батарей и в случае необходимости заменить их

Рис. 8.46. Внешний вид панели прибора ТИУ-64

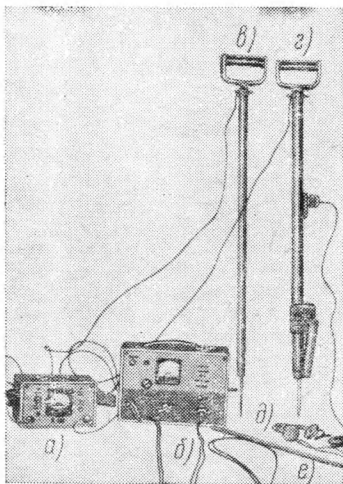
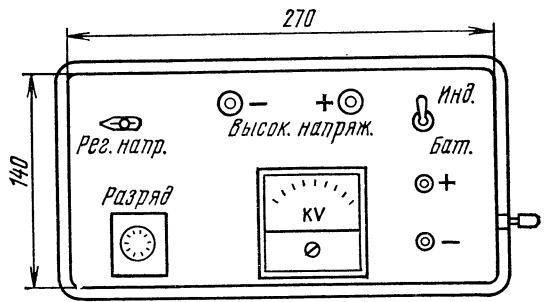


Рис. 8.47. Комплект приборов ИМПИ-2:
а) генератор; б) индикатор;
з) контактный штырь; г) штырь кабелеискателя; д) наушники; е) заземлитель

определения трассы и глубины залегания кабеля. Комплект ИМПИ-2 (рис. 8.47) состоит из генератора, индикатора импульсов, штыря кабелеискателя, контактного штыря, заземлителя и наушников для работы прибора в качестве кабелеискателя. Место повреждения изоляции может быть определено при переходном сопротивлении не более 100 кОм с точностью ± 20 см. Характеристики основных приборов комплекта приведены в табл. 8.37.

Таблица 8.37

Характеристики приборов ИМПИ-2

Прибор	Частота следования импульсов, Гц	Габариты, мм	Масса, кг	Источник питания
Индикатор	—	170×100×100	1,7	Батарея 3336-У
Генератор	0,5	250×170×140	3,0	Аккумуляторы 12,5 В; 10 А·ч

Т а б л и ц а 8.38

Характеристика тестеров

Характеристика	ТТ-3	Ц-435	Ц-4312
Пределы измерения напряжения постоянного тока, В	0,1;1,3;10;30;100; 300;1000	0,075;2,5;10;25; 100;300;1000	0,075;0,3;1,5;7,5; 30;150;300;600;900
Пределы измерения напряжения переменного тока, В	1;3;10;30;100;300; 1000	2,5;10;25;100;250; 500;1000	0,3;1,5;7,5;30;60; 150;300;600;900
Пределы измерения силы постоянного тока, мА	0,1;0,3;3;30;300; 3000	0,05;1,5;25;100; 500;2500	0,3;1,5;6;15;60; 150;600;1500;6000
Пределы измерения силы переменного тока, мА	—	5;25;100;500;2500	1,5;6;15;60;150; 600;1500;6000
Пределы измерения сопротивления постоянного току при множителях	$\times 1$ —2 кОм $\times 10$ —10—20 кОм $\times 100$ —100—200 кОм $\times 1000$ —до 2 МОм $\times 10000$ —10—20 МОм	3 кОм 30 кОм 300 кОм 3 МОм —	Ω —200 Ом $k\Omega \times 1$ —3 кОм $k\Omega \times 10$ —30 кОм $k\Omega \times 100$ —300 кОм М Ω —3 МОм
Пределы измерения электрической емкости, мкФ	—	0,5	—
Частота измеряемого переменного тока, Гц	40—10 000	45—20 000	45—10 000
Внутренние источники питания	Два элемента 373	Один элемент 373	Одна батарея 336
Габаритные размеры, мм: — прибора — футляра	135×110×65 —	110×205×84 206×205×105	115×215×90 205×105×260
Масса, кг: — прибора — прибора в футляре	1,0 —	1,3 2,7	1,5/1,8 ¹ 3,0/3,6 ¹

¹ Масса в знаменателе дана для прибора Ц-4312т.

Кабелеискатель для определения трассы кабеля и глубины его заложения состоит из генератора и искателя. Генератор кабелеискателя ГКИ предназначен для питания линии при работе искателя. Питание прибора осуществляется от десяти элементов 373, которые помещаются в специальном отсеке. Генератор можно питать и от посторонних источников постоянного тока 12—15 В, 10 В·А или переменного тока 220 либо $24 \text{ В} \pm 10\%$ (на панели прибора предусмотрены соответствующие переключения). Генератор имеет три выхода: 600; 100; 1,0 Ом и может работать как в импульсном, так и в непрерывном режимах. Габаритные размеры $260 \times 168 \times 150 \text{ мм}$, масса — 3,2 кг. Точность установки частоты генератора $1020 \pm 30 \text{ Гц}$; пределы регулировки частоты $\pm 60 \text{ Гц}$; выходная мощность генератора при температуре 12—15°C (285—288 К) и снижении напряжения до 9 В на выходах 600 и 100 Ом составляет 0,7 Вт, а на выходе 1,0 Ом — 0,55 Вт.

Искатель повреждения ИП-7 предназначен для определения трассы кабеля, глубины его заложения и определения места полного заземления жил кабеля. ИП-7 может работать в комплексе с любым низкочастотным генератором (1020 ± 60 Гц). Применяются генераторы типа ГКИ, ГИП или ИПЛ-4. Искатель выполнен из трубы, в верхней части которой расположены усилитель и батарея, а в нижней части — катушка. Прибор питается от двух элементов 336. Габаритные размеры 130×1090 мм, масса 0,9 кг. К искателю ИП-7 прилагаются головной телефон, выносной контрольный штырь и брезентовый чехол.

Тестер — прибор для измерения сопротивления постоянному току, силы и напряжения постоянного и переменного токов. Основные характеристические показатели некоторых тестеров приведены в табл. 8.38.

Комплект устройств для определения расстояния до места пробоя изоляции проводников кабелей связи (КОП) состоит из шести устройств: высоковольтного моста ВВМ-77, усилителя универсального оконечного УУО, генератора трассы ГТ, щупа активного выносного ЩАВ, щупа активного накладного ЩАН и щупа активного болотного ЩАБ. Комплект предназначен для определения расстояния до места пробоя и нахождения его на кабеле с точностью до ± 5 см. Комплект может быть использован в диапазоне температур от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$.

Мост ВВМ-77 (рис. 8.48) предназначен для подачи в кабель высокого на-
пряжения, индикации момента пробоя изоляции, определения расстояния до

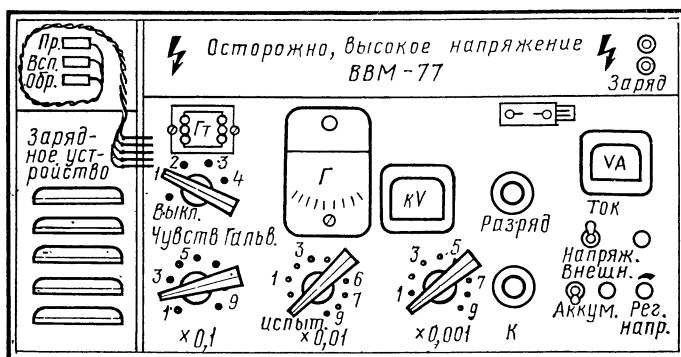


Рис. 8.48. Внешний вид панели высоковольтного моста ВВМ

места пробоя и совместно с другими устройствами комплекта отыскания на трассе места пробоя. Его основные технические характеристики:

- пределы изменения испытательного напряжения 200—4000 В;
- работает по мостовой схеме, где два плеча образуются сопротивлением магазина, а два других — поврежденной и вспомогательной жилами;
- индикация пробоя выполняется стрелочным прибором;
- индикация равновесия моста определяется по стрелочному гальванометру с погрешностью до $\pm 0,2\%$;
- максимальная длина измеряемого кабеля 20 км;
- питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи, состоящей из 10 элементов КНГК-11Д или от внешнего источника постоянного или переменного тока. При разряде аккумуляторов до 10 В батарея автоматически отключается;
- мост размещен в деревянном ящике габаритными размерами $555 \times 285 \times 220$ мм и имеет массу до 20 кг.

Усилитель УУО предназначен для усиления сигналов, принимаемых магнитоприемниками (рамками) шупа, и индикации на трассе места пробоя. Основные технические характеристики:

- коэффициент передачи усилителя 120 ± 10 дБ с регулировкой по 8 ± 1 дБ;
- питание осуществляется от двух последовательно включенных элементов 3336 или аккумуляторной батареи 7Д-0,1 напряжением 7,5—10 В;
- потребляемый ток до 14 мА;
- габаритные размеры $232 \times 115 \times 32$ мм.

Генератор ГТ предназначен для подачи в кабель сигналов тональной частоты для более четкой фиксации трассы при отыскании места пробоя и имеет два режима генерации: непрерывный и ждущий, когда запуск осуществляется импульсами от ВВМ. Питание осуществляется от аккумуляторов ВВМ, потребляемый ток до 1 А.

Шуп ЩАВ предназначен для отыскания места пробоя с поверхности грунта и работает совместно с усилителем УУО. Он состоит из двух рамок, размещенных на консолях, и предусилителя, укрепленных на штанге. Шуп ЩАН отличается от ЩАВ тем, что требуется оторвать кабель, чтобы магнитоприемники могли касаться его. После определения места пробоя шупом ЩАВ пользуются шупом ЩАН для уточнения точки пробоя. Шуп ЩАВ предназначен для поиска места пробоя, когда кабель лежит в болотном грунте.

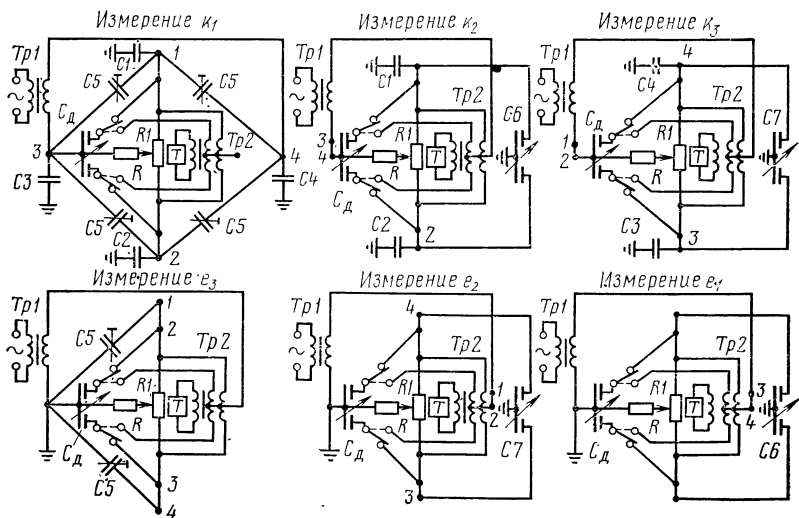


Рис. 8.49. Принципиальные схемы работы измерителя емкостной асимметрии

Он состоит из разъемной штанги длиной 1,5 м, в которой помещены магнито-приемники и предусилитель. Штанга заканчивается заостренным наконечником.

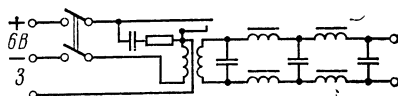
Комплект ИЕА, предназначенный для измерения емкостных связей и асимметрии при внутришаговом симметрировании, содержит:

- измеритель емкостной асимметрии, представляющий собой мост переменного тока и дающий возможность изменять схему прибора в зависимости от рода измерений. На рис. 8.49 представлены шесть схем, образуемых для измерения $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3, e_1, e_2, e_3$ ¹⁾. Значения емкостных связей и асимметрии отсчитываются по шкале воздушного дифференциального конденсатора переменной емкости. Для измерения емкостей более 200 пФ включаются дополнительные конденсаторы емкостью 200, 400, 600 и 800 пФ. Основные характеристики прибора: диапазон частот 300—3000 Гц; рабочая частота 800—1000 Гц; пределы измерений при нажатой кнопке — до ± 50 пФ, при отжатой — до ± 250 пФ, с дополнительными конденсаторами — до ± 2400 пФ; габаритные размеры $269 \times 370 \times 297$ мм; масса 13,5 кг;

- симметрирующую приставку, позволяющую осуществлять независимую нулевую настройку измерителя емкостной асимметрии по $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$. При этом нулевая настройка прибора по e_1, e_2, e_3 производится конденсаторами прибора ИЕА;

- генератор-зуммер (рис. 8.50), предназначенный для питания измерителя емкостной асимметрии переменным током частотой 800 Гц. Прибор питается

Рис. 8.50. Принципиальная схема работы генератора-зуммера



напряжением постоянного тока 6 В и потребляет ток 0,25 А. Отдаваемая мощность прибора 0,4—0,5 Вт при работе на нагрузке 600 Ом. Габаритные размеры генератора-зуммера $155 \times 223 \times 192$ мм; масса 4,5 кг;

- ящик для хранения и транспортировки батарей питания. Габаритные размеры $210 \times 160 \times 220$ мм;

- переключатель скрещивания (рис. 8.51), предназначенный для создания операторов при выборе оптимального варианта, обеспечивающего условия сим-

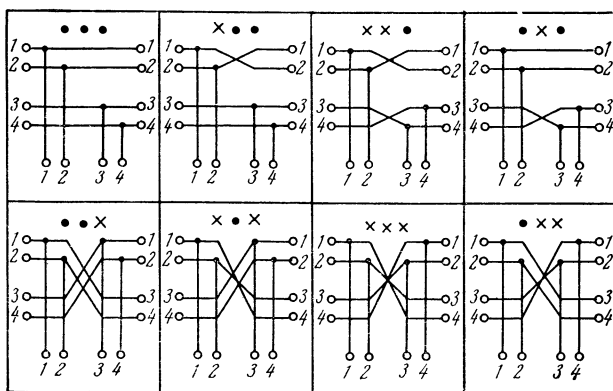


Рис. 8.51. Принципиальная схема переключателя скрещивания

¹⁾ На приборе соответственно выгравировано С1, С2, С3, А1, А2, А3.

метрирования. Габаритные размеры переключателя $156 \times 223 \times 192$ мм; масса 3,5 кг;

— переключатель четверок (рис. 8.52), предназначенный для создания необходимых схем при симметрировании по емкостной связи K_4-K_{12} . Вместе с тем

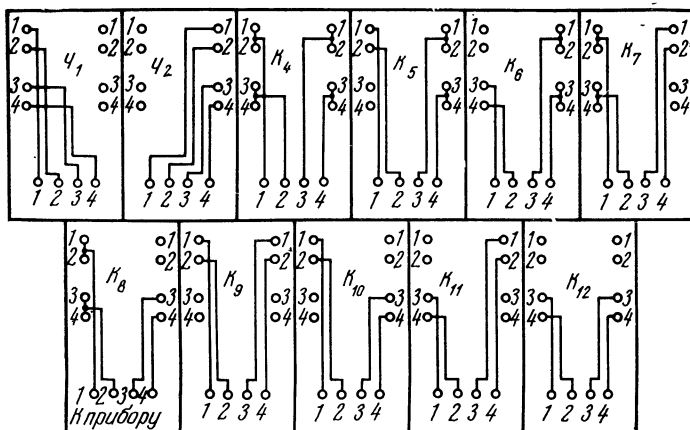


Рис. 8.52. Принципиальная схема переключателя четверок

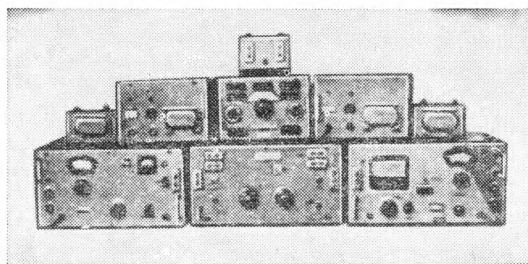


Рис. 8.53. Комплект приборов КИПЗ-300

прибор позволяет осуществлять симметрирование внутри каждой четверки (положение курбеля $Ч_1, Ч_2$). Габаритные размеры переключателя $156 \times 223 \times 192$ мм; масса 3,5 кг.

Полупроводниковый измеритель емкостной связи типа ТТ-3151 предназначен для внутришагового симметрирования. Весь измерительный комплекс — батареи питания, полупроводниковый генератор, усилитель и переключатель четверок — размещен в одной упаковке габаритных размеров $380 \times 300 \times 270$ мм и массой 10 кг. Питание прибора осуществляется от батарей напряжением 13,5 В, потребляемый ток 20 мА. Основные характеристики прибора: диапазон частот 0,3—10 кГц, рабочий диапазон частот 800 Гц. Пределы измерения: в первом диапазоне ступенчато до 2000 пФ (по 200 пФ), а во втором диапазоне при нажатой кнопке S5 до 40 пФ.

Прибор КИПЗ-300 (рис. 8.53) предназначен для измерения переходного затухания на частотах до 300 кГц. Он состоит из отдельных приборов и трех ящиков съемных деталей (ЯСД). Приборы могут питаться постоянным током

220/6,3 В непосредственно, 220/24 В — через дополнительный резистор ДС-ИПЗ-300 или переменным током 220, 127, 110 В через питающее устройство ПУ-ИПЗ-300. Технические характеристики отдельных приборов приведены ниже.

Генератор переменного тока ЛИГ-ИПЗ-300 имеет следующие технические данные.

Количество диапазонов	три (0,3—3,0; 3,0—30; 30—300 кГц)
Максимальный уровень мощности на выходе .	26,09 дБ
Погрешность по частоте при измерении напряжения источников питания на $\pm 10\%$, не более	0,2%
Уход частоты за время 15 мин после предварительного самопрогрева в течение 1 ч, не более	$\pm (0,04\% + 2 \text{ Гц})$
Коэффициент нелинейных искажений, не более	4%
Выходное сопротивление	135 и 600 Ом
Расход тока:	
накал	1,35 А
анод	100 мА
Комплект ламп	6Ж1П (4 шт.), 6П9 (1 шт.)
Габаритные размеры	540×330×281 мм
Масса	25 кг

Индикатор напряжения ИН-ИПЗ-300 предназначен для фиксации момента выравнивания переходного затухания линии и магазина затухания ИПЗ. Он имеет следующие технические характеристики:

Пределы регулируемых уровней	+17,39÷113,04 дБ
Допустимое отклонение питающего напряжения .	$\pm 10\%$
Ширина полосы пропускания, не менее	60 Гц
Вход	несимметричный
Емкость, не более	50 пФ
Активное сопротивление, не менее	30 кОм
Расход тока:	
накал	1,25 А
анод	70 мА
Комплект ламп	6Ж1П (7 шт.)

Чувствительность регулируется ступенями через 8,69 дБ и плавно в пределах 17,38 дБ. Габаритные размеры 540×390×281 мм; масса 20 кг.

Измеритель переходного затухания ИПЗ-300 представляет собой магазин затухания и предназначен для создания в нем переходного затухания, равного затуханию измеряемой линии. Измерение производится методом сравнения как на ближнем, так и на дальнем концах. Измерения фиксируются через 0,87 дБ. Специальной кнопкой можно фиксировать затухание 0,43 дБ. Габаритные размеры 541×260×276 мм; масса 17 кг.

Переключатель линий ПЛ-ИПЗ-300 предназначен для образования искусственных цепей при измерении затухания между основными и искусственными линиями, а также для измерения асимметрии переменному току. Габаритные размеры 340×258×228 мм; масса 7 кг.

Питающее устройство ПУ-ИПЗ-300 (2 шт.) предназначено для питания генератора и индикатора от сети переменного тока напряжением 220, 127 или 110 В, частотой 50 Гц. Потребляемый ток 55 или 110 мА. Стабилизация выходного напряжения составляет $\pm 2,5\%$ при колебаниях напряжения переменного тока 10—15% от номинала. Пульсация выпрямленного напряжения не превышает 100 мВ. Выпрямитель собран на восьми диодах ДГ-П24, шунтированных резистором МЛТ-05,100 кОм. Габаритные размеры 340×228×258 мм; масса 14 кг.

Дополнительный резистор ДС-ИПЗ-300 предназначен для питания ЛИГ и ИН от напряжения постоянного тока. Значения сопротивления при мощности

рассеивания 50 Вт для ЛИГ 13,5 Ом, для ИН 14,4 Ом. Габаритные размеры 161×110×115 мм; масса 1,3 кг.

Трансформатор ТР-ИПЗ-300 предназначен для симметрирования выхода ЛИГ-ИПЗ-300 при измерениях на дальнем конце. Выполнен он в виде переносного прибора с габаритными размерами 168×156×117 мм; масса 1,7 кг.

Приборы ИПЗ-3 и ИПЗ-4 предназначены для измерения переходного затухания на линиях ГТС и между симметричными цепями служебной связи в коаксиальных кабелях при строительстве междугородных кабельных линий. Приборы состоят из генератора и эталонного удлинителя-измерителя. Основные показатели приборов приведены в табл. 8.39.

Таблица 8.39

Характеристики приборов ИПЗ-3 и ИПЗ-4

Прибор	Характеристика	ИПЗ-3	ИПЗ-4
Генератор	Рабочий диапазон частот, кГц	Фиксированный 0,8±5%	0,3—5,0
	Выходной уровень, дБ	0—30,4	0—30,4
	Время непрерывной работы, ч	—	8,0
	Применяемые лампы (полупроводн. элементы)	2П2П — 1 шт.; 2П29П — 2 шт.; диод германиевый—4 шт.	Транзисторы: МП41А — 3 шт.; П213В — 2 шт.; диоды Д226В — 4 шт.; Д229В — 2 шт.
	Питание	Переменный ток 220; 127; 36 В Пост. ток: накал 2,2 В; 0,3 А; анод 140 В, 35 мА	Переменный ток 220; 127; 36 В Пост. ток — 10 элементов 373 или через делитель 6/12 60 В; 0,35 А
	Габаритные размеры, мм	315×150×155	265×183×166
	Масса, кг	—	3,3
Измеритель	Пределы измерения, дБ	17,4—95,7 ¹ 17,4—78,2 ²	17,4—95,7 ¹ 17,4—78,2 ²
	Габаритные размеры, мм	315×150×130	265×183×148
	Масса, кг	—	4,4
	Погрешность, дБ	0,86	При переходном затухании 78 дБ 0,095 ¹ ; 0,165 ²
Индикатор, телефон	Комплексное сопротивление	5,0—10,0 тыс. Ом	5,0—10,0 тыс. Ом

¹ При использовании в качестве индикатора стрелочного прибора.

² При использовании телефоном.

Измеритель переходного затухания визуальный типа ВИЗ (рис. 8.54) предназначен для измерения частотных характеристик переходного затухания как в процессе симметрирования, так и при контрольных измерениях кабелей на построенных линиях. Частотная характеристика вычерчивается на экране электроннолучевой трубки с длительным послесвечением. Сравнительные характеристические данные приборов ВИЗ-2А, ВИЗ-2Б и ВИЗ-600 приведены в табл. 8.40.

Комплект ИКС-600 предназначен для измерения комплексных связей по активной и реактивной составляющим, переходного затухания (защищенности) и фазового угла на ближнем и дальнем концах в симметричных кабелях с волновым сопротивлением 170 Ом. Комплект состоит из двух установок:

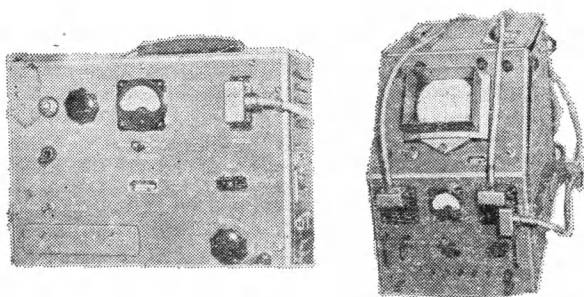


Рис. 8.54. Комплект приборов ВИЗ-2А

Таблица 8.40

Измерители переходного затухания типа ВИЗ

Характеристика	Единица измерения	ВИЗ-2А	ВИЗ-2Б	ВИЗ-600
Частотный диапазон	кГц	12—150 15—300	12—150 15—300	20—600 20—300 300—600
Выходной уровень (по мощности) на нагрузке 170 Ом	дБ	26,1	—	26,1
Максимально измеряемое переходное затухание:	дБ			
— на ближнем конце		139	139	121,5
— на дальнем конце при затухании влияющей цепи не более 69,5 дБ		69,5	69,5	139
Погрешность при измерении переходного затухания:	дБ			
— 130 дБ		$\pm 1,7$	—	1,7
— до 139 дБ		$\pm 2,6$	—	2,6
Сопротивление нагрузок	Ом	135, 170, 600	139, 170, 600	170, 140
Диаметр экрана	мм	120	120	—
Питание приборов переменным током ¹	В	220; 127; 110	220; 127; 110	220
Потребляемая мощность переменного тока:	В·А			
— генератором		50	50	10
— индикатором		65	75	40
Потребление постоянного тока:				
— генератором:				
анод	мА	105	110	} 65 Вт
накал	А	2	2,1	
— индикатором				
анод	мА	95	110	} 20 Вт
накал	А	4,0	2,1	
Габаритные размеры:	мм			
— генератора		350×265×200	350×265×197	395×255×269
— индикатора		280×420×490	280×405×450	333×521×456
— упаковочного ящика генератора		—	—	679×330×354
— то же, индикатора		—	—	615×526×538
Масса без упаковки:	кг			
— генератора		14	14	12
— индикатора		29	29	28
Масса с упаковкой:	кг			
— генератора		30	30	28
— индикатора		53	53	56
Выравнивание амплитуд	кГц	—	—	20—600 20—300
Маркерные отметки	кГц	15; 50; 100; 150; 200; 250	15; 50; 100; 150; 200; 250	25; 110; 250; 550

¹ Питание приборов может осуществляться и от аккумуляторов, и через преобразователь ПН-12/220.

- передающей, куда входят генератор качающейся частоты ГКЧ и переключатель линий ПЛ;
- приемной, включающей: устройства приема УПр-1, УПр-2 с электронно-лучевой трубкой; переключатель линий ПЛ; питающее устройство УП и звено Зв-5 на 43,48 дБ. Основные технические данные приборов:
- основной диапазон частот 20—600 кГц с поддиапазонами 20—300 и 300—600 кГц;
- максимальное значение измеряемой защищенности на дальнем конце при затухании в рабочем диапазоне до 26,1 дБ составляет 78,2 дБ;
- погрешность при измерении переходного затухания до 130,1 дБ составляет $\pm 1,74$ дБ, а при измерении до 134,8 дБ составляет $\pm 2,61$ дБ;
- погрешность по углу 15° ;
- отсчет частоты производится по затемненным отметкам кривой годографа на электронно-лучевой трубке. Эти отметки совпадают с частотами 25, 100, 200, 300, 400, 500, 600 кГц;
- питание передающей установки осуществляется от сети переменного тока напряжением $220 \text{ В} \pm 10\%$ и частотой $50 \text{ Гц} \pm 2\%$. Потребляемая мощность 60 В·А. Передающая установка может также питаться от аккумуляторных батарей напряжением $12 \text{ В} \pm 10\%$. Потребляемый ток составляет 5 А;
- питание приемной установки производится от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Потребляемая мощность 300 В·А;
- время готовности аппаратуры, считая с момента включения, составляет 30 мин;
- аппаратура дает возможность одновременно наблюдать характеристики 1/2 и 2/1, переключение производится автоматически;
- измерение может производиться и на одной частоте.

Конструктивные характеристики основных приборов приведены в табл. 8.41. Все приборы вместе с запасными частями упакованы в пяти ящиках. Содержимое каждого ящика (укладки) приведено в табл. 8.42.

Т а б л и ц а 8.41

Габаритные размеры и масса основных приборов ИКС-600

Прибор	Габариты, мм	Масса, кг	Прибор	Габариты, мм	Масса, кг
ГКЧ	349×551×364	27	ПЛ	240×175×132	3
УПр-1	411×386×472	25	УП	341×236×436	19
УПр-2	271×386×495	15	Зв-5	140×72×74	0,7

Т а б л и ц а 8.42

Содержимое, габариты и масса укладок комплекта приборов ИКС-600

Содержимое	Размеры ящиков, мм	Масса (без основных приборов), кг
ГКЧ	600×460×450	16
ПЛ, ЗИП, шнуры, канат, альбомы № 1 и № 2	270×300×500	39
УПр-1, альбом № 3	570×590×480	22
УПр-2, Зв-5, ПЛ, шнуры	600×290×470	27
УП, ЗИП, канат, альбомы № 4 и № 5	270×300×500	32

Комплект приборов и приспособлений КПС-67 используется при симметрировании в стыковых муфтах. В комплект входят следующие приборы: аппарат служебной связи АСС; переключатель операторов ПОМ; сим-

метрирующий контур RC ; касса для размещения конденсаторов и резисторов; таблица для подсчета результирующих значений емкостей и сопротивлений контура противосвязи; микротелефонная гарнитура МТГ-1; измерительные шнуры. Все элементы комплекта размещены в ящике габаритных размеров $350 \times 250 \times 180$ мм и массой 9,2 кг. Касса и таблица размещены в крышке ящика.

Аппарат АСС предназначен для осуществления связи между симметрировщиком, находящимся на одном усилительном пункте, спайщиком на линии и измерителем на другом усилительном пункте. Питание аппарата может осуществляться от собственной батареи напряжением 9 В [3336-Л (2 шт.)] или дистанционно с усилительного пункта напряжением $12 \text{ В} \pm 30\%$. Переключение питания производится тумблером с гравировкой «Бат» и «Лин», а регулировка расстояния — курбелем «Расстояние». Габаритные размеры $130 \times 70 \times 105$ мм; масса 1,0 кг.

Прибор ПОМ предназначен для подбора оптимальных схем скрещивания в процессе симметрирования кабеля. Восемь положений переключателя дают возможность опробовать все восемь операторов. Габаритные размеры $170 \times 80 \times 80$ мм; масса 0,95 кг.

Контур $RC-68$ предназначен для подбора значений емкости и сопротивления контура противосвязи в процессе симметрирования. Значения емкости конденсатора C (на панели правый) и сумма сопротивлений при положениях «х1» и «х10» определяют элементы простого контура. Если для достижения необходимого значения защищенности потребовалось включить конденсатор $C1$ (левый), то конденсаторы и резисторы собираются по схеме сложного контура противосвязи. Схема подключения элементов контура противосвязи к жилам кабеля определяется положением переключателя Π и курбелей R и C (см. табл. 8.15). Габаритные размеры $210 \times 160 \times 105$ мм.

Мост полных проводимостей МПП-300 предназначается для косвенных измерений характеристических сопротивлений (по модулю) от 100 Ом до 10 кОм в рабочем диапазоне частот 0,2—300 кГц. Прибор позволяет измерять сопротивления как симметричной, так и несимметричной цепей относительно земли. Погрешность измерений приведена в табл. 8.43. Мост МПП-300 работает в комплекте с генератором, ЛИГ-ИПЗ-300 и индикатором ИН-ИПЗ-300. Магазин емкости подключается параллельно магазину проводимостей при отрицательных углах и параллельно измеряемому объекту при положительных углах. По измеренным значениям $S_{изм}$ и $G_{изм}$ определяются величины:

$$\varphi = \arctg(\omega C_{изм}/G_{изм}); R_x = \cos \varphi / G_{изм}; X = R \operatorname{tg} \varphi; Z = \cos \varphi / G_{изм}.$$

Габариты прибора $540 \times 325 \times 240$ мм; масса 17 кг.

Мост 12.XL.011 предназначен для непосредственных измерений абсолютных величин полных сопротивлений. Основные характеристики прибора:

- диапазон измеряемых сопротивлений 12—60; 60—300 Ом и 0,24—1,2; 1,2—6,0; 6,0—30; 24—126; 120—600 кОм;
- диапазоны частот 50 Гц—50 кГц; 50 Гц—300 кГц; 50 Гц—0,5 МГц;
- измеряемый фазовый угол 0—90°;
- питание от переменного тока 120 или 220 В частотой 50 Гц;
- потребляемая мощность 50 Вт;
- габаритные размеры $233 \times 495 \times 365$ мм, масса 18 кг.

Импульсные приборы УИП предназначены для измерения значений неоднородности волнового сопротивления в коаксиальных парах, определения расстояния до места обнаруженной неоднородности и измерения величин концевых значений волнового сопротивления. В строительстве применяются импульсные приборы УИП-5к и УИП-КС (рис. 8.55). Их технические характеристики и конструктивные данные приведены в табл. 8.43.

Испытатели кабелей и линий Р5-1А, Р5-5 (рис. 8.56) используются при строительстве междугородных кабельных линий связи для определения расстояния до места повреждения кабеля (обрыв, короткое замыкание, соопщение, разбитость и асимметрия). Указанные приборы различаются по кон-

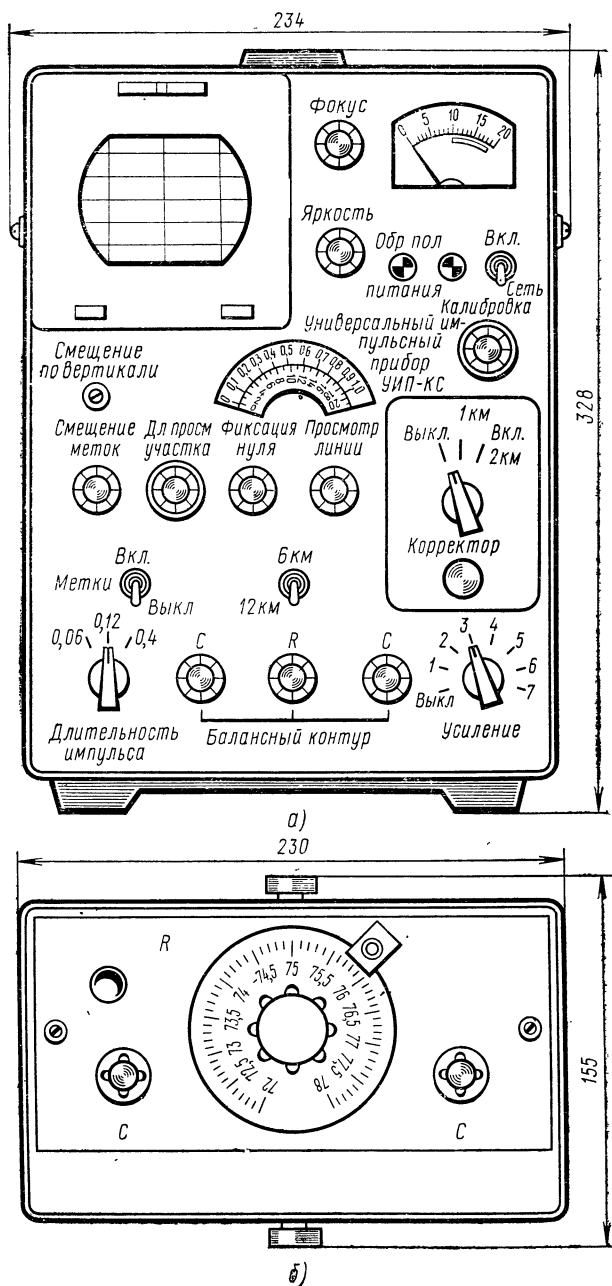


Рис. 8.55. Импульсный прибор УИП-КС:
а) индикатор; б) нагрузочный контур

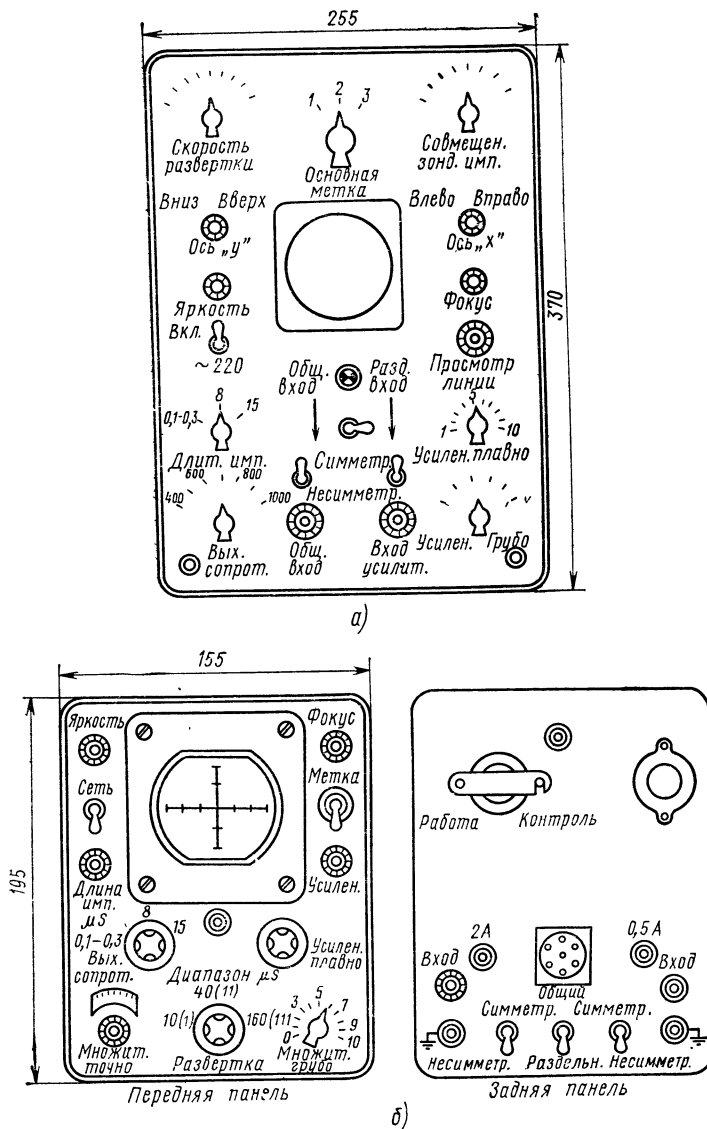


Рис. 8.56. Испытатель кабеля и линий:
а) Р5-1А; б) Р5-5 малогабаритный

структивному оформлению и по электрическим характеристикам. Сравнение основных показателей приборов приведено в табл. 8.44.

Высокоомный вольтамперметр ВАК-2 с сопротивлением 150 000 Ом на 1 В шкалы предназначен для измерения потенциала на проложенном кабеле, защитного потенциала протектора на кабелях и цистернах

Т а б л и ц а 8.43

Основные технические и конструктивные характеристики импульсных приборов типа УИП

Характеристика	Единица измерения	УИП-5к	УИП-КС
Измеряемая коаксиальная пара	—	2,6/9,4 и 2,1/9,4	2,6/9,4 и 1,2/4,6
Длина просматриваемого участка	км	9,0	6,5 и 12
Длина участка, одновременно просматриваемого на экране	м	200—1000	200—1000
Длительность зондирующего импульса	мкс	$0,12 \pm 10\%$ $0,4 \pm 10\%$	$0,06 \pm 20\%$ $0,12 \pm 10\%$ $0,4 \pm 10\%$
Выходное сопротивление	Ом	$75 \pm 10\%$	—
Точность определения волнового сопротивления	Ом	$\pm 0,05$	—
Расстояние между калибровочными отметками	м	20	—
Пределы измерения внутренних неоднородностей	Ом	—	$0,05 - 2,5 \pm 20\%$
Измерение концевых значений волнового сопротивления:	Ом	—	—
— для коаксиальных пар 2,6/9,4	—	—	$75 \pm 1,5$
— для коаксиальных пар 1,2/4,6	—	—	$75 \pm 2,5$
Погрешность при измерении концевых значений на длине 600 м	Ом	—	0,05
Индикация обрыва и короткого замыкания на участке	км	—	до 12
Начало работы, считая с момента включения	мин	—	15
Длительность непрерывной работы, не менее	ч	—	8,0
Питание осуществляется:	В	110; 127; $220 \pm 10\%$	$220 \pm 15\%$
— от сети переменного тока напряжением	—	—	$12 \pm 15\%$ и 10%
— от аккумуляторных батарей	—	—	35
Потребляемая мощность	В·А	370	1,7
Потребляемый постоянный ток	А	—	—
Габаритные размеры:	мм	—	$328 \times 234 \times 310$ $230 \times 155 \times 180$ $325 \times 200 \times 350$ $480 \times 325 \times 280$
— индикатора	—	—	—
— нагрузочного контура	—	—	—
— выпрямителя	—	—	—
— ящика съемных деталей	—	—	—
Масса:	кг	—	—
— индикатора без упаковки	—	—	16,6
— индикатора в упаковочном ящике	—	—	24,0
— нагрузочного контура	—	—	4,0
— ящика объемных деталей	—	—	23,0
— кабеля	—	—	6,5
В комплект прибора входит:	шт.	—	—
— индикатор	—	1	1
— нагрузочный контур	—	1	1
— выпрямитель	—	1	—

НУП. Прибор дает возможность измерять положительные и отрицательные значения напряжения и тока. Пределы измерения напряжения: 0,03; 0,1; 0,3; 3,0; 10,0; 30,0; 100,0; 300,0 В. Питание прибора осуществляется от четырех элементов. Для указанных измерений используется аналоговый прибор типа М-231.

Прибор МС-08 (рис. 8.57) предназначен для измерения сопротивления заземляющих устройств и может быть использован для измерения удельного сопротивления грунта. Технические данные прибора следующие: пределы измерений 0,1—10; 1,0—100; 10—1000 Ом; наибольшая погрешность $\pm 1,5\%$ от длины рабочей части шкалы; предельное сопротивление вспомогательного заземлителя для предела: 10 Ом — 250 Ом, 100 Ом — 500 Ом, 1000 Ом — 1000 Ом; сопротивление потенциального зонда — не более 1000 Ом; длина шкалы 100 мм;

Таблица 8.44

Характеристики испытателей кабелей и линий

Характеристика	Единица измерения	ИКЛ-5	P5-1A	P5-5
Длительность зондирующего импульса	мкс	0,1; 0,3; 1,0	0,1; 0,3; 1,0	0,1; 0,3
Частота посылок импульсов в линию:	Гц			
I диапазон		—	500—1000	500—1000
II диапазон		—	50	100—250
III диапазон		—	50	30—100
Время установки режима	мин	—	—	5—15
Источники электропитания:	В			
от сети переменного тока		110; 127, 220	220	220
от источников постоянного тока		127, 220	24 через ППТ-2	12; 6; 24
Потребляемая мощность:	Вт			
переменного тока		150	—	35
постоянного тока		150	—	{ 20 при 15 В 40 при 24 В
Габаритные размеры	мм	524×240×378	557×271×395	160×200×400
Масса	кг	27	23	9

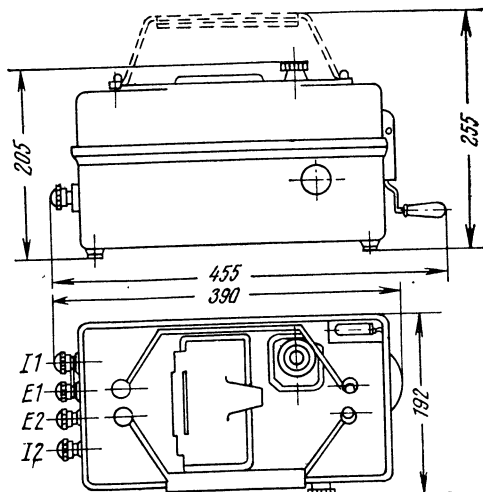
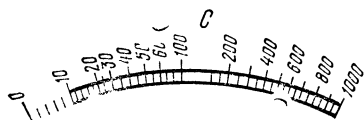


Рис. 8.57. Измеритель заземлений МС-08

скорость вращения ручки генератора 90—150 об/мин; габаритные размеры 455×192×205 мм; масса 12 кг.

Прибор питается от генератора постоянного тока, работающего от ручного привода. На валу генератора смонтированы два синхронных коммутатора, преобразовывающие постоянный ток в переменный для внешней цепи измерений и переменный ток в постоянный для цепи логометра. Индикатором служит магнитоэлектрический логометр. Для подобных измерений может быть использован также прибор М-416.

Измерительный передвижной фургон (лаборатория) оборудован на базе автомашины ГАЗ-66. Лаборатория предназначена для выполнения всех видов измерений и испытаний на коаксиальных и симметрич-

ных кабелях в процессе строительства междугородных кабельных линий связи. Измерения могут производиться как из фургона, так и с выносом приборов в усилительный пункт. Лаборатория укомплектована измерительными и испытательными приборами, источниками электрической энергии, необходимым инструментом, хозяйственным инвентарем и оборудованием по технике безопасности. Длина автомашины 5,7 м, ширина 2,4 м, высота с фургоном 2,9 м, размеры фургона 3,4×2,4×1,6 м. Перечень основных приборов и оборудования, входящих в состав лаборатории, приведен в табл. 8.45.

Таблица 8.45

Оборудование и приборы передвижной лаборатории

Наименование оборудования	Тип, марка	Количество
Переносный кабельный прибор	ПКП-2М; ПКП-3; ПКП-4	1
Мегомметр	МЕГ-9	1
Прибор для измерения потенциалов	М-231 или ВАК-2	1
Искатель места повреждения изоляции пластикового защитного покрова кабеля	ИМПИ-2	1
Тренировочно-испытательная установка	ТИУ-64	1
Кабелеискатель	ГКИ и ИП-7	1
Тестер	Любой марки	1
Комплект устройств для определения места пробоя изоляции (КОП), состоящий из следующих элементов	ВВМ-77, ГТ, УУО, ЩАВ, ЩАН, ЩАБ	по одной шт.
Измеритель переходного затухания визуальный	ВИЗ-2А; ВИЗ-2Б; ВИЗ-600	1
Комплект приборов для измерения переходного затухания	КИПЗ-300	1
Измеритель переходного затухания ГТС	ИПЗ-3; ИПЗ-4	1
Симметрирующий контур	РС-68	1
Аппарат служебной связи	АСС-67	1
Преобразователь напряжения	ПН-12/220	3
Комплект спайщика	КПС-67	1
Мост для измерения полных проводимостей	МПП-300	1
Импульсный прибор	УИП-КС; УИП-5к	1
Испытатель кабелей и линий	Р5-1А; Р5-5	1
Агрегат бензиновый	АБ-1	1
Выпрямительное устройство	ВСА-6А	1
Аккумуляторные батареи	5НКН-100	4
Теченскатель	БГТИ-5	1
Манометр образцовый	—	1
Баллон для воздуха (40—150)	—	1
Баллон для фреона (5—150)	—	1
Осушитель воздуха	—	1
Редуктор	РКД-8-61	1
Монтажный инструмент и приспособления	—	18

Испытание герметичности и постановка кабелей под постоянное избыточное газовое давление

9.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Содержание кабеля под постоянным избыточным газовым давлением является наиболее эффективным средством повышения надежности кабельных линий связи, так как позволяет систематически контролировать состояние оболочки кабелей, определять место ее повреждения при помощи соответствующего оборудования и предохраняет кабель от проникновения влаги.

Схемы содержания кабелей связи и контейнеров с аппаратурой систем передачи под избыточным давлением приведены на рис. 9.1—9.3.

Кабельная линия, подлежащая содержанию под давлением, должна состоять из отдельных герметичных участков, внутри которых создается постоянное избыточное газовое давление. На концах герметичных участков кабеля устанавливаются газонепроницаемые устройства (муфты). Один или несколько герметичных участков кабеля, соединенных между собой газопроводом, составляют секцию контроля герметичности кабеля (КГК).

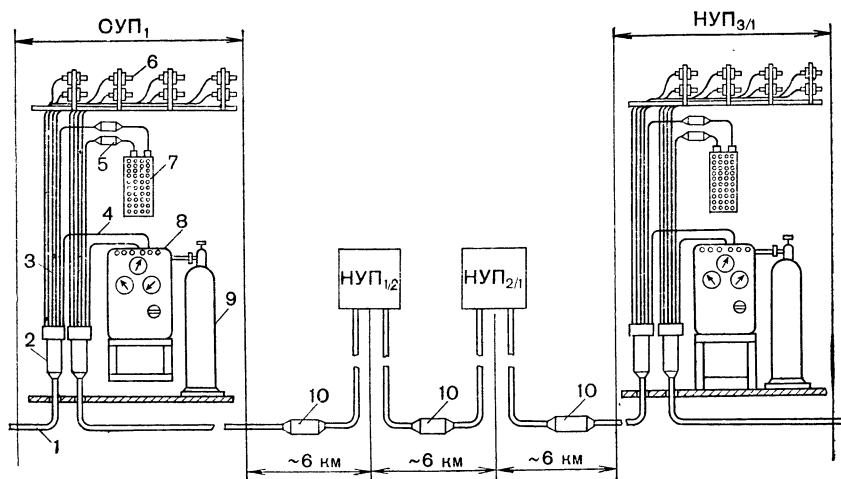


Рис. 9.1. Принципиальная схема содержания кабелей под избыточным давлением на секции КГК с использованием автоматических установок типа АКОУ (УСКД): 1 — кабель; 2 — разветвительная муфта; 3 — распределительные кабели; 4 — воздухопроводы; 5 — муфты газонепроницаемые ГМС; 6 — ОГКМ; 7 — бокс; 8 — АКОУ; 9 — баллон; 10 — соединительные муфты

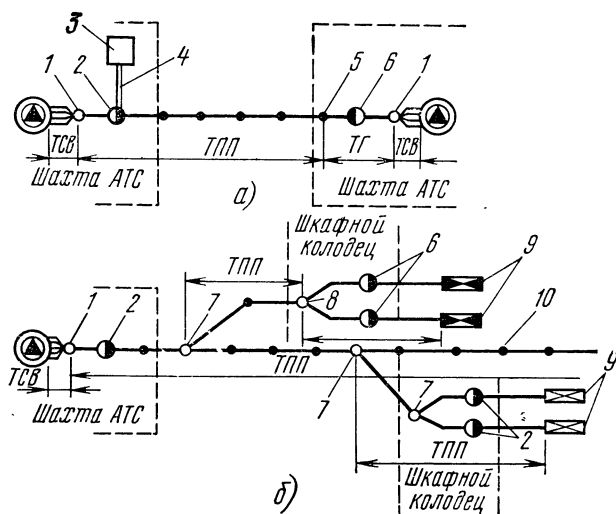


Рис. 9.2. Схема содержания кабелей ГТС под избыточным давлением:

а) межстанционных; б) магистральных:

1 — станционная разветвительная муфта; 2 — газонепроницаемая муфта на кабеле ТПП; 3 — КСУ; 4 — воздуховод; 5 — муфта с переходной манжетой «полиэтилен—свинец»; 6 — газонепроницаемая муфта на кабеле ТГ; 7 — разветвительная муфта; 8 — разветвительная муфта с переходной манжетой «полиэтилен—свинец»; 9 — распределительный шкаф; 10 — соединительная муфта

Непременным условием содержания кабелей под постоянным избыточным давлением является предварительная, в процессе строительства, герметизация кабеля на всем его протяжении (оболочки, соединительных муфт и оконечных устройств).

Смонтированные усилительные участки кабеля междугородных линий связи, а также кабели ГТС, соединительные кабели и кабельные вставки должны быть герметичными и сдаваться в эксплуатацию в тех случаях, когда это предусмотрено проектом, под избыточным давлением 44—58 кПа (0,45—0,6 кгс/см²).

В процессе строительства на герметичность проверяют: строительные длины кабеля непосредственно перед прокладкой, после прокладки и перед монтажом; отрезки кабелей после затягивания их в каналы кабельной канализации; соединительные, разветвительные и другие муфты; пупиновские ящики и удлинители; вводно-кабельное оборудование, газонепроницаемые и изолирующие муфты, отрезки вводных и разветвительных кабелей, воздуховоды; оборудование для содержания кабелей под давлением: АКОУ, УКСД, КОУ-1, КОУ-2, контрольные щитки, осушительные устройства, ЩПВ и т. п.; смонтированные шаги и секции кабеля; на кабелях ГТС проверяют также смонтированные участки после соединения нескольких пролетов общей протяженностью ~0,5 км; смонтированные усилительные участки или другие законченные монтажом соединительные кабели, кабельные вставки, межстанционные или магистральные кабели ГТС.

Строительные длины кабеля, поступающие от заводов-поставщиков, должны иметь на конце А впаивный вентиль типа Р (ГОСТ 8107—67), с помощью которого измеряется давление в кабеле. При поступлении кабеля без вентиля последний должен быть впаив строительной организацией на кабельной площадке.

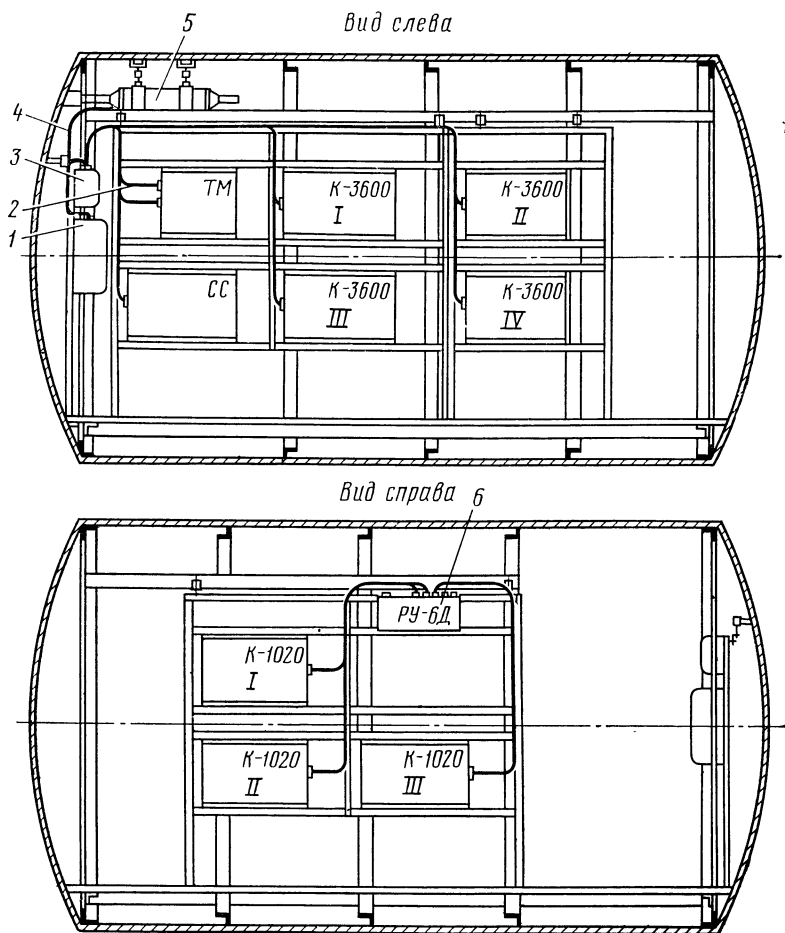


Рис. 9.3. Схема содержания под избыточным давлением контейнеров с аппаратурой систем передачи в НУП:
 1 — УСКД-1; 2 — кабель КМС-2; 3 — РУ-6Д (I); 4 — воздуховод; 5 — соединительная муфта; 6 — РУ-6Д (II) (баллон условно не показан)

Избыточное давление в кабеле при транспортировке допускается от 49 до 107 кПа (от 0,5 до 1,1 кгс/см²), причем в заводских протоколах испытаний должны быть указаны: давление в данной строительной длине и температура, при которой оно измерено.

Давление до 117 кПа (1—1,2 кгс/см²) измеряется показывающим или контрольным манометром со шкалой 156 кПа (1,6 кгс/см²) и ценой деления не более 2 кПа (0,02 кгс/см²), а давление до 294 кПа (3 кгс/см²) — манометром со шкалой 392 кПа (4 кгс/см²) и ценой деления не более 5 кПа (0,05 кгс/см²). Давление в баллонах со сжатым газом измеряется манометром со шкалой до 24,5 МПа (250 кгс/см²) и ценой деления 196 кПа (2 кгс/см²). Периодически контрольные манометры проверяют по образцовым манометрам путем сравнения показаний.

9.2. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГАЗА В КАБЕЛЕ

Примерное время наполнения газом кабеля любого типа и участка любой длины до заданной величины избыточного давления может быть определено, если известна постоянная распространения газа в кабеле m . Величина m может быть определена экспериментальным путем на строительной длине кабеля. Для этого к одному концу строительной длины кабеля подключают манометр, а с другого конца нагнетают в кабель газ [например, при начальном давлении 1 кгс/см² (98 кПа)] до тех пор, пока манометр на первом конце покажет давление, равное величине давления в месте нагнетания. Затем открывают вентиль в месте нагнетания газа и определяют время t , в течение которого давление на противоположном конце кабеля станет равным половине первоначального значения. Постоянная распространения газа в кабеле вычисляется по формуле $m = 2,65 (t/l^2)$, где t — время, ч; l — длина, км.

Величины постоянной распространения воздуха m для некоторых типов кабелей приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

**Величины постоянной распространения воздуха
в некоторых типах кабелей многоканальной связи**

Марка кабеля	КМБ-4	МКС-7×4	МКС-4×4	МКС-1×4
m	4,5—5	1—1,3	2—2,2	2,2—2,8

Таблица 9.2

**Продолжительность накачки воздуха
в некоторые типы кабелей многоканальной связи**

Марка кабеля	Длина участка, км	Время t , ч, при накачке кабеля					
		с двух концов и середины одновременно		с двух концов		с одного конца	
		и начальном давлении P_0 , кгс/см ²					
		1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8
КМБ-4	6,0 1,7	2,3 —	3,0 —	9,0 0,8	12 —	37 3,0	49 —
МКСБ-7×4×1,2	35 20 5	19 6 0,4	25 8 0,5	76 25 1,6	100 33 2,0	300 100 6	400 132 8
МКСБ-4×4×1,2	35 20 5	35 11 0,9	46 15 1	138 45 3	180 60 4	550 180 11	740 240 15
МКСБ-1×4×1,2	20 10 5	14 3,5 0,8	18 4,5 1,1	54 14 3,5	72 18 4,5	215 54 14	290 72 18

Таблица 9.3

Количество воздуха, м³, необходимого для накачки
1 км кабеля до различного избыточного давления

Марка кабеля	Избыточное давление, кгс/см ²							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0	3,0
КМБ-8/6	0,43	0,52	0,6	0,69	0,77	0,86	1,72	2,58
КМБ-4	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,45	0,90	1,35
МКТСБ-4	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,32	0,48
МКС-7×4	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23	0,25	0,50	0,75
МКС-4×4	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,30	0,45
МКС-1×4	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,07	0,11

Таблица 9.4

Количество воздуха, м³, необходимого для накачки участков кабеля
разной длины до различного избыточного давления

Марка кабеля	Длина кабеля, км	Избыточное давление, кгс/см ²					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
КМБ-8/6	6,0	2,6	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2
	3,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6
	1,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5
КМБ-4	6,0	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7
	3,0	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4
	1,7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
МКТСБ-4	6	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
МКСБ-7×4	20	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3
МКСБ-4×4	20	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0
	5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
МКСБ-1×4	10	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2

Для получения в кабеле избыточного давления порядка 49 кПа (0,5 кгс/см²) необходимо нагнетать газ с обоих концов участка с начальным давлением $P_0=78$ или 98 кПа (0,8 или 1,0 кгс/см²) до тех пор, пока избыточное давление в середине участка достигнет соответственно величин $P_{l/2}=29$ и 24 кПа (0,3 и 0,25 кгс/см²). В этом случае время нагнетания газа в кабель определяется формулами:

при давлении нагнетания 98 кПа (1 кгс/см²) на обоих концах участка $t=0,054 \text{ м}^2/\text{ч}$;

при давлении нагнетания 78 кПа (0,8 кгс/см²) $t=0,072 \text{ м}^2/\text{ч}$.

Для определения времени, необходимого для получения заданной величины давления при нагнетании воздуха с одного конца кабеля, вместо величины l берется величина, равная $2l$ (удвоенная длина участка).

В табл. 9.2 приведены данные о средней продолжительности накачки воздуха до 49 кПа (0,5 кгс/см²) в некоторые кабели дальней связи.

В табл. 9.3 и 9.4 приведены данные о примерном количестве воздуха, необходимого для накачки 1 км некоторых кабелей и участков различной длины соответственно. В табл. 9.2—9.4 данные приведены с точностью $\pm 10\%$.

9.3. ДОПУСТИМАЯ ВЕЛИЧИНА ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ

Допустимая величина давления для кабеля (в свинцовой оболочке) и соединительных муфт, кгс/см², может быть определена по формулам

$$P_{\text{доп}} \leq [10(t - 0,05)] / r_{\text{вн}}$$

или

$$P_{\text{доп}} \leq 10 [(r_{\text{нар}} - 0,05)^2 - r_{\text{вн}}^2] / [(r_{\text{нар}} - 0,05)^2 + r_{\text{вн}}^2],$$

где t — радиальная толщина оболочки, равная $r_{\text{нар}} - r_{\text{вн}}$, см; $r_{\text{нар}}$ и $r_{\text{вн}}$ — радиусы наружной и внутренней поверхностей оболочки кабеля (муфты), см. По первой формуле можно рассчитывать при условии, когда $t/r_{\text{вн}} \leq 0,06$. В остальных случаях расчет ведется по второй формуле. Максимально допустимая величина постоянного избыточного давления, рассчитанная по этим формулам, для некоторых типов кабелей приведена в табл. 9.5.

Т а б л и ц а 9.5

Допустимая величина постоянного избыточного давления

Марка кабеля	$P_{\text{доп}}$, кгс/см ²	Марка кабеля	$P_{\text{доп}}$, кгс/см ²	Марка кабеля	$P_{\text{доп}}$, кгс/см ²	Марка кабеля	$P_{\text{доп}}$, кгс/см ²
КМБ-8/6	0,45			МКБ:		ТГ:	
КМБ-4	0,66	ТЗБ:		7×4×1,2	0,86	100×2×0,5	0,99
МКСБ:		12×4×0,9	1,00	4×4×1,2	0,95	300×2×0,5	0,88
7×4×1,2	0,64	19×4×0,9	0,84	ТЗБ:		500×2×0,5	0,80
4×4×1,2	0,73	37×4×0,9	0,79	4×4×0,9	1,28	1000×2×0,5	0,77
1×4×1,2	1,10	61×4×0,9	0,76	7×4×0,9	1,20		

В целях унификации оборудования для содержания под давлением кабелей всех типов в Советском Союзе принята величина постоянного избыточного давления, равная 44—59 кПа.

9.4. НОРМЫ ОЦЕНКИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Герметичность кабеля оценивается путем сравнения показаний манометра, полученных при измерении давления в начале испытания и после истечения контрольного срока. Кроме того, оценку герметичности можно производить, сравнивая данные измерений, указанные в заводских протоколах (или других

Таблица 9.6

Расчетные величины давления в зависимости от изменения температуры

Первоначальная величина давления P_1 , кгс/см ²	Величины $\pm \Delta P_{\text{расч.}}$ кгс/см ² в зависимости от изменения температуры ($\pm \Delta t^\circ\text{C}$)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,5—0,57	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
0,58—0,61	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
0,62—0,63	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
0,64—0,66	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
0,67—0,68	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
0,69—0,71	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
0,72—0,73	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
0,74—0,78	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
0,79	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
0,8—0,83	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
0,84—0,85	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09
0,86—0,9	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09
0,91	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10
0,92—0,99	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10
1,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10
1,01—1,05	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11
1,06—1,07	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11
1,08—1,1	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
1,5—1,53	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13
1,54—1,56	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13
1,57	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13
1,58—1,59	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13
1,6—1,61	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,62—1,64	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,65—1,69	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,7—1,73	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,74	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,75—1,76	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,77—1,78	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,79	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
1,8—1,81	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14
1,82	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15
1,83	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15
1,84—2,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15

Таблица 9.7

Нормы оценки герметичности кабелей многоканальной связи

Объект испытания	Испытательное давление, кгс/см ²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{\text{доп}}$), кгс/см ²
1	2	3	4
Кабели с металлической оболочкой			
а) в процессе изготовления кабеля			
Строительные длины кабеля:			
в свинцовой оболочке, голые	3,0	2	0
в свинцовой оболочке, бронированные	3,0	3	0
в алюминиевой оболочке	4,0—5,0	3	0
б) в процессе строительства			
Строительные длины кабеля, поступившие под давлением на площадку от заводов-поставщиков	0,5—1,1	24	0
Строительные длины кабеля, поступившие без давления или с давлением менее 0,5 кгс/см ² или без вентилей после впайки последних и накачки кабеля	0,8—1,0	24	0
Строительные длины кабеля, подлежащие прокладке на речных переходах, в болотах и прочих труднодоступных местах	1,5—2,0	48	0
Строительные длины кабеля после прокладки (перед монтажом)	0,5—1,1	24 ¹⁾	0
Пушиновские ящики, удлинители (до монтажа)	0,5	4	0
То же, после монтажа	0,5	0,2—0,3	Отсутствие пузырьков при смачивании мыльным раствором
Смонтированные муфты (кроме пушиновских ящиков и удлинителей)	0,8—1,0	0,2—0,3	
Муфты газонепроницаемые типа ГМС, ГМСИ (до монтажа)	2,0	3	0
Муфты изолирующие типа МИС (до монтажа)	2,0	24	0
Муфты газонепроницаемые типа ОГКМ: до монтажа (на заводе)	2,0—3,0	3 мин	Отсутствие пузырьков при погружении в воду на 3 мин
после монтажа (с отрезком кабеля)	1,0	48	
Муфты газонепроницаемые типа КГС, КГСП	2,0	24	0
Смонтированные оконечные устройства (перчатки, распределительные кабели, боксы, ГМС, ГМСИ, ОГКМ, контрольные щитки с воздухопроводами, ЩПВ и т. д.) вместе с отрезками вводных кабелей, предназначенными для включения в магистраль	0,8—1,0	48	0,05
Вводные кабели с оконечными устройствами НУП К-60П-4	0,8—1,0	1	0
Смонтированные шаги (1,7—2,5 км)	0,8—1,0	48	0
Смонтированные секции или кабели соединительных линий длиной 5—6 км:			
с пушиновскими ящиками	0,45	48	0
без пушиновских ящиков	0,8—1,0	48	0
Смонтированные усиленные участки: с пушиновскими ящиками	0,45	240	0,05
без пушиновских ящиков	0,5—0,6	240	0,05
Кабели с пластмассовой оболочкой			
Строительная длина кабеля ² (на барабане):			
ЗКП, ЗКВ-1×4×1,2	0,9—1,1	3	0,05
МКПТ-4	1,6—2,0	2	0

Окончание табл. 9.7

1	2	3	4
Устройство оконечное кабельное УОК (со стабикабелем)	0,75	0,25	Отсутствие пузырьков в слое воды над разъемом (0,04%)
Муфта оконечная типа КАЕ (со стабикабелем)	0,5	24	
Контейнеры НУП системы К-3600, К-1020, К-24, служебной связи СС, телемеханики ТМ ⁴	0,2 ± 0,02	120 ⁵	0,02%)
Контейнеры НУП системы VLU-1920 с муфтой ААЕ	1	48 ⁵	0,04%)
Контейнеры системы ИКМ	0,5	4	0

¹ Не менее чем через 24 ч после прокладки давление должно оставаться неизменным.

² Непосредственно перед монтажом давление должно быть не менее 29 кПа.

³ Величину утечки определяют по формуле: $\Delta P = (P_{\text{мн}} - P_{\text{мк}}) + (P_{\text{бн}} - P_{\text{бк}}) + [(T_{\text{н}} - T_{\text{к}})/T_{\text{к}}](P_{\text{мк}} + P_{\text{бк}})$, где $P_{\text{мн}}$ и $P_{\text{мк}}$ — манометрическое избыточное давление в муфте (контейнере) в начале и конце испытательного срока, кгс/см²; $P_{\text{бн}}$ и $P_{\text{бк}}$ — барометрическое атмосферное давление в начале и конце испытательного срока, кгс/см² (1 мм рт.ст. = 1,36 · 10⁻³ кгс/см²); $T_{\text{н}}$ и $T_{\text{к}}$ — температура окружающей среды в начале и конце испытаний, К (по шкале Кельвина, равная $t_{\text{н}} + 273$ и $t_{\text{к}} + 273$). Вычисления производят с точностью до третьего знака после запятой.

⁴ Испытания производятся, если контейнеры, поступившие от завода-изготовителя, находятся под давлением менее 0,05 кгс/см².

⁵ Начальные измерения давления и температуры производятся через 8 ч после на-
качки.

аналогичных документах), с контрольными измерениями, при условии, что период между измерениями не меньше установленного контрольного срока.

Оценка герметичности производится после выравнивания давления. Давление считается выравненным, если величины его в кабеле, измеренные по концам участка длиной до 5 км, равны, а для участков длиной свыше 5 км не отличаются друг от друга более чем на 2 кПа (0,02 кгс/см²). При превышении этой величины следует повторно измерить давление через 4—6 ч; если при этом величина давления в соответствующих точках остается неизменной, то процесс выравнивания считается законченным.

Если контрольное измерение давления P_2 произведено при температуре t_2^0 окружающей среды, отличающейся от температуры t_1^0 в момент предыдущего измерения давления P_1 , то расчетная величина абсолютного давления, кгс/см², при контрольном измерении P_2 с учетом изменения температуры кабеля определяется по формуле

$$P_2' = (P_1 + 1) (T_2/T_1),$$

где T_1 и T_2 — температура по шкале Кельвина, равная соответственно $t_1^0 + 273$ К и $t_2^0 + 273$ К. За температуру кабеля принимается температура окружающей среды воздуха на кабельной площадке или грунта на глубине прокладки кабеля. При $t_2^0 > t_1^0$ $\Delta P_{\text{факт}} = (P_1 + P_{\text{расч}}) - P_2 \leq \Delta P_{\text{доп}}$, при $t_2^0 < t_1^0$ $\Delta P_{\text{факт}} = (P_1 - P_{\text{расч}}) - P_2 \leq \Delta P_{\text{доп}}$.

Кабели считаются герметичными, если снижения давления за контрольный срок не произошло ($P_2 = P_2' - 1$) или фактическое снижение давления ($\Delta P_{\text{факт}}$) не превышает допустимой нормы ($\Delta P_{\text{доп}}$):

$$\Delta P_{\text{факт}} = (P_2' - 1) - P_2 \leq \Delta P_{\text{доп}}.$$

Таблица 9.8

Нормы оценки герметичности кабелей ГТС

Объект испытаний	Испытательное давление, кгс/см ²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка — $\Delta P_{\text{доп}}$), кгс/см ²
Кабели с металлической оболочкой			
Строительная длина кабеля на барабане и после прокладки	0,8—1,0	24	0
Участок смонтированного кабеля, проложенного в канализации протяженностью 0,5 км	0,8—1,0	24	0
Смонтированная кабельная линия длиной:			
до 2 км	0,5	48	0
более 2 км	0,5	240	0
Пупиновские ящики, удлинители (до монтажа)	0,5	4	0
Муфты свинцовые всех типов до монтажа (в мастерских)	4,0	0,2	0
Кабели с пластмассовой оболочкой (типа ТПП) емкостью 100 пар и более ¹			
Строительная длина кабеля на барабане	0,3—0,5	24	0
Строительная длина кабеля после затягивания в канализацию	0,3—0,5	24	0,05
Участок смонтированного кабеля после монтажа 2—5 муфт	0,3—0,5	24	0,05
Смонтированный межстанционный или магистральный кабель с оконечными устройствами	0,5	48	0,05

¹ В кабелях типа ТППШП проверяется только внутренняя оболочка.

Таблица 9.9

Нормы оценки герметичности оборудования для содержания кабелей под давлением

Объект испытаний	Способ контроля	Испытательное давление, кгс/см ²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{\text{доп}}$), кгс/см ²
АКОУ:				
верхняя ступень	Манометром до 250 кгс/см ²	100±10	3	10
нижняя ступень	Манометром до 6 кгс/см ²	1,5—2,0	1	0,1
	Манометром до 1,6 кгс/см ²	0,5±0,02	3	0 ¹
УСКД:				
верхняя ступень	Манометром до 250 кгс/см ²	100±10	3	5
нижняя ступень	Манометром до 1,6 кгс/см ²	0,5±0,02	1	0,05
КОУ, контрольный щиток с манометрами	Манометром до 1,6 кгс/см ²	1,0	1	0,1
Осушительное устройство (не смонтированное)	Манометром до 1,6 кгс/см ²	1,0	1	0,15
Щит переключения воздуха ЩПВ	Визуальным наблюдением в воде	1,0—1,5	5 мин	Отсутствие пузырьков
ПУВГИГ — верхняя ступень	Манометром до 250 кгс/см ²	100±10	0,5	10
Регенерационная установка	Вакуумметром	—	0,25	Разрежение в установке должно быть не менее 0,5 кгс/см ²
Воздушный контрольный прибор ВКП-1	Манометром типа МО (об-разцовым)	0,5	3	0,008

¹ Допускается повышение давления на манометре от 1,6 кгс/см² до 0,65 кгс/см².

Расчетные величины давления ($\pm \Delta P_{\text{расч}}$) в зависимости от изменения температуры ($\pm \Delta t^\circ$) для испытательного давления P_1 в пределах 49—108 и 147—196 кПа (0,5—1,1 и 1,5—2,0 кгс/см²) приведены в табл. 9.6.

Нормы оценки герметичности кабелей и оборудования для содержания кабелей под давлением приведены соответственно в табл. 9.7—9.9. Строительные длины кабеля, не выдержавшие испытаний по пп. 1—3 табл. 9.7, испытываются в соответствии с требованиями ГОСТ или ТУ на данный тип кабеля, причем если и эти требования не выдерживаются, то заводу-изготовителю представляется рекламация.

9.5. СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ КАБЕЛЯ ПОД ПОСТОЯННЫМ ГАЗОВЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Системой содержания кабеля под давлением принято называть комплекс устройств, предназначенных для поддержания в кабеле постоянного избыточного газового давления. Постоянное избыточное давление в кабеле может поддерживаться следующими способами:

автоматической подкачкой газа по мере его утечки при помощи специального автоматического оборудования;

периодической подкачкой газа по мере снижения давления вследствие допустимой или аварийной утечки. Необходимость подкачки определяется на основании показаний контрольных манометров, установленных на концах участка, по визуальным наблюдениям при профилактическом осмотре или при получении соответствующего сигнала по системе сигнализации.

9.6. КОНТРОЛЬ ЗА ИСПРАВНОСТЬЮ ОБОЛОЧКИ КАБЕЛЯ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЙОНА ЕЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ

Непрерывный контроль за исправностью оболочки кабеля, а также определение района повреждения осуществляется следующими методами.

Учет расхода газа. Метод основан на учете расхода газа, подаваемого в кабель с обоих концов участка для компенсации утечки, вызванной повреждением оболочки. Учитывая, что при установившемся режиме распределения давления в кабеле объем газа, подаваемого с обоих концов участка для компенсации утечки, обратно пропорционален расстоянию до места утечки, определяют район повреждения по расходу газа за единицу времени.

Преимущество данного метода заключается в том, что отпадает необходимость в специальных сигнальных жилах. Однако этот метод позволяет установить наличие утечки и особенно район повреждения спустя несколько суток, причем если на участке имеется только одно место утечки.

Электрическая сигнализация. В соединительных муфтах каждого кабеля через 1,5—2,5 км устанавливают сигнализаторы понижения давления, а на концах герметичных участков — электроконтактные манометры. При снижении давления до минимально допустимой величины замыкаются контакты ближайших к месту утечки сигнализаторов (или манометра) и по имеющимся в кабеле специальным сигнальным жилам на обслуживаемый пункт передается сигнал. По первым двум сработавшим сигнализаторам определяется район повреждения (с точностью до 1 км).

Манометрический метод. Основан на одновременном измерении манометрами давления в нескольких точках участка, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. По результатам измерений строят график распределения давления, характеризующийся двумя наклонными кривыми, расходящимися от места утечки газа. Пересечение этих кривых соответствует району утечки газа (рис. 9.4).

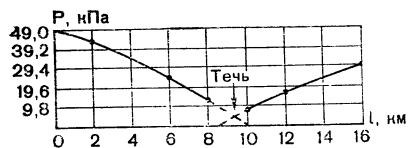


Рис. 9.4. Манометрический метод определения района повреждения

9.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ОБОЛОЧКИ

Наиболее эффективным способом точного определения мест негерметичности оболочки является метод с использованием индикаторных газов. Метод основан на способности всех газов перемещаться в почве, воде или другом газе в сторону меньших концентраций в результате теплового движения молекул. Распространяясь по кабелю, индикаторный газ выходит сквозь поврежденную оболочку в грунт и через некоторое время достигает поверхности земли, где и обнаруживается индикаторными приборами. Время, за которое индикаторный газ достигает поверхности земли, состоит из времени его распространения по кабелю до места выхода из оболочки и времени распространения его до поверхности грунта.

В табл. 9.10 приведены расчетные значения времени распространения газа от места выхода из кабеля до поверхности грунта.

Таблица 9.10

Время распространения газа до поверхности различного грунта в зависимости от глубины залегания кабеля

Глубина залегания кабеля, м	Песок	Песчаник	Глина
0,5	до 13 с	25 с — 1,5 ч	10 мин — 1,2 года
0,8	до 30 с	1 мин — 4,0 ч	26 мин — 3,1 года
1,2	до 1,2 мин	2,3 мин — 8,5 ч	1 ч — 7 лет
1,5	до 1,5 мин	3 мин — 10 ч	1,3 ч — 9 лет

Примечания: 1. Величины рассчитаны в предположении, что почва однородна и давление газа в месте его выхода из кабеля составляет порядка 147 кПа (1,5 кгс/см²).

2. Следует иметь в виду, что обычно почва над кабелем при прокладке разрушена, а это способствует ускорению выхода газа на поверхность.

К индикаторным газам предъявляются следующие требования:

возможно более низкая температура сжижения;

химическая инертность по отношению к металлам и изоляционным материалам, применяемым в кабелях;

неспособность к химическому разложению под влиянием электрического разряда;

неспособность к разложению под воздействием температуры, при которой происходит пайка кабелей;

безопасность для обслуживающего персонала (нетоксичность, невоспламеняемость, взрывобезопасность);

высокая электрическая прочность;

производство в промышленном масштабе.

С учетом изложенных выше требований в качестве индикаторных газов для определения мест негерметичности кабелей связи наибольшее распространение получили: фреон, углекислый газ, радиоактивный газ. Наиболее прием-

Таблица 9.11

Свойства фреона и хладона

Характеристика	Фреон-22	Хладон-12
Наименование по ГОСТ	Дифторхлорметан	Дифтордихлорметан
ГОСТ	8502—73	19212—73
Химическая формула	CHClF_2	CF_2Cl_2
Молекулярная масса	86,47	120,93
Содержание нелетучего остатка, %, не более	0,01	0,005
Кислотность	Окраска индикатора не должна изменяться	
Содержание воды, %, не более	0,0025	0,0004
Температура кипения, °С	—40,8	—29,8
Температура затвердевания, °С	—160	—155
Удельная масса в жидком состоянии при +20°С, кг/л	1,213	1,329

лемыми в качестве индикаторного газа являются фреон-22 (дифторхлорметан) и хладон-12 (дифтордихлорметан), свойства которых приведены в табл. 9.11.

Фреон и хладон транспортируются в цистернах, баллонах, бочках и других сосудах, рассчитанных на давление не менее 1176 кПа (12 кгс/см²) для хладона и 1961 кПа (20 кгс/см²) для фреона. На каждый литр вместимости сосуда следует наполнять не более 1 кг жидкого фреона и не более 1,1 кг жидкого хладона. Потребитель обязан возвращать сосуды для повторного заполнения с избыточным давлением не менее 49 кПа (0,5 кгс/см²).

На рис. 9.5 приведена кривая состояния фреона в зависимости от температуры и давления. На рис. 9.6 показана зависимость давления газообразного фреона над жидким в баллоне от температуры. При нормальной температуре (+20°С) фреон-22 — без цвета, запаха и вкуса, взрывобезопасен и не

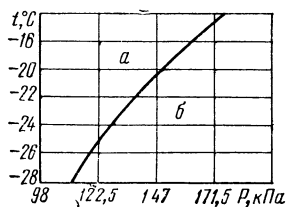


Рис. 9.5. Состояние фреона в зависимости от температуры и давления:
а) газообразное состояние;
б) жидкое состояние

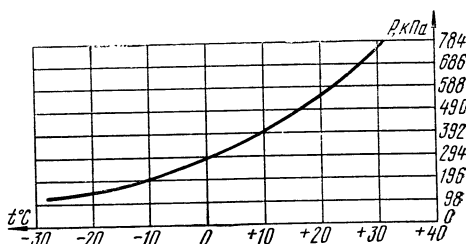


Рис. 9.6. Зависимость от температуры давления газообразного фреона над жидким в баллоне

горюч; при концентрации свыше 20% окрашивает пламя паяльной лампы в голубой цвет. При температуре выше 400°С, а также при электрическом разряде фреон-22 разлагается, выделяя вещества, коррозирующие оболочку кабеля, и ядовитые газы.

Место повреждения оболочки кабеля с помощью фреона-22 определяется следующим образом. По всей длине района повреждения кабелеискателем уточняется и обозначается вешками через 5—10 м трасса кабеля. Затем по всему участку через 1,5—2 м над кабелем делаются шурфы диаметром порядка 2 см и глубиной 25—30 см. Галонидным теченскателем обследуется поврежденный участок для установления величины естественного «фона».

создаваемого галоидосодержащими примесями (испарениями) почвы. В ближайшую к границе поврежденного участка муфту вплавляется вентиль и снижается в этом районе избыточное давление (вентиль должен быть открыт 20—30 мин). После этого в кабель в течение 5—10 мин вводят фреон-22 под давлением 49—59 кПа (0,5—0,6 кгс/см²) (за это время в кабель будет введено примерно 250—500 г фреона). Схема введения в кабель газа приведена на рис. 9.40.

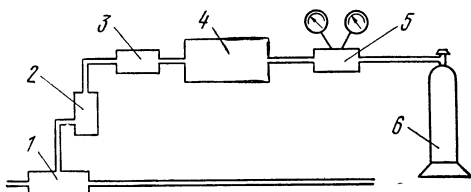
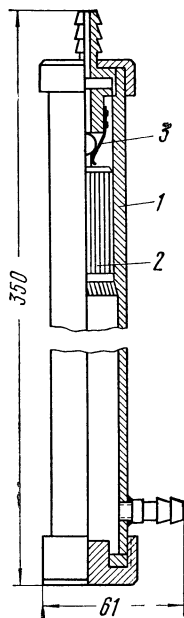


Рис. 9.7. Схема оборудования для введения радиоактивного газа в кабель:
1 — муфта кабеля; 2 — приспособление для вскрытия ампул с радиоактивным газом; 3 — индикатор влажности; 4 — осушительная камера; 5 — редуктор с манометрами; 6 — баллон со сжатым воздухом

Рис. 9.8. Приспособление для разламывания ампул с радиоактивным газом:
1 — герметичный сосуд; 2 — гиря; 3 — пружина



Для обеспечения движения индикаторного газа по кабелю (вдоль поврежденного участка) после фреона-22 через вентиль в него подают сухой воздух под давлением 49—59 кПа (0,5—0,6 кгс/см²). Через 12—15 ч после введения фреона приступают к обследованию трассы путем отбора проб воздуха в шурфах выносным щупом течеискателя. Максимальная концентрация газа наблюдается непосредственно над местом повреждения оболочки кабеля. При неблагоприятных условиях прохождения фреона в грунте выявление места повреждения может продолжаться пять—семь суток.

Использование нерадиоактивных стабильных газов (фреона, углекислого газа) для определения мест негерметичности оболочки невозможно в мерзлых грунтах, а также на участках, где трасса над кабелем покрыта водой, асфальтом, бетоном и т. п. В этих случаях применяются радиоактивные газы, в частности бромистый метил.

Схема оборудования для введения радиоактивного газа в кабель приведена на рис. 9.7. Приспособление, предназначенное для разламывания ампулы с радиоактивным газом (рис. 9.8), соединяется шлангами со схемой после того, как проведена проверка схемы на герметичность избыточным давлением в 49—59 кПа (0,5—0,6 кгс/см²). Радиоактивный газ на поверхности обнаруживают радиометром ПРР. Точка максимальной радиоактивности соответствует месту повреждения оболочки кабеля.

Радиоактивные индикаторные газы в некоторых случаях являются единственным средством определения места повреждения оболочки. Их использование имеет ряд преимуществ перед стабильными газами, а именно: исключаются трудоемкие работы по шурфованию трассы, отпадает необходимость в

мощных источниках тока для питания индикаторных приборов и т. д. Однако централизованное производство радиоактивных газов, неудобство транспортировки, ограниченное время хранения, обусловленное распадом, препятствуют их широкому внедрению.

9.8. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КАБЕЛЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

ГАЗОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ МУФТЫ

Газонепроницаемые муфты устанавливаются на концах междугородных кабелей при вводе их в оконечные и усилительные пункты, а также на концах смонтированных магистральных и межстанционных кабелей ГТС, кабельных вставок в воздушные линии связи и кабелей соединительных линий. Предназначены они для герметизации участков кабелей, которые предусмотрено содержать под постоянным избыточным газовым давлением.

Для симметричных кабелей связи в металлической оболочке используются: газонепроницаемые муфты из эпоксидной смолы типа ГМС и ГМСИ; газонепроницаемые муфты, заливаемые массой МКС непосредственно на кабеле типа МГ. Для коаксиальных кабелей применяются муфты типа ОГКМ, КГС и специальные оконечные газонепроницаемые устройства типа УОК и КАЕ.

Муфта типа ГМС (рис. 9.9), изготавливаемая по ТУ 45-677—72, представляет собой свинцовый цилиндр 1, заполненный внутри полимеризованным

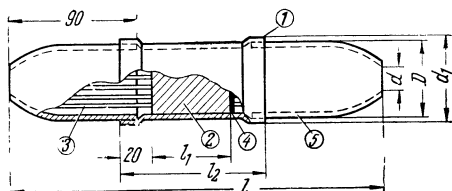


Рис. 9.9. Газонепроницаемая муфта типа ГМС:
1 — свинцовый цилиндр; 2 — эпоксидный компаунд; 3 — медные жилы; 4 — эбонитовая шайба; 5 — свинцовый конус

эпоксидным компаундом 2, сквозь который проходят голые медные жилы 3, фиксируемые при заливке эбонитовой шайбой 4. Два свинцовых конуса 5 предназначены для соединения цилиндра муфты с кабелем.

Муфта типа ГМСИ (газонепроницаемая изолирующая) отличается наличием на свинцовом цилиндре кольцевого изолирующего промежутка (рис. 9.10).

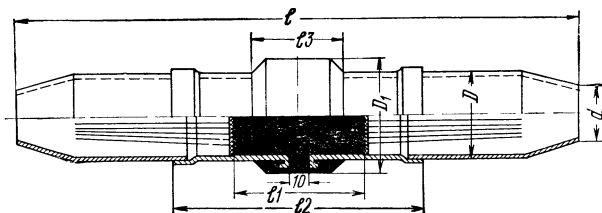


Рис. 9.10. Газонепроницаемая изолирующая муфта типа ГМСИ

Количество и расположение жил в муфтах ГМС и ГМСИ определяются емкостью кабеля, для которого они предназначены. Состав эпоксидного компаунда приведен в табл. 9.12, а размеры и масса — в табл. 9.13.

Таблица 9.12

Состав эпоксидного компаунда для муфт ГМС и ГМСИ

Наименование компонентов	ГОСТ, ТУ	Количество весовых частей
Эпоксидная смола ЭД-5	ГОСТ 10587—76	100
Технический дибутилфталат	ГОСТ 2102—67	10
Пылевидный кварц или коалин	ГОСТ 9077—59	25
Полиэтиленполиамин	ТУ 6-02-594—70	8% к смеси

Основные данные муфт ГМС и ГМСИ
(рис. 9.9 и 9.10)

Таблица 9.13

Тип муфты	Количество жил	Размеры муфты, мм								Общая масса, кг	Масса компаунда, кг
		<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>l</i> ₃	<i>D</i>	<i>D</i> ₁	<i>d</i>	<i>d</i> ₁		
ГМС-1	1×4	250	40	40	—	36	—	14	40	0,80	0,1
ГМС-4	4×4	260	50	100	—	50	—	22	54	1,25	0,15
ГМС-5	5×4	260	50	100	—	55	—	22	58	—	—
ГМС-7	7×4	260	50	100	—	59	—	26	63	1,80	0,20
ГМСИ-1	1×4	280	70	120	50	36	44	14	40	0,90	0,15
ГМСИ-4	4×4	280	70	120	50	50	58	22	54	1,5	0,20
ГМСИ-7	7×4	280	70	120	50	59	67	26	63	2,0	0,25

Муфты должны выдерживать без повреждений избыточное давление не менее 196 кПа (2 кгс/см²) или вакуум не менее 720 мм рт.ст. (96 кПа) в течение 24 ч и при такой же нагрузке один цикл резкого изменения температуры: 2 ч

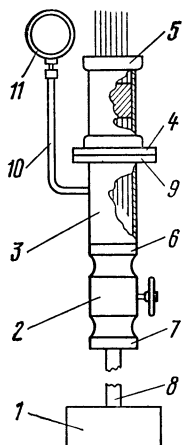


Рис. 9.11. Прибор для испытания герметичности газонепроницаемых муфт типа ГМС, ГМСИ:
1 — вакуумный насос; 2 — вентиль; 3 — металлический цилиндр; 4 — резиновая шайба; 5 — муфта ГМС; 6, 7 — переходные муфты; 8 — шланг; 9 — стальная шайба; 10 — трубка; 11 — вакуумметр

при —40°С и потом 2 ч при +50°С. Муфты должны работать под постоянным избыточным газовым давлением 49—59 кПа (0,5—0,6 кгс/см²) при температуре окружающей среды от —10 до +35°С. Герметичность муфт проверяется прибором, изображенным на рис. 9.11. При включенном вакуумном насосе 1 и открытом вентиле 2 в цилиндре 3 создается вакуум до 93—96 кПа, при этом одновременно к резиновой шайбе 4 присасывается установленная для испытания

муфта 5. Затем вентиль закрывается. Если в течение 24 ч вакуум не уменьшится, муфта считается герметичной.

Сопротивление изоляции между каждой жилой и всеми остальными, соединенными с корпусом, должно быть не менее 50 000 МОм. Сопротивление изоляции между двумя полуцилиндрами муфт ГМСИ должно быть не менее 30 000 МОм. Изоляция муфт должна выдержать в течение 2 мин напряжение постоянного тока: 3000 В между пучком всех жил и корпусом; 2500 В между каждой жилой и всеми остальными, соединенными с корпусом.

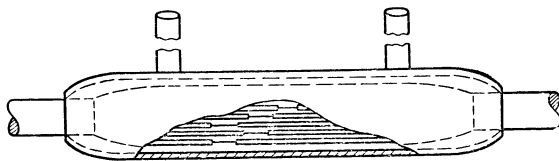


Рис. 9.12. Газонепроницаемая муфта типа МГ, заливаемая непосредственно на кабеле

Муфты типа МГ на междугородных симметричных кабелях емкостью свыше 7×4, а также на кабелях ГТС в свинцовой оболочке оборудуются непосредственно на кабеле без разрезания жил (рис. 9.12). Основные данные таких муфт приведены в табл. 9.14.

Таблица 9.14

Основные размеры газонепроницаемых муфт типа МГ

Тип муфты	Наружный диаметр кабеля, мм	Размеры, мм				Расход массы МКС-6 на одну муфту, кг
		длина муфты	наружный диаметр муфты	диаметр патрубка	длина разделки жил	
МГ-1	до 17	210	35	17	160	0,15
МГ-2	21—26	285	50	17	230	0,7
МГ-3	27—37	365	65	17	310	1,0
МГ-4	38—47	415	80	21	360	1,4
МГ-5	48—50	445	90	21	375	2,0
МГ-6	51—56	460	95	21	390	2,2
МГ-7	57—59	490	103	21	415	2,9
МГ-8	60—64	520	110	21	440	3,4
МГ-9	65—68	530	120	30	440	4,3
МГ-10	69 и выше	550	125	30	440	4,7

На междугородных кабелях каждая жила в шахматном порядке освобождается от изоляции на длину 8—10 мм, а срезы изоляции закрепляются нитками. На кабелях ГТС изоляция не снимается. Сердечник покрывается одним слоем марли, над ним устанавливается муфта, которая после запайки заливается разогретой массой МКС-6.

На кабелях ГТС с пластмассовой оболочкой и изоляцией жил типа ТПП при необходимости содержания их под избыточным давлением газонепроницаемые муфты оборудуются непосредственно на кабеле.

Методика монтажа предусматривает установку на кабель полиэтиленовой муфты (рис. 9.13), сварку ее частей с оболочкой кабеля и между собой, заливку в муфту под избыточным давлением из специального бачка (рис. 9.14) герметизирующего эпоксидноокислого компаунда типа ЭТЗК. Размеры муфт и ориентировочный расход компаунда приведены в табл. 9.15, а состав компаунда — в табл. 9.16.

На кабелях ГТС типа ТПП допускается также оборудование газонепроницаемых муфт путем прокладки в местах их расположения вставки из кабеля в металлической оболочке, на которой производится устройство муфты согласно рис. 9.12.

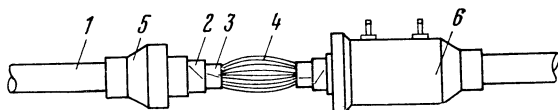


Рис. 9.13. Газонепроницаемая муфта на кабеле ТПП:
1 — оболочка кабеля; 2 — экран; 3 — поясная изоляция; 4 — жилы; 5 — конус полиэтиленовой муфты; 6 — полиэтиленовая муфта

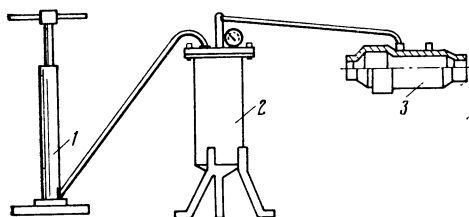


Рис. 9.14. Схема заливки газонепроницаемой муфты на кабеле ТПП под давлением:
1 — насос; 2 — заливочный бачок; 3 — муфта

Т а б л и ц а 9.15

**Ориентировочные размеры полиэтиленовых газонепроницаемых муфт
и расход компаунда**

Емкость кабеля при диаметре жил, мм			Длина цилиндрической части, мм	Внутренний диаметр цилиндрической части, мм	Расход компаунда, кг
0,4	0,5	0,7			
100×2	—	—	140	35	0,3
150×2	100×2	—	140	45	0,45
200×2	150×2	—	140	45	0,45
300×2	200×2	100×2	140	60	0,7
400×2	300×2	150×2	200	70	1,0
500×2	400×2	200×2	200	80	1,3
600×2	—	—	200	80	
—	500×2	300×2	250	95	2,3
—	600×2	—	250	95	
—	—	400×2	250	110	3,0
—	—	500×2	250	110	
—	—	600×2	250	110	

Муфты ОГКМ (оконечные газонепроницаемые коаксиальные муфты, рис. 9.15) предназначены для оконечной распайки и герметизации концов однокоаксиальных распределительных кабелей. Для кабелей типа КРК-1 (2,6/9,4) ис-

Т а б л и ц а 9.16

Состав эпоксителиколовых компаундов типа ЭТЗК

Наименование компонентов	ГОСТ или ТУ	Количество весовых частей		
		ЭТЗК-1	ЭТЗК-2	ЭТЗК-3
Эпоксидный компаунд:				
К-153	МРТУ 6-05-1253—69	100	—	—
К-115	МРТУ 6-05-1251—69	—	100	—
Эпоксидная смола ЭД-5	ГОСТ 10587—76	—	—	100
Тиokol НВВ-2	ГОСТ 12812—72	60	80	100
Полиэфир МГФ-9	ТУ 6-01-450—70	—	—	10
Полиэтиленполиамин	ТУ 6-02-594—70	12	12	15

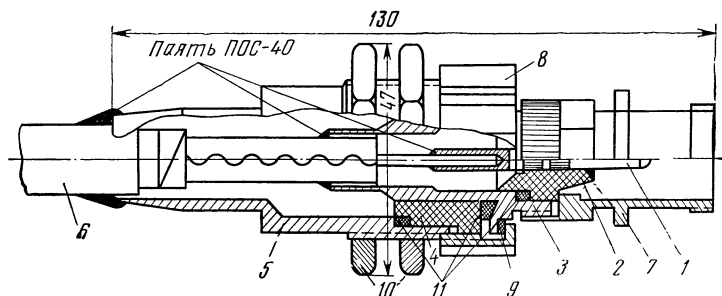


Рис. 9.15. Оконечная газонепроницаемая муфта типа ОГКМ:

1 — центральный штырек; 2, 4 — изоляционная втулка; 3 — гильза; 5 — корпус муфты; 6 — оболочка кабеля; 7 — соединительная гильза; 8 — фасонная гайка; 9 — изоляционная шайба; 10 — гайки; 11 — резиновые кольца

пользуются ОГКМ, изготавливаемые по МРТУ 4 РХО.364.046 ТУ, а для малогабаритных распределительных кабелей типа КТС-1 (1,2/4,6) — ОГКМ-С по ТУ-4—72 РХО.364.409 ТУ-ЛУ. Основные характеристики муфт приведены в табл. 9.17.

Муфта ОГКМ представляет собой линейную часть коаксиального разъема, станционная часть которого (штепсельное гнездо) разделяется на гибкий станционный кабель типа КГК. Разъем предназначен для коммутации высокочастотных электрических цепей и цепей дистанционного питания.

Центральный штырек 1 для внутреннего проводника опрессован фасонной изоляционной втулкой 2. Этот узел вкладывается в гильзу 3 для внешнего проводника, которая, в свою очередь, вставляется в изоляционную втулку 4 и далее в корпус муфты 5, соединяемый со свинцовой оболочкой кабеля 6. На гильзу 3 навинчена соединительная гильза 7, являющаяся гнездом для подключения штепселя от аппаратуры. На корпус соединительной гильзы навинчена фасонная гайка 8, фиксирующая положение гильзы 3. Изоляционная шайба 9 обеспечивает изоляцию внешнего проводника коаксиальной пары от корпуса муфты и свинцовой оболочки кабеля. Гайки 10 предназначены для крепления муфты на кронштейне кабельроста. Герметизация в местах соединения изоляционных втулок с гильзами обеспечивается при помощи резиновых колец 11, уплотняемых при навинчивании гильзы 7 и гайки 8.

Муфты типа КГС, КГСП (рис. 9.16) предназначены для герметизации концов малогабаритных коаксиальных кабелей типа МКТС-4 и МКТП-4 в случаях, когда не представляется возможным установить муфты типа ОГКМ (например, в НУП системы К-300). Муфты изготавливаются по ТУ 45.1368—74 и устанавливаются на стыке линейного кабеля марки МКТСБ-4 со стабкabeлем марки МКТСШв-4 (муфта КГСП) или со стабкabeлем МКТСБ-4 (муфта КГС).

Т а б л и ц а 9.17

Основные характеристики муфт типа ОГКМ

Характеристика	Единица измерения	Для коаксиальных пар	
		2,6/9,4	1,2/4, 6
Постоянное рабочее избыточное давление	кгс/см ²	0,5—0,6	0,5—0,6
Испытательное избыточное давление воздуха при погружении в водяную ванну на 3 мин ¹⁾	»	2,5±0,5	2,5±0,5
Сопrotивление изоляции, не менее:	МОм	10 000	10 000
между центральным и внешним контактами	»	5	50
между внешним контактом и корпусом муфты	В	1 000	1 000
Рабочее напряжение (переменный ток, 50 Гц)	В	4 500	3 000
Испытательное напряжение постоянного тока в течение 1 мин:	»	750	500
между центральным и внешним контактами	В	4 500	3 000
между внешним контактом и корпусом муфты	»	750	500
Рабочие условия окружающей среды:	°С	+5÷+40	—60÷+80
температура	°С	+5÷+40	—60÷+80
относительная влажность при температуре 40°С	%	85	95
Условия хранения (в упакованном виде):			
а) на складе:			
температура	°С	0÷+40	5—30
относительная влажность	%	80	85
б) в полевых условиях:			
температура	°С	—	—50÷+50
относительная влажность при 30°С	%	—	98

¹⁾ Показатель исправности муфты — отсутствие воздушных пузырьков.

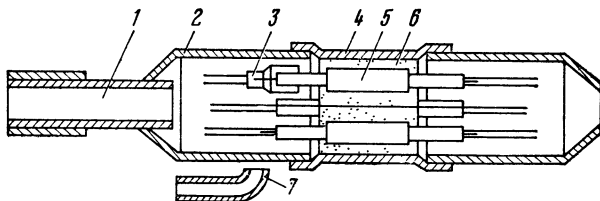


Рис. 9.16. Муфты типа КГС, КГСП для кабеля МКТ-4:
1 — металлопластмассовая манжета; 2 — свинцовый конус;
3 — переходная втулка; 4 — газонепроницаемый цилиндр;
5 — экран; 6 — компаунд; 7 — патрубок

Муфта типа КГСП отличается от муфты КГС наличием переходной металлопластмассовой манжеты. Основные характеристики муфт типа КГС и КГСП приведены в табл. 9.18.

Муфты должны оставаться герметичными после резкого изменения температуры: в течение 2 ч при —40°С и потом 2 ч при +50°С, а также после содержания их в термощкафу при температуре 110—120°С в течение 10 мин; испытания производятся давлением 196 кПа (2 кгс/см²) в течение 24 ч.

Устройство оконечное кабельное УОК предназначено для герметизации концов кабеля в НУП и коммутации коаксиальных и симметричных цепей линейного кабеля со стационарным оборудованием. УОК изготавливается для кабелей типа КМ-8/6 и КМ-4 и поставляется с паянным на заводе отрезком стабкابеля соответствующего типа вместе с оборудованием системы передачи К-3600.

Таблица 9.18

Основные характеристики муфт типа КГС и КГСР

Характеристика	Единица измерения	Величина
Постоянное рабочее избыточное давление	кгс/см ²	0,7
Испытательное газовое давление в течение 24 ч	»	2,0
Электрическое сопротивление изоляции, не менее:	МОм	100 000
между внутренним и внешним проводниками	»	100 000
между каждым внутренним проводником и всеми остальными внутренними и внешними проводниками, соединенными с корпусом	»	50
между внешними проводниками и корпусом	»	3 500
Испытательное напряжение постоянного тока в течение 2 мин:	В	»
между внутренним и внешним проводниками	»	1 000
между каждым внутренним проводником и всеми остальными внутренними и внешними проводниками, соединенными с корпусом	»	450
между внешними проводниками и корпусом	»	»
Рабочая температура окружающей среды	°С	-10÷+35

Стабкатель УОК сращивается с линейным кабелем в соединительной муфте. Коммутация осуществляется при помощи гибких кабелей, один из концов которых соединен на заводе с оборудованием системы передачи, а второй имеет полуразъем для соединения с УОК.

Общий вид УОК показан на рис. 9.17.

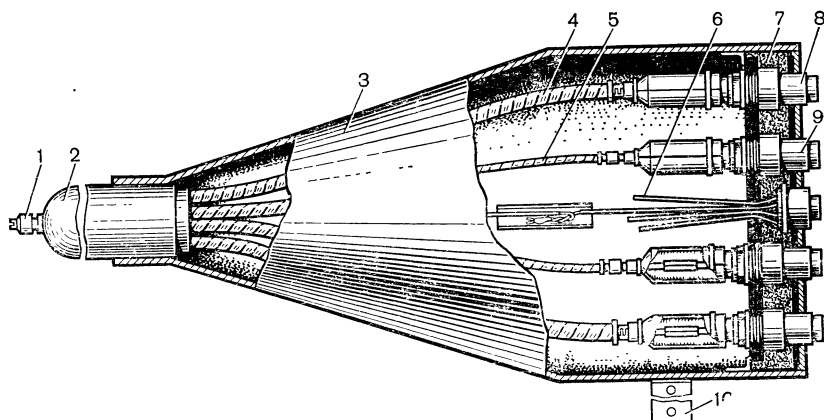


Рис. 9.17. Устройство оконечное кабельное УОК (газонепроницаемое):

1 — вентиль; 2 — стабкатель (КМ-8/6); 3 — корпус; 4 — коаксиальная пара 2,6/9,4; 5 — коаксиальная пара 1,2/4,6; 6 — симметричные пары; 7 — герметизирующий компаунд; 8 — коаксиальный разъем; 9 — симметричный разъем; 10 — кронштейн для крепления

Оконечное газонепроницаемое устройство типа КАЕ со стабкательной длиной 2,5—3 м поставляется с оборудованием системы передачи типа VLT-1920; имеющиеся на станционной стороне устройства, гибкие кабели и воздухопроводы вводятся через специальное отверстие в контейнер и подключаются к станционному оборудованию, а корпус устройства сочленяется с корпусом контейнера при помощи фланца и болтов.

ВЕНТИЛИ

Для контроля за величиной избыточного давления, а также для накачивания кабеля используются вентили типа Р (ГОСТ 8107—67). Вентиль (рис. 9.18) вплавляется в один из концов строительной длины или шага кабеля, а в от-

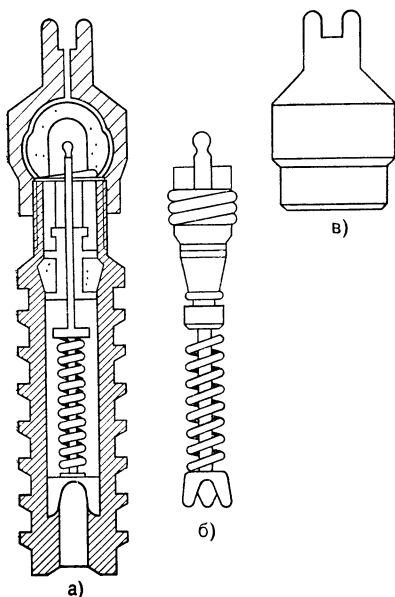


Рис. 9.18. Вентиль:
а) корпус (в сборе с золотником и колпачком-ключиком); б) золотник; в) колпачок-ключик

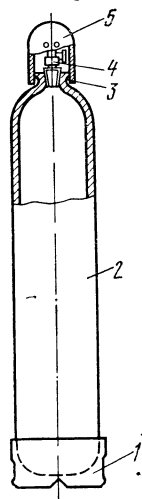


Рис. 9.19. Баллон высокого давления:
1 — опорный башмак; 2 — корпус; 3 — кольцо горловины; 4 — вентиль; 5 — предохранительный колпак

дельных случаях — и в оборудование для испытаний герметичности (контрольные щитки, оконечные устройства, муфты и т. п.). Во время припайки из вентиля необходимо вынуть ниппель во избежание повреждения резины при нагревании.

ИСТОЧНИКИ СЖАТОГО ГАЗА

В качестве источников сжатого газа для испытания герметичности кабеля и содержания его под постоянным газовым давлением используются компрессоры, баллоны высокого давления и установки для ручной накачки кабеля.

Компрессорные установки предназначены для нагнетания газа в кабель и наполнения газом баллонов высокого давления. Производительностью компрессора называется количество газа, сжимаемого в единицу времени. Для определения производительности необходимо измерить количество газа на выходе из компрессора и пересчитать на условия состояния газа, входящего в компрессор. Технические характеристики компрессорных установок, применяемых в хозяйстве связи для содержания кабелей под давлением, приведены в табл. 9.19.

Таблица 9.19

Характеристики компрессорных установок

Тип установки	Тип компрессора	Рабочее давление, кгс/см ²	Производительность, м ³ /ч	Двигатель			Емкость ресивера, л	Масса, кг	Область применения
				тип	мощность	число оборотов			
8Г-3ЗУ	Поршневой	230—350	90	Дизель ЯАЗ-204	44 кВт	1750—1930	—	3250	Для наполнения баллонов высокого давления
КЗМО	Мембранный	2,0	1,3	Электро-двигатель	0,25 кВт	—	22	50	Для периодической подкачки кабеля на усилительных участках (при наличии осушительных камер)
0—16		4,0	30		2,8 кВт	1420	70	168	
0—22		4,0	15		1,7 кВт	1420	24	110	

Баллоны высокого давления являются наиболее приемлемыми источниками сжатого газа для испытания герметичности кабелей при строительстве, а также при содержании их под давлением как экономичные и простые в эксплуатации. Изготавливаются баллоны (рис. 9.19) по ГОСТ 949—73 на рабочее давление 10, 15 и 20 МПа (100, 150, и 200 кгс/см²) из углеродистой или легированной стали и состоят из цилиндрического корпуса 2 с горловиной с внутренней конической резьбой, предназначенной для ввертывания запорного вентиля 4. На горловине укреплено кольцо 3 с резьбой, на которое навинчивается предохранительный колпак 5, когда баллон находится в нерабочем состоянии. Для устойчивости в вертикальном положении служит опорный башмак 1. Характеристики баллонов, используемых для испытания герметичности и содержания кабелей под давлением, приведены в табл. 9.20 и 9.21.

Количество сжатого газа, находящегося в баллоне, определяется произведением емкости баллона на величину избыточного давления. В табл. 9.22 приводятся данные о длине некоторых типов накачиваемых кабелей в зависимости от давления в баллоне (номинальное давление указано при температуре 20° С).

Перевозка и хранение баллонов с газом допускаются при температурах от —50 до + 60° С. На каждом баллоне должны быть выбиты: товарный знак предприятия-изготовителя; номер баллона; дата (месяц, год) изготовления (испытания) и год следующего испытания; рабочее давление (*P*) и пробное гидравлическое (*П*) в кгс/см²; емкость баллона в л; масса баллона в кг; клеймо ОТК; обозначение стандарта.

В табл. 9.23 приведены данные о давлении в баллоне типа А в зависимости от температуры окружающей среды.

При переливании жидкого газа из одного баллона в другой необходимо учитывать, что масса газа на один литр емкости баллона не должна превосходить значений, указанных в табл. 9.24. Эти соотношения следует строго выполнять, потому что герметически закрытый резервуар нельзя полностью заполнять газом в состоянии жидкой фазы, так как в этом случае при повышении температуры сосуда может произойти взрыв.

Т а б л и ц а 9.20
Размеры, емкость и масса баллонов из
легированной стали на давление 15 МПа

Емкость, л	Диаметр корпуса, мм	Толщина стенки, мм	Длина корпуса, мм	Масса ¹ , кг
1	89	1,9	240	1,2
3	108	2,4	445	3,4
5	140	3,1	460	5,8
10			830	10,2
20	219	5,2	730	28,5
25			890	34,0
32			1105	42,0
40			1350	51,5
50			1660	62,5

¹ Данные графы приведены без вентилях, колпаков, колец и башмаков, общая масса которых — 8—10 кг.

Т а б л и ц а 9.21
Характеристики баллонов высокого давления

Цвет окраски баллона	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы	Материал корпуса вентиля	Направление бокового штуцера
Черный	«Азот» «Ацетилен» «Водород» «Сжатый воздух»	Желтый	Коричневый	Латунь	Правое
Белый		Красный	—	По заказу потребителя	Потребитель
Темно-зеленый		»	—	Латунь	Левое
Черный	«Кислород» «Фреон» (с указанием номера)	Белый	—	»	Правое
Голубой		Черный	—	»	»
Алюминиевый или светло-серый		»	—	Сталь или латунь	»

Таблица 9.22

**Длина накачиваемых кабелей разных типов, км,
в зависимости от давления в баллоне**

Давление в баллоне, кгс/см ²	Накачиваемое давление, кгс/см ²											
	0,5						1,0					
	КМБ-8/6	КМБ-4	МКТСБ-4	МКС-7×4	МКС-4×4	МКС-1×4	КМБ-8/6	КМБ-4	МКТСБ-4	МКС-7×4	МКС-4×4	МКС-1×4
150	13	24	70	44	75	320	7	13	35	22	37	160
130	11	21	60	38	65	275	6	11	30	19	32	137
110	9	18	50	32	54	230	5	9	25	16	27	115
90	8	14	40	26	43	180	4	7	20	13	22	90
70	6	11	30	20	32	140	3	5	15	10	16	70
50	4	7	20	14	22	90	2	4	10	7	11	45
30	2	4	10	8	11	45	1	2	5	4	6	23

Примечание. При давлении в баллоне 10—20 кгс/см² накачка прекращается.

Таблица 9.23

**Давление в баллоне типа А в зависимости от температуры
окружающей среды**

Температура, °С	—30	—20	—10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Давление в баллоне, кгс/см ²	125	130	135	140	145	150	155	160	165

Таблица 9.24

Масса газа на 1 л емкости баллона

Газ	Фреон-22	Хладон-12	Углекислота
Масса, кг	1,0	1,1	0,75

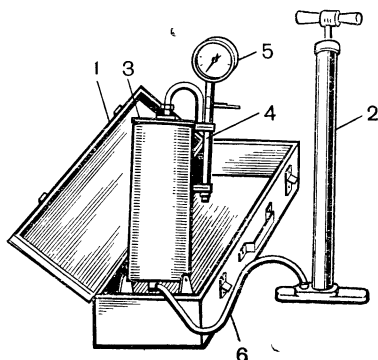


Рис. 9.20. Установка для ручной накачки кабеля:

1 — чемодан; 2 — насос; 3 — осушитель; 4 — индикатор влажности; 5 — манометр; 6 — шланг

Установка типа КЛ-67М для ручной накачки кабеля используется при небольших объемах работ, когда применение компрессорных установок или баллонов высокого давления нецелесообразно. Установка (рис. 9.20) состоит из чемодана 1, в котором размещены насос 2 автомобильного типа, осушительный баллон с силикагелем 3, индикатор влажности 4, манометр 5 и шланг 6. Размеры чемодана 285×215×120 мм; масса 8 кг.

РЕДУКТОРЫ

Редуктор снижает давление газа, поступающего из компрессора или баллона, до необходимой величины и автоматически поддерживает его постоянным в заданных пределах. На рис. 9.21 изображен двухступенчатый редуктор. Газ

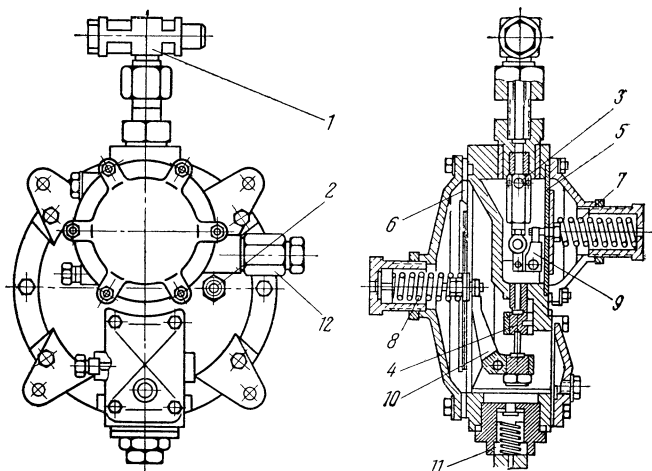


Рис. 9.21. Редуктор двухступенчатый:
1 — фильтр; 2 — штуцер; 3, 4 — клапаны; 5, 6 — мембраны;
7, 8 — пружины; 9, 10 — рычаги; 11, 12 — предохранительные
клапаны

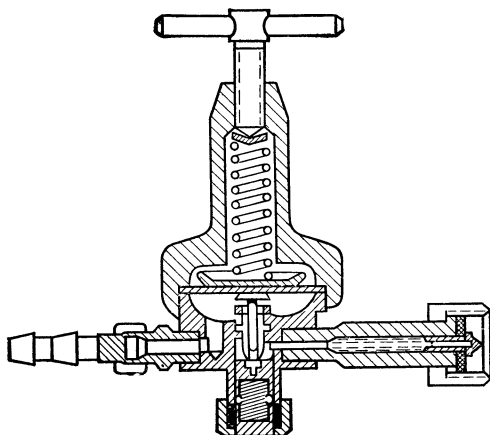


Рис. 9.22. Редуктор одноступенчатый,
кислородный типа РК-53Б

в него поступает через штуцер с фильтром 1 и выходит из него через штуцер 2. Работа обеих ступеней редуктора совершенно идентична. Через клапан 3 газ поступает в камеру первой ступени, а через клапан 4 — в камеру второй ступени редуктора. В обеих камерах повышается давление, которое действует на эластичные мембраны 5 и 6 соответственно в первой и второй ступенях. Под воздействием этих условий сжимаются пружины 7 и 8, заранее отрегулированные на заданные величины давлений. Под воздействием мембран приводятся в движение рычаги 9 и 10, которые прикрывают входные сопла в каждой ступени, прекращая или уменьшая тем самым поступление газа в соответствующие камеры. Одноступенчатый редуктор РК-53Б дан на рис. 9.22.

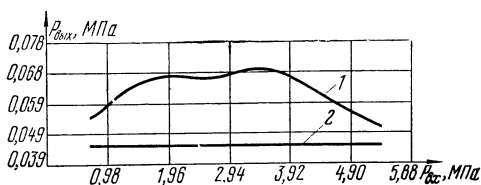


Рис. 9.23. Зависимость давления газа на выходе редуктора от давления на его входе для одноступенчатого (1) и двухступенчатого (2) редукторов при одинаковой величине расхода газа (2,33 л/мин)

На рис. 9.23 приведены кривые зависимости давления газа на выходе от изменения давления на входе одно- и двухступенчатого редукторов при постоянном расходе газа. Стабильность давления на выходе особенно важно поддерживать, когда по расходу газа определяется район нарушения герметичности кабеля.

В соответствии с ГОСТ 6268—68 редукторы имеют условные обозначения, например: редуктор азотный (воздушный) — $\frac{0,5-8,0}{1,0-8,0} 150 = I$, ГОСТ 6268—68,

где 0,5—8,0 — пределы рабочего давления, кгс/см²; 1,0—8,0 — пропускная способность редуктора, м³/ч; 150 — наибольшее давление на входе в редуктор, кгс/см²; I — класс точности поддержания рабочего давления.

Для зарядки баллонов малой емкости от баллона средней емкости могут быть применены редукторы, понижающие давление с 14709 до 2451—2942 кПа (со 150 до 25—30 кгс/см²). Эти редукторы имеют следующее условное обозначение: редуктор азотный (воздушный) $\frac{3-20}{1,5-2,0} 150 = II$, ГОСТ 6268—68.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСУШКИ ГАЗА

Газ, нагнетаемый в кабель, должен быть сухим. Количество водяных паров, содержащихся в газе, характеризуется абсолютной или относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется количеством воды в граммах, содержащейся в одном кубическом метре газа, и выражается в г/м³. Относительная влажность представляет собой отношение действительного содержания воды в газе к возможному содержанию в нем воды в случае полного его насыщения при данной температуре и выражается в процентах.

Абсолютная влажность характеризует влажность газа при любой температуре, а относительная влажность — только при данной температуре. Пересчет относительной влажности в абсолютную и обратно может быть произведен по формулам:

$$W = W_n \Phi / 100, \quad \Phi = (W / W_n) 100,$$

где W — абсолютная влажность, г/м³; Φ — относительная влажность, %, W_n — содержание воды в граммах в 1 м³ газа при насыщении его при данной температуре, г/м³. Величины W_n для воздуха приведены в табл. 9.25.

Газ, нагнетаемый в кабель, не должен содержать более 0,3 г влаги на 1 м³ (относительная влажность 2% при $t=18^\circ\text{C}$).

Т а б л и ц а 9.25

Содержание воды W_H в воздухе при различной температуре

t°, C	$W_H, г/м^3$	t°, C	$W_H, г/м^3$	t°, C	$W_H, г/м^3$	t°, C	$W_H, г/м^3$
30	30,0	10	9,4	-10	2,14	-30	0,33
28	27,0	8	8,2	-12	1,80	-32	0,27
26	24,0	6	7,2	-14	1,51	-34	0,22
24	21,5	4	6,3	-16	1,27	-36	0,18
22	19,0	2	5,6	-18	1,05	-38	0,14
20	17,0	0	4,8	-20	0,88	-40	0,12
18	15,0	-2	4,17	-22	0,73	-42	0,09
16	13,5	-4	3,51	-24	0,60	-44	0,07
14	12,0	-6	2,99	-26	0,51	-46	0,06
12	10,2	-8	2,54	-28	0,41	-48	0,05

Влагопоглощительные вещества используются для осушки из-гащаемого в кабель воздуха. Сравнительные данные некоторых из них приведены в табл. 9.26.

Наиболее распространенным и эффективным осушающим веществом, используемым при кабельных работах, является силикагель ($SiONH_2O$) марок: МСМ — мелкий мелкопористый; КСМ — крупный мелкопористый, изготавливаемый по ГОСТ 3956—76. Силикател представляет собой твердые стекловидные зерна с пористым строением, отличающимся равномерным распределением пор. За-водская упаковка — четырехслойные бумажные мешки по ГОСТ 2227—51. Масса брутто 20—45 кг. Осушительная способность силикагеля значительно выше, чем у хлористого кальция, что позволяет уменьшить габариты и массу осушительных устройств.

Т а б л и ц а 9.26

Характеристики влагопоглощительных веществ

Характеристика	Единица измерения	Вещество		
		алюмогель	силикагель	хлористый кальций
Внешний вид	—	Пористое твердое стекловидное вещество	Полупрозрачные меловидные твердые частицы	Белые кристаллы
Масса	кг/л	0,9	0,67	0,71
Влагоемкость по водяным парам при 20°С, %, к собственной массе	%	50	36	27
Осушающая способность (количество влаги, остающейся в осушенном воздухе)	г/м³	0,005	0,03	1,5
Точка росы	°С	Не менее -55	-52	-14
Относительная влажность осушенного воздуха при 20°С	%	0,003	0,2	8,8
Температура регенерации	°С	+350	+150÷+200	+400
Способы хранения и поставки	—	Не лимитируется	Не лимитируется	В герметичной упаковке
Материал осушительной камеры	—	Не лимитируется	Не лимитируется	Стекло
ГОСТ, ТУ	—	ТУ ГХП 65—53	МСМ и КСМ ГОСТ 3956—76	ТУ МХП 1120—44 и ГОСТ 450—77

Осушительное устройство стационарного типа с использованием силикагеля (рис. 9.24) представляет собой заполненный последним металлический цилиндр 2, соединенный с индикатором влажности 1 при помощи трубки 3, закрепленных на плате 4. В торцевых частях цилиндра расположены два ниппеля с брикетными фильтрами, предотвращающими попадание в кабель час-

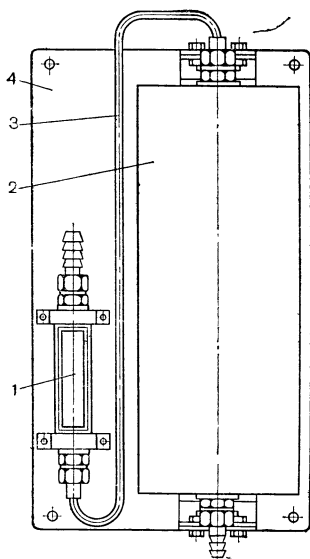


Рис. 9.24 Осушительное устройство с применением силикагеля:

1 — индикатор влажности; 2 — цилиндр; 3 — трубка; 4 — плата

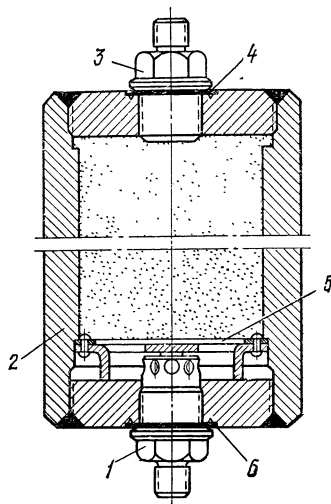


Рис. 9.25. Осушительная камера на 15 МПа к установке АҚОУ

тичек силикагеля. Фильтры изготовлены из мелкой отожженной латунной стружки. В нижний ниппель вмонтирован штуцер для подключения шланга от источника сжатого газа. Верхний ниппель соединен трубкой с индикатором влажности, на выходе которого установлен штуцер для подключения шланга, соединяющего осушительное устройство с кабелем (через контрольный щиток с манометрами). Герметизация в местах соединений обеспечивается прокладками из красной меди, паранита или резины.

На рис. 9.25 показана в разрезе осушительная камера, применяемая в автоматической контрольно-осушительной установке АҚОУ. Она состоит из металлического цилиндра 2, к которому с торцов приварены крышка и днище. Воздух, поступающий в камеру, проходит через фильтр 1, установленный в днище. В крышке установлен фильтр 3, предназначенный для очистки воздуха, выходящего из камеры. Фильтры представляют собой мелкую металлическую сетку. Силикагель в камере находится также на металлической сетке 5, предотвращающей попадание мелких частиц силикагеля в нижний фильтр. Герметичность между днищем и фильтром 1, а также крышкой и фильтром 3 обеспечивается прокладками 4 и 6. Аналогичные осушительные камеры используются в полевой установке ПУВИГ для ввода индикаторного газа. Установка типа УСКД-1 оборудована осушительными камерами низкого и высокого давления.

На рис. 9.26 приведена зависимость осушающей способности камеры с силикагелем от объема проходящего через нее воздуха.

Регенерация или восстановление осушающих способностей силикагеля производится в специальной установке или в обычном сушильном шкафу. Стационарная регенерационная установка типа РУ работает в комплекте с компрессором, действующим в качестве вакуумнососа, и позво-

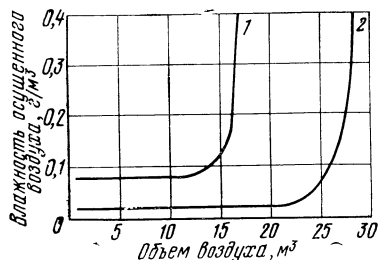
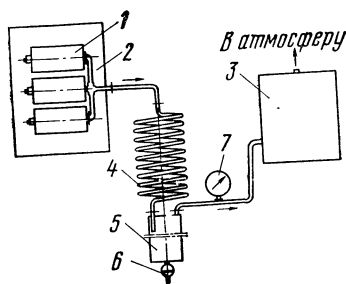


Рис. 9.26. Зависимость осушающей способности осушительной камеры с силикагелем от объема прошедшего через нее воздуха при первоначальной осушке силикагеля до влажности $0,08 \text{ г/м}^3$ (кривая 1) и до влажности $0,3 \text{ г/м}^3$ (кривая 2)

Рис. 9.27. Регенерационная установка:

1 — осушительные камеры; 2 — сушильный шкаф; 3 — компрессор; 4 — змеевик; 5 — отстойник; 6 — спускной кран; 7 — вакуумметр



ляет восстанавливать силикагель непосредственно в осушительных камерах. Схема этой установки изображена на рис. 9.27. Влага, выделенная из увлажненного силикагеля в осушительных камерах 1, помещенных в сушильный шкаф 2, в котором поддерживается температура $200\text{--}220^\circ \text{C}$, отсасывается компрессором 3 и конденсируется во влагоотделителе, состоящем из змеевика 4 и отстойника 5. Из отстойника воду выпускают через кран 6. Вакуумметр 7 служит для контроля степени разряжения. Основные технические характеристики установки приведены в табл. 9.27.

Т а б л и ц а 9.27

Основные технические характеристики регенерационной установки типа РУ

Характеристика	Единица измерения	Величина
Напряжение источника тока	В	220
Род тока	—	Переменный, 50 Гц
Допустимый предел колебаний температуры окружающего воздуха	$^\circ \text{C}$	$5\text{--}50$
Допустимая относительная влажность окружающего воздуха	%	65 ± 15
Время разогрева сушильного шкафа с загруженными камерами до рабочей температуры	ч	$1,5\text{--}2$
Время осушки силикагеля в трех камерах	»	$5\text{--}7$
Потребляемая мощность	кВт	Не более 1

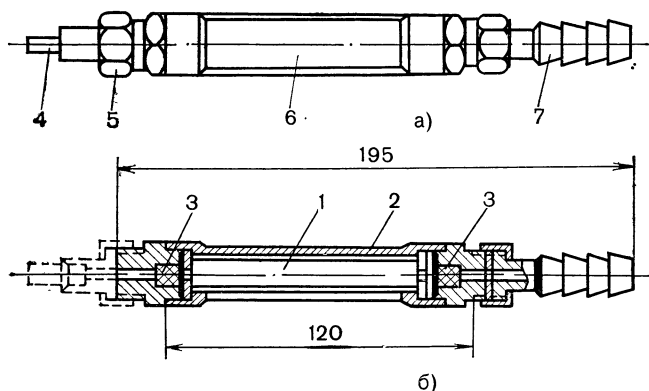


Рис. 9.28. Индикатор влажности КИВ-1:
а) общий вид; б) разрез

При отсутствии регенерационных установок осушительная способность силикагеля может быть восстановлена в обычном термощкафу. Для этого увлажненный силикагель высыпают на противень слоем до 10 мм и держат в шкафу при температуре 200—210°С в течение 3—4 ч. Затем после понижения температуры в шкафу и остывания силикагеля до 80—90°С его засыпают в осушительные камеры.

Индикатор влажности типа КИВ-1 (рис. 9.28) представляет собой стеклянный сосуд 1, помещенный в металлический чехол 2. На входе и выходе индикатора для очистки газа от мелких частиц применены брикетные фильтры 3 из прессованной металлической стружки или сетки. Индикатор включается в схему потока газа после осушителя при помощи металлических трубок 4 с накидными гайками 5 или резиновых трубок, надеваемых на штуцер 7. Индикатор при работе должен находиться в вертикальном положении. Визуальный контроль производится через окошко-вырез в чехле 6. Степень влажности газа, проходящего через индикатор, контролируется по цвету индикаторного силикагеля. Сухой индикаторный силикагель имеет темно-синюю окраску, которая изменяется в зависимости от концентрации влаги в газе.

МАНОМЕТРЫ

Действие манометров основано на свойстве трубчатых пружин разжиматься или сжиматься при изменении давления находящегося внутри них газа. Разжимаясь, незакрепленный конец пружины через систему рычагов и шестеренок

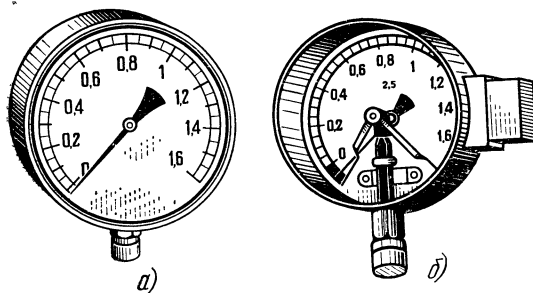


Рис. 9.29. Манометры:
а) показывающий; б) — то же, электроконтактный

воздействует на стрелку, которая передвигается над отградуированной шкалой и указывает давление.

Данные о назначении манометров (рис. 9.29, 9.30) и основных видах измерений приведены в табл. 9.28.

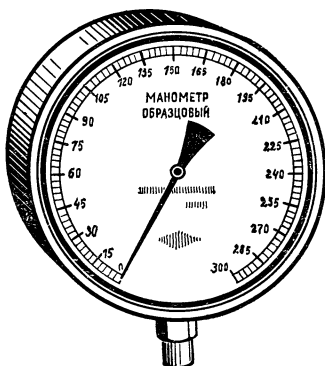


Рис. 9.30. Манометр образцовый

Т а б л и ц а 9.28

Назначение манометров и основные виды измерений

Назначение	Виды измерений
Показывающие, технические (рабочие) Лабораторные (контрольные) Образцовые	Измерения давления в процессе эксплуатации пневматических установок; измерения давления в кабеле Контрольные измерения избыточного давления газов, а также проверка исправности рабочих (технических) манометров на месте их установки Измерения в лабораторных условиях. Точная проверка погрешностей контрольных и рабочих (технических) манометров. В отдельных случаях определение района повреждения оболочки кабеля

Рабочее давление, измеряемое техническими и контрольными манометрами, не должно превосходить величины, соответствующей 3/4 шкалы при постоянной и 2/3 шкалы при переменных нагрузках. Для передачи сигналов об изменении давления и автоматического управления устройствами для подкачки газа в кабель применяются электроконтактные манометры типа ЭКМ, контактные группы которых замыкаются при достижении заданной минимальной или максимальной величины давления. В табл. 9.29 приведены основные технические характеристики манометров, используемых при строительстве и эксплуатации кабельных линий связи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЩИТКИ С МАНОМЕТРАМИ

Контрольные щитки с манометрами ЭКМ-1 (рис. 9.31) устанавливаются в ОУП, НУП, шахтах ГТС и тому подобных местах, где заканчивается участок кабеля, содержащий под постоянным давлением. Состоят они из двух одинаковых секций, укрепленных на общем основании 1. В каждой секции имеются тройниковый корпус 2, манометр 3 типа ЭКМ-1 и запорный кран с резиновой пробкой и уплотненным сальником 4. Газ подается в кабель по воздухопроводным трубкам 5 через штуцер 6 и тройник 7 (при открытых запорных кранах). Масса щитка 5,7 кг. Размеры: длина 405, высота 325, глубина 160 мм.

Т а б л и ц а 9.29

Основные технические характеристики манометров

Назначение манометра	Верхний предел измерений, кгс/см ²	Цена деления, кгс/см ²	Диаметр корпуса, мм	Класс точности	ГОСТ	Область применения
Показывающий рабочий	1,6 2,5 2,5 4,0 6,0	0,02 0,05 0,05 0,05 0,05	100 100 60 100 100	1,6 1,6 2,5 1,0 1,0	8625—77 и 2405—72	Измерение давления газа на входе в кабель и в промежуточных ступенях оборудования
	250 250	5 10	160 60	1,6 4,0		Измерение давления газа в баллонах
Показывающий электроконтактный: ЭКМ-1	1,6	0,02	160	1,6		Для получения сигнала об изменении давления в кабеле
ЭКМ-2	250	5	160	1,6		То же, в баллоне
Показывающий лабораторный (контрольный) МЛ	1,6 1,6 6 6	0,01 0,02 0,05 0,05	160 160 160 160	0,6 1 0,6 1	8625—77, 2405—72 и 6400—69	Измерение давления в кабеле и проверка рабочих манометров
	250 250	2 2	160 160	0,6 1		Проверка исправности рабочих манометров
Образцовый ¹ МО	1,6 6 250		160 160 160	0,4 0,4 0,4	6521—72	Проверка исправности рабочих и лабораторных манометров; в отдельных случаях определение района повреждения оболочки кабеля

¹ Шкала манометра должна иметь 100—250 условных делений с оцифровкой через каждые 10 делений.

При двухкабельной системе в промежуточных пунктах устанавливаются по два щитка. Щитки изготавливаются ОМЗ треста «Межгорсвязьстрой».

На рис. 9.32 показано комбинированное контрольно-осушительное устройство для четырех кабелей типа КОУ-2, в котором щиток с манометрами объединен с осушительным устройством и индикатором влажности. Выпускаются также установки типа КОУ-1, предназначенные для двух кабелей (т. е. для однокабельных магистралей) и имеющие только одну секцию с двумя манометрами. В системах с автоматическим пополнением воздуха типа АКОУ и УКСД описанные выше щитки и осушительные камеры не устанавливаются, так как их функции выполняются соответствующими элементами автоматических установок.

СИГНАЛИЗАТОРЫ ПОНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В КАБЕЛЕ (СПД)

Сигнализатор понижения давления типа ТК-29 000 (рис. 9.33) представляет собой стеклянную трубку-капилляр 1 с двумя впаянными контактами и выводными проводниками 2. Одна сторона трубки открыта. В трубку помещены два

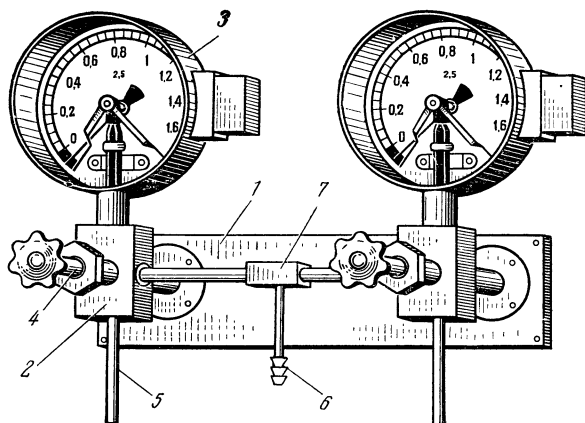


Рис. 9.31. Контрольный щиток с манометрами ЭКМ-1

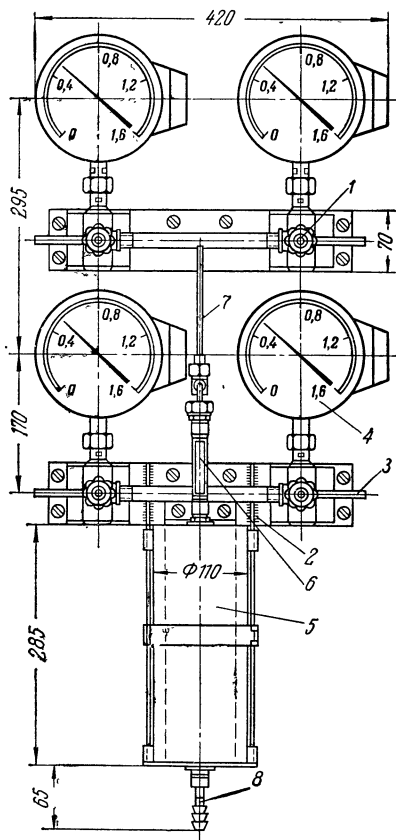


Рис. 9.32. Комбинированное контрольно-осушительное устройство типа КОУ-2:
1 — запорный кран; 2 — рама; 3 — воздухопроводы; 4 — манометр; 5 — осушительное устройство; 6 — индикатор влажности; 7 — соединительные трубки; 8 — штуцер

столбика ртути: контактный 3 и выполняющий роль пробки 4. Свободное пространство канала от дна до ртутной пробки заполнено углекислым газом, предохраняющим контакты от окисления. На открытый конец трубки надета поливинилхлоридная трубка 5, с другой стороны которой вставлена стеклянная трубка 6 с фильтром из ваты для защиты канала капилляра от засорения. Для защиты от механических повреждений сигнализатор заключен в металлический чехол.

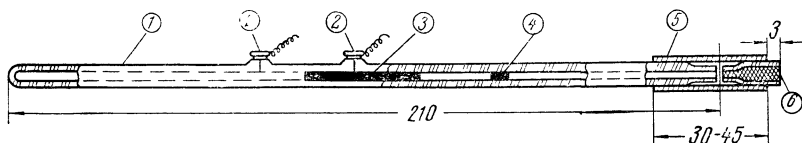


Рис. 9.33. Сигнализатор понижения давления СПД (без чехла)

При нормальной величине избыточного давления в кабеле контактный столбик ртути под действием давления воздуха с открытой стороны капилляра располагается слева от правого контакта. При понижении давления в кабеле ртуть передвигается в направлении к открытому концу трубки и при давлении 34—24 кПа (0,35—0,25 кгс/см²) замыкает контакты сигнальной цепи. Пока давление находится в пределах 29—15 кПа (0,3—0,15 кгс/см²), контакты остаются замкнутыми; при дальнейшем снижении давления столбик смещается вправо настолько, что контакты размыкаются.

ГАЛОИДНЫЕ ТЕЧЕИСКАТЕЛИ

Галоидный течеискатель ГТИ-3 (рис. 9.34) предназначен для обнаружения мест утечки галоидосодержащих газов (фреон-22, хладон-12 и др.) и состоит из измерительного блока и выносного щупа. Вентиляционное устрой-

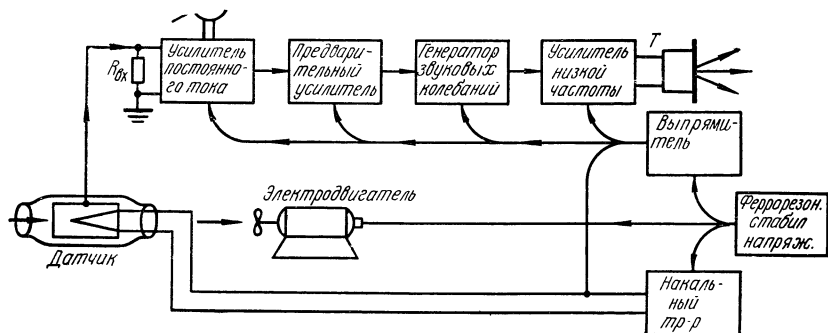


Рис. 9.34. Структурная схема течеискателя ГТИ-3

ство, расположенное совместно с датчиком в выносном щупе, непрерывно вытягивает воздух в междуэлектродное пространство датчика, представляющего собой диод с платиновыми электродами. Ионный ток датчика при наличии примеси фреона резко возрастает, а сопротивление падает, что регистрируется стрелочным прибором. Одновременно уменьшение сопротивления приводит к изменению частоты колебаний звукового генератора: чем больше ионный ток, тем выше частота.

Течеискатель типа ГТИ-3А отличается от ГТИ-3 в основном наличием специального устройства — галоидной течи типа ГАЛОТ-1, предназна-

ченного для определения чувствительности и градуирования прибора. Течь установлена на передней панели измерительного блока.

Галоидный течеискатель ГТИ-6 (рис. 9.35) состоит из следующих конструктивно самостоятельных частей: регистрирующего блока, выносного щупа, вакуумного датчика и обдувателя. Принцип действия ГТИ-6 аналогичен

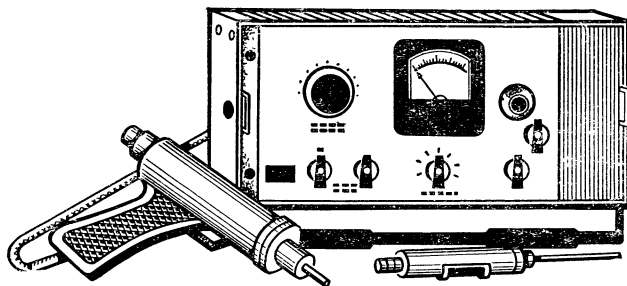


Рис. 9.35. Общий вид прибора ГТИ-6

чен приборам типа ГТИ-3 и ГТИ-3А, а конструктивно существенно от них отличается. Течеискатель имеет стрелочный, акустический и световой (неоновая лампа в выносном щупе) индикаторы течи. Для проверки чувствительности течеискателя с выносным щупом и ориентировочной оценки обследуемых течей имеется встроенная калиброванная галоидная течь — ГАЛОТ-1. Прибор допускает работу с выносным щупом на расстоянии до 8 м от регистрирующего блока. Среднее время безотказной работы 1500 ч, время непрерывной работы 8 ч. Вакуумный датчик предназначен для проверки герметичности вакуумных

Т а б л и ц а 9.30

Основные технические характеристики течеискателей

Характеристика	Единица измерения	ГТИ-3	ГТИ-3А	ГТИ-6
Чувствительность к утечке фреона	г/год	0,5	0,5	0,2
Отклонение стрелки прибора на самой чувствительной шкале ¹	мкА	30	30	20
Постоянная времени, не более ²	с	2	2	1,5
Режим питания:				
напряжение переменного тока	В	220	220	220
частота	Гц	50	50	50
потребляемая мощность, не более	В · А	250	250	85
Условия эксплуатации прибора:				
температура окружающей среды	°С	+20±5	+10÷+35	+10÷+35
относительная влажность при 20±5°С	%	60±15	80	80
Габаритные размеры прибора:	мм			
длина		315	315	390
ширина		230	230	240
высота		210	210	220
Масса измерительного блока	кг	9	10	10
Масса выносного щупа	»	1,6	2	1,3
Тип стрелочного индикатора — микроамперметра	—	М-494	М-494	М-4204
Тип акустического индикатора	—	ТА-4	ТА-56М	1ГД-18-100
Тип светового индикатора	—	—	—	ТН-0,2-1
Тип электродвигателя	—	ДСР-21	ДСР-22	ДП-1-13

¹ Чувствительность регулируется изменением напряжения накала датчика.

² Промежуток времени с момента поднесения щупа к калиброванной течи до момента отклонения стрелки прибора до 20 мкА.

систем; при этом он размещается внутри испытываемого объекта, а пробный газ (например, фреон) подается на предполагаемые места негерметичности при помощи придаваемого к течейскателю обдувателя.

Прибор ГТИ-6 целесообразно использовать в стационарных условиях (например, для проверки герметичности изготовленных муфт, смонтированных ОГКМ, установок АКОУ и т. п.), так как в полевых условиях он менее удобен, чем другие течейскатели. Основные технические характеристики течейскателей типа ГТИ-3, ГТИ-3А и ГТИ-6 приведены в табл. 9.30.

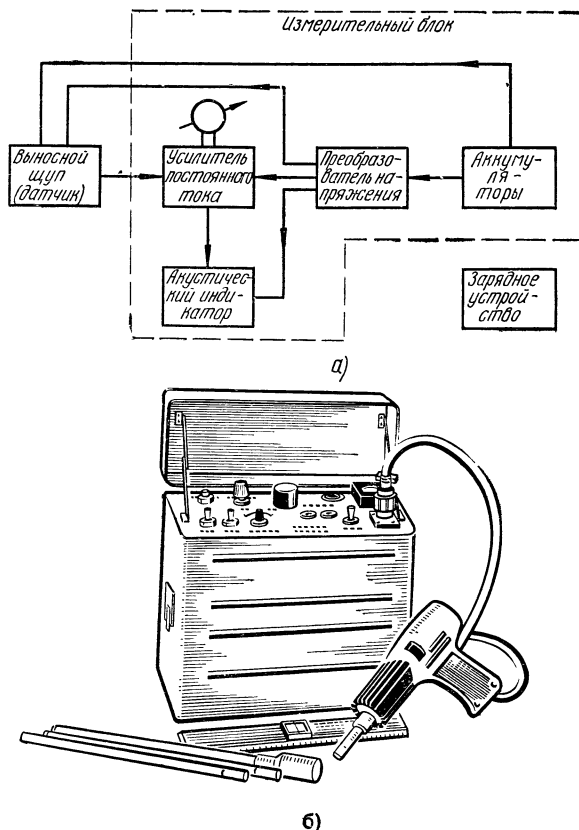


Рис. 9.36. Структурная схема (а) и общий вид (б) батарейного течейскателя БГТИ-5

Течейскатель БГТИ-5 имеет автономное батарейное питание и оформлен в виде легкого переносного прибора ранцевого типа. Принцип действия его основан на свойстве накалинной платины увеличивать со своей поверхности ионную эмиссию в присутствии галоидосодержащих газов.

Схема и общий вид прибора показаны на рис. 9.36. Прибор состоит из выносного щупа и измерительного блока с питанием. Кроме того, в отдельной упаковке прилагается переносное зарядное устройство. Выносной щуп в виде пистолета состоит из датчика, представляющего собой коаксиальный диод с платиновыми электродами, и вентиляционного устройства, состоящего из двигателя с турбинкой. При необходимости щуп может работать с удлинителем, пред-

ставляющим собой трубу длиной 750 мм, состоящую из трех звеньев длиной по 250 мм.

В настоящее время промышленностью поставляются приборы типа БГТИ-5 (батарейный галогенный течеискатель) усовершенствованной модели (рис. 9.37),

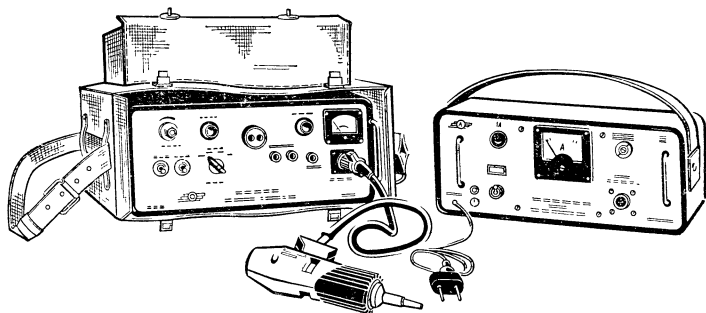


Рис. 9.37. Общий вид батарейного галогенного течеискателя БГТИ-5 с зарядным устройством

отличающиеся конструкцией, наличием устройства ГАЛОТ-1, укомплектованные более совершенными аккумуляторами, удлинением среднего времени безотказной работы и т. п. Принцип действия и схема прибора аналогичны описанным выше.

Таблица 9.31

Основные технические характеристики течеискателя БГТИ-5

Характеристика	Единица измерения	Величина
Чувствительность к утечке фреона	г	Не менее 1,5 в год
Количество диапазонов чувствительности усилителя	диапазон	три
Отклонение стрелки от нуля до конца шкалы при токе входного сигнала:		
положение «1»	мкА	1
положение «10»	»	10
положение «100»	»	100
Постоянная времени ¹ :		
без удлинительных трубок	с	Не более 3
с удлинительной трубкой 750 мм	»	Не более 10
Рабочий интервал температур при аккумуляторах:		
КНГК-10Д	°С	От +5 до +35
СП-25	»	От -10 до +40
Относительная влажность рабочей среды	%	До 80 при 20±5°С
Среднее время безотказной работы	ч	2000 (не менее)
Габаритные размеры прибора:		
выносного шупа	мм	126×287×286
ящика с имуществом	»	175×135×50
Масса прибора, в том числе:		
измерительного блока	кг	9
блока питания	»	2,5
Масса выносного шупа:		
зарядного устройства	»	6,5
ящика с имуществом	»	0,65
Индикатор стрелочный М-4206	»	4
Индикатор акустический ДЭМ-4М	—	—
Электродвигатель ДП-1-13	—	—

¹ Под постоянной времени подразумевается время с момента поднесения шупа к месту течи до момента отклонения стрелки прибора не менее чем на 20% шкалы.

Т а б л и ц а 9.32

Режим электропитания течеискателя БГТИ-5

Характеристика	Единица измерения	Величина
Напряжение источника переменного тока для зарядного устройства	В	127/220±10%
Мощность, потребляемая от сети	В·А	65
Напряжение аккумуляторной батареи	В	12,5÷15
Мощность, потребляемая прибором от батареи	Вт	25÷30
Режим питания:		
усилителя постоянного тока:		
напряжение	В	10
ток	мА	10
акустического индикатора:		
напряжение	В	10
ток	мА	10
преобразователя напряжения:		
напряжение	В	14,4
ток	мА	38
электродвигателя:		
напряжение	В	6
ток	мА	90
датчика выносного щупа:		
напряжение накала эмиттера	В	12
ток накала	А	18±1,9
напряжение на коллекторе относительно эмиттера	В	—200
температура эмиттера	°C	850÷950

Т а б л и ц а 9.33

Основные характеристики аккумуляторов,
используемых для электропитания прибора БГТИ-5

Характеристика	Единица измерения	Величина		
		СЦ-25 ^а	КНГК-10Д ^б	ЗНКГК-11Д ^б
Емкость аккумулятора	А·ч	22—25	10	11 ¹
Количество аккумуляторов в батарее	шт.	3	3	3
Количество аккумуляторов в блоке питания	шт.	12 ²	12	12
Напряжение (в блоке)	В	13—18	12,5—15	12,5—15
Напряжение зарядного тока	»	21	18—20	18—20
Зарядный ток	А	1,5	1	1
Время непрерывной работы после заряда	ч	10	4	4
Нижний предел напряжения при разряде	В	10	12	12
Ток разряда:	А			
номинальный		5	—	1
предельно допустимый		10	—	12 ³)
Количество циклов заряд—разряд	цикл	45	—	1000 ⁴)
Температура окружающей среды:	°C			
при эксплуатации		—30÷+40	—	+15÷+25 ⁵)
при хранении		—	—	0÷35
Срок хранения:				
залитых	мес	6	—	—
незалитых	год	3	—	1

¹ Номинальная емкость гарантируется после 10-го цикла заряд—разряд при токе, не превышающем 1 А.

² В том числе два запасных.

³ При разрядке током более 1 А напряжение в конце разряда должно быть: при токе до 2 А 3 В; от 2 до 4 А 2,7 В; от 4 до 12 А 2,4 В.

⁴ После 600 циклов средняя емкость должна быть не менее 9 А·ч.

⁵ Допускается работа при температуре до 0°C; при этом время непрерывной работы не гарантируется.

⁶ Расшифровка марки: число перед буквами — количество аккумуляторов в батарее; буквы НК, СЦ — система аккумуляторов (никелево-кадмиевые; серебряно-цинковые); Г — герметичные; К — блок пластин комбинированный; число после букв — номинальная емкость в А·ч; Д — предназначены для работы при длительных режимах.

Основные технические характеристики течеискателя БГТИ—5 и режим его электропитания приведены в табл. 9.31 и 9.32, а данные об аккумуляторах — в табл. 9.33.

Устройство ГАЛОТ-1 предназначено для градуировки галоидных течеискателей и дает стабильный поток паров гексахлорэтана, способный по своему воздействию на течеискатель имитировать поток утечки фреона в необходимом регулируемом диапазоне $0,7 \cdot 10^{-3}$ — $9,5 \cdot 10^{-3}$ л·мк/с. ГАЛОТ-1 работает по принципу равновесного истечения из замкнутого объема пара гексахлорэтана через постоянно открытое выходное отверстие. Условия испарения и отбора пара обеспечивают упругость в замкнутом объеме, близкую к насыщенной, и делают величину течи зависящей только от размера выходного отверстия и окружающей температуры. В табл. 9.34 приведена зависимость величины течи от размера выходного отверстия при окружающей температуре $+20^\circ\text{C}$.

Т а б л и ц а 9.34

Зависимость величины течи
от размера выходного отверстия ГАЛОТ-1

Диаметр выходного отверстия, мм	0,3	1,7	3,5
Величина течи, л·мк/с	$(0,7 \div 1,25 \cdot 10^{-3})$	$(2,0 \div 4,0 \cdot 10^{-3})$	$(3,0 \div 9,5 \cdot 10^{-3})$

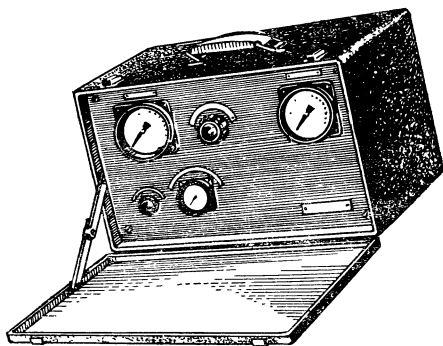
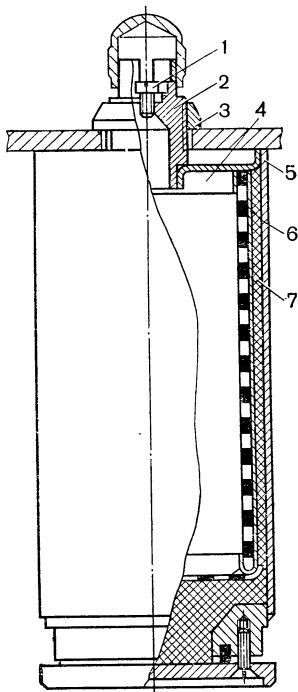


Рис. 9.39. Общий вид полевой установки ПУВИГ для ввода в кабель индикаторного газа

Рис. 9.38. Общий вид галоидной течи ГАЛОТ-1

При изменении окружающей температуры на $\Delta t^{\circ}\text{C}$ величина течи изменяется на

$$K = \pm 6,6 \cdot 10^{-5} \Delta t.$$

Корпус ГАЛОТ-1 (рис. 9.38) представляет собой металлический цилиндр 5 диаметром 42 мм, к верхней части которого приварена крышка 4 с наконечником 2. Наконечник имеет резьбу, что позволяет с помощью гайки 3 крепить ГАЛОТ-1. В центре наконечника имеется резьбовое отверстие диаметром 4 мм, в которое помещается сменная насадка 1. ГАЛОТ-1 комплектуется тремя насадками с выходными отверстиями 0,3 мм; 1,7 мм и одной без отверстия. Внутри цилиндра 5 расположен цилиндр 6 из мелкоструктурной сетки. Вверху внутренний цилиндр приварен к крышке, а снизу закрыт донным диском из такой же сетки. Пространство между цилиндрами заполнено гексахлорэтаном 7. Снизу корпус закрывается заглушкой, которая крепится винтами. Уплотнение обеспечивается резиновой прокладкой. В верхней части крышки имеются специальные направляющие с упорами, которые обеспечивают неизменное расположение датчика течеискателя в период градуировки. Условия эксплуатации: температура окружающей среды $+10 \div +50^{\circ}\text{C}$; относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$.

ПОЛЕВАЯ УСТАНОВКА ПУВИГ

Полевая установка для ввода индикаторного газа и воздуха ПУВИГ (рис. 9.39) используется в процессе строительства и эксплуатации кабельных линий для подачи в кабель под давлением индикаторного газа и воздуха при определении места нарушения герметичности оболочки (муфт, оборудования), а также для накачки кабеля при испытаниях герметичности в полевых условиях. Действие установки основано на редуцировании газа, находящегося в баллоне, под давлением от 0—14709 кПа (0—150 кгс/см²) до давления $49 \pm 9,8$ кПа ($0,5 \pm 0,1$ кгс/см²) с помощью двух редукторов.

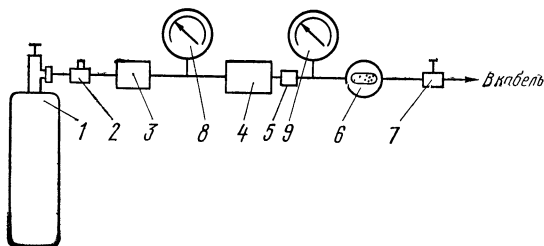


Рис. 9.40. Газовая схема полевой установки ПУВИГ

Газовая схема установки показана на рис. 9.40. Индикаторный газ из баллона 1 поступает в кабель через тройник 2, осушительную камеру 3, редукторы 4 и 5, индикатор влажности 6 и вентиль 7. По манометрам 8 [24 516 кПа (250 кгс/см²)] и 9 [157 кПа (1,6 кгс/см²)] контролируется давление на входе и выходе установки. Тройник предназначен для подключения источника сжатого воздуха. Редуктор 4 снижает давление от 14 709 до 245—539 кПа (от 150 до 2,5—5,5 кгс/см²), а редуктор 5 — от 245—539 до 49 ± 9 кПа (от 2,5—5,5 до $0,5 \pm 0,1$ кгс/см²).

Технические характеристики установки приведены в табл. 9.35.

ПОЛЕВАЯ ЗАРЯДНАЯ УГЛЕКИСЛОТНАЯ СТАНЦИЯ ПЗУС

ПЗУС предназначена для переливания в полевых условиях жидких газов (углекислоты, фреона) из транспортных баллонов в малолитражные баллоны. Кроме того, она может использоваться для зарядки сжатым воздухом мало-

Т а б л и ц а 9.35

Основные технические характеристики установки ПУВИГ

Характеристика	Единица измерения	Величина
Расход воздуха на выходе установки, не менее	л/мин	20
Рабочее давление газа на выходе	кгс/см ²	$0,5 \pm 0,1$
Предел регулировки давления на выходе	»	$0,3 - 1,0$
Осушающая способность — абсолютная влажность воздуха на выходе установки после израсходования пяти сорокалитровых баллонов с начальным давлением 140 ± 10 кгс/см ² при снижении давления до 20 кгс/см ²	г/м ³	0,3
Рабочая температура окружающей среды:	°С	$-10 \div +50$
при работе с фреоном	»	$-30 \div +50$
при работе с воздухом	°С	} Не ниже -10
Температура хранения в упакованном виде при относительной влажности 40—70%	°С	
Скорость транспортировки в упаковке всеми видами транспорта по любым дорогам, не более	км/ч	30
Размеры установки	мм	$660 \times 390 \times 360$
Масса	кг	45

литражных баллонов до давления 14 709 кПа (150 кгс/см²). ПЗУС представляет собой переносную установку, состоящую из компрессорной станции, весов и стойки для больших (транспортных) баллонов. Компрессор, масляный насос и вентилятор приводятся в движение электростанцией типа АЛ-41-2.

Схема станции приведена на рис. 9.41, а внешний вид — на рис. 9.42. Жидкий газ поступает самотеком из баллона 1 через трубку 2, маслоотделитель 3, распределитель 4, коллектор 5, трубку 6 в наполняемый баллон 7, находя-

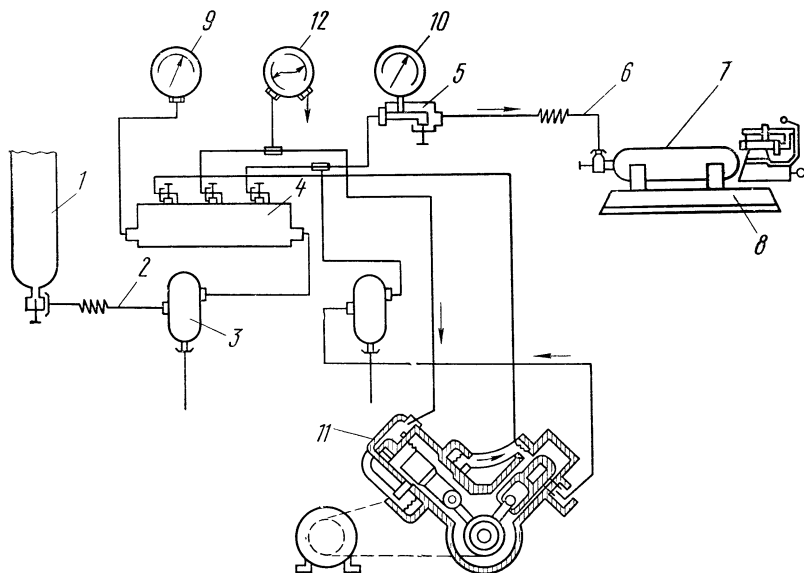


Рис. 9.41. Полевая зарядная углекислотная станция типа ПЗУС:

1 — транспортный баллон; 2, 6 — трубки; 3 — маслоотделитель; 4 — распределитель; 5 — коллектор; 7 — заряжаемый баллон; 8 — весы; 9, 10 — манометры; 11 — компрессор; 12 — манометр на входе компрессора

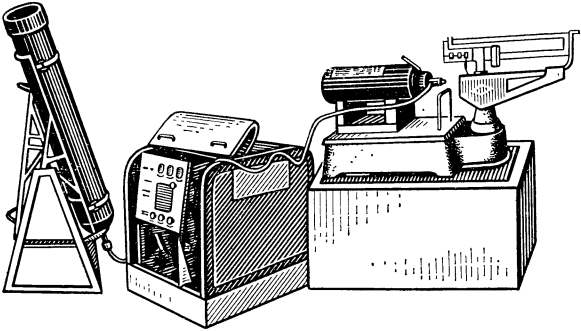


Рис. 9.42. Зарядная станция ПЗУС

щийся на весах 8. После выравнивания давления в баллонах, контролируемого по манометрам 9 и 10, приводится в действие компрессор 11 и газ перекачивается в наполняемый баллон до нужной массы. Технические характеристики станции приведены в табл. 9.36, а габариты и масса — в табл. 9.37.

Т а б л и ц а 9.36

Основные технические характеристики станции ПЗУС

Характеристика	Единица измерения	Величина
Допустимая максимальная температура окружающей среды при работе	°С	40
Производительность при зарядке жидким газом баллонов емкостью, л:		
2	шт./ч	13—16
5	»	10
Производительность при зарядке сжатым воздухом баллонов емкостью, л:		
5	»	3
10	»	2
Рабочее давление при зарядке:		
жидким газом	кгс/см ²	Не более 120
сжатым воздухом	»	» 150
Время, потребное для подготовки станции в рабочее состояние	мин	10
Режим питания:		
напряжение переменного (трехфазного) тока	В	220/380
потребляемая мощность	кВт	2,8
Площадка, занимаемая станцией в рабочем положении	м ²	4

Т а б л и ц а 9.37

Габариты и масса станции ПЗУС

Наименование частей ПЗУС	Высота, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Масса, кг
Станция	940	680	975	180
Весы в футляре	660	410	1080	80
Стойка для баллонов	1385	670	575	34

АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА АКОУ

Автоматическая контрольно-осушительная установка АКОУ предназначена для нагнетания газа (воздуха, азота) в кабели связи, непрерывного поддержания избыточного давления в кабелях и определения по расходу газа повреж-

Т а б л и ц а 9.38

Основные технические характеристики установки АКОУ

Характеристика	Единица измерения	Величина
Величина давления газа на выходе при расходе его до 3 л/мин	кгс/см ²	0,5±0,02
Расход газа на выходе при одном полностью открытом вентиле	л/мин	Не менее 20
Влажность газа на выходе после израсходования пяти сорокалитровых баллонов с начальным давлением 14709,88 кПа (150 кгс/см ²)	г/м ³	Не более 0,3
Подача газа прекращается при снижении давления в баллоне	кгс/см ²	До 5—20
Расход газа на выходе через шунт	л/мин	0,03±0,01
Предел срабатывания АДУ: нижний	кгс/см ²	0,7±0,05
верхний превышает нижний на	»	1,5±0,05
Скорость транспортировки в упакованном виде в автомобиле по грунтовым и булыжным дорогам	км/ч	20—30
Размеры установки без выступающих частей: длина	мм	610
ширина	»	270
высота	»	910
Масса (без баллона)	кг	45

денного участка оболочки кабеля (с точностью до 1 км). Размещается АКОУ на усилительных пунктах кабельных магистралей и работоспособна в интервале температур $-10 \div +50^\circ\text{C}$ при относительной влажности до 98%. К АКОУ одновременно может быть подключено до четырех кабелей. Источником газа в установке служит баллон емкостью 40 л, наполненный газом под давлением 14709 кПа (150 кгс/см²), или компрессор. Установка позволяет передать на обслуживаемый усилительный пункт по системе телесигнализации сигнал о необходимости замены баллона в НУП при давлении 2452—3432 кПа (25—35 кгс/см²).

Основные технические характеристики АКОУ приведены в табл. 9.38. Общий вид установки показан на рис. 9.43, а структурная схема — на рис. 9.44. Из баллона высокого давления 1 (рис. 9.47) газ поступает на вход установки. С помощью трех редукторов (5, 6 и 11) давление газа на выходе установки снижается до 49 кПа (0,5 кгс/см²). Если подключенные к установке кабели герметичны, газ подается в кабель из баллона 1 через клапан 2, осушительную камеру 4, редукторы 5 и 6, дроссель 9, вентиль 10, редуктор 11, общий вентиль 12, распределитель 13, вентили 14.

При аварийной утечке газа из кабеля (свыше 2 л в час) вследствие недостаточной пропускной способности дросселя 9 срабатывает

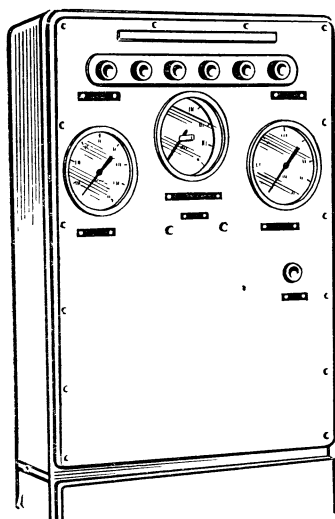


Рис. 9.43. Внешний вид АКОУ

автоматическое дозирующее устройство АДУ 7 и его резервуар емкостью 3,65 л наполняется газом до давления 2,2 кгс/см² (216 кПа). После этого входной клапан АДУ закрывается, а выходной клапан открывается и газ из резервуара поступает через редуктор 11 в кабель. Как только давление в резервуаре снизится до 0,7 кгс/см² (68 кПа), выходной клапан закрывается, входной откроется и цикл повторяется. Каждая доза газа, поступившая в кабель, фиксируется механическим счетчиком; при этом замыкаются контакты микровыключателя, при помощи которого передаются сигналы об аварийной утечке газа.

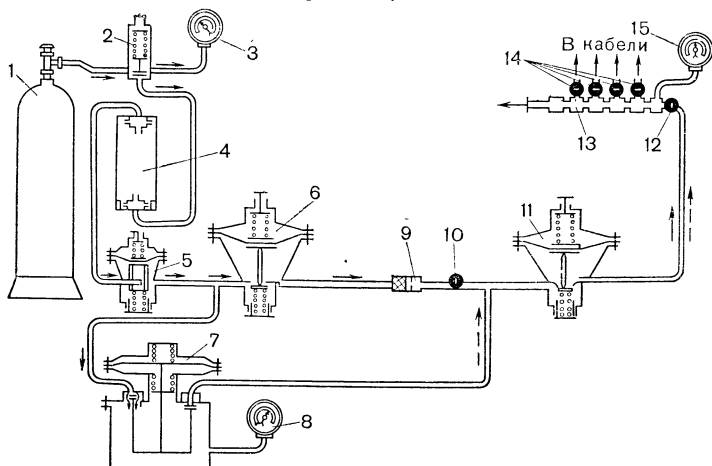


Рис. 9.44. Структурная схема АКОУ:

1 — баллон; 2 — обратный клапан; 3 — манометр высокого давления; 4 — осушительная камера; 5 — редуктор I; 6 — редуктор II; 7 — автоматическое дозирующее устройство АДУ; 8 — манометр; 9 — дроссель; 10 — вентиль; 11 — редуктор; 12 — общий вентиль; 13 — распределитель; 14 — вентили; 15 — манометр

При снижении давления газа в баллоне до 25—35 кгс/см² (2452—3432 кПа) замыкаются контакты манометра 3 и на ОУП передается сигнал о необходимости замены баллона. При снижении давления газа в баллоне до 5—20 кгс/см² (490—1961 кПа) обратный клапан 2 закрывается и во избежание попадания в кабель влаги подача газа прекращается.

Определение района повреждения оболочки кабеля производится по соотношению количества газа, поданного с двух установок АКОУ, размещенных на концах контролируемого участка. К определению района повреждения следует приступить только после того, как за период установившегося режима с обоих пунктов в кабель будет подано не менее 100 доз газа.

Установившимся режимом давления газа в кабеле следует считать режим, при котором время ввода одной дозы газа в кабель на обоих пунктах сохраняется постоянным.

Расстояние до места повреждения оболочки кабеля, км, от пункта А (l_{xA}) или от пункта Б (l_{xB}) определяется по формулам

$$l_{xA} = \frac{n_B(t_1) V_{Бп}}{n_A(t_1) V_{Ап} + n_B(t_1) V_{Бп}} L,$$

и

$$l_{xB} = \frac{n_A(t_1) V_{Ап}}{n_A(t_1) V_{Ап} + n_B(t_1) V_{Бп}} L, \quad (9.1)$$

где $n_A(t_1)$ и $n_B(t_1)$ — количество доз газа, равное разности показаний счетчика,

поданных в поврежденный кабель соответственно с пункта A и B в течение установившегося режима за одинаковое время t_1 ; $V_{Aп}$ и $V_{Bп}$ — приведенные объемы доз газа, подаваемых АКОУ в поврежденный кабель соответственно на пунктах A и B , л; L — длина усиленного участка, км.

Так как практический отчет показаний счетчиков производится на пунктах A и B в разное время, а для расчета по ф-ле (9.1) необходимо брать количество доз газа, поданных за одинаковое время, например за время t_1 , то для одного из пунктов следует произвести пересчет количества доз. Если за период установившегося режима с пункта A за время t_1 подано в кабель n_A доз, а с пункта B за время t_2 подано n_B доз, то, приняв для расчета количество доз на пункте A за $n_A(t_1)$, необходимо пересчитать количество доз газа, поступивших в кабель с пункта B за время t_1 , по формуле

$$n_B(t_1) = n_B(t_2) t_1/t_2. \quad (9.2)$$

Приведенные величины объемов доз газа, л, подаваемых в поврежденный кабель для АКОУ на пункте $A(V_{Aп})$ и на пункте $B(V_{Bп})$, определяются с учетом фактических величин давления срабатывания АДУ (P'_1 и P'_2) и температуры окружающего воздуха в помещении (t_A и t_B), где находятся АКОУ, и рассчитываются, например, для АКОУ пункта A по формуле

$$V_{Aп} = 3,6 (P'_2 - P'_1)_A [293 / (t_A + 273)], \quad (9.3)$$

где 3,6 — геометрический объем АДУ, л; $(P'_1$ и $P'_2)_A$ — величины давления нижнего и верхнего пределов срабатывания АДУ на пункте A , Па; $293 = (20^\circ C + 273)$ — температура по абсолютной шкале, в которой проводятся объемы доз АДУ на пунктах A и B , К; t_A — температура в помещении на пункте A с учетом знака, $^\circ C$.

Примечание. Если величины давления при нескольких срабатываниях отличаются друг от друга на 2–4 кПа (0,02–0,04 кгс/см²), то для расчета по ф-ле (9.3) следует брать их среднюю арифметическую величину.

УСТАНОВКА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КАБЕЛЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ УСКД-1

Установка предназначена для автоматической подачи сухого воздуха в кабели связи, поддержания в них постоянного избыточного давления и контроля герметичности. Установка позволяет следить за величиной давления и расходом газа, получать сигнал о нарушении герметичности и понижении давления в баллоне и определять при помощи прибора ВКП-1 район повреждения кабеля.

Основные технические характеристики УСКД-1 приведены в табл. 9.39, общий вид установки — на рис. 9.45, а структурная схема — на рис. 9.46. Газ из баллона высокого давления 1 через осушительную камеру высокого давления 2 подается в редуктор с обратным клапаном 3 (при питании установки от компрессора газ подается через штуцер 15), а затем в редуктор низкого давления 4, на выходе которого образуется стабильное давление 49 ± 2 кПа ($0,5 \pm 0,02$ кгс/см²), поддерживаемое автоматически при расходе газа не более 3 л/мин. Далее газ проходит через осушительную камеру низкого давления 5, пневматический сигнализатор 6, индикатор влажности 7 и блок ротаметров 8, где с помощью ротаметров 9 контролируется расход газа в каждом кабеле. Электроконтактный манометр 10 контролирует давление в баллоне, а манометр 11 — давление газа, подаваемого в кабели. Безопасность работы установки обеспечивается тремя предохранительными клапанами — 12, 13 и 14. Обратный клапан редуктора 3 служит для отключения баллона высокого давления от установки при снижении давления до 981–1961 кПа (10–20 кгс/см²). Пневматический сигнализатор 6 оборудован группой электрических контактов, при замыкании которых подаются сигналы в цепь телесигнализации.

Таблица 9.39

Основные технические характеристики УСКД-1

Характеристика	Единица измерения	Величина
Источники сжатого газа:		
а) баллон высокого давления:		
емкость	л	40
давление	кгс/см ²	150
б) компрессорная установка:		
давление	кгс/см ²	3—8
производительность	л/мин	20
Номинальное давление на выходе при расходе газа до 3 л/мин	кгс/см ²	0,5±0,02
Минимальный контролируемый расход газа	л/мин	0,01
Расход газа при свободном выходе в атмосферу	л/мин	Не менее 20
Абсолютная влажность газа на выходе	г/м ³	Не более 0,3
Подача сигнала при понижении давления в баллоне	кгс/см ²	30±2
Автоматическое прекращение подачи газа из баллона в установку при снижении давления	кгс/см ²	До 10—20
Работоспособность в интервале температур	°C	—40÷+50
Размеры (с учетом выступающих частей):		
длина	мм	543
ширина	»	217
высота	»	520
Масса (без баллона)	кг	35
Скорость транспортировки в упакованном виде по грунтовой дороге	км/ч	20—30

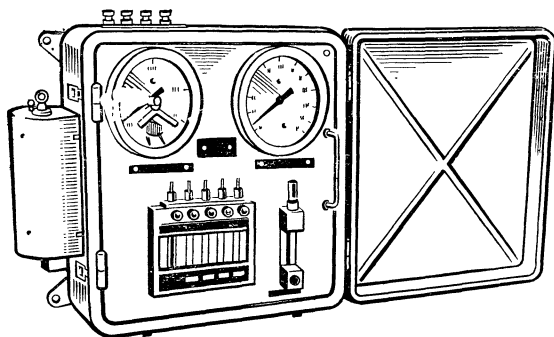


Рис. 9.45. Общий вид установки УСКД-1

Определение района нарушения герметичности осуществляется по расходу газа при помощи воздушного контрольного прибора ВКП-1, входящего в комплект установки УСКД-1.

ВОЗДУШНЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИБОР ВКП-1

Прибор предназначен для определения района нарушения герметичности оболочки по величине расхода воздуха, поступающего в кабель для восполнения аварийной утечки. Расход воздуха учитывается при помощи ротаметров. Район повреждения может быть определен также по кривой распределения давления вдоль кабеля, измеряемого образцовым манометром, установленным на лицевой панели прибора. Обычно прибор используется в комплекте с установкой УСКД-1, но может быть использован также на кабельных линиях, не

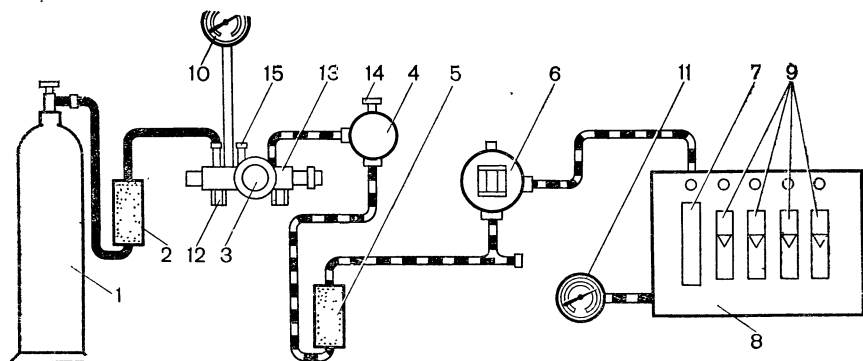


Рис. 9.46. Структурная схема УСКД-1

оборудованных установками УСКД-1. В последнем случае необходимо иметь баллон высокого давления с редуктором и осушительное устройство.

Основные технические характеристики прибора приведены в табл. 9.40.

Таблица 9.40

Основные технические характеристики прибора ВКП-1

Характеристика	Единица измерения	Величина
Диапазон измерения расхода воздуха	см ³ /мин	10—4200
Погрешность показаний количества расхода воздуха (исчисленная от верхнего предела измерений ротаметра)	%	Не более ±4
Точность определения места повреждения (исчисленная от длины измеряемого участка)	%	±2,5
Работоспособность в интервале температур	°C	5—50
Габариты:		
длина	мм	409
ширина	»	133
высота	»	287
Масса	кг	11

Общий вид прибора показан на рис. 9.47, а газовая схема — на рис. 9.48. Воздух под давлением 49 кПа (0,5 кгс/см²) подается на вход прибора, поступает в коллектор 1, а оттуда в ротаметры 2—5. При открытом вентиле 6

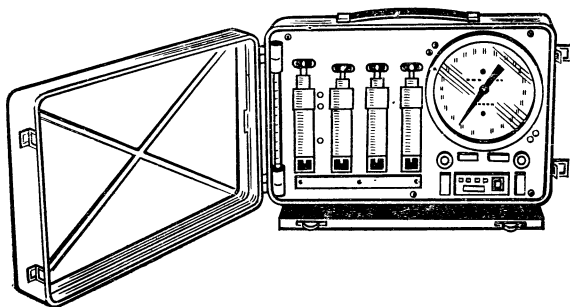


Рис. 9.47. Общий вид прибора ВКП-1

воздух проходит через ротаметр и поступает в выходной коллектор 7 и далее по шлангу в установку УСКД-1 или непосредственно в кабель. Манометр 8 позволяет контролировать давление в кабеле (при закрытых вентилях 6). В за-

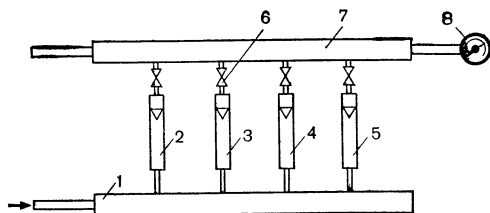


Рис. 9.48. Газовая схема прибора ВКП-1

висимости от величины расхода воздуха измерения могут производиться одним или несколькими ротаметрами.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КАБЕЛЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ АУСКИД-1 (АУСКИД)

Установка предназначена для автоматической подачи сухого воздуха в кабели, поддержания в них постоянного избыточного давления, контроля за герметичностью кабеля и определения района повреждения. Основные технические характеристики установки приведены в табл. 9.41, а структурная схема показана на рис. 9.49.

Таблица 9.41

Основные технические характеристики АУСКИД-1

Характеристика	Единица измерения	Величина
Номинальное давление на выходе при расходе 3 л/мин	кгс/см ²	0,5±0,02
Расход воздуха на выходе при одном открытом вентиле, не менее:		
при работе дозирующего устройства	л/мин	20
при работе шунтирующего устройства	»	40
Расход воздуха при включенном дросселе	»	0,03±0,01
Влажность воздуха на выходе после расхода пяти сорокалитровых баллонов с начальным давлением 150 кгс/см ³	г/м ³	0,3
Давление, при котором подается сигнал о замене баллона	кгс/см ²	30±2
Давление в баллоне, при котором автоматически прекращается подача воздуха	»	10—25
Работоспособность в интервале температур при относительной влажности до 95% и температуре 30°C	°C	-40÷+50
Емкость баллона для сжатого воздуха	л	40
Размеры с учетом выступающих частей:		
длина	мм	615
ширина	»	325
высота	»	480
Масса (без баллона)	кг	42

Воздух из баллона 1 поступает на вход установки, проходит через обратный клапан 3 и осушительную камеру 4, с помощью трех одноступенчатых редукторов 5, 6, 11 понижается до давления 49 ± 2 кПа ($0,5 \pm 0,02$ кгс/см²) и через распределитель 13 подается в кабели. При допустимой утечке воздуха из кабелей (до 2 л/ч) подача воздуха в кабели осуществляется через дроссель 7. При аварийной утечке срабатывает дозирующее устройство 10 и воздух через

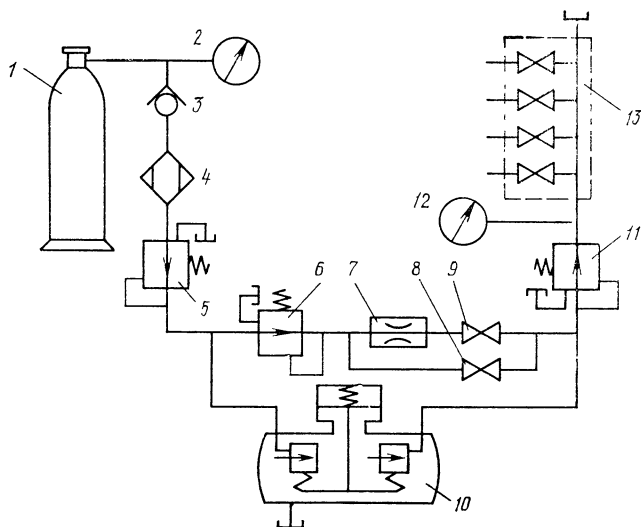


Рис. 9.49. Структурная схема установки АУСКИД-1

него, редуктор 11 и распределитель подается в кабели. При необходимости в повышенном расходе воздуха (до 40 л/мин) следует открыть вентили 8, 9 (дозирующее устройство не работает). При расходе свыше 40 л/мин воздух идет через шунтирующее и дозирующее устройства одновременно. Давление контролируется манометрами 2 и 12.

КОМПРЕССОРНО-СИГНАЛЬНАЯ УСТАНОВКА КСУ

Установка предназначена для содержания до 30 (КСУ-30) или 60 (КСУ-60) кабелей ГТС емкостью от 100×2 до 1200×2 под постоянным избыточным воздушным давлением и может быть использована также на крупных междугородных узлах связи.

Основные технические характеристики установки приведены в табл. 9.42. а структурная схема на рис. 9.50.

Таблица 9.42

Основные технические характеристики установки КСУ

Характеристика	Единица измерения	Величина
Количество одновременно включаемых кабелей	шт.	До 30—60
В том числе с поврежденной оболочкой	»	До 6
Номинальный расход воздуха	л/мин	До 15
Источник электропитания:		
переменный трехфазный ток напряжением	В	220/380
постоянный ток напряжением	»	60
Работоспособность в интервале температур	°С	10—30
Относительная влажность при +20°С	%	95

Компрессорно-сигнальная установка состоит из компрессорной группы I, блока осушки и автоматики II и распределительного стива III. При понижении давления в кабеле и ресивере 4 до предельно допустимой величины сра-

батывает электроконтактный манометр 7, регулирующий давление в ресивере, при помощи устройств автоматики 10 включается электродвигатель 2 и запускаются компрессоры 1. При повышении давления в ресивере до верхнего предела компрессоры останавливаются.

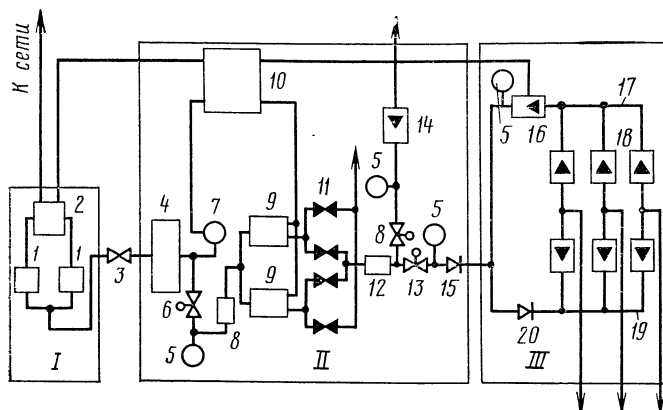


Рис. 9.50. Структурная схема установки КСУ:

1 — компрессор; 2 — электродвигатель; 3 — обратный клапан; 4 — ресивер; 5 — манометр; 6, 8, 13 — редуктор; 7 — электроконтактный манометр; 9 — осушительная камера; 10 — блок автоматики; 11 — командно-электропневматический прибор (КЭП); 12 — индикатор влажности; 14, 16, 18, 19 — ротаметр; 15 — выходной вентиль; 17 — коллектор; 20 — обводной вентиль

Во время работы компрессоров воздух через обратный клапан 3 поступает в блок осушки и автоматики, проходит через осушительные камеры 9, клапаны командно-электропневматического прибора (КЭП) 11, индикатор влажности 12, редуктор 13, выходной вентиль 15, поступает в коллектор 17 распределительного статива и далее в кабели.

В период, когда компрессоры выключены, восполнение утечки воздуха из кабелей производится непрерывно из ресивера. В установке предусмотрена возможность включения и подкачки кабелей с аварийной утечкой непосредственно после индикатора влажности (помимо коллектора распределительного статива), что при помощи ротаметра 14 позволяет определить район повреждения по расходу газа. Контроль за величиной давления осуществляется манометрами 5. Установка имеет общую звуковую и оптическую сигнализацию о появлении аварийной утечки.

КОНТРОЛЬНО-ДОЗИРУЮЩАЯ ВОЗДУШНАЯ УСТАНОВКА КВД-10

Установка предназначена для содержания под постоянным избыточным воздушным давлением до 100 кабелей ГТС емкостью от 100×2 до 1200×2 , в том числе до 10 кабелей с поврежденной оболочкой. Установка состоит из трех узлов: компрессорной группы, блока осушки воздуха и пяти распределительных стативов (каждый статив рассчитан на 20 кабелей). Осушка воздуха осуществляется в холодильной камере. В установке имеется сигнализация о включении холодильной машины, перегреве холодильного компрессора, повышении влажности воздуха и режиме оттаивания. Структурная схема установки показана на рис. 9.51, а общий вид на рис. 9.52.

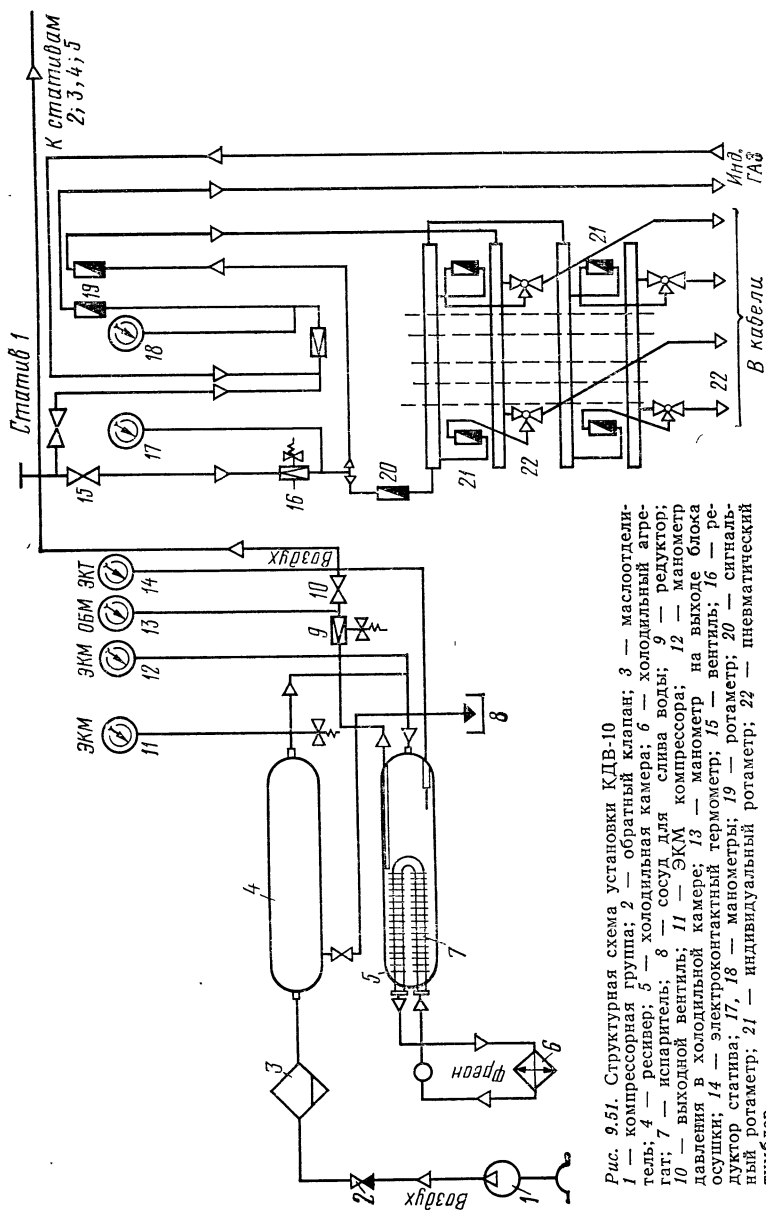


Рис. 9.51. Структурная схема установки КДВ-10
 1 — компрессорная группа; 2 — обратный клапан; 3 — маслоотдели-
 тель; 4 — ресивер; 5 — холодильная камера; 6 — холодильный агре-
 гат; 7 — испаритель; 8 — сосуд для слива воды; 9 — редуктор;
 10 — выходной вентиль; 11 — ЭКМ компрессора; 12 — манометр
 давления в холодильной камере; 13 — манометр на выходе блока
 осушки; 14 — электроконтактный термометр; 15 — вентиль; 16 — ре-
 дуктор статива; 17, 18 — манометры; 19 — ротаметр; 20 — сигналь-
 ный ротаметр; 21 — индивидуальный ротаметр; 22 — пневматический
 тумблер

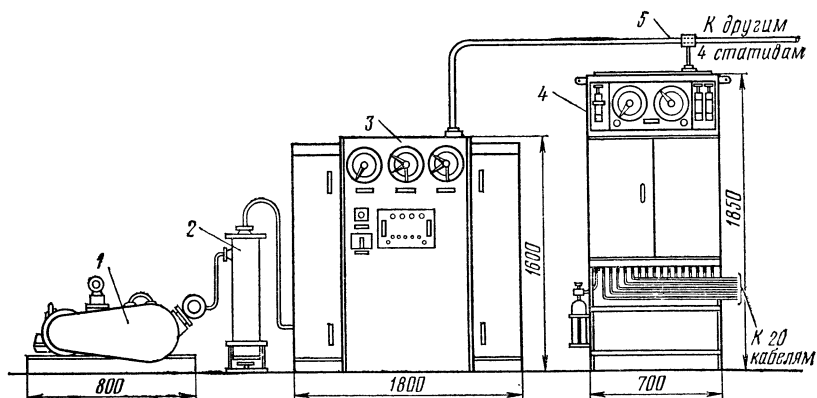


Рис. 9.52. Общий вид установки КДВ-10:

1 — компрессорная группа 2 — маслоотделитель; 3 — блок осушки воздуха; 4 — распределительные стативы; 5 — воздухопровод

КОМПЛЕКТ КО

Комплект оборудования КО предназначен для точного определения места негерметичности оболочки кабеля и поставляется промышленностью в составе, приведенном в табл. 9.43.

Таблица 9.43

Состав оборудования комплекта КО

Наименование	Количество, шт.	Назначение
Установка ПУВИГ	1	Для ввода индикаторного газа и воздуха в кабель
Галоидный течеискатель БТИ-5	1	Для точного определения места негерметичности
Кабелескатель КИ-3 (или ИП-7 в комплекте с генератором ГКИ)	1	Для определения трассы кабеля
Контрольные манометры типа МКО или образцовые типа МО на 250; 6 и 1,6 кгс/см ²	3	Для проверки рабочих манометров и измерения величин избыточного давления
Баллон высокого давления на 5 л	2	Для содержания фреона-22 и сжатого воздуха
Шланг	1	Для соединения установки с кабелем

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО РУ-6Д

Устройство предназначено для пневматической коммутации кабелей и контейнеров с аппаратурой НУП, содержащихся под постоянным избыточным давлением. Газовая схема устройства показана на рис. 9.53. Воздух под давлением 0,5 кгс/см² (49 кПа) из одного кабеля через открытые вентили 1 и 2 поступает в другой кабель, а через редуктор 4 под давлением 0,1 кгс/см² (10 кПа) и открытые вентили 5—11 — в контейнеры НУП. К клапанам 3 и 12 может подключаться без нарушения герметичности установки контрольный переносный манометр для проверки давления в кабелях и контейнерах, а также переносное подкачивающее устройство. К клапану 3 может подключаться также при-

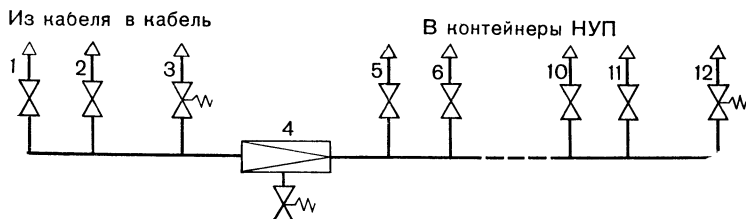


Рис. 9.53. Газовая схема устройства РУ-6Д

бор ВКП-1 для определения района повреждения оболочки. Основные технические характеристики РУ-6Д:

Число подключаемых кабелей, шт.	2
Число подключаемых контейнеров, шт.	6
Давление на выходе при давлении на входе 0,5 кгс/см ² , кгс/см ²	0,1 ± 0,02
Давление на выходе (в кабеле), при котором подается сигнал об утечке, кгс/см ²	0,4
Работоспособность в интервале температур, °С	—20 ÷ +5
Габаритные размеры установки, мм:	
длина	530
ширина	190
высота	310
Масса, кг	12

Примечание. В системе К-3600 устройства РУ-6Д устанавливаются: на кабеле КМ-4 в каждом НУП по одному комплекту; на кабеле КМ-8/6 — в основных и регулирующих НУП по одному, а в корректирующих НУП — по два комплекта.

УСТРОЙСТВО ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ КОММУТАЦИИ УПК-2

Устройство предназначено для пневматической коммутации воздуха смежных усилительных участков кабеля, контроля за герметичностью и сигнализацией о снижении давления, подключения прибора ВКП (или другого переносного источника) для ввода в кабель воздуха или индикаторного газа при определении места нарушения герметичности. Пневматическая схема УПК-2 показана на рис. 9.54: воздух из одного кабеля в другой поступает через открытые вентили

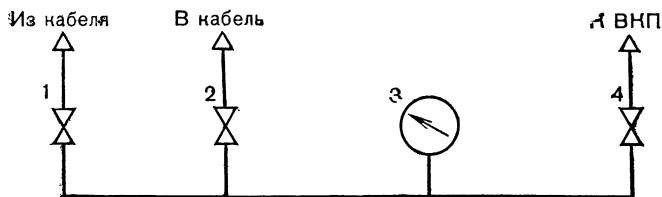


Рис. 9.54. Пневматическая схема УПК-2

тили 1 и 2. Давление в секции КГК контролируется манометром 3. При необходимости проверки давления в одном из кабелей вентиль второго закрывается. При снижении давления 40 кПа (0,4 кгс/см²) замыкаются контакты манометра и через систему телесигнализации на ОУП передается соответствующий сигнал.

Клапан 4 служит для подключения ВКП без нарушения герметичности. Основные технические характеристики УПК-2:

Число подключаемых кабелей, шт.	2
Давление, при котором передается сигнал об утечке, кгс/см ²	0,4±0,02
Работоспособность в интервале температур, °С	—40÷+50
Габаритные размеры, мм	240×298×14
Масса, кг	7

ЩИТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ВОЗДУХА ЩПВ

Секция контроля герметичности кабеля (КГК) на кабельных магистралях может состоять из нескольких усилительных участков. На концах такой секции обычно устанавливаются автоматические установки типа АКОУ, УСКД, а в промежуточных НУП—щиты переключения воздуха ЩПВ (рис. 9.55). Щит

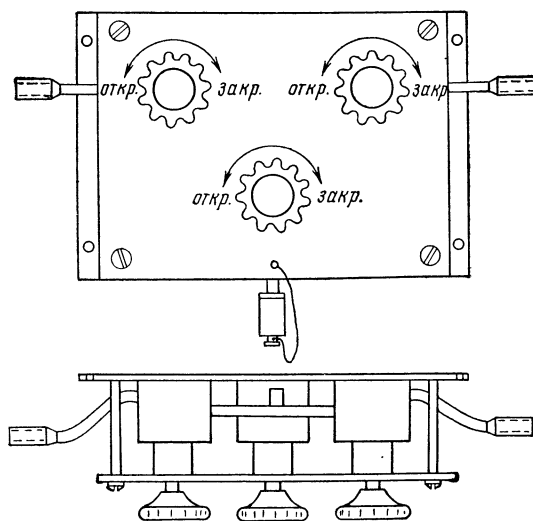


Рис. 9.55. Щит переключения воздуха ЩПВ

оборудован системой вентилялей и предназначен для: подключения контрольного манометра при измерении давления в любом из кабелей; подключения источника сжатого газа (баллона, компрессора) при нагнетании его в кабель; отключения отдельных участков от общей системы при проведении профилактических работ; сквозного соединения газопроводом кабелей двух смежных усилительных участков.

Защита кабелей связи от влияния высоковольтных линий и атмосферного электричества

10.1. ИСТОЧНИКИ ВЛИЯНИЯ

Основные источники опасного и мешающего влияния, оказываемого на цепи подземных кабелей связи, перечислены в табл. 10.1.

Т а б л и ц а 10.1

Источники и виды влияния

Источник влияния	Вид влияния
Линии электропередачи: трехфазные	Опасное — кратковременное (0,15—1,2 с) магнитное и гальваническое. Мешающее — магнитное
системы «фаза» (две фазы) — «земля»	Опасное — длительное и кратковременное (0,15—1,2 с) магнитное и гальваническое. Мешающее — магнитное и гальваническое
постоянного тока	Опасное — кратковременное магнитное и гальваническое. Мешающее — магнитное
Электрические железные дороги: постоянного тока	Опасное — длительное гальваническое. Мешающее — магнитное и гальваническое
переменного тока	Опасное — длительное и кратковременное (0,3—0,6 с) магнитное и гальваническое. Мешающее — магнитное и гальваническое
Грозовые разряды	Опасное — кратковременное (5—200 мкс) магнитное и гальваническое
Магнитные бури	Опасное и мешающее — гальваническое

10.2. НОРМЫ ОПАСНЫХ И МЕШАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ В ЦЕПЯХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Нормы допустимых посторонних напряжений и токов в кабелях связи определяются:

требованиями техники безопасности при работах на линии;
опасностью электрического пробоя или повреждения изоляции аппаратуры или жил кабеля;
опасностью возникновения помех в двухпроводных или однопроводных цепях.

Первые два фактора определяют допустимые опасные напряжения, третий — мешающие напряжения.

Величины длительно индуктируемых при влиянии эл. ж. д. переменного тока или несимметричной ВЛ напряжений по отношению к земле, возникающих на одном из концов гальванически неразделенного участка кабельной цепи при условном заземлении каждой жилы на противоположном конце участка, не

Таблица 10.2

**Допустимые величины
длительно индуцируемых продольных ЭДС**

Цепь кабеля или система уплотнения	Схема дистанционного питания (ДП)	Величина длительно индуцируемой продольной ЭДС, В	Участок цепи, к которому относится норма
1	2	3	4
Кабельная цепь без дистанционного питания (за исключением кабелей, проложенных в канализации)	—	$U_{\text{раб}}^1)$	Гальванически неразделенный участок
К-24-2	Провод—земля	50 ²⁾ , 300 ³⁾	Усилительный участок
	Провод—провод	100 ²⁾ , 300 ³⁾	
К-60	Провод—земля	50 ²⁾ , 200 ³⁾	
	Провод—провод	100 ²⁾ , 200 ³⁾	
К-60П	Провод—земля	200 ²⁾ , 75 ⁴⁾	
	Провод—провод	200 ²⁾ , 75 ⁴⁾	
К-60П-4	Провод—провод	75 ²⁾	
КВ-12	Провод—земля	50 ²⁾ , 300 ³⁾	
К-300	Внутренний проводник — внутренний проводник	30 200	Усилительный участок Участок сближения в пределах полусекции ДП
К-1920, К-1920У	Провод—провод	100	Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 12 км
К-120	Внутренний проводник — внешний проводник	80 100	Усилительный участок Участок сближения в пределах секции ДП

Окончание табл. 10.2

1	2	3	4
КРР-30/60	Провод—земля Провод—провод	$\left\{ \begin{array}{l} 15 \\ 130^*) \end{array} \right.$ 130	Усилительный участок
ИКМ-12	Провод—провод	35	Усилительный участок (7,5 км)
КНК-6Т, ИКМ-12М, КНК-12, КРР-Т, ИКМ-12И	Провод—провод	10 В/км	—
VLT-1920	Внутренний провод- ник — внешний проводник	200	Участок сближения в пределах секции ДП
VLT-24, служебная связь и ТМ системы VLT	Провод—провод	180	То же
К-3600	Внутренний провод- ник — внутренний проводник	15 200	Усилительный участок (3 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП
Служебная связь и ТМ систем К-3600, К-24Р, К-300Р	Провод—провод	45 300	Участок (6 км) Участок сближения в пре- делах полусекции ДП
ВЦСП	Провод—провод	200 300	Регенерационный Полусекция ДП

¹ Эффективное значение рабочего напряжения изоляции жил кабеля или вводного оборудования, принятое в технических условиях на приемку кабеля или аппаратуры с завода.

² При включении в цепь ДП одного фильтра защиты на НУП и одного на ОУП.

³ При включении в цепь ДП двух фильтров защиты на НУП и одного на ОУП.

⁴ При выключении одного (внутреннего) дросселя в фильтре защиты.

⁵ При включении дополнительного фильтра защиты.

Т а б л и ц а 10.3

**Допустимые величины
кратковременно индуцируемых продольных ЭДС ($E_{\text{доп}}$)**

Цепь кабеля или система уплотнения	Схема дистанционного питания	$E_{\text{доп}}$, В, при влиянии		Участок цепи, к которому относится норма
		ЛЭП	эл. ж. д.	
1	2	3	4	5
Кабельная цепь без дистанционного питания	—	$U_{\text{исп}}^1)$	$0,6 U_{\text{исп}}$	Гальванически неразделенный участок
К-24-2, К-60, КВ-12	Провод—земля Провод—провод	750 930 ²⁾	750 930 ²⁾	Усилительный участок
К-60П ⁴	Провод—земля Провод—провод	400 550 ²⁾	400 550 ²⁾	
К-60П-2М, К-24П-2, К-60П-4	Провод—провод	250	250	
К-300	Внутренний проводник—внутренний проводник	150 750	150 750	Усилительный участок Участок сближения в пределах полусекции ДП
К-120	Внутренний проводник—внешний проводник	250 300	250 300	Усилительный участок Участок сближения в пределах секции ДП Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 12 км
К-1920, К-1920У	Провод—провод	500	260	
КРР-30/60	Провод—земля Провод—провод	$\begin{cases} 50 \\ 350^3) \\ 350 \end{cases}$	$\begin{cases} 50 \\ 350 \\ 350 \end{cases}$	Усилительный участок
КРР-Т	Провод—провод	440 70	230 36	Секция ДП Усилительный участок
ИКМ-12	Провод—провод	140	140	Усилительный участок
ИКМ-12М, ИКМ-12И	Провод—провод	1150	830	Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее 30 км
КНК-6Т	Провод—провод	1460 560	830 300	Участок сближения в пределах секции ДП Усилительный участок

Окончание табл. 10.3

1	2	3	4	5
КНК-12	Провод—провод	1360 480	830 280	Участок сближения в пределах секции ДП Усилительный участок
VLT-1920 по парам 2,6/9,4; VLT-1920 по парам 1,2/4,4; VLT-24, служебная связь и ТМ системы VLT	Внутренний проводник—внешний проводник	750 550	750 550	Участок сближения в пределах секции ДП
К-3600	Внутренний проводник—внутренний проводник	50 750	50 750	Усилительный участок (3 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП
Служебная связь и ТМ систем К-3600, К-24Р, К-300Р	Провод—провод	150 900	150 900	Усилительный участок Участок сближения в пределах полусекции ДП
ВЦСП	Провод—провод	650 1650	650 930	Регенерационный Полусекция ДП

¹ $U_{исп}$ — эффективное значение испытательного напряжения изоляции жил кабеля или вводного оборудования, принятое в технических условиях на приемку кабеля или аппаратуры с завода.

² При заземлении средней точки цепи ДП.

³ При включении дополнительного фильтра защиты.

⁴ Нормы относятся к первому усилительному участку (от питающего ОУП); на последующих участках величины кратковременно допустимых ЭДС равны:

Схема ДП	Провод—земля					Провод—провод ⁵	
Номер усилительного участка	II	III	IV	V	VI	II	III
Допустимая ЭДС, В	475	525	580	650	650	600	650

⁵ При схеме ДП провод—провод с заземленным полюсом источника тока допустимые ЭДС такие же, как при питании по схеме провод—земля.

должны превышать 36 В действ. Если при работе на кабельных линиях связи применяют меры по технике безопасности, то величины длительно индуктируемых опасных напряжений могут быть повышены до значений, приведенных в табл. 10.2.

Допустимые величины кратковременно (при коротких замыканиях в ВЛ) индуктируемых продольных ЭДС в жилах кабеля приведены в табл. 10.3. До-

пустимые величины продольных ЭДС в соединительных линиях между АТС приведены в табл. 10.4.

Таблица 10.4

**Допустимые индуктируемые продольные ЭДС в СЛ
между АТС различных систем, в которых временно возникают или
постоянно существуют цепи через землю**

Системы АТС, между которыми осуществляется соединение	Наименование комп- лектов РСЛ		Допустимая про- дольная ЭДС, В
	на исходя- щем конце	на входя- щем конце	
АТС-47 — АТС-47 АТС-54 — АТС-54 АТС-47 — АТС-54 АТС-47 — декадно-шаговая домовая подстанция	— — — РСЛК _{исх}	— — — —	36
АТС-54 — декадно-шаговая домовая подстанция	п/ст	—	
АТС-54 — координатная домовая подстанция	То же	—	
Координатная АТС — декадно-шаговая АТС	РСЛ 3/2	—	
Координатная АТС — машинная АТС	РСЛ п/0	—	
Координатная АТС — машинная АТС	РСЛ 3/2	РСЛ 2/3 РСЛ п/0	
Декадно-шаговый УВС (III ГИМ) — декадно-шаговая АТС (IV ГИМ)	—	—	30
Декадно-шаговый УВС (III ГИМ) — координатная АТС (II ГИМ)	—	—	
Декадно-шаговая РАТС (III ГИМ) — координатная домовая подстанция	РСЛМ _{исх}	РСЛМ _{вх}	
АТС-54	РСЛК _{исх}	РСЛК _{вх}	30
Декадно-шаговая АТС Декадно-шаговая АТС—МТС	РСЛКИ _{исх} ИКЗСЛ	РСЛКИ _{вх} ВКЗСЛ	25
АТС-54—АТСК	—	—	20
Входящий узел междугородного сообщения (РСЛМ) — машинная АТС (ТВГМ)	РСЛМ	—	15
АТС-54 или декадно-шаговая АТС — машинная АТС или АТС-47	РСЛК _{исх}	РСЛК _{вх}	
Машинная АТС — машинная АТС	—	—	6
Релейно-блочные АТС на 10—40 номеров	—	—	3
Сельская декадно-шаговая АТС на 50/100 и 100/500 номеров	—	—	6
Сельская координатная АТС на 40/80 и 100/2000 номеров	—	—	6
Релейные АТС на 20 номеров	—	—	36

10.3. МЕРЫ ПО ЗАЩИТЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ ОТ ОПАСНОГО И МЕШАЮЩЕГО ВЛИЯНИЯ ВЛ И ЭЛ. Ж. Д.

Все меры по защите линий связи от влияния высоковольтных линий и эл. ж. д. разделяют на две группы: меры, применяемые на влияющих линиях, т. е. на ВЛ и эл. ж. д., и меры, используемые на самих линиях связи. Перечень

Т а б л и ц а 10.5

Меры защиты, применяемые на влияющих линиях

Влияющая линия	Мера защиты	Результат действия	Величина, посредством которой оценивается защитное действие	От какого вида влияния применяется
ВЛ	Установка быстродействующих автоматов на ВЛ с заземленной нейтралью	Уменьшает время отключения поврежденной фазы ВЛ	Время отключения поврежденной фазы	Опасного магнитного кратковременного
	Подвеска на опорах ВЛ и прокладка в земле вдоль ВЛ высокопроводящих заземленных тросов	Создает в жилах кабеля компенсирующую ЭДС	Коэффициент экранирования троса	Опасного и мешающего магнитного
	Установка сглаживающих фильтров на ВЛ постоянного тока	Уменьшает гармонические составляющие тока и напряжения в проводах ВЛ	Коэффициент сглаживания гармоник	Мешающего
Эл. ж. д. переменного тока	Включение отсасывающих трансформаторов без обратного провода или с обратным проводом	Повышает экранирующее действие рельсов (при схеме включения без обратного провода), создает компенсирующий основной ток в обратном проводе	Коэффициент защитного действия отсасывающих трансформаторов	Опасного и мешающего магнитного
Эл. ж. д. постоянного тока	Включение сглаживающих фильтров на тяговых подстанциях	Уменьшает гармонические составляющие тока в контактной сети	Коэффициент сглаживания гармоник	Мешающего
	Увеличение электрической проводимости рельсов	Уменьшает утечку тока в землю	Величина электрической проводимости рельсов	Опасного гальванического
	Увеличение изоляции рельсов от земли		Величина переходного сопротивления между рельсами и землей	

мер, применяемых на влияющих линиях, и их краткая характеристика приведены в табл. 10.5.

В табл. 10.6 приведены коэффициенты защитного действия хорошо заземленных медных тросов, проложенных в одной траншее и в непосредственной близости от кабеля, при различном их количестве и сечении 50 мм². Перечень мер защиты, применяемых на линиях связи, и их краткая характеристика приведены в табл. 10.7.

«Критические» расстояния между кабелями с длиной гальванически неразделенного участка $l=20$ км и ВЛ с заземленной нейтралью при токах короткого замыкания $I_{к.з.}$, равных 3 и 5 кА, приведены в табл. 10.8. Данные табл. 10.8 получены, исходя из нормы допустимой кратковременной продольной ЭДС

Т а б л и ц а 10.6

**Коэффициент защитного действия медных тросов
сечением 50 мм² при прокладке их вблизи кабеля**

Удельное сопротивление земли, Ом · м	Количество прокладываемых тросов			
	1	2	3	4
10	0,55	0,38	0,30	0,26
100	0,51	0,34	0,27	0,24
1000	0,47	0,31	0,25	0,21

Т а б л и ц а 10.7

Меры защиты, применяемые на линиях связи

Мера защиты	Результат действия	Величина, посредством которой оценивается защитное действие	От какого вида влияния применяется
1	2	3	4
Увеличение расстояния между кабелем связи и влияющей линией	Ослабляет действующее вдоль линии влияю- щее электромагнитное поле	Степень уменьшения ин- дуктируемого напря- жения	Всех видов
Применение кабелей с металлическими по- кровами, обладающи- ми повышенным экра- нирующим действием	Уменьшает индуктируе- мые напряжения и токи	Коэффициент защитного действия металличе- ских покровов кабеля	Опасного маг- нитного и мешающего
Включение разрядников между жилами и зем- лей	Заземляются жилы при возникновении напря- жений, превышающих напряжение зажигания разрядников	Напряжение зажигания разрядника, его вольт- амперная и вольт- секундная характери- стики	Кратковре- менного опасного
Включение в двухпро- водные цепи раздели- тельных трансформа- торов	Уменьшает длину галь- ванически неразделен- ного участка цепи	Коэффициент защитного действия разделитель- ных трансформаторов	Опасного маг- нитного и мешающего
Прокладка вдоль кабе- ля хорошо проводя- щих заземленных тро- сов	Уменьшает индуктируе- мые напряжения и токи	Коэффициент защитного действия троса	Опасного маг- нитного
Включение редукцион- ных и нейтрализую- щих трансформаторов	Уменьшает индуктируе- мые напряжения и токи	Коэффициент защитного действия трансформа- тора	Опасного маг- нитного и гальваниче- ского

Окончание табл. 10.7

1	2	3	4
Включение защитных фильтров в цепи дистанционного питания	Отделяет участки друг от друга, подавляет посторонние токи в цепи дистанционного питания	Затухание фильтра в полосе не пропускания	Опасного и мешающего
Включение дополнительных усилительных пунктов	Уменьшает длину гальванически неразделенного участка	Степень уменьшения длины усилительного участка	
Включение сжимателей-расширителей	Увеличивает защищенность цепи от внешних помех	Увеличение уровня защищенности	Мешающего
Повышение уровня передачи	Увеличивает защищенность цепи от внешних помех		
Дополнительное симметрирование цепи	Уменьшает коэффициент чувствительности цепи к помехам	Степень уменьшения коэффициента чувствительности	
Включение полупроводниковых компенсаторов в цепи дистанционного питания усилителей постоянным током	Стабилизирует ток в цепи дистанционного питания	Величина компенсируемой посторонней ЭДС	Гальванического от эл. ж. д. постоянного тока

Таблица 10.8

**Критические расстояния между кабелями и ВЛ
с заземленной нейтралью**

Тип кабеля	$I_{кз}, \text{кА}$	Критическое расстояние, м, при удельной проводимости земли, См/м						
		1·10 ⁻³	2·10 ⁻³	5·10 ⁻³	10·10 ⁻³	20·10 ⁻³	50·10 ⁻³	100·10 ⁻³
МКСБ-4×4×1,2	3	2340	1700	1100	780	560	360	260
	5	3800	2570	1590	1200	830	560	370
МКСБ-7×4×1,2	3	2000	1350	930	630	480	280	210
	5	3020	2240	1380	1020	710	480	330
МКСАБп-4×4×1,2	3	630	460	300	210	150	100	70
	5	1350	1000	600	470	320	210	150
МКСАБп-7×4×1,2	3	450	340	210	160	110	80	50
	5	1100	850	510	340	220	170	110

(750 В) при передаче по жилам кабеля дистанционного питания усилителей по схеме «провод—земля», и округлены до 10 м. Аналогичные данные для кабелей МКСБ-4×4×1,2 и МКСБ-7×4×1,2, исходя из нормы длительного напряжения 200 В на усилительный участок длиной 20 км при сближении с

Таблица 10.9

Критические расстояния между кабелями и эл. ж. д. переменного тока

Тип кабеля	Тип эл. ж. д.	Критическое расстояние, м, при удельной проводимости земли, См/м						
		1·10 ⁻³	2·10 ⁻³	5·10 ⁻³	10·10 ⁻³	20·10 ⁻³	50·10 ⁻³	100·10 ⁻³
МКСБ-4×4×1,2	Однопутная	1380	860	580	450	340	230	190
	Двухпутная	1470	1190	890	600	480	350	260
МКСБ-7×4×1,2	Однопутная	1000	720	500	380	290	200	160
	Двухпутная	1510	1100	780	560	440	300	230

Таблица 10.10

Значения удельной проводимости и удельного сопротивления различных грунтов

Наименование грунта	Местность с количеством атмосферных осадков					
	повышенным (500 мм в год)				пониженным (250 мм в год)	
	удельная проводимость, См/м		удельное сопротивление, Ом·м		удельная проводимость, См/м	удельное сопротивление, Ом·м
	среднее значение	пределы изменения	среднее значение	пределы изменения		
Наносные слои земли и легкая глина	0,2	0,5—0,1	5	2—10	0,2—0,001	5—1000
Глина	0,1	0,2—0,05	10	5—20	0,1—0,01	10—100
Мергель, суглинок	0,05	0,1—0,03	20	10—33	0,02—0,003	50—330
Пористый известняк (мел)	0,02	0,03—0,01	50	33—100	0,02—0,003	50—330
Пористый песчаник (песок)	0,01	0,03—0,003	100	33—330	<0,001	>1000
Гранит	0,001	—	1000	—	<0,001	>1000

эл. ж.д. переменного тока, приведены в табл. 10.9. Ток нагрузки контактной сети принят равным 800 А для двухпутного участка и 500 А для однопутного участка, длина сближения 20 км. При других исходных данных величины критических расстояний изменяются. Кабели с алюминиевой оболочкой типа МКСБп-4×4×1,2 и 7×4×1,2 для указанных исходных данных можно прокладывать в полосе отвода железной дороги. Значения удельной проводимости и удельного сопротивления различных грунтов приведены в табл. 10.10.

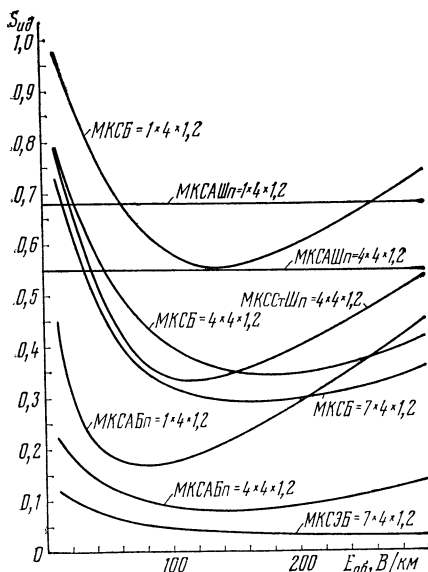


Рис. 10.1. Зависимость идеальных коэффициентов защитного действия металлических покровов симметричных кабелей при частоте 50 Гц от индуктируемой в оболочке продольной ЭДС

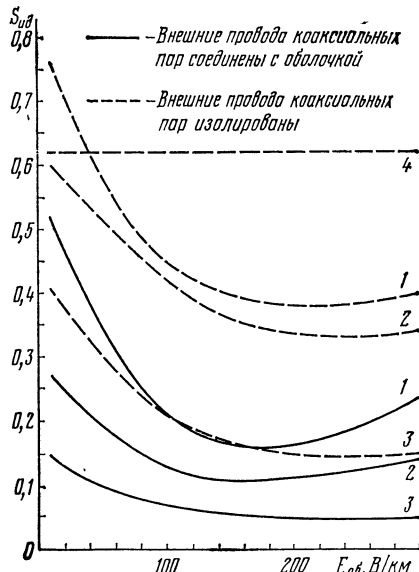


Рис. 10.2. Зависимость идеальных коэффициентов защитного действия металлических покровов коаксиальных кабелей при частоте 50 Гц от индуктируемой в оболочке ЭДС:
1 — МКТСБ-4; 2 — КМБ-4; 3 — КМБ-8/6; 4 — ВКПАП

Защищенность кабеля от влияния характеризуется величиной коэффициента защитного действия (КЗД) металлических покровов, приблизительно равного отношению ЭДС, индуктируемой в жилах кабеля, к ЭДС, индуктируемой в его металлических покровах. Чем лучше защитное действие, тем меньше (по абсолютному значению) КЗД. КЗД хорошо заземленной оболочки называют идеальным, в остальных случаях — реальным. Наилучшим экранирующим действием металлических покровов обладают кабели с алюминиевой оболочкой и броней из стали с высокой магнитной проницаемостью. На рис. 10.1—10.5 приведены идеальные значения коэффициентов защитного действия $S_{ид}$ металлических покровов кабелей различной конструкции в зависимости от величины индуктируемой в них продольной ЭДС при частоте 50 Гц. Металлические покровы кабелей, броня которых изолирована от земли, надо специально заземлять. Расстояние между заземлениями и требуемые величины сопротивлений определяются проектом.

Помимо указанных выше мер защиты, должны соблюдаться следующие строительные нормы, установление которых связано с защитными мерами от возможного влияния высоковольтных линий. При пересечении кабельных линий связи с высоковольтными линиями напряжением до 1000 В необходимо, чтобы:

расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры при переходе кабельной линии на воздушную до проекции ближайшего провода ВЛ на горизонтальную плоскость было не менее высоты опоры ВЛ;

расстояние от кабеля до заземляющего контура ВЛ или до железобетонной опоры было не менее 3 м в населенной местности и 10 м в ненаселенной;

расстояние от кабеля до незаземленной опоры ВЛ было в населенной местности не менее 2 м, в стесненных условиях — не менее 1 м, в ненаселенной местности — не менее 5 м. При этом защита кабеля от ударов молнии в виде троса, прокладываемого между кабелем и опорой, или размещения кабеля в стальной трубе, или покрытия его швеллером или угловой сталью по длине в обе стороны относительно опоры на расстоянии не менее 3 м обязательна.

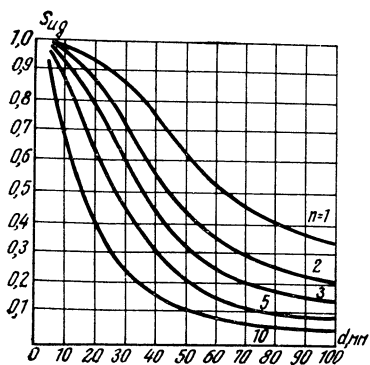


Рис. 10.3. Зависимость идеальных коэффициентов защитного действия оболочек кабелей ТГ при частоте 50 Гц от диаметра d под свинцовой оболочкой при различном количестве n кабелей в канализации

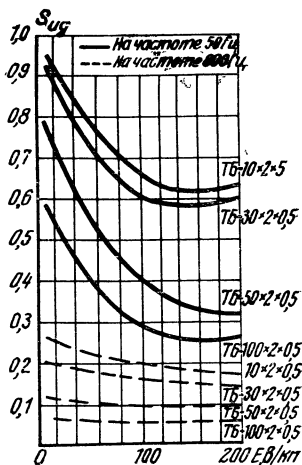


Рис. 10.4. Зависимость идеальных коэффициентов защитного действия металлических покрытий кабелей ТБ от индуктируемой в броне продольной ЭДС

Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ и кабелей связи запрещается. При пересечении подземных кабельных линий связи с высоковольтными линиями напряжением свыше 1000 В (до 35 кВ) расстояние от кабеля до заземлителя или части ближайшей опоры ВЛ не должно быть меньше 8 м при удельном сопротивлении земли ρ_z до 100 Ом·м, 10—11 м при удельном сопротивлении земли, изменяющемся от 100 до 1000 Ом·м, и $0,35\sqrt{\rho_z}$ при $\rho_z > 1000$ Ом·м.

При пересечении подземных кабельных линий связи с высоковольтными линиями напряжением от 110 до 500 кВ необходимо, чтобы расстояние от кабеля связи до заземлителя ближайшей опоры ВЛ было не менее 10 м при $\rho_z < 100$ Ом·м, 25 м при ρ_z от 100 до 500 Ом·м, 35 м при $\sqrt{\rho_z}$ от 500 до 1000 Ом·м и 50 м при удельном сопротивлении земли более 1000 Ом·м. При пересечении с ВЛ напряжением 750 кВ указанные расстояния должны быть увеличены до 15 м при $\rho_z < 100$ Ом·м и 40 м при ρ_z от 500 до 1000 Ом·м. В случае прокладки кабеля с целью экранирования в стальной трубе или под швеллером на длине, равной расстоянию между крайними проводами ВЛ плюс по 10 м с каждой стороны, допускается уменьшение указанных расстояний до 5 м.

При сближении кабельной линии связи с ВЛ напряжением выше 1000 В расстояние по горизонтали между кабелем и проекцией ближайшего провода ВЛ на горизонтальную плоскость определяется проектом.

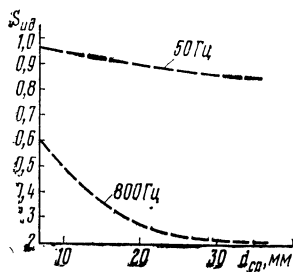


Рис. 10.5. Идеальные коэффициенты защитного действия кабелей ТПП с продольным экраном в зависимости от диаметра

При пересечении кабельной линии (кабельной вставки) с контактными сетями эл. ж. д. угол пересечения (в плане) должен быть близким к 90° , но не менее 45° . В зависимости от величины угла пересечения (в плане) расстояния по горизонтали от основания кабельной опоры кабельной вставки до ближайшего рельса электрифицированной железной дороги переменного тока должны соответствовать указанным в табл. 10.11.

Т а б л и ц а 10.11

Расстояние от основания кабельной опоры до ближайшего рельса эл. ж. д. переменного тока	
Угол пересечения (в плане) подземного кабеля с рельсами эл. ж. д.	Расстояние от кабельной опоры до ближайшего рельса железной дороги переменного тока (по перпендикуляру к полотну ж. д.), м
90°	20
75°	50
60°	80
45°	100

Расстояние между подземным кабелем связи и параллельно расположенным ближайшим рельсом трамвая должно быть не менее 2 м, между кабелем и рельсом эл. ж. д. — 10 м и между кабелем и рельсом не эл. ж. д. — 5 м. При пересечении кабеля с эл. ж. д. или линией трамвая расстояние между кабелем и подшовой рельса должно быть не менее 1 м.

10.4. ЗАЩИТА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ ОТ ГРОЗОВЫХ РАЗРЯДОВ

Защита кабелей от ударов молнии необходима в следующих случаях:

когда вероятная расчетная плотность повреждений проектируемого кабеля ударами молнии превышает допустимую;

когда существующий кабель подвергался повреждениям от ударов молнии (защите подлежат участки протяженностью не менее 100 м в каждую сторону от места повреждения);

при прокладке кабеля вдоль опушки леса;

Таблица 10.12

**Основные меры защиты кабелей
от прямых ударов молнии и грозовых перенапряжений**

Мера защиты	Чем характеризуется защитное действие
Применение грозостойких кабелей	Испытательным напряжением поясной изоляции (не менее 10 кВ) и сопротивлением металлических покровов постоянному току (не более 0,2 Ом/км) Коэффициентом тока в оболочке кабеля
Прокладка параллельно кабелю подземных металлических тросов или проводов	Уровнем грозоупорности и коэффициентом тока воздушной линии
Использование воздушной линии, проходящей параллельно кабелю и оборудованной искровыми промежутками с вынесенными заземлениями	Напряжением зажигания разрядников и расстоянием между ними
Включение малогабаритных разрядников между жилами и оболочкой (в строительных муфтах)	Сопротивлением растеканию заземлений и расстоянием между ними
Заземление металлических покровов кабеля с наружным изолирующим шлангом	

Таблица 10.13

Основные требования, предъявляемые к защитным тросам

Количество тросов	Диаметр провода (троса), не менее, мм			Глубина прокладки троса, м	Расстояние между тросами, м
	медного	биметаллического	стального		
1 2 и более	4 3	4 4	9,4 9,4	} (0,4—0,5) h_k	0,4—1,2

Примечание. h_k — глубина прокладки кабеля, м. В скальных грунтах защитные тросы прокладываются на одной глубине с кабелем.

Таблица 10.14

**Замена тросов ПС-70 тросами ПС-25 или
стальными оцинкованными проводами**

Количество тросов ПС-70	Эквивалентное количество n защитных тросов ПС-25 и проводов диаметром d , мм, а также расстояние a , м, между ними							
	ПС-25		$d=6$ мм		$d=5$		$d=4$	
	n	a	n	a	n	a	n	a
1	$\frac{2}{2}$	0,6—1,2	$\frac{2}{2}$	0,6—1,2	$\frac{2}{2}$	0,6—1,2	$\frac{3}{3}$	0,4—0,8
2	$\frac{3}{4}$	0,3—0,6 0,4—1,2 (по два)	$\frac{2}{3}$	0,4—1,2 0,4—0,8	$\frac{3}{3}$	0,3—0,6 0,4—0,8	$\frac{3}{4}$	0,3—0,6 0,4—0,8 (по два)

Примечание. В числителе указано количество проводов при прокладке кабеля по открытой местности и отсутствии отдельно стоящих деревьев, опор ЛЭП или ЛС; а в знаменателе — при прокладке кабеля по открытой местности или вдоль опушки леса при наличии опор ЛЭП или ЛС.

при расположении вблизи кабеля (на расстоянии $a \leq 1,5 h$) отдельных деревьев, опор воздушных линий связи или электропередачи высотой $h > 6$ м (при $a > 25$ м защита не требуется);

при прокладке кабеля вдоль ВЛ или воздушных линий связи или при пересечении с ними в случаях: а) когда расстояние между кабелем и воздушной линией меньше 10 м независимо от удельного сопротивления земли; б) когда расстояние между кабелем и воздушной линией находится в пределах от 10 до 25 м, если удельное сопротивление земли превышает 500 Ом·м.

Вероятную плотность повреждений кабеля от ударов молнии определяют в соответствии с «Руководством по защите подземных кабелей связи от ударов молнии» (М., «Связь», 1975).

Защите от ударов молнии не подлежат независимо от условий прокладки и удельного сопротивления земли:

кабели с металлической оболочкой без наружного шлангового покрытия или группа таких кабелей, проложенных в одной траншее, если сопротивление металлических покровов кабеля или группы таких кабелей не превышает 0,2 Ом/км (за исключением защиты от заземленных опор ВЛ напряжением 35 кВ и выше);

подземные кабели, проложенные в населенных пунктах с густой сетью подземных коммуникаций или проводов воздушных линий связи, радиофикации или электроснабжения (за исключением защиты от заземленных в непосредственной близости к кабелю опор ВЛ напряжением 35 кВ и более);

кабели, проложенные вдоль полотна железной дороги или подземного трубопровода на расстоянии не более 10 м от них (за исключением защиты от опор ВЛ, ЛС и автоблокировки).

При прокладке кабеля по просеке шириной $3h$ (где h — высота леса) кабель не защищается от ударов молнии, если он расположен не ближе $0,75h$ к краю леса и если рядом с кабелем нет воздушной линии связи или ЛЭП. В табл. 10.12 указаны основные меры защиты кабелей от прямых ударов молнии и грозовых перенапряжений.

Грозостойкими являются кабели, испытательное напряжение поясной изоляции которых не менее 10 кВ при частоте 50 Гц и сопротивление металлических покровов постоянному току не более 0,2 Ом/км.

В табл. 10.13 приведены технические данные и требования к защитным тросам.

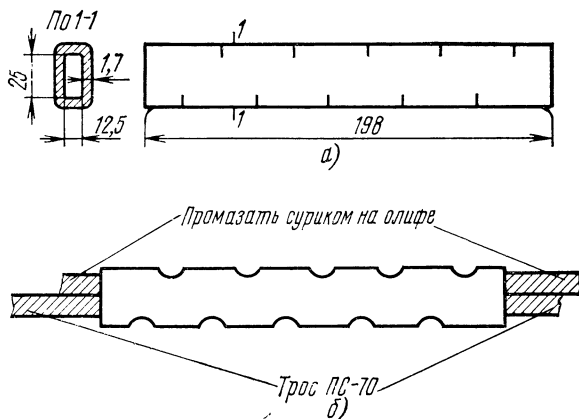


Рис. 10.6. Сращивание троса ПС-70 с помощью овального соединителя:

а) овальный соединитель; б) сrostок после обжатия кле-
щами типа МИ-31

Основным типом защитного троса является трос ПС-70 сечением 70 мм², состоящий из отдельных стальных оцинкованных проволок диаметром 1,8 мм. Наружный диаметр троса 9,4 мм. Тросы ПС-70 могут быть заменены медными или биметаллическими проводами диаметром 3—4 мм в соответствии с табл. 10.13, а также тросами сечением 25 мм² (ПС-25) или стальными проводами (табл. 10.14).

Тросы перепаяваются между собой около соединительных муфт через одну строительную длину кабеля. С металлическими покровами защищаемого кабеля тросы перепаяваются только в тех случаях, когда трос одновременно является заземлителем, например на кабелях с наружным изолирующим (пластмассовым) покровом. Для перемычек между тросами используется тот же трос или эквивалентное по сечению количество проводов меньшего диаметра.

Заземлители по концам защитных тросов не оборудуются. Концы тросов отводятся в сторону от кабеля на расстояние 15 м при удельном сопротивлении земли ρ_z до 100 Ом·м и 30 м при ρ_z более 100 Ом·м. Если отвод троса в сторону не выполним, то следует продлить его вдоль кабеля (за опасную зону) на 50 м или оборудовать на расстоянии не менее 5 м от кабеля специальное заземление с импульсным сопротивлением растеканию не выше 10 Ом.

Строительные длины стальных тросов сращиваются с помощью овальных соединителей (рис. 10.6). Концы биметаллических и медных проводов соединяют при помощи медных трубок.

При защите группы кабелей тросы располагаются симметрично, расстояние между крайними тросами должно быть не менее расстояния между крайними кабелями.

Если кабель проложен по просеке и защита предусмотрена двумя тросами, то последние следует проложить на глубине прокладки кабеля на расстоянии не менее 0,2 м и не далее 0,4 м от него. При прокладке грозозащитного троса вдоль опушки леса трос следует располагать на глубине прокладки кабеля или на глубине расположения корней деревьев и на расстоянии от 0,2 до 5 м от кабеля.

При прокладке вдоль опушки леса двух кабелей при расстоянии между ними 1,2—2,5 м следует соблюдать следующие правила:

- 1) если трос один, то он прокладывается на расстоянии не более 1—5 м от кабеля, ближайшего в лесу;
- 2) если два троса, то один прокладывается между кабелями, а другой — между лесом и кабелями;
- 3) если три троса, то два троса прокладываются с внешней стороны кабелей и один — посередине.

Допускаются отклонения от принятых расстояний между тросами $\pm 15\%$. Допускается отклонение от вертикальной плоскости, проходящей через ось кабеля (при прокладке одного троса), в пределах $\pm 0,25$ м.

На рис. 10.7 показана защита кабеля от возможных переходов на него токов молнии с корней дерева. Для защиты используются шина, трос, провод из меди сечением не менее 12 мм². Такая же защита применяется от переходов токов молнии с опор ВЛ. Указанная защита осуществляется при суммарной продолжительности гроз свыше 5 ч.

При невозможности проложить между деревом и кабелем защитную шину на дерево следует оборудовать молниеотвод из стальной проволоки диаметром 4 мм с выносом заземления и установкой дополнительной опоры на расстоянии не менее 25 м от кабеля. Молниеотвод должен выступать на 10—15 см над вершиной дерева. В случаях, когда защита кабеля от прямых ударов молнии осуществляется с помощью воздушной линии связи, последняя должна быть от кабеля на расстоянии не более 1,5 h , где h — высота опор линии.

На линии оборудуют искровые промежутки величиной 20—30 мм (рис. 10.8—10.11) с вынесенными заземлениями. Заземление выполняется из вертикальных (уголковых) или горизонтальных заземлителей. При крюковом профиле искровые промежутки делают на трех верхних проводах, а при траверсном —

на всех проводах верхней траверсы. Воздушная линия связи на железобетонных опорах не может быть использована для защиты кабеля от ударов молнии.

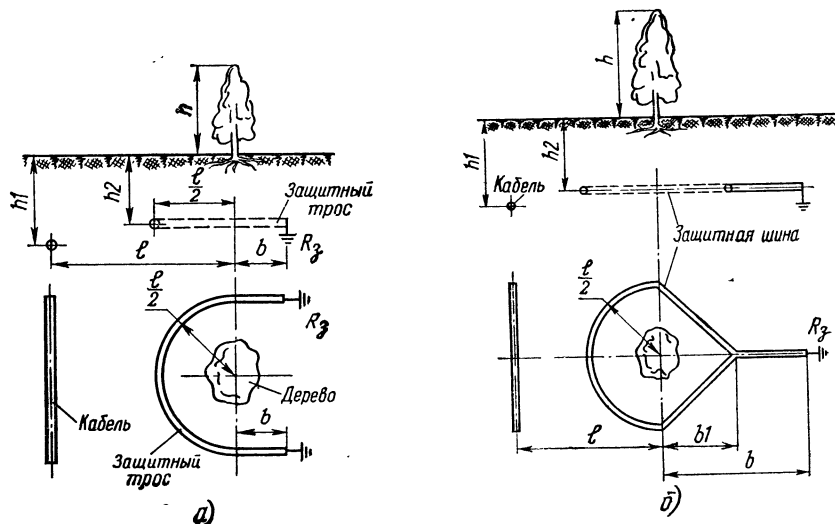


Рис. 10.7. Перехват токов молнии с помощью:

а) защитного троса; б) кольцеобразной защитной шины

При $l \geq 10$ м $b \geq 2$ м, при $5 < l < 10$ м $b \geq 5$ м; при $l \leq 5$ м $b \geq 10$ м; при $h_2 < h_1$ $h_2 \leq 0,4$ м, $R \leq 20$ Ом

Для включения между жилами и оболочкой используются малогабаритные разрядники Р-2М. Держатели с разрядниками устанавливаются на участках с повышенной грозодеятельностью в специальных муфтах кабеля МКСБ-1×4×1,2 и МКСБ-4×4×1,2 примерно через каждые 1,8—2,2 км. В каждом пункте разрядники должны устанавливаться на всех жилах кабеля (на кабеле 1×4 устанавливается один комплект держателя с четырьмя разрядниками, на кабеле 4×4 — четыре комплекта на 16 разрядников).

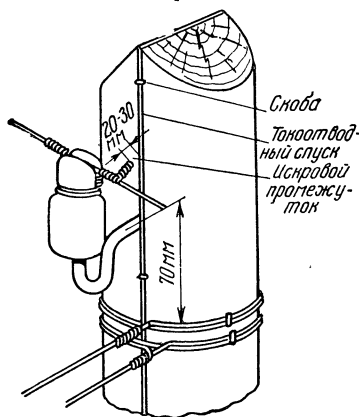


Рис. 10.8. Устройство искрового промежутка на линии крюкового профиля

Муфта, в которой монтируются разрядники, состоит из трех частей: двух конусов и цилиндрической части с одним продольным разрезом (рис. 10.12). Общая металлическая шина держателя припаивается к оболочке кабеля. Подключение жилы к разряднику осуществляется проводом МГШВ диаметром 0,5 мм, один конец которого освобождается от изоляции, припаивается к скрутке сращиваемых жил, а другой — к перу держателя. Держатели с разрядниками следует укреплять суровыми нитками к сросстке так, чтобы общая металлическая шина была обращена к стенкам муфты.

При прокладке кабеля вдоль края леса расстояние между кабелем и краем леса не должно быть меньше величин, приведенных в табл. 10.15. Если кабель прокладывается вдоль просеки, то можно считать, что кабель проложен в сплошном лесу, если ширина просеки не превышает

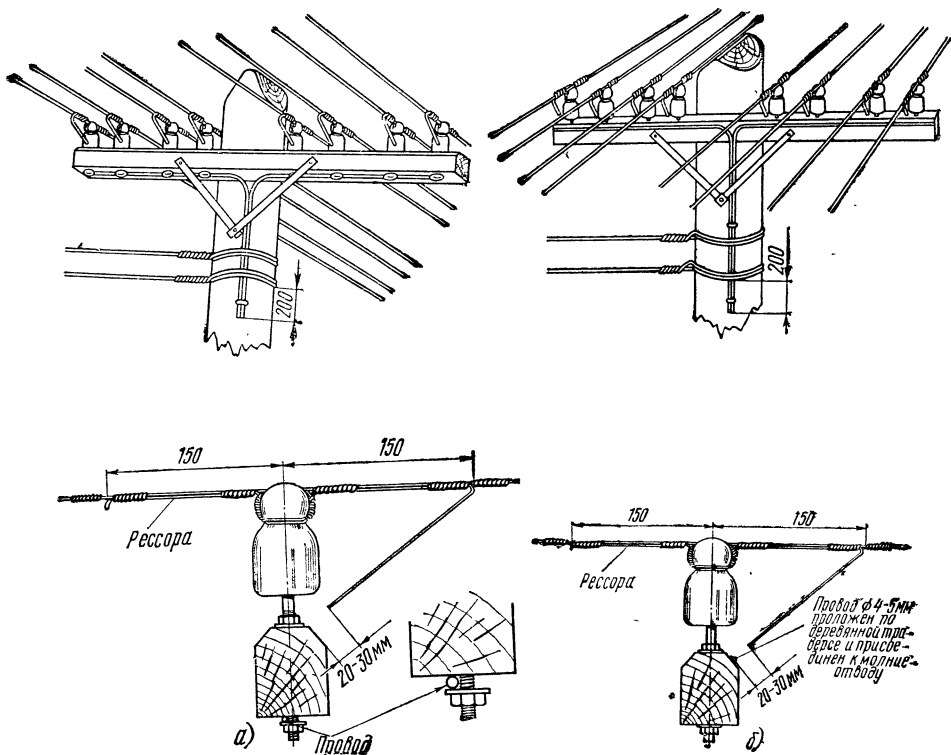


Рис. 10.9. Устройство искровых промежутков на линиях traversного профиля: а) между концами рессор и штырями изоляторов; б) между концами рессор и токоотводным проводом

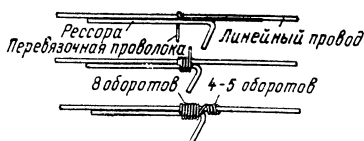


Рис. 10.10. Устройство рессоры для образования искрового промежутка

6 м. При этом следует стремиться прокладывать кабель посередине просеки. Если ширина просеки больше $3h$, где h — средняя высота деревьев, то считают, что кабель проложен вдоль края леса.

Защиту от прямых ударов молнии существующих одночетверочных кабелей всех типов и однокоаксиальных кабелей типа ВКПА осуществляют путем прокладки подземных проводов (тросов) и оконтуровки отдельно стоящих деревьев и опор линий связи и линий электропередачи только на участках, подвергавшихся повреждениям от ударов молнии. Для защиты кабелей на открытой местности предусматривают прокладку одного троса, располагаемого под кабелем на расстоянии 0,4 м, а при прокладке кабелей вдоль леса или линии электропередачи — одного троса, прокладываемого вдоль края леса или линии электропередачи на одной глубине с кабелем на расстоянии 1,0—5,0 м от кабеля.

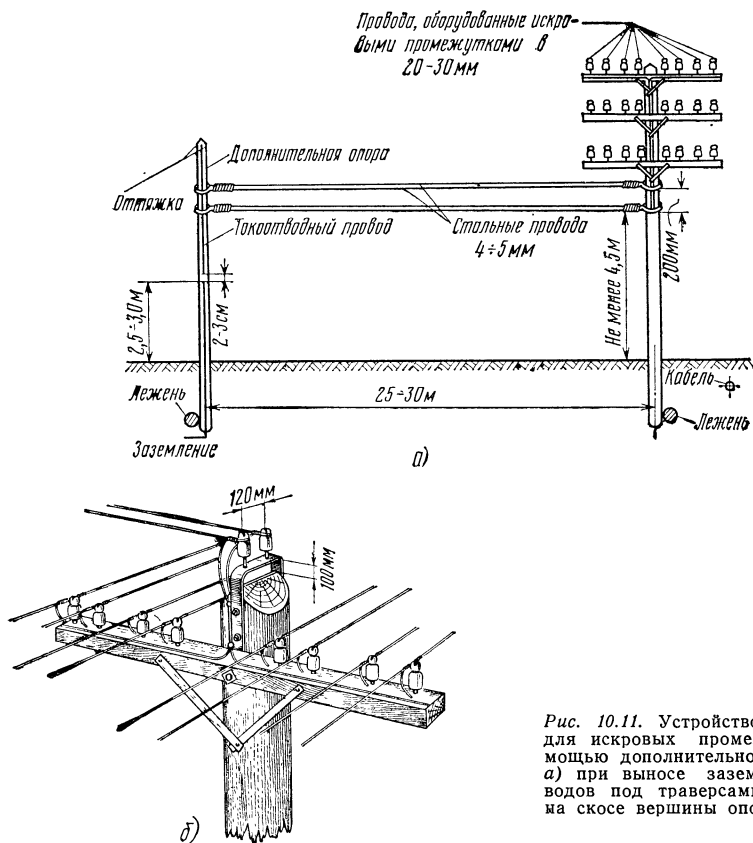


Рис. 10.11. Устройство заземления для искровых промежутков с помощью дополнительной опоры: а) при выносе заземляющих проводов под траверсы; б) то же, на скосе вершины опоры

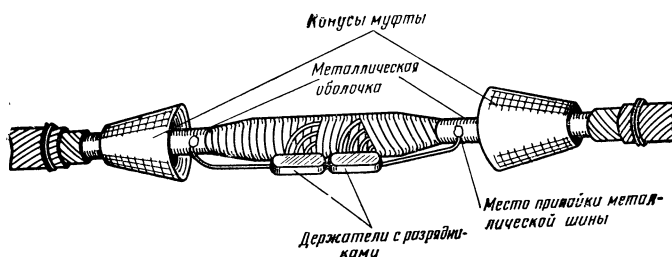


Рис. 10.12. Муфта с разрядниками Р-2М для защиты от грозовых перенапряжений

10.5. ОБОРУДОВАНИЕ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Назначение, количество и места расположения заземляющих устройств на усилительных пунктах междугородных кабельных магистралей с дистанционным питанием приведены в табл. 10.16.

Таблица 10.15

Оптимальные расстояния между кабелем и краем леса, м

Средняя высота деревьев, м	10	20	30
Расстояние между кабелем и краем леса, м	$1,5h$	$1,25h$	h

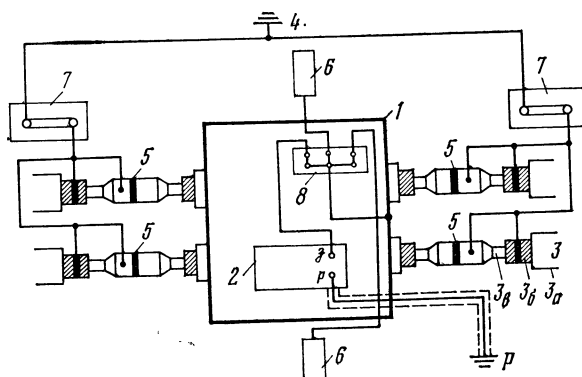


Рис. 10.13. Ввод в НУП и заземление кабелей без изолирующего покрова при $\rho_3 < 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$:

1 — цистерна НУП; 2 — стойка аппаратуры; 3 — кабель связи; 3а — джутовый покров; 3б — бронепокров; 3в — свинцовая оболочка; 4 — линейно-защитное заземляющее устройство; 5 — изолирующая муфта; 6 — анодный электрод (протектор); 7 — щиток КИП-1; 8 — щиток протекторной защиты; р — рабочее заземляющее устройство; з — клемма заземления аппаратуры

Для НУП, металлические цистерны которых устанавливаются в грунтах с удельным сопротивлением до $100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и защищаются от коррозии анодными электродами, в качестве заземлителей для защитного заземляющего устройства используются анодные электроды, общее сопротивление которых должно удовлетворять ГОСТ 464—79. В этом случае между корпусом НУП и клеммой «Земля» аппаратуры делается перемычка. При высоком удельном сопротивлении земли и отсутствии необходимости защиты корпуса НУП от почвенной коррозии, когда анодные электроды не устанавливаются, а также при установке неметаллических НУП специальное линейно-защитное заземляющее устройство не оборудуется.

Места оборудования на междугородных кабельных линиях заземляющих устройств, используемых в качестве линейно-защитных, и величины их сопротивлений в зависимости от типа защитных покровов кабеля и условий его прокладки приведены в табл. 10.17.

Схемы заземления металлических покровов кабелей на вводах в НУП и ОУП показаны на рис. 10.13—10.18.

Изолирующие муфты устанавливаются:

при вводе кабелей в вертикальный НУП или в здание ОУП соответственно в наземной части НУП под полом или в шахте ОУП (изолирующая газонепроницаемая муфта);

в зоне около НУП на расстоянии не более 3—5 м от цистерны (изолирующая газонепроницаемая муфта); возле муфт устанавливаются столбики КИП.

Таблица 10.16
Заземляющие устройства, оборудуемые на усиительных пунктах междугородных кабельных магистралей

Пункт магистральной	Схема дистанционного питания (УП)	Наименование заземляющего устройства	Количество заземляющих устройств	Назначение заземляющего устройства	Расположение заземляющего устройства	Сечение соединительного провода, мм ²	
						Медного	Стального
1	2	3	4	5	6	7	8
ОУП	Провод с заземленным плюсом источника тока	Рабочее	1	Для подключения полюса электропитающей установки, экранов аппаратуры и стационарных кабелей, контактов блокирующих устройств	Не далее 40 м от станции и не ближе 20 м от междугородных кабелей и заземлителей защитного и измерительного заземляющих устройств	16	25
		Защитное	1	Для подключения провода нейтрали трансформаторов силовой трансформаторной подстанции, металлических частей силового, стативного и коммутаторного оборудования, металлических трубопроводов водопровода, центрального отопления и других металлических конструкций внутри здания, металлических оболочек кабелей, элементов схем защиты, молниеотводов	Не далее 20 м от станции	16	25
		Измерительное	1	Для измерения сопротивления растеканию рабочего и защитного заземляющих устройств	Не ближе 40 м от кабелей и 20 м от заземлителей рабочего и защитного заземляющих устройств	4—6	10

Продолжение табл. 10.16

1	2	3	4	5	6	7	8
НУП, в котором за- канчивается цепь ДП по схеме про- вод—земля	Провод— земля с зазем- ленным минусом источни- ка тока	Рабочее- защитное	1	Такое же как для рабоче- го и защитного заземляю- щих устройств при ди- станции питания по схеме провод—земля с заземленным плюсом ис- точника тока	Не далее 20 м от стации и 20 м от междугород- ных кабелей	16	25
		Измери- тельное	2	Для измерения сопротивле- ния растеканию рабоче- защитного заземляющего устройства	Не ближе 40 м от кабелей и 20 м от заземлителей рабоче-защитного зазем- ляющего устройства	4—6	10
		Защитное	1	Такое же, как для рабоче- защитного заземляющего устройства	Не далее 20 м от стации	16	25
	Провод— земля	Измери- тельное	2	Для измерения сопротивле- ния растеканию защитно- го заземляющего устрой- ства	Не ближе 40 м от кабелей и 20 м от заземлителей защитного заземляющего устройства	4—6	10
		Рабочее	1	Для подключения цепи ди- станции питания, эк- ранов аппаратуры и станционных кабелей, контактов блокирующих устройств	От кабелей и металличе- ского корпуса НУП не ближе чем на расстоя- ниях, указанных в табл. 10.18	16	25
		Защитное	1	Для подключения разряд- ников, металлических кор- пусов НУП, брони и обо- лочек кабелей, каркасов стоек	Не далее 10—15 м от ме- таллического корпуса НУП и не ближе 20 м от заземлителя рабочего заземляющего устройства	16	25
		Линейно- защитное	1	Для заземления брони и металлических оболочек кабелей	3—5 м от кабеля	16	25

Окончание табл. 10.16

1	2	3	4	5	6	7	8
НУП, в котором не заканчивается цепь ДП по схеме про-вод—земля	Любая	Защитное	1	Для подключения экранов аппаратуры и станционных кабелей, разрядников, элементов схем защиты, брони и оболочек кабелей, каркасов стоек, металлических корпусов НУП	Не далее 10—15 м от металлического корпуса НУП	16	25
		Линейно-защитное	1	Для заземления брони и металлических оболочек кабелей	3—5 м от кабеля	16	25

Таблица 10.17

**Места оборудования на междугородных кабелях линейно-защитных
заземляющих устройств и их сопротивления (R_z)**

Защитные покровы кабеля	При сближении кабеля		При отсутствии сближения кабе- ля с эл. ж. д. и ВЛ переменного тока и радио- станциями	Примечание
	с эл. ж. д. или ВЛ переменного тока	с радиостанциями		
Свинцовая обо- лочка, броня с наружным джу- товым покро- вом	На вводе в НУП, ОУП и ОП; R_z определяется проектом, но не более 10 Ом при ρ_z до 100 Ом·м и 30 Ом при $\rho_z > 100$ Ом·м		На вводе в НУП, ОУП и ОП; R_z не более 10 Ом при ρ_z до 100 Ом·м, 20 Ом при ρ_z от 101 до 500 Ом·м, 30 Ом при ρ_z от 501 до 1000 Ом·м, 50 Ом при $\rho_z > 1000$ Ом·м	Заземление на вводе в НУП осуществляется через КИП-1
Алюминиевая оболочка, в шланге, броня в наружном шланге или алюминиевая оболочка в шланге без брони	На вводе в НУП, ОУП и ОП; R_z определяется проектом, но не более 5 Ом при ρ_z до 100 Ом·м и 10 Ом при $\rho_z > 100$ Ом·м	На вводе в НУП, ОУП и ОП; R_z определяется проектом, но не более 10 Ом при ρ_z до 100 Ом·м и 30 Ом при $\rho_z > 100$ Ом·м	То же	Все заземления осуществляют- ся через КИП-2
	Вдоль кабеля, исходя из рас- чета реального КЗД, R_z опре- деляется про- ектом	Посередине усилительного участка и на расстоянии 1; 2 и 5,5 км от ОУП и НУП в обе стороны, если расчетное количество по- вреждений от ударов молнии превышает допустимое; R_z не более 10 Ом при ρ_z до 100 Ом·м, 20 Ом при ρ_z от 101 до 300 Ом·м, 30 Ом при ρ_z от 301 до 500 Ом·м, 50 Ом при ρ_z от 501 до 1000 Ом·м, 60 Ом при $\rho_z > 1000$ Ом·м		
Свинцовая или алюминиевая оболочка в изо- лирующем по- крытии, броня в наружном джутовом по- крове	На вводе в НУП, ОУП и ОП; R_z определяется проектом, но не более 5 Ом при ρ_z до 100 Ом·м и 10 Ом при $\rho_z > 100$ Ом·м	На вводе в НУП, ОУП и ОП; R_z определяется проектом, но не более 10 Ом при ρ_z до 100 Ом·м и 30 Ом при $\rho_z > 100$ Ом·м	На вводе в НУП, ОУП и ОП; R_z не более 10 Ом при ρ_z до 100 Ом·м, 20 Ом при ρ_z от 101 до 500 Ом·м, 30 Ом при ρ_z от 501 до 1000 Ом·м, 50 Ом при $\rho_z > 1000$ Ом·м	Все заземления осуществляют- ся через КИП-2

Окончание табл. 10.17

1	2	3	4	5
	Вдоль кабеля, исходя из расчета реального КЗД, с помощью КИП-2 устанавливаются перемычки между оболочкой и броней	Посередине усиленного участка и на расстоянии 1, 2 и 5,5 км от ОУП и НУП в обе стороны. Если расчетное количество повреждений от ударов молнии превышает допустимое, устанавливаются перемычки через КИП-2 между оболочкой и броней		

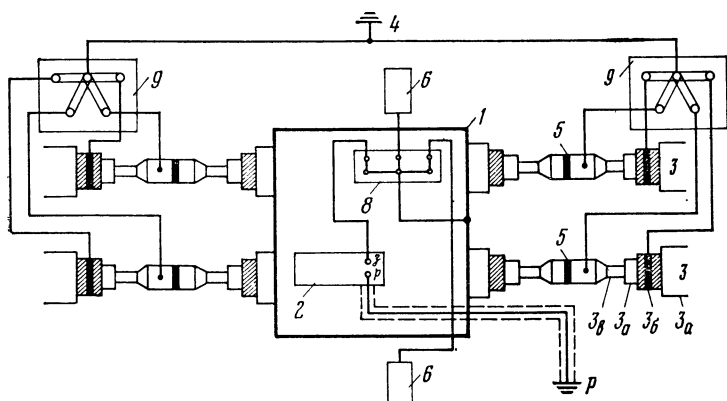


Рис. 10.14. Ввод в НУП и заземление кабелей с изолирующим покрытием при $\rho_3 \leq 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$:

3а — изолирующий шланг; 3б — алюминиевая оболочка; 9 — щиток КИП-2 (остальные обозначения аналогичны рис. 10.13)

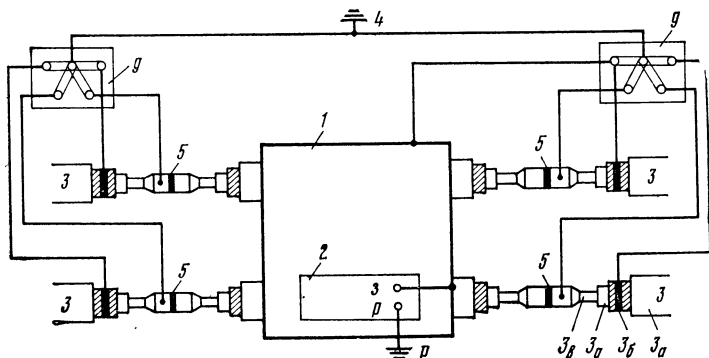


Рис. 10.15. Ввод в НУП и заземление кабелей с изолирующим покрытием при $\rho_3 > 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$:

3а, 3б, 9 — то же, что на рис. 10.14; остальные обозначения аналогичны рис. 10.13

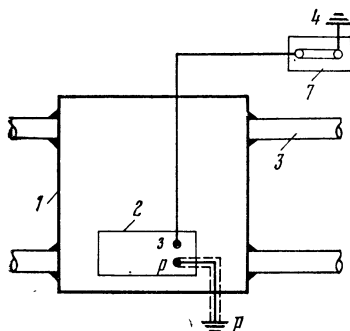


Рис. 10.16. Ввод в НУП и заземление кабелей без изолирующего покрова при $\rho_3 > 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ (обозначения см. к рис. 10.13)

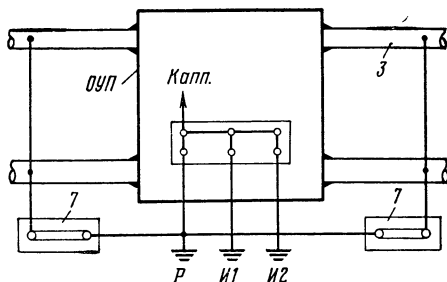


Рис. 10.17. Ввод в ОУП и заземление кабелей без изолирующего покрова: И1, И2 — первое и второе измерительные заземления соответственно

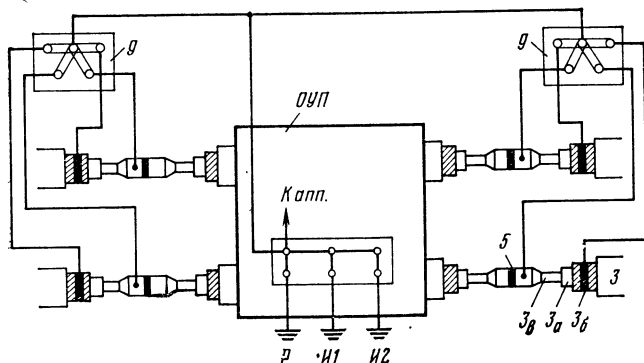


Рис. 10.18. Ввод в ОУП и заземление кабелей с изолирующим покровом

Металлическую оболочку и броню кабелей использовать в качестве заземлителя не допускается. Заземлители рабочего заземляющего устройства НУП при дистанционном питании по схеме «провод — земля» должны располагаться от кабеля (и других подземных металлических сооружений) на расстояниях, не менее указанных в табл. 10.18.

Таблица 10.18

Минимально допустимые расстояния между заземлителями рабочего заземляющего устройства и кабелем или другим подземным металлическим сооружением

Рабочий ток дистанционного питания, А	0,25	0,5	1	1,5	2	3
Минимально допустимое расстояние, м	15	20	30	40	60	100

Для заземлителей используют металлические стержни из угловой стали, стальные полосы, трубы, графитовые или графитированные стержни, металлическую проволоку. Заземляющие устройства на кабельных линиях обычно обору-дуются из стержневых заземлителей. На рис. 10.19 показано устройство од-

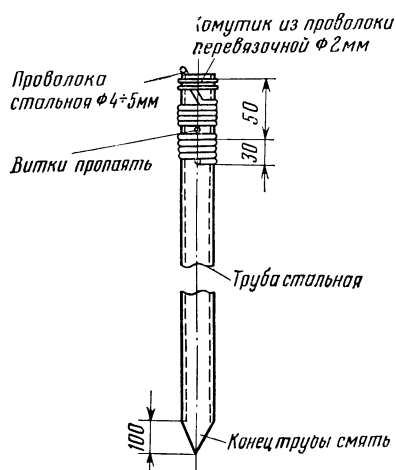


Рис. 10.19. Устройство заземлителя из одной трубы

ноэлектродного стержневого трубчатого заземлителя. Величины сопротивлений стержневого заземлителя из угловой стали размером $40 \times 40 \times 4$ мм или трубы с наружным диаметром 40 мм при длине заземлителя от 1 до 2 м и расстоянии от верхнего конца заземлителя до поверхности земли 0,7 м приведены в табл. 10.19. При устройстве многоэлектродного заземляющего устройства отдельные заземлители располагают либо в один или несколько рядов, либо по замкнутому контуру. Расстояние между заземлителями должно быть не менее удвоенной длины заземлителя. Расстояние между рядами должно быть не меньше половины длины одного ряда.

На рис. 10.20 показано устройство многоэлектродного заземляющего устройства из стальных стержней. Перед забивкой в грунт к каждому стержню приваривают стальную проволоку диаметром 3—5 мм. Для этого на расстоянии 50 и 80 мм от конца стержня просверливают два сквозных отверстия. На-

ружную сторону стержня по обе стороны от каждого отверстия зачищают. Конiec проволоки пропускают через верхнее отверстие, делают несколько витков, укладывая их по длине до второго отверстия, и каждый виток приваривают. После забивки стержней приваренные к ним проводники свивают и укладывают в канаву глубиной не менее 0,7 м, а затем выводят на поверхность земли.

Таблица 10.19

Сопротивление стержневого заземлителя, Ом

Длина заземлителя, м	Сопротивление заземлителя при удельном сопротивлении земли, Ом·м						
	10	25	50	80	300	500	1000
1,0	6,8	16,5	34,0	54,0	190	340	680
1,5	4,9	12,5	24,5	39,5	150	245	490
2,0	4,0	10,0	20,0	32,0	120	200	400

Соединение заземлителей многоэлектродного заземляющего устройства может быть осуществлено также с помощью стальной соединительной полосы сечением 40×4 мм², которую накладками приваривают к трубам (рис. 10.21).

При оборудовании защитного заземляющего устройства заземлители располагают так, чтобы токоотводный провод занимал центральное место и был удален от крайних заземлителей не более чем на 12 м. В противном случае устраняют несколько токоотводов. Ввод в здание от заземляющего устройства должен выполняться только изолированным проводом. Контур рабочего-защитного заземляющего устройства при наличии цепей дистанционного питания должен иметь два самостоятельных ввода в здание (до щитка заземления).

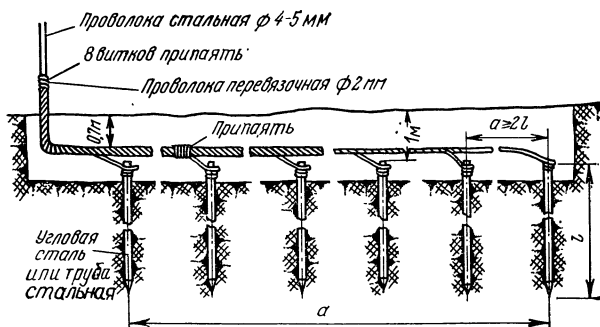


Рис. 10.20. Устройство многоэлектродного заземлителя

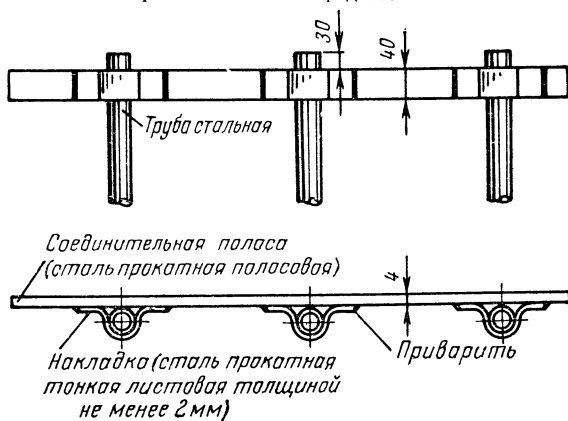


Рис. 10.21. Соединение электродов с помощью стальной полосы

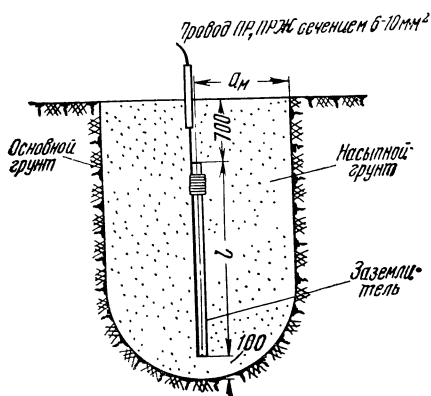


Рис. 10.22. Устройство заземлителя в грунте с высоким удельным сопротивлением

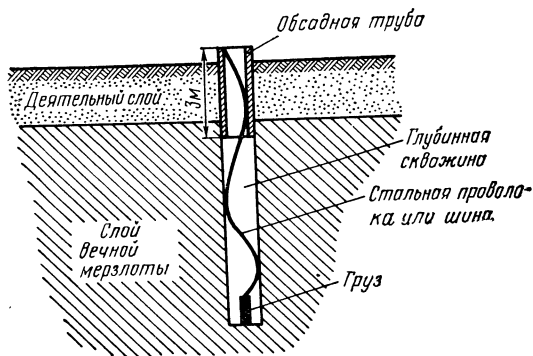


Рис. 10.23. Устройство глубинного заземлителя в районе вечной мерзлоты

На участках с высоким удельным сопротивлением грунт либо обрабатывают химическим путем около заземлителя, либо заменяют насыпным с небольшим удельным сопротивлением (углем, коксом и т. д.), либо оборудуют заглубленные или глубинные заземлители. Для обработки грунта поваренной солью отрывают котлован диаметром 3—5 м вокруг стержневого заземлителя и наполняют его слоями измельченного грунта и поваренной соли из расчета 8—10 кг на 1 м длины заземлителя. Подобная обработка позволяет снизить сопротивление заземлителя в три-четыре раза. Через каждые два—четыре года обработку солью следует повторять.

При замене имеющегося грунта грунтом с небольшим удельным сопротивлением для каждого стержневого заземлителя отрывают котлованы радиусом 1,5—2,0 м и глубиной, равной длине заземлителя плюс 0,8 м (рис. 10.22). После установки заземлителя котлован заполняют грунтом с небольшим удельным сопротивлением и утрамбовывают.

Заземлители с коксовой мелочью из вертикально расположенных электродов устраиваются описанным ниже методом. Механизированным или ручным буром бурится скважина на такую глубину, чтобы верхний конец электрода был ниже глубины промерзания грунта, а нижний — не доходил до дна скважины на 10 см. На дно скважины насыпается коксовая мелочь на высоту 15 см и трамбуется. Электрод, к которому предварительно присоединяется (сваркой или пайкой с последующей изоляцией места соединения) изолированный провод или кабель (допускается применение неизолированного провода или полосы сечением не менее сечения электрода заземлителя), устанавливается на дно пробуренной скважины. Затем коксовая мелочь засыпается и через каждые 20—30 см трамбуется. Засыпка производится на 10 см выше верхнего конца электрода, после чего незаполненная верхняя часть скважины заполняется землей.

Заземлители с коксовой мелочью из горизонтальных электродов устраиваются в следующей последовательности. Механизированным или ручным способом вырывают траншею глубиной на 20 см ниже глубины промерзания грунта. На дно траншеи насыпается слой коксовой мелочи толщиной 15 см и уплотняется трамбовкой. По центру траншеи укладывается электрод заземлителя, а сверху снова насыпается слой коксовой мелочи толщиной 10 см и уплотняется трамбовкой. Соединение электрода с подводящим кабелем или изолированным проводом осуществляется аналогично указанному выше.

Многоэлектродные заземлители на участках с высоким удельным сопротивлением земли устраиваются следующим образом. Отрывается траншея для контура или линии заземлителя глубиной на 20 см ниже глубины промерзания грунта. В местах установки вертикальных электродов бурятся скважины на глубину, равную высоте вертикальных электродов. На дно скважины засыпается коксовая мелочь на высоту 15 см и трамбуется. В центре каждой скважины устанавливаются электроды, причем так, чтобы верхние концы выступали на 15 см над уровнем траншеи. В скважины засыпается коксовая мелочь и через каждые 20—30 см трамбуется. К верхним концам электродов приваривается соединительная полоса с последующей изоляцией места сварки битумом. В траншею до уровня соединительной шины засыпается коксовая мелочь и трамбуется через каждые 30 см, затем коксовая мелочь засыпается слоем толщиной 15 см и снова утрамбовывается. К соединительной шине присоединяется подводящий кабель, после чего траншея засыпается землей и трамбуется.

Для бурения вертикальных скважин применяются буровые установки, машина типа ЭНСКЗ-2, имеющая также приспособление для забивки электродов. Скважины для глубинных заземлителей бурят агрегатами СБУ-150 ЗИФ, СБУ-300 ЗИФ, АВБ-ТМ-100 и др.

При отсутствии коксовой мелочи с целью получения заданного сопротивления заземлителя приходится увеличивать количество заземлителей. Монтаж заземлителей производится по указанной выше методике со следующи-

ми особенностями: вертикальные электроды забиваются в землю без бурения скважины либо устанавливаются в пробуренные скважины и засыпаются землей с периодическим утрамбовыванием. Увеличение глубины траншей на толщину засыпки из коксовой мелочи не требуется.

При устройстве заземляющих устройств в районах вечной мерзлоты заземлители располагают в верхних слоях грунта горизонтально. Для контура заземляющего устройства выбирают площадки с южной стороны здания в защищенных от ветра местах. Наиболее целесообразно располагать контур в незамерзающих водоемах. Последнее можно сделать искусственно. Для этого отрывается котлован глубиной не менее 1,5 м, на дне его устраивается заземляющий контур, а затем котлован заполняется водой. При невозможности расположения заземляющего контура на дне водоема площадку над контуром необходимо утеплить. С этой целью на зиму ее засыпают теплоизолирующим материалом, например слоем древесных опилок толщиной до 0,5 м, и покрывают слоем неутрамбованного снега толщиной 0,6 м. Для предотвращения сдувания снега площадку огораживают щитами.

В случаях, когда оттаивающий в летнее время слой грунта в районах вечной мерзлоты обладает высоким удельным сопротивлением, применяют искусственную обработку грунта поваренной солью из расчета 16 кг соли на 1 м стержневого (вертикального) заземлителя и 32 кг на 1 м протяженного (горизонтального) заземлителя.

Глубинные заземлители оборудуют в скальных грунтах и районах вечной мерзлоты путем предварительного бурения скважины длиной 20—30 м. На дне скважины на глубине деятельного слоя устанавливают обсадную трубу (на длине примерно 3 м). Заземлитель выполняется из стальной проволоки (троса) или шины сечением 40×4 мм². К стальной полосе приваривается стальная болванка массой 40—50 кг. Скважина заполняется тонкодисперсной смесью глины с добавкой 10—15% соли (рис. 10.23).

Раздел 11.

Защита кабелей от коррозии

11.1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ КОРРОЗИИ

Основные виды коррозии металлических оболочек кабелей связи, а также стальных цистерн и контейнеров подземных НУП и причины ее появления приведены в табл. 11.1.

Т а б л и ц а 11.1

Основные виды, причины и характер коррозии

Вид коррозии	Причины появления коррозии	Характер разрушения
Почвенная электрохимическая	Наличие в почве влаги. Содержание в почве, грунтовых или других водах органических веществ, солей, кислот, щелочей. Неравномерное проникновение кислорода воздуха к металлу сооружения, обусловленное неодинаковой структурой почвы. Неоднородность металла подземного сооружения	Металл оболочки (бронелент, стальной цистерны НУП и т. п.) разрушается на значительной поверхности с образованием продуктов коррозии и углублений с отложениями стенками
Электрокоррозия	Электролиз в местах выхода (анодных зонах) блуждающих токов с оболочки кабеля в окружающую среду. Блуждающие токи в земле создаются электрическими установками постоянного тока, использующими землю частично или полностью в качестве проводника (эл. ж. д., трамвай, метрополитен, ЛЭП системы «провод—земля» и др.)	Металл сооружения разрушается обычно на небольшой части поверхности с образованием продуктов коррозии и отдельных углублений или длинных бороздок с крутыми стенками
Межкристаллитная	Вибрация кабеля при транспортировке на большие расстояния. Вибрация при прокладке кабеля вблизи от железных и шоссейных дорог или по мостам	В свинцовой оболочке образуются мелкие ломаные трещины, которые увеличиваются за счет возникновения на стенках трещин продуктов коррозии

Катодная коррозия свинцовых оболочек кабелей происходит при отрицательном потенциале выше (по абсолютной величине) 1,5 В и наличии окружающей среды, имеющей щелочной характер. Алюминиевые оболочки кабелей подвержены коррозии в равной степени как в анодных и катодных, так и в знакопеременных зонах. Стальные гофрированные оболочки разрушаются, как правило, по вершинам гофр.

11.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОСТИ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК КАБЕЛЕЙ И СТАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Определение опасности коррозии производят: по показателям коррозионной активности грунтов, грунтовых и других вод для свинцовой и алюминиевой оболочек кабелей; по удельному сопротивлению грунта для стальных оболочек и бронелент, цистерн и контейнеров НУП. Опасность коррозии уложенных в землю сооружений определяют также по потенциалам относительно земли.

Коррозионная активность грунтов по отношению к стальным сооружениям приведена в табл. 11.2.

Таблица 11.2

Коррозионная активность грунтов по отношению к стальным сооружениям

Минимальная годовая величина удельного сопротивления грунта, Ом·м	Свыше 100	Свыше 20 до 100	Свыше 10 до 20	Свыше 5 до 10	До 5
Степень коррозионной активности	Низкая	Средняя	Повышенная	Высокая	Весьма высокая

Для измерений потенциалов подземных металлических сооружений связи по отношению к земле и токов в них оборудуют контрольно-измерительные пункты (КИП). Размещение КИП на междугородных кабельных магистралях приведено в табл. 11.3.

11.3. ЗАЩИТА ОТ ПОЧВЕННОЙ КОРРОЗИИ

Для защиты кабелей от почвенной коррозии используются изолирующие покрытия (поливинилхлоридные, полиэтиленовые, битумные и др.), магниевые протекторы, катодные установки. Кабели в алюминиевой оболочке и в стальных гофрированных оболочках изготавливают только с изолирующим пластмассовым покровом шлангового типа. Для защиты стальных цистерн и контейнеров НУП используются многослойные изолирующие покрытия различных типов, а также магниевые протекторы.

Рис. 11.1. Схема расположения протекторов при защите НУП горизонтального типа:
1 — протектор; 2 — корпус НУП; 3 — изолирующая муфта; 4 — кабели связи

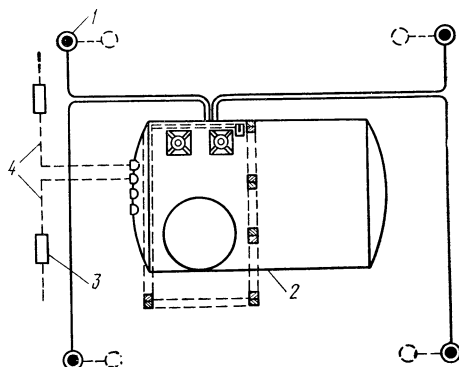


Таблица 11.3

Размещение КИП на междугородных кабельных магистралях

Защитные покрытия кабеля	Расстояние между КИП, км					Расположение КИП при пересечении с эл. ж. д. постоянного тока, линейной трамвая или трубопроводом, защитным катодными установками	Тип КИП
	при сближении кабеля		при отсутствии сближения кабеля с эл. ж. д. или ЛЭП при грунтах		агрессивных		
	с эл. ж. д. постоянного тока или трамвайными линиями	с эл. ж. д. или ЛЭП переменного тока при грунтах	агрессивных				
				агрессивных			
Свинцовая оболочка и броня с наружным джутовым покрытием (МКСб, МКБ, КМБ)	При ширине сближения до 100 м — 0,25—0,5; свыше 100 м — 0,6—1,0	0,6—1,0	1,8—2,2	0,6—1,0	1,8—2,2		КИП-1 ¹
Свинцовая или алюминиевая оболочка с ленточным покрытием, броня с наружным джутовым покрытием (МКСБл, ТЗАБл, КМБл и др.	0,6—1,0	6—7 и в местах оборудования заземлителей или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от ЛЭП, эл. ж. д. и ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	6—7 и в местах оборудования заземлителей или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	6—7 и в местах оборудования заземлителей или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	6—7 и в местах оборудования заземлителей или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	По обе стороны пересечения на расстоянии 10—30 м от крайнего рельса или 5—10 м от трубопровода	КИП-2
Алюминиевая или стальная гофрированная оболочка в шланге (без брони), алюминиевая оболочка в шланге, броня с наружным джутовым покрытием или в шланге (МКСАШл, МКСАБШл, МКСАБШп, МКССШп)	6—7 и в местах оборудования заземлений или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от влияния ЛЭП, эл. ж. д. переменного тока и ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	6—7 и в местах оборудования заземлений или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от влияния ЛЭП, эл. ж. д. переменного тока и ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	6—7 и в местах оборудования заземлений или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от влияния ЛЭП, эл. ж. д. переменного тока и ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	6—7 и в местах оборудования заземлений или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от влияния ЛЭП, эл. ж. д. переменного тока и ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	6—7 и в местах оборудования заземлений или перемычек между оболочкой и броней, устанавливаемых для защиты от влияния ЛЭП, эл. ж. д. переменного тока и ударов молнии, а также в местах установки устройств защиты от коррозии	—	КИП-2

¹ При передаче ДП по системе «провод—земля» КИП-1 оборудуются на расстоянии 75—100 м и 250—300 м в обе стороны от каждого НУП.

Схема протекторной защиты стального корпуса НУП горизонтального типа показана на рис. 11.1. Схема установки протектора при защите бронированных кабелей дана на рис. 11.2.

Основные характеристики упакованных (комплектных) магниевых протекторов приведены в табл. 11.4.

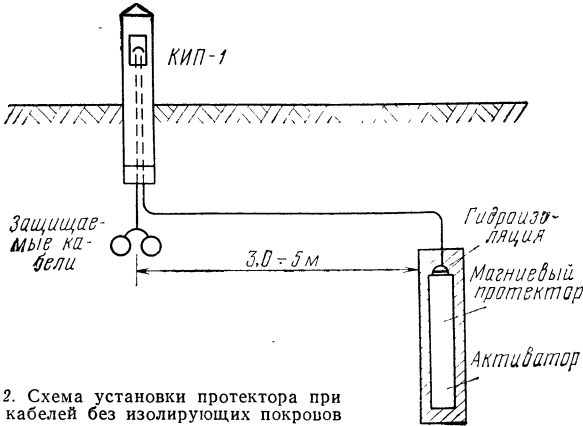


Рис. 11.2. Схема установки протектора при защите кабелей без изолирующих покрытий

Таблица 11.4

Размеры и масса упакованных магниевых протекторов

Тип протектора	Размеры, мм		Масса, кг
	диаметр	длина	
ПМ5У	165	580	16
ПМ10У	200	700	30
ПМ20У	270	710	60

Таблица 11.5

Количество протекторов и мест их установки на кабелях, имеющих защитные покрытия шлангового типа

Наименование участков кабелей	Общее количество протекторов	Количество протекторов в одной точке	Количество мест установки
Усилительный участок длиной 20 км на симметричных кабелях при двух- и однокабельных системах	3	1	3
То же, длиной 10 км	2	1	2
То же, длиной 6 км на коаксиальном кабеле	1	1	1
То же, длиной 10 км на коаксиальном кабеле	2	1	2
Кабель ГТС независимо от длины	1	1	1

Примечания: 1. В общей длине кабеля на усилительном участке учитывается и кабель в телефонной канализации.

2. Места подключения протекторов должны размещаться на участке равномерно.

3. На речных переходах протекторы устанавливаются в земле на концах участка перехода, по одному в каждой точке.

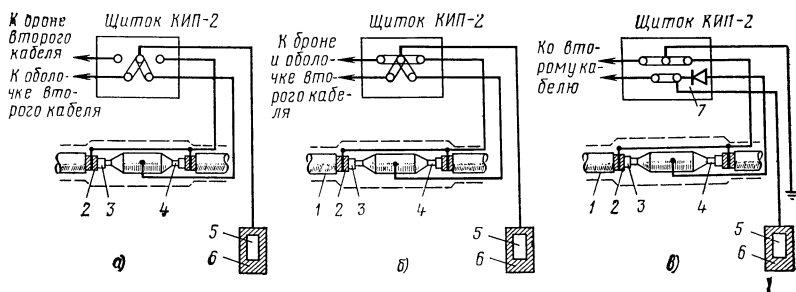


Рис. 11.3. Схемы подключения протектора для защиты кабеля в алюминиевой оболочке:
 а) на небронированном кабеле и бронированном с наружным джутовым покровом;
 б) на бронированном кабеле с наружным шлангом при отсутствии блуждающих токов в земле;
 в) на бронированном кабеле с наружным шлангом в зоне протекания блуждающих токов в земле;
 1 — наружный шланг (изолирующий покров); 2 — бронепокров; 3 — внутренний изолирующий покров (шланг); 4 — алюминиевая оболочка; 5 — протектор; 6 — наполнитель; 7 — вентильный элемент

Таблица 11.6

Минимальные значения поляризационных (защитных) потенциалов

Металл сооружения	Потенциал по отношению к неполяри- зующемуся электроду, В		Среда
	водородному	медносulfатному	
Сталь	-0,55	-0,85	Любая
Сталь гофрированная	-0,90	-1,20	Любая
Свинец	-0,20	-0,50	Кислая
Алюминий	-0,42	-0,72	Щелочная
	-0,55	-0,85	Любая

Примечание. При почвенной коррозии наличие естественных высоких отрицательных потенциалов на незащищенных сооружениях не исключает коррозии и при высокой коррозионной активности окружающей среды требует применения на них катодной защиты. При этом потенциал сооружения должен быть сдвинут в отрицательную сторону не менее чем на 100 мВ.

Количество протекторов и точек их подключения на кабелях связи со свинцовыми оболочками определяется проектом. Количество протекторов и точек их подключения на кабелях связи, имеющих защитные покровы шлангового типа, приведено в табл. 11.5.

Схемы подключения протекторов через КИП на кабелях в алюминиевой оболочке показаны на рис. 11.3.

Расстояние между протекторной установкой и кабелем должно быть: для одиночных — не менее 3 м, для групповых — не менее 6 м. Расстояние между отдельными протекторами в групповой протекторной установке должно быть не менее 3 м.

Битумная масса, предназначенная для гидроизоляции мест спаек соединительного провода с электродом, состоит из битума марки 5 или 4 и парафина в соотношении (по массе 1:1).

При электрической защите от коррозии создаваемые на защищаемых сооружениях минимальные и максимальные значения поляризационных потенциа-

Таблица 11.7

**Максимально допустимые значения
поляризационных (защитных) потенциалов**

Металл сооружения и наличие защитного покрытия	Потенциал по отношению к неполяризующемуся электроду, В		Среда
	водородному	медносуль- фатному	
Сталь с защитным покрытием	-0,8	-1,10	Любая »
Сталь без защитного покрытия	Не ограничивается		
Свинец:			Кислая Щелочная Любая Любая
с защитным покрытием	-0,8	-1,10	
без защитного покрытия	-1,00	-1,30	
Алюминий с частично поврежденным защит- ным покрытием	-1,08	-1,38	
Сталь гофрированная с частично поврежден- ным защитным покрытием	Не ограничивается		

Примечание. Потенциал неполяризующегося насыщенного медносульфатного электрода по отношению к стандартному водородному электроду принят равным +0,30 В.

Таблица 11.8

**Величины минимальных и максимальных защитных потенциалов
для кабелей связи с учетом поляризационной и омической составляющих**

Тип кабеля связи	Величины защитных потенциалов, В	
	минимальные	максимальные
Бронированные со свинцовыми оболоч- ками	-0,87	-1,10 для кислой среды -1,30 для щелочной среды
Бронированные с алюминиевыми оболоч- ками	-0,87	-1,38
В стальных гофрированных оболочках	-1,20	Не нормируется
В свинцовых и алюминиевых оболочках без бронепокровов	В соответствии с табл. 11.6	В соответствии с табл. 11.7

лов по отношению к земле должны быть по абсолютной величине не менее значений, указанных в табл. 11.6, и не более величин, указанных в табл. 11.7, а с учетом поляризационной и омической составляющих должны соответствовать данным табл. 11.8.

11.4. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ

Кабель считается защищенным от электрокоррозии, если на оболочке его нет анодных или знакопеременных зон, а величины среднесуточных потенциа-
лов находятся в пределах минимальных защитных и максимально допустимых отрицательных потенциалов. Характеристики электрических дренажей, применяе-
мых на кабелях связи, а также для совместной защиты кабелей связи и других
подземных металлических сооружений приведены в табл. 11.9 Принципиальная
схема электродренажа типа ПГД-200 показана на рис. 11.4.

В зависимости от местных условий электрический дренаж может быть
установлен: на наружной стене здания, на железобетонной (рис. 11.5), рельсо-

Таблица 11.9

Технические данные устройств поляризованной электродренажной защиты

Тип электродренажного устройства	Номинальный ток, А	Допустимое обратное напряжение, В	Величина дренажного сопротивления, Ом	Шаг регулировки дренажного сопротивления, Ом	Габариты, мм	Масса, кг
ВД-ЦНИИ-50М	50	800	0,44	0,05	450×380×313	92
ПД-50-VI	50	300	0,5	0,05	750×458×1100	141
ПД-125-VI	125	300	0,3	0,03	850×508×1500	141
ПД-200-VI	200	300	0,3	0,03	850×508×1500	141
ПД-300-VI	300	300	0,2	0,02	850×508×1500	216
ПД-500-VI	500	300	0,15	0,015	1000×600×1800	216
ПД-3А	500	100	0,936	0,234	782×366×305	30
ПГД-60	60	150	0,5	0,05	550×365×255	25
ПГД-100	100	50	0,5	0,05	550×365×255	25
ПГД-100А	100	100	0,5	0,05	550×365×255	25
ПГД-150	150	50	0,5	0,05	550×365×255	25
ПГД-200	200	50	0,5	0,05	550×365×255	25
ПГД-130	130	100	0,5	0,05	550×365×255	25
БВ-273-(Р)	10	100	0,5	0,05	270×240×170	8,4
УБСЗ-10	10	100	0,3	0,01	180×140×95	2
УБСЗ-50	50	400	0,24	0,005	305×220×130	6,2
ДПДУ-1	{ Теплосеть Газопровод Кабель связи Кабель силовой	300	700	0,12	870×760×340	70
ДПДУ-4		300	700	0,12		
		50	700	0,06		
		50	700	0,06		

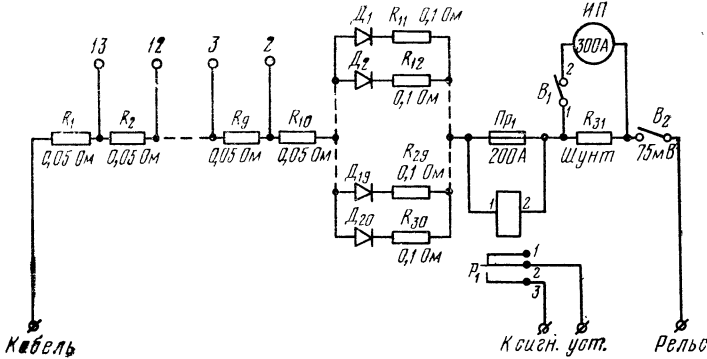
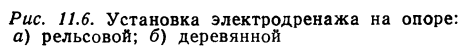
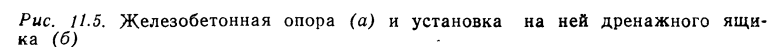


Рис. 11.4. Принципиальная схема электродренажа ПГД-200

вой (рис. 11.6а) или деревянной (рис. 11.6б) опоре, а также в специальном шкафу (рис. 11.7), устанавливаемом на кирпичном фундаменте. К электродренажу должен быть обеспечен свободный доступ для обслуживающего персонала.

К наружной стене здания крепится дренаж на высоте 1,0—1,5 м (от поверхности земли до нижнего основания дренажного шкафа). На стенах кирпичных зданий дренаж подвешивается на шпильках, укрепляемых в стенах на цементном растворе. К стенам деревянных зданий дренаж прикрепляется шурупами.

Примерная схема прокладки дренажного кабеля показана на рис. 11.8. Соединение дренажного кабеля со свинцовой оболочкой голого кабеля в колодце



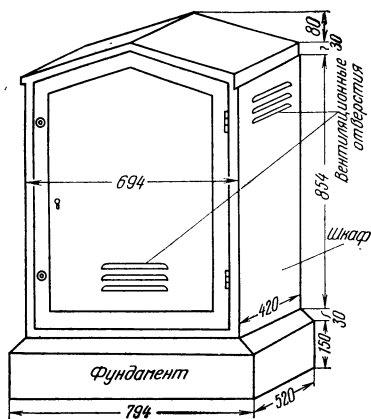


Рис. 11.7. Шкаф на фундаменте для установки электродренажа

Рис. 11.8. Схема прокладки дренажного кабеля:

1 — коробка закрытого типа или чугунная муфта; 2 — дренажный кабель; 3 — одноотверстная канализация; 4 — телефонный кабель; 5 — изолирующая муфта; 6 — дренаж; 7 — двухотверстная канализация; 8 — смотровой колодец

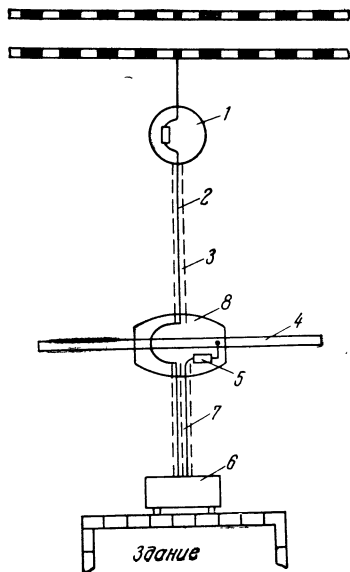
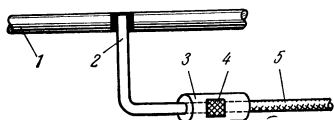


Рис. 11.9. Соединение дренажного кабеля с голым оцинкованным кабелем в колодце: 1 — кабель; 2 — свинцовая полоса; 3 — изолирующая масса; 4 — место спайки свинцовой полосы и жил дренажного кабеля; 5 — дренажный кабель



показано на рис. 11.9, присоединение дренажного кабеля к бронированному — на рис. 11.10, а к рельсам эл. ж. д. показано на рис. 11.11. Принципиальная схема усиленного электродренажа представлена на рис. 11.12. Присоединение дренажного кабеля к средней точке а путевого дросселя производится под клемму питания или под специальный зажим в зависимости от типа дросселя (см. рис. 11.13). Дренажный кабель может быть подключен к точке а или к точкам 1 и 2 дросселя.

Основные технические данные катодных станций, применяемых для защиты кабелей связи и других подземных металлических сооружений, приведены в табл. 11.10. Принципиальные схемы катодных станций типа КСГ(К)-500, КСГ(К)-1200 и КС-400М показаны на рис. 11.14—11.16.

Монтажные работы по оборудованию катодной защиты проводятся в следующей последовательности. Устанавливают катодную станцию, подводят питание к выпрямителю, оборудуют рабочее заземляющее устройство, прокладывают и подключают соединительные кабели. Катодная станция может быть смонтирована: на наружной стене здания, на деревянной, железобетонной или рельсовой опоре, а также в специальном шкафу. Катодные станции КС-400М, КСГ(К)-500 и КСГ(К)-1200 предназначены для наружной установки.

Расстояние между защищаемым кабелем и заземляющим устройством катодной установки должно быть не менее 25 м. Для заземляющего устройства

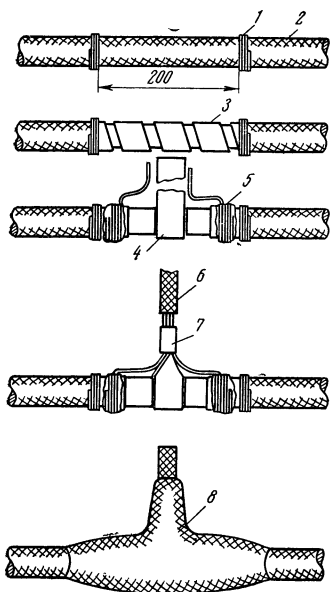


Рис. 11.10. Последовательность подключения дренажного кабеля к бронированному кабелю: 1 — наружный бандаж; 2 — кабель; 3 — ленты бронеполоса; 4 — свинцовая полоса; 5 — внутренний бандаж с пропайкой оловом; 6 — перемычка; 7 — место спайки свинцовой полосы, концов от внутреннего бандажа и жил дренажного кабеля; 8 — изоляционный слой

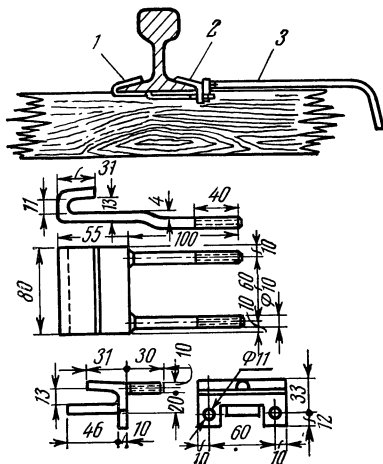


Рис. 11.11. Подключение дренажного кабеля к рельсам эл. ж. д.: 1 — рельс; 2 — скоба; 3 — кабель

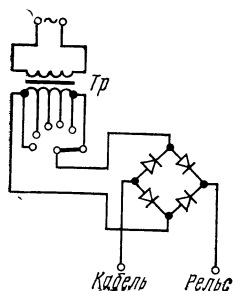


Рис. 11.12. Принци-
пиальная схема уси-
ленного дренажа

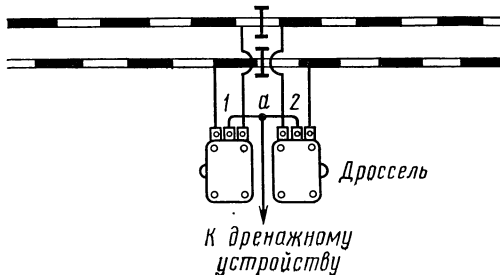


Рис. 11.13. Схема подключения кабеля к средней точке путевого дросселя

Таблица 11.10

Технические данные устройств катодной защиты

Тип устройства	Номиналь- ная вы- ходная мощность, кВт	Номинальное выходное напряжение, В	Номинальный выходной ток, А	Тип вентилялей	Число диодов, шт.	Габариты, мм	Масса, кг
ПСК-0,3-24/12-VI	0,3	24/12	12,5/25	B50	2	500×380×1000	95
ПСК-0,6-48/24-VI	0,6	48/24	25/50	B200	2	500×380×1000	105
ПСК-1,2-48/24-VI	1,2	48/24	21/42	B200	2	500×380×1000	118
ПСК-2,0-96/48-VI	2,0	96/48	31/62	B200	2	500×380×1000	130
ПСК-3,0-96/48-VI	3,0	96/48	52/104	B200	4	500×380×1000	150
ПСК-5,0-96/48-VI	5,0	96/48	52/104	B200	4	700×450×1300	200
КСГ (К) 500	0,5	10-50	10	Д304, Д305, Д242А	4-8	310×545×280	31
КСГ (К) 1200	1,2	10-60	20	Д304, Д305, Д242А	8-16	410×635×280	68
КСГ-400М	0,4	10-40	10	Селеновый блок	4	608×620×205	34
КСГ-150	0,15	24/12	6/12	В10	4	460×565×290	33
КСГ-300	0,3	24/12	12/50	В10	4	516×595×315	38
КСГ-600	0,6	24/12	25/50	В50	4	390×715×345	72
КСГ-1200	1,2	24/12	50/100	В100	4	470×840×535	92
КСГ-150/24 (с/к)	0,15	24/12	6/12	Селеновый или кремниевый блок	8-16	510×693×378	60
КСГ-150/48 (с/к)	0,15	48/24	3/6	То же	8-16	510×693×378	60
КСГ-300/24 (с/к)	0,3	24/12	12/25	»	8-16	550×745×403	70
КСГ-300/48 (с/к)	0,3	48/24	6/12	»	8-16	550×745×403	70
КСГ-600/24 (с/к)	0,6	24/48	25/50	»	8-16	630×805×430	95
КСГ-600/48 (с/к)	0,6	48/24	12/25	»	8-16	630×805×430	95
КСГ-1200/24 (с/к)	1,2	24/12	50/100	»	8-16	914×905×532	120
КСГ-1200/24 (с/к)	5,0	0-50	100	В200	2		
ССКЗ	0,5	0-50	10	Д215А	2	1150×600×470	200
УДУ-2400	2,4	3-48	200	В200	4	1070×570×380	128

канал 1
канал 2

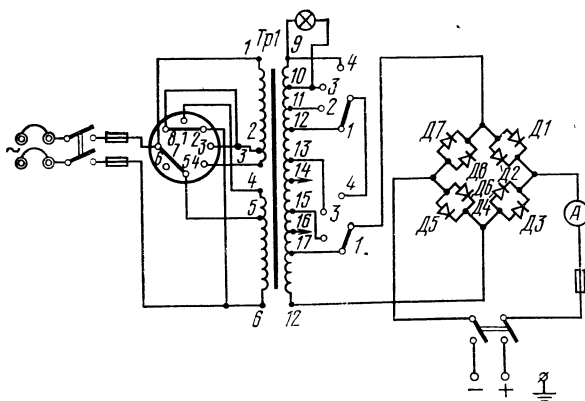


Рис. 11.14. Принципиальная схема катодной станции КСГ/К/-500-1

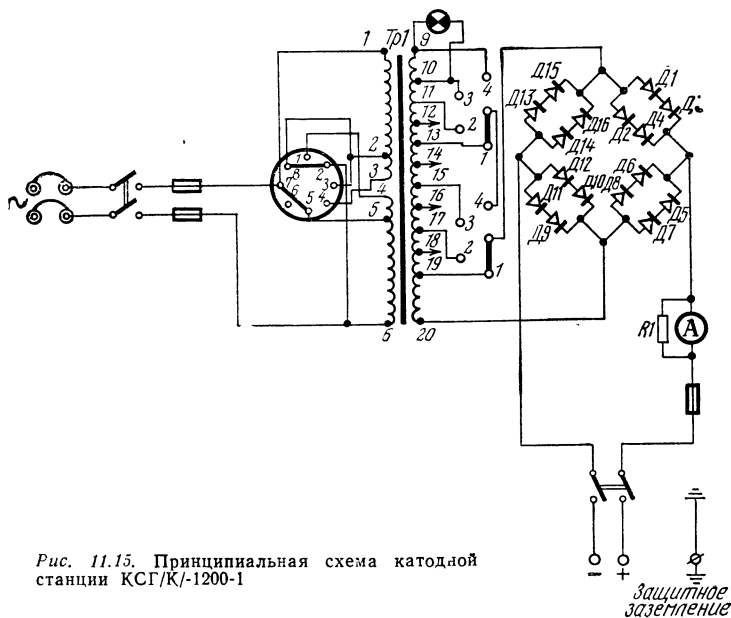


Рис. 11.15. Принципиальная схема катодной станции КСГ/К/-1200-1

применяются электроды из угловой стали, а также более долговечные железокремниевые или графитированные стержни с активатором. Одновременно с оборудованием рабочего (анодного) заземляющего устройства должно монтироваться защитное заземляющее устройство, к которому присоединяются металлический каркас и шкаф катодной станции. Сопротивление защитного заземляющего устройства должно соответствовать требованиям правил техники безопасности. Технические данные автоматических устройств защиты приведены в табл. 11.11.

Для уравнивания потенциалов свинцовые оболочки кабелей ГТС перепанвываются между собой с помощью свинцовых полос шириной 20—40 мм, толщи-

Таблица 11.11

Технические данные автоматических устройств защиты

Тип автоматического устройства защиты	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Предел установки защитного потенциала, —В	Стабильность защитного потенциала, ±мВ	Входное сопротивление, МОм	Габариты, мм	Масса, кг
ПАД-0,6-50/100VI	0,6	12/6	50/100	0,3—3,0	50	0,08	500×380×1000	150
ПАД-1,2-100/200VI	1,2	12/6	100/200	0,3—3,0	50	0,08	700×450×1300	180
ПАД-2,0-165/330VI	2,0	12/6	165/330	0,3—3,0	50	0,08	700×450×1300	240
ПАД-3,0-250/500VI	5,0	12/6	250/500	0,3—3,0	50	0,08	700×450×1300	270
ПАСК-0,6-48/24VI	0,6	48/24	25/50	0,3—3,0	50	0,08	500×380×1000	105
ПАСК-1,2-48/24VI	1,2	48/24	21/42	0,3—3,0	50	0,08	500×380×1000	120
ПАСК-2,0-96/48VI	2,0	96/48	36/62	0,3—3,0	50	0,08	500×380×1000	130
ПАСК-3,0-96/48VI	3,0	96/48	52/104	0,3—3,0	50	0,08	500×380×1000	150
ПАСК-5,0-96/48VI	5,0	96/48	52/104	0,3—3,0	50	0,02	700×450×1300	200
СКСП-0,6-48/24VI	0,6	48/24	12/25	0,9—2,5	25	0,02	600×450×690	100
СКСП-1,2-48/24VI	1,2	48/24	21/42	0,9—2,5	25	0,02	600×450×690	110
СКСП-2,0-96/48VI	2,0	96/48	21/42	0,9—2,5	25	0,02	600×450×690	120
СКСП-3,0-96/48VI	3,0	96/48	32/62	0,9—2,5	25	0,02	760×530×885	120
СКСП-5,0-96/48VI	5,0	96/48	52/104	0,9—2,5	25	0,02	760×530×885	200
СКСА-1200 (модель 1)	1,2	48/24	50/25	0,8—2,0	75	0,07	755×660×856	120
СКСА-1200 (модель 2)	1,2	24/12	50/100	0,8—2,0	75	0,07	755×660×856	120
СКР-1200	1,2	48/24	25/50	0,8—2,0	75	0,07	495×590×700	90
БАКС-50VI	—	6—60	52	0,3—3,0	75	5	245×245×170	5
СКР-1200	1,2	12/24	50/100	0,8—4,0	25	0,07	400×400×520	80
УД-АКХ	2,0	12/6	150/300	0,8—2,0	50	0,05	1000×660×400	200
ДУТ-АКХ	2,0	12/6	150/300	0,8—2,0	25	0,05	1000×660×400	160
АКС-АКХ	3,5	50/100	70/35	0,8—2,0	25	0,05	1000×660×400	100

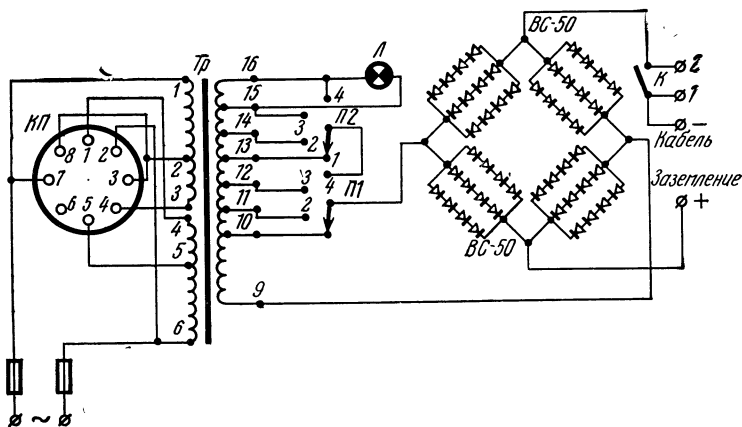


Рис. 11.16. Принципиальная схема катодной станции КС-400М

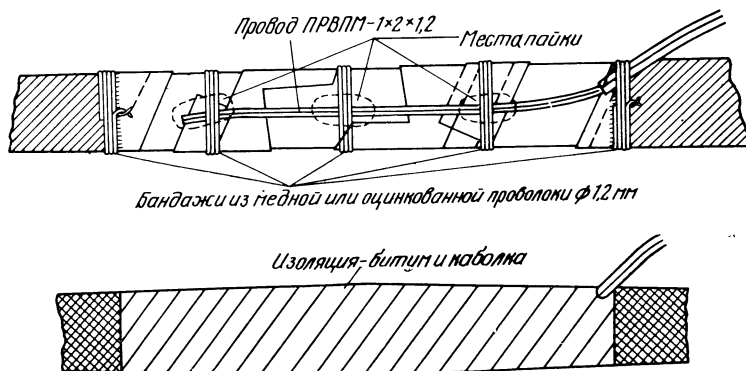


Рис. 11.17. Разделка бронированного кабеля для подключения соединительного проводника

ной 1,0—2,5 мм или медной проволокой диаметром 1,5—2,0 мм. Прокладываемые в земле бронированные кабели перепаяются через каждые 425—625 м проводом ПРВГМ-2х1,2, или ему аналогичным. Разделка бронированного кабеля для подключения соединительного проводника показана на рис. 11.17.

Кабели связи с наружным шлангом не перепаяются между собой и с другими кабелями (кроме кабеля МКСГШп); при необходимости они соединяются на щитке КИП-2.

При совместной дренажной защите кабелей связи и трубопроводов соединение их между собой осуществляется при помощи перемычек с включенными вентильными блоками (рис. 11.18). В случае совместной катодной защиты защищаемые сооружения соединяются между собой перемычками так, как показано на рис. 11.19. На участках, где кабели подвергаются вибрации, применяются меры по ее ослаблению, а также изолирующие покрытия и катодная защита. Кроме того, трасса кабеля в случае необходимости может быть удалена от железнодорожных путей и шоссе с интенсивным движением, что позволяет резко снизить вибрацию кабелей.

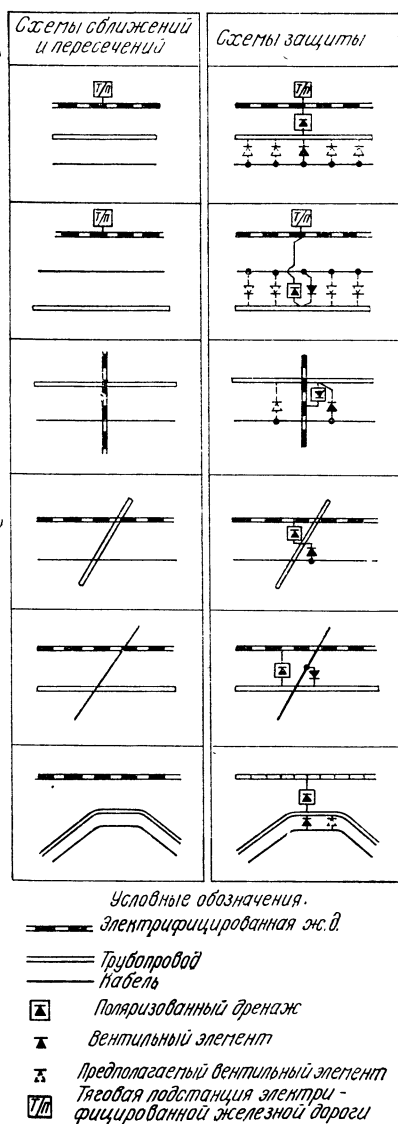


Рис. 11.18. Схемы совместной дренажной защиты кабелей связи и трубопроводов

11.5. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ШИН МНОГОЭЛЕКТРОДНЫХ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Соединительные шины и места сварки их с заземлителями необходимо изолировать. В качестве изолирующих материалов можно использовать битумную мастику и поливинилхлоридные, полиэтиленовые или миткалевые ленты. Наиболее подходящей является битумно-резиновая мастика, состоящая из 90—93% битума марки БНIV и 7—10% резиновой крошки.

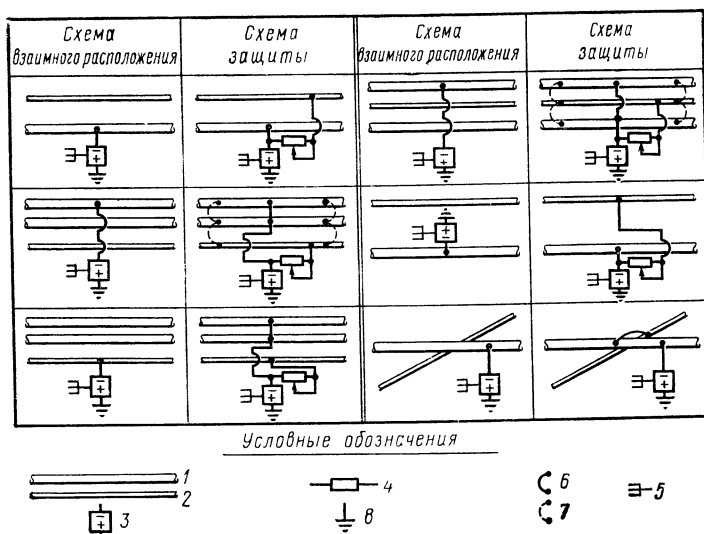


Рис. 11.19. Схемы совместной катодной защиты кабелей связи и трубопроводов при различном взаимном расположении их:
1 — трубопровод; 2 — кабель; 3 — катодная станция; 4 — реостат;
5 — заземляющее устройство (рабочее); 6 — основная перемычка;
7 — дополнительная перемычка; 8 — защитное заземляющее устройство

Процесс изолирования соединительных шин и мест контакта их с электродами заземляющего устройства состоит из следующих операций:

— подготовки поверхности шин и мест контактов к грунтовке — очистка от окалины, ржавчины, грязи и жировых пятен; ржавчина и окалина очищаются вручную с помощью стальных щеток до получения чистой поверхности металла, очищенная поверхность обтирается сухой ветошью и обезжиривается неэтилированным авиационным бензином Б-70;

— грунтовки поверхности шин и мест контактов путем покрытия их тонким слоем (0,15—0,2 мм) битума марки БНIV, растворенного в нагретом до 60—70°C неэтилированном бензине Б-70 (отношение по массе 1:3); охлажденная грунтовка (раствор битума в бензине) наносится мягкой кистью на шины в местах сварки с заземлителями; при этом необходимо, чтобы грунтовка покрывала всю поверхность ровным слоем без разрывов, голых участков и больших подтеков; сушка грунтовки длится около 3—4 ч;

— изолирования поверхности шин нанесения кистью на грунтовку слоя битумно-резиновой мастики толщиной 3—4 мм, предварительно разогретой в котле до 160—180°C; поверх горячей мастики накладывается слой поливинилхлоридной, полиэтиленовой или миткалевой ленты с нахлестом 1,5—2 см (ширина ленты может быть взята 5—7 см); лента должна накладываться таким образом, чтобы она ровно и плотно соприкасалась с битумно-резиновой мастикой без образования морщин и вздутий. После наложения ленты повторно наносится слой битумно-резиновой мастики.

Изолирование поверхности производится после высыхания грунтовки, которая считается сухой, если палец свободно отлипает и не загрязняется битумом при соприкосновении с загрунтованной поверхностью. В зависимости от условий производства работ процесс изоляции шин может быть выполнен как до присоединения их к электродам заземляющего устройства (в этом случае концы шин на участках длиной до 25 см не изолируются), так и после окончания всего монтажа контура заземляющего устройства.

Средства механизации и транспорта, используемые при строительстве кабельных сооружений связи

12.1. КАБЕЛЕУКЛАДЧИКИ

Ножевые кабелеукладчики предназначены для прорезания в грунте щели и одновременной прокладки кабеля. Кабелеукладчики изготовляют двух типов: для тяжелых и легких кабелей. Кабелеукладчики для тяжелых кабелей по

Таблица 12.1

Технические данные кабелеукладчиков

Характеристика	Единица измерения	Тип кабелеукладчика					
		ЛКУ-61	КУ-2	КУ-120Б	КУ-К-3	КУ-Б-2	КУ-Б-3
Максимальная глубина прокладки	м	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Максимальный диаметр прокладываемого кабеля	мм	16	26	90	90	90	90
Потребное тяговое усилие при работе кабелеукладчика	т	4—10	8—20	15—40	20—50	15—40	15—40
Количество и номера барабанов, устанавливаемых на кабелеукладчиках	шт.	4 до 8а	5 до № 17 или 4 бухты	5 до № 18	5 до № 26 или до № 18	5 до № 22 или 8а до № 18	8а до № 22
Количество колес ходовой части кабелеукладчика	шт.	2	2	4	6	Нет колес (пontonные волокуши)	
Габаритные размеры кабелеукладчика:							
длина	мм	3700	6980	6500	6750	8300	8500
ширина		2050	2500	2400	3050	2400	3870
высота		2500	2700	2200	2120	1800	1800
Масса кабелеукладчика (без барабанов с кабелями)	т	1,75	3,65	4,0	8,1	9,5	7,0
	—	Ахтырский «Промсвязь»		ОМЗ треста «Межгорсвязьстрой»			

своей конструкции подразделяются на колесные и на полозьях (понтонках). Основные технические данные наиболее распространенных типов кабелеукладчиков приведены в табл. 12.1 и на рис. 12.1—12.4.

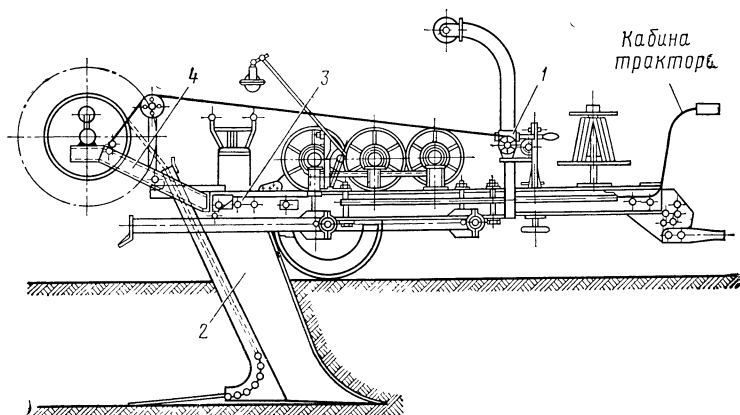


Рис. 12.1. Схема кабелеукладчика КУ-2:
1 — лебедка; 2 — кабелеукладочный нож; 3 — рама; 4 — кронштейн

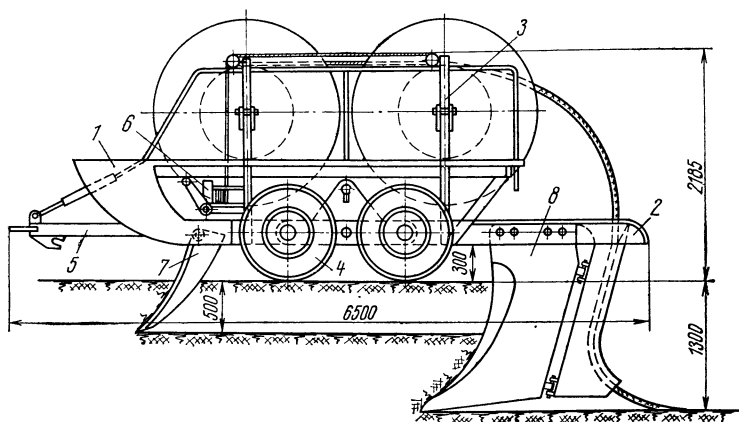


Рис. 12.2. Схема кабелеукладчика КУ-120Б:
1 — корпус; 2 — основная рама; 3 — рама для кабельных барабанов; 4 — колеса; 5 — дышло; 6 — лебедка; 7 — пропорочный нож; 8 — главный нож

12.2. ЗЕМЛЕРОЙНЫЕ МАШИНЫ

Для выполнения земляных работ при строительстве кабельных сооружений связи широкое применение находят землеройные машины — экскаваторы и бульдозеры. Экскаваторы подразделяются на одноковшовые и траншейные. Одноковшовые экскаваторы применяются при рытье котлованов для кабельной канализации и других работах. Технические данные одноковшовых экскаваторов приведены в табл. 12.2 (рис. 12.5—12.8).

Экскаваторы траншейные предназначены для рытья траншей при строительстве канализации для кабелей, а также при прокладке непосредственно в грунт коротких участков кабельных линий, где невозможно применение ноже-

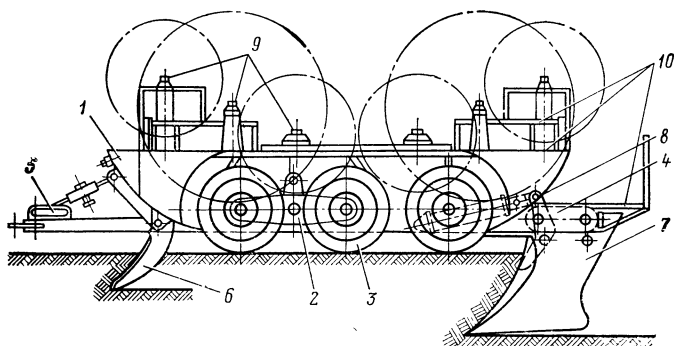


Рис. 12.3. Кабелеукладчик КУ-К-ЗМ (Б):

1 — понтонный корпус; 2 — балансирующая подвеска; 3 — пневмоколесный ход; 4 — ножевая балка; 5 — дышло с винтовым упором; 6 — нож-рыхлитель; 7 — нож кабелепрокладочный; 8 — нож жорнерезный; 9 — роликовые опоры кабельных барабанов; 10 — рабочие площадки

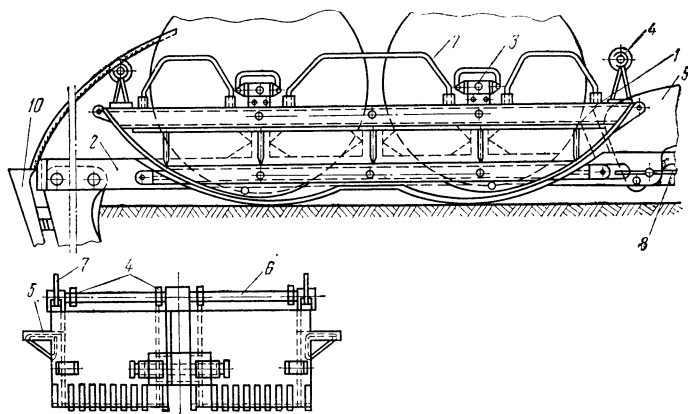


Рис. 12.4. Схема кабелеукладчика КУ-Б-3:

1 — понтонный корпус; 2 — рама; 3 — опоры осей кабельных барабанов; 4 — направляющие ролики для кабеля; 5 — рабочие площадки; 6 — оси кабельных барабанов; 7 — ограждение; 8 — трос дышла; 9 — пропорочный нож; 10 — главный нож

Таблица 12.2

Технические данные одноковшовых экскаваторов

Характеристика	Единица измерения	Тип экскаватора			
		ЭО-2621А	Э-302Б	Э-304В	Э-652Б
Емкость ковша обратной лопаты	м ³	0,25	0,4	0,4	0,65
Наибольшая глубина копания	м	3	4	4,2	5,8
Наибольший радиус копания	м	5	5,9	7,8	7,8
Скорость передвижения	км/ч	2,1—19	до 15,4	1,15—5,15	1,7—3,01
Мощность двигателя	л. с.	60	50	50	75—82
Габаритные размеры:					
длина	мм	6480	4140	4860	4990
ширина		2200	2688	3140	2880
высота		3900	3130	3140	3500
Масса	кг	5700	11700	13400	21200
Завод-изготовитель	—	Киевский, Галицкий и Саранский экскаваторные	Ленинградский и Калининский экскаваторные	Ташкентский экскаваторный	Ковровский и Донецкий экскаваторные

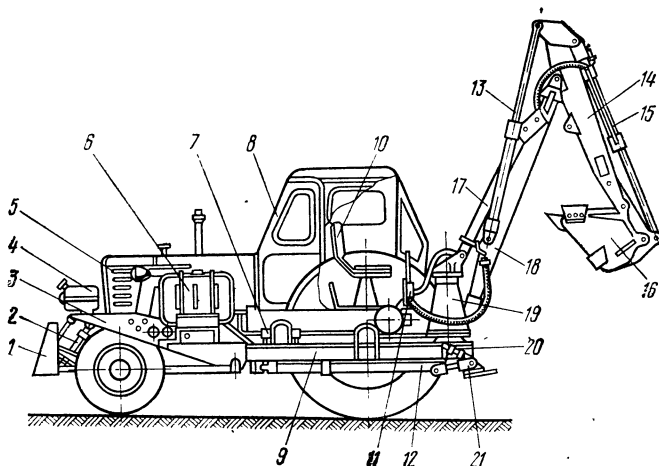


Рис. 12.5. Экскаватор ЭО-2621А:

1 — отвал; 2, 13, 15, 17, 20 — гидроцилиндр; 3 — рама; 4 — топливный бак; 5 — капот; 6 — маслобак; 7 — насос; 8 — кабина; 9, 12 — рама; 10 — сиденье; 11 — гидроуправление; 14, 18 — рукоять; 16 — ковш; 19 — поворотная рама; 21 — выносная опора

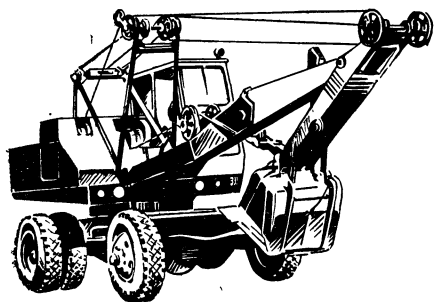


Рис. 12.6. Экскаватор Э-302Б

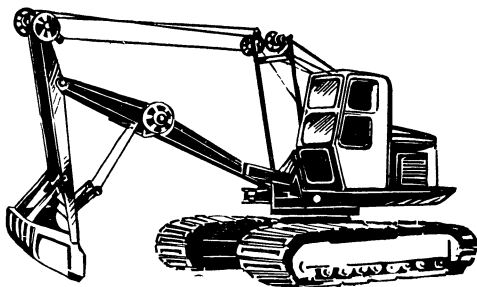


Рис. 12.7. Экскаватор Э-304В



Рис. 12.8. Экскаватор Э-652Б

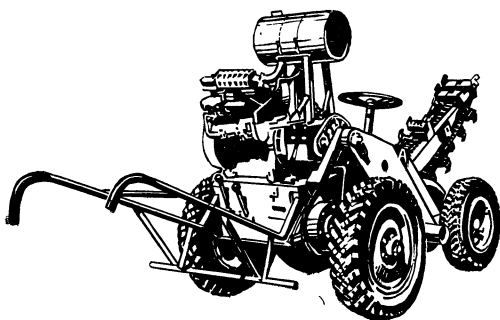


Рис. 12.9. Траншеекспатель ТК-2

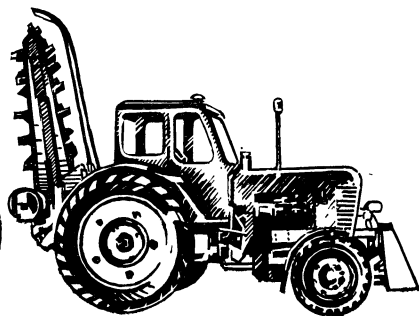


Рис. 12.10. Траншейный цепной экскаватор ЭТЦ-161

Т а б л и ц а 12.3

Технические данные траншейных экскаваторов

Характеристика	Единица измерения	Тип экскаватора			
		ТК-2	ЭТЦ-161	ЭТР-162	ЭТР-132Б
Базовая машина	—	Спецшасси на 4 колесах с двигателем УД-2	Трактор МТЗ-50	Трактор ДТ-75	Трактор Т-180
Размеры отрываемой траншеи:					
глубина	м	1,2	1,6	1,6	1,3
ширина		0,15 и 0,2	0,2 и 0,4	0,8	0,27
Тип рабочего органа	—	Скребок-цепной	Скребок-цепной	Роторный с ковшами	Роторный с зубьями
Количество ковшей, скребков или зубьев	шт.	14	18	10	12
Скорость передвижения:					
рабочая	м/ч	25—100	10—400	до 312	10—800
транспортная	км/ч	3,7	1,65—25,8	5,19—5,79	1,92—11,97
Среднее удельное давление на грунт при передвижении	кгс/см ²	—	—	0,77—0,86	0,595
Габаритные размеры в транспортном положении:					
длина	мм	3750	4830	8830	12600
ширина		1260	2130	3050	2950
высота		1600	3560	3000	3200
Масса	кг	550	4700	12800	25600
Завод-изготовитель	—	Киевский «Транс-сигнал»	Таллинский экскаваторный	Харьковский экскаваторный	Дмитровский экскаваторный

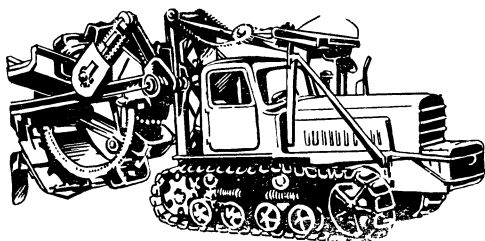


Рис. 12.11. Траншейный роторный экскаватор ЭТР-162

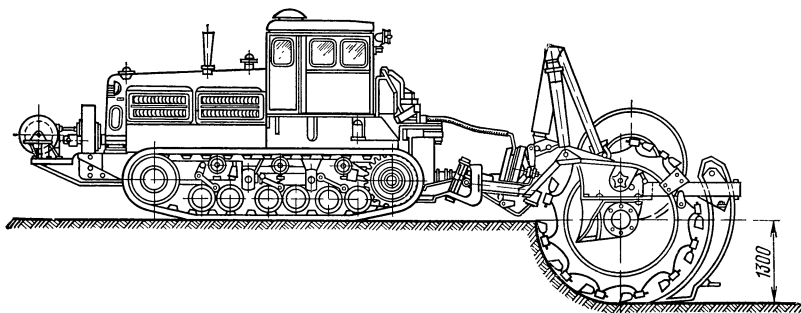


Рис. 12.12. Траншейный экскаватор ЭТР-132Б

Таблица 12.4

Технические данные бульдозеров

Характеристика	Единица измерения	Тип бульдозера				
		Д-535	Д-606	Д-492 А	Д-493 А	Д-687 С
Базовый трактор	—	Т-74-С2	ДТ-75-С2	Т-100М	Т-100МГП	Т-100МГП
Система управления	—	Гидравлическая	Гидравлическая	Канатная	Гидравлическая	Гидравлическая
Габаритные размеры бульдозерного оборудования с трактором:						
длина	мм	4510	4650	5500	5500	5300
ширина		2560	2520	3970	3970	3200
высота		2300	2304	3040	3040	3040
Размер отвала:						
высота	мм	800	800	1000	1000	1200
ширина		2520	2520	3970	3970	3200
Максимальное заглубление отвала относительно опорной поверхности	мм	200	200	1000	250	370
Масса:	кг					
бульдозерного оборудования		850	1070	2215	1860	1780
бульдозерного оборудования с трактором		6370	7000	14015	13860	13956
Завод-изготовитель	—	Харьковский дорожных машин		Челябинский дорожных машин им. Колосенко		

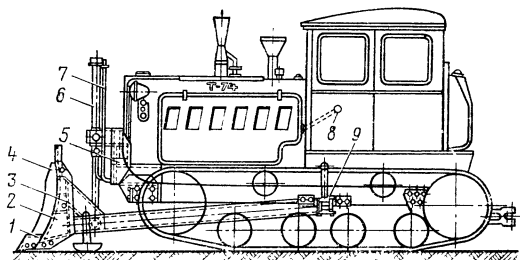


Рис. 12.13. Схема бульдозера ДЗ-29 (Д-535):

1 — нож отвала; 2 — отвал; 3, 4 — удлинитель отвала; 5 — кронштейн гидроцилиндра; 6 — гидроцилиндр; 7 — трубопровод; 8 — рычаг управления; 9 — поперечная балка

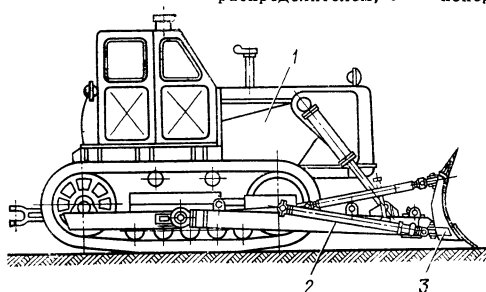


Рис. 12.14. Схема бульдозера ДЗ-18 (Д-493А):

1 — трактор; 2 — универсальная рама; 3 — отвал

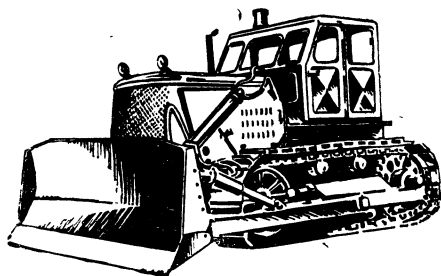


Рис. 12.15. Бульдозер Д-687С

вых кабелеукладчиков. Технические данные траншейных экскаваторов приведены в табл. 12.3 (рис. 12.9—12.12).

Бульдозеры применяются при подготовке (планировке) трассы для прохода кабелеукладчиков, а также для рытья котлованов под НУП, засыпки траншей и других работ. Технические данные бульдозеров приведены в табл. 12.4 (рис. 12.13—12.15).

12.3. КОРЧЕВАТЕЛИ

Корчеватели предназначены для выкорчевывания пней после вырубki про- сек и используются при подготовке трассы для прокладки кабеля. Технические данные корчевателя Д-513 приведены в табл. 12.5.

Таблица 12.5

Технические данные корчевателя Д-513

Характеристика	Единица измерения	Данные
Базовый трактор	—	Т-100МГП
Система управления	—	Гидравлическая
Рабочий орган:		
количество зубьев	шт.	4
ширина захвата по зубьям	мм	1380
высота отвала	»	1250
ширина отвала	»	1560
Наибольший диаметр корчующих пней	»	450
Габаритные размеры (с трактором):		
длина		5910
ширина		3060
высота		3039
Масса:	кг	
корчевального оборудования		560
корчевателя с трактором		13200
Завод-изготовитель	—	Челябинский дорожных машин им. Колущенко

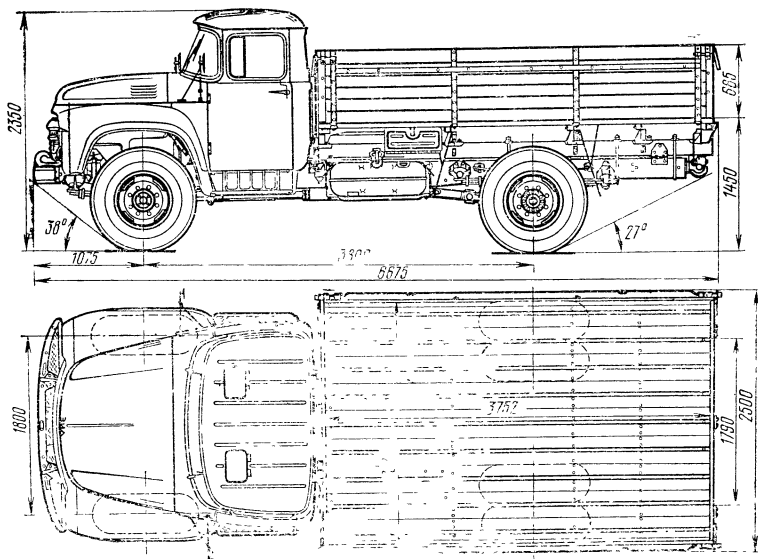


Рис. 12.15 Автомобиль СНТ-130

12.4. ТРАНСПОРТНЫЕ, ТЯГОВЫЕ И ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ
МАШИНЫ

Для перевозки людей и строительных материалов в условиях линейно-кабельного строительства используется автомобильный транспорт. Технические данные наиболее распространенных автомобилей и прицепов приведены в табл. 12.6, 12.7 (рис. 12.16—12.18).

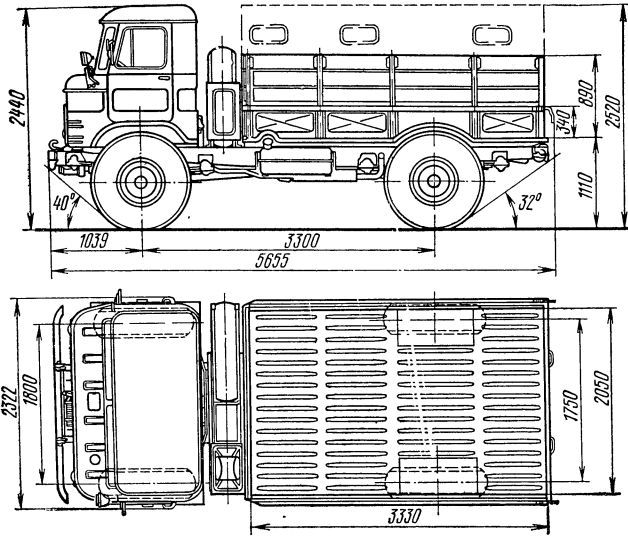


Рис. 12.17. Автомобиль
ГАЗ-66

Технические данные

Характеристика	Единица измерения	Тип автомобиля				
		ГАЗ-69	УАЗ-469	УАЗ-452Д	ГАЗ-51А	ГАЗ-66
Грузоподъемность	т	0,5	0,5	0,8	2,5	2,0
Максимальная масса буксируемого прицепа	»	0,85	0,85	—	2,5	2,0
Внутренние размеры кузова:	мм					
длина		1140	—	2600	3070	3330
ширина		1140	—	1870	2070	2050
Максимальная скорость	км/ч	90	100	95	70	95
Тип двигателя	—	ГАЗ-69	УАЗ-451	УАЗ-451	ГАЗ-51	ЗМЗ-66
Мощность двигателя	л. с.	52	70	70	70	115
Габаритные размеры:	мм					
длина		3850	3960	4460	5715	5655
ширина		1850	1770	2040	2280	2322
высота		2030	1930	2020	2130	2440
Размер шин	—	6,50—16	8,40—15	8,40—15	7,50—20	12,00—18
Масса заправленной машины	кг	1530	1380	1670	2500	3470
Завод-изготовитель	—	Ульяновский автомобильный им. В. И. Ленина			Горьковский автомобильный	

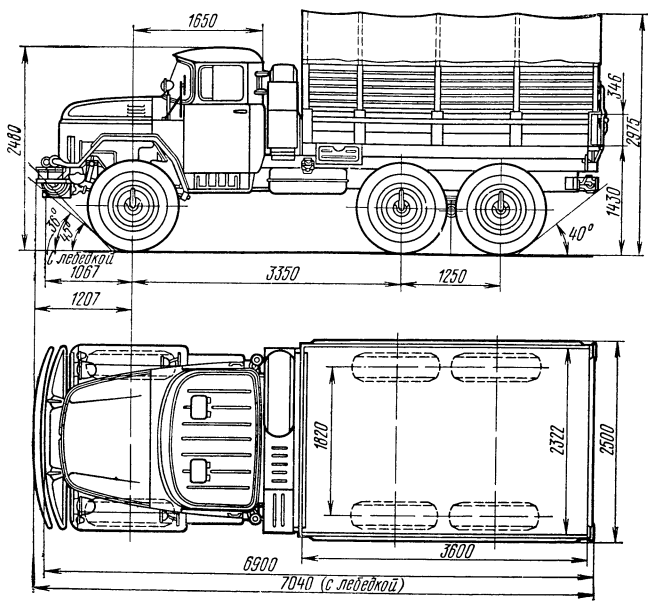


Рис. 12.18. Автомобиль ЗИЛ-131

Таблица 12.6

автомобилей

ЗИЛ-130	ЗИЛ-157К	ЗИЛ-131	ГАЗ-93А	ЗИЛ-ММЗ-555	КРАЗ-255Б
5,0	4,5	5,0	2,25	4,5	7,5
8,0	3,6	5,0	—	—	30,0
3750	3570	3600	2300	2595	4556
2326	2090	2322	1800	2210	2500
90	65	80	70	80	70
ЗИЛ-130	ЗИЛ-157К	ЗИЛ-131	ГАЗ-51	ЗИЛ-130	ЯМЗ-238
150	110	150	70	150	240
6675	6922	7040	5240	5475	8645
2500	2315	2500	2090	2415	2750
2350	2360	2480	2130	2510	3170
260—20	12,00—18	12,00—20	7,50—20	260—20	15,00—20
4300	5800	6700	3000	4580	11950
Московский автомобильный им. Лихачева			Саранский автосамосвалов	Мытищинский машиностроительный	Кременчугский автомобильный

В качестве тяговых средств при прокладке кабеля ножевыми кабелеукладчиками используются гусеничные тракторы. Колесные же тракторы при строительстве кабельных сооружений связи используются как транспортные средства для перевозки строительных материалов. Технические данные тракторов приведены в табл. 12.8 (рис. 12.19—12.21).

Таблица 12.7

Технические данные прицепов, полуприцепов и трейлеров

Характеристика	Единица измерения	Автоприцеп ИАПЗ-754В	Тракторный прицеп 2ПТС-4М	Полуприцеп ОДАЗ-885
Грузоподъемность	т	4	4	7,5
Внутренние размеры кузова:	мм			
длина		3848	3500	6070
ширина		2207	2150	2200
Погрузочная высота	»	1270	1200	1380
Габаритные размеры:	»			
длина (с дышлом)		6052	5305	6385
ширина		2385	2240	2455
высота		2133	1650	2000
Число колес	шт.	4+1	4	4+1
Размер шин		260—20	230—16	260—20
Масса	кг	1900	1520	2850
Завод-изготовитель	—	Ирбитский автоприцепов	Сердобский машиностроительный	Одесский автосборочный

Окончание табл. 12.7

Характеристика	Единица измерения	Т-151А	Трейлеры	
			ЧМЗАП-5523	ЧМЗАП-5208
Грузоподъемность	т	20	20,2	40
Внутренние размеры кузова:	мм			
длина		5000	6430	4880
ширина		2700	3000	3200
Погрузочная высота	»	800	1345	1140
Габаритные размеры:	»			
длина (с дышлом)		8820	12950	9330
ширина		2700	3000	3200
высота		1960	2085	1740
Число колес	шт.	12+2	12+2	24+2
Размер шин		320—508—4 шт. 8,25—15—10 шт.	320—508	8,25—20
Масса	кг	7650	9750	10520
Завод-изготовитель	—	Николаевский «Дормашина»	Челябинский автотракторных прицепов	

Таблица 12.8

Технические данные тракторов

Характеристика	Единица измерения	Тип трактора								
		МТЗ-50	МТЗ-52	К-700	ТДТ-40М	ТДТ-55	ТДТ-75	Т-100М	Т-100МБ	Т-180
Максимальное тяговое усилие	т	1,4	1,4	6	4,32	4,6	6,8	9,5	9,5	14,7
Максимальная скорость	км/ч	25,8	25,8	32,5	10,3	11	7,6	10,1	5,4	12,5
Габаритные размеры:	мм									
	длина	3815	3930	7400	4500	5850	5505	4255	4745	5420
	ширина	1970	1970	2320	2014	2245	2370	2460	3250	2740
высота		2485	2485	3380	2430	2560	2700	3040	2765	2825
Среднее удельное давление гусениц на грунт	кг/см ²	—	—	—	0,45	0,43	0,42	0,47	0,25	0,54
Тип двигателя	л. с.	Д-50 ₅₅	Д-50 ₅₅	ЯМЗ-238-НБ ₂₀₀	Д-48Т ₅₀	СМД-14Б ₆₂	Д-75Т ₇₅	Д-108 ₁₀₈	Д-108Б ₁₀₈	Д-180 ₁₇₅
Мощность двигателя	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Размеры шин: передних колес	—	7,5—20 (200—508)	8,00—20 (210—508)	700—665	—	—	—	—	—	—
задних колес	—	12—38 (330—965)	12—38 (330—965)	700—665	—	—	—	—	—	—
Масса управляемого трактора	кг	2900	3000	12 000	6700	8700	10 700	11 500	13 800	15 700
Завод-изготовитель	—	Минский	Тракторный	Кировский	Онежский тракторный	Алтайский тракторный	Челябинский тракторный	Челябинский тракторный	Брянский автомобильный	Брянский автомобильный

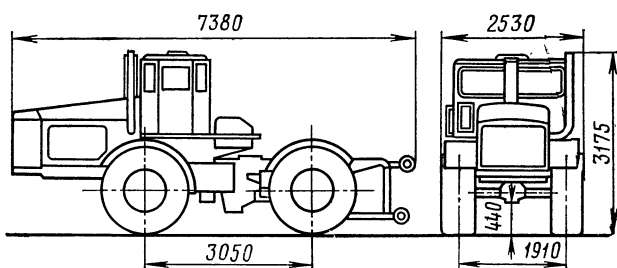


Рис. 12.19. Схема трактора К-700

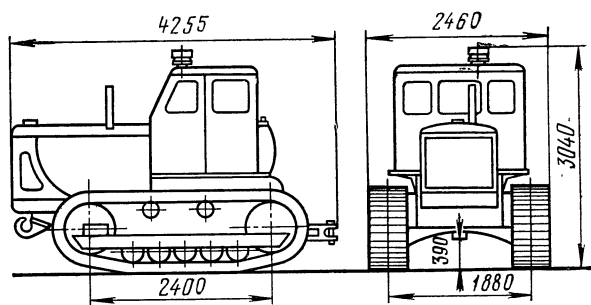


Рис. 12.20. Схема трактора Т-100М

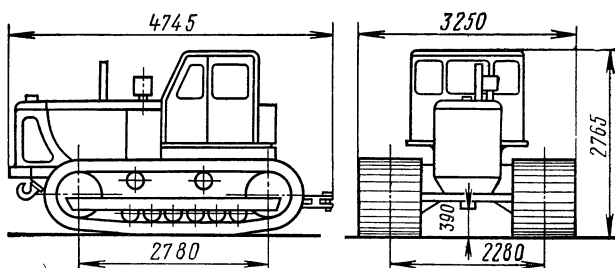


Рис. 12.21. Схема трактора Т-100МБ

Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ при строительстве кабельных сооружений связи в основном применяются автомобильные краны. Технические данные автокрана приведены в табл. 12.9 (рис. 12.22—12.25).

Т а б л и ц а 12.9

Технические данные автомобильных кранов

Характеристика	Единица измерения	Тип автокрана		
		КС-2561Д	КС-2561Е	КС-2563 (К-67)
Базовый автомобиль	—	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	МАЗ-500А
Грузоподъемность на выносных опорах	т	6,3—1,9	6,3—1,7	6,3—1,8
Вылет стрелы	м	3,3—7	3,3—7	3,5—7,5
Высота подъема крюка	м	8—5,5	8—5,5	8,05
Скорость подъема и опускания груза	м/мин	1,2—10,5	2,2—13,1	2—6,6
Угловая скорость поворотной платформы	об/мин	0,3—2,5	0,39—2,74	0,38—1,8
Скорость передвижения	км/ч	до 75	до 80	до 75
Габаритные размеры:	мм			
длина		10 600	10 600	8 200
ширина		2 600	2 500	2 690
высота		3 650	3 650	3 350
Масса	кг	8 900	8 000	12 470
Завод-изготовитель	—	Балашихинский автокранов	Дрогобычский автокранов	Ивановский автокранов

Окончание табл. 12.9

Характеристика	Единица измерения	Тип автокрана		
		КС-3562А	СМК-10	КС-4561 (К-162)
Базовый автомобиль	—	МАЗ-500А	МАЗ-500А	КрАЗ-257К
Грузоподъемность на выносных опорах	т	10—1,6	10—2	16—2,8
Вылет стрелы	м	2,5—10	4—9,5	3,9—10
Высота подъема крюка	м	10—5	10,5—6	10,5—4,5
Скорость подъема и опускания груза	м/мин	0,4—10	0,4—10	1,33—8
Угловая скорость поворотной платформы	об/мин	0,1—1,16	1,0—1,5	0,3—1,2
Скорость передвижения	км/ч	до 55	до 75	до 60
Габаритные размеры:	мм			
длина		13 150	13 420	14 000
ширина		2 880	2 810	2 750
высота		3 800	3 880	3 920
Масса	кг	14 100	14 650	21 800
Завод-изготовитель	—	Ивановский автокранов	Ивановский механический	Камышинский крановый

12.5. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ В КАНАЛИЗАЦИИ

Для затяжки кабелей связи в канализацию, а также для откачки воды из кабельных колодцев и их вентиляции применяются кабельные машины. Технические данные кабельных машин приведены в табл. 12.10. Для транспортировки кабельных барабанов применяется кабельная тележка ККТ-4У (табл. 12.11).

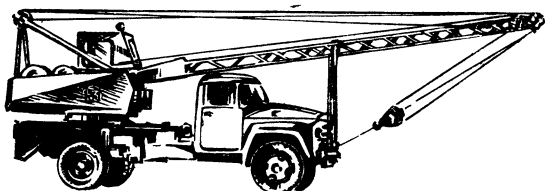


Рис. 12.22. Автомобильный кран КС-2561Д с механическим приводом

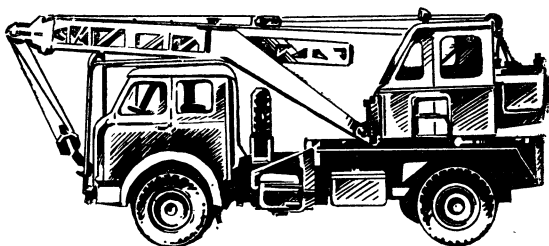


Рис. 12.23. Автомобильный кран КС-2563 (К-67) с дизель-электрическим приводом

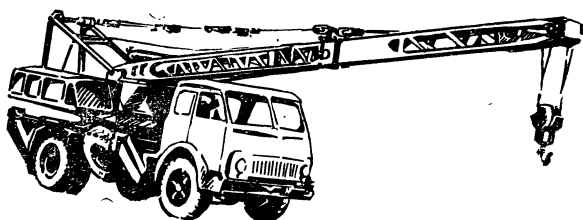


Рис. 12.24. Автомобильный кран КС-3562А с гидравлическим приводом

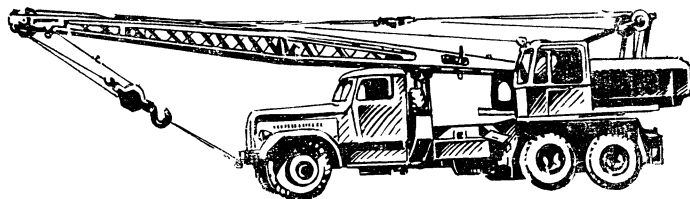


Рис. 12.25. Автомобильный кран КС-4561 (К-162)

Т а б л и ц а 12.10

Технические данные кабельных машин

Характеристика	Единица измерения	КМ-2А	МК
Базовый автомобиль	—	ГАЗ-66-02	ГАЗ-52-01
Габаритные размеры:	мм		
длина		5845	6650
ширина		2342	2290
высота		2520	2650
Максимальная скорость движения по шоссе с полной нагрузкой	км/ч	85	40
Лебедка:			
усилие на канате	кг	тяговая, грузовая	3000
		2000 900	
канатоемкость	м	250 15	165
диаметр каната	мм	11 8,8	14
Насос:			
марка	—	1В-20/5	НШН-60
производительность	м³/ч	16	36
высота всасывания	м	6	6
Генератор:			
марка	—	ЕС-52-4С	ПСГС-6,25
род тока	—	трехфазный	трехфазный
напряжение	В	230	230
частота	Гц	50	50
мощность	кВ·А	6,25	6,25
Вентилятор	—	ЦЧ-70 № 2,5	ЦЧ-57 № 3

Т а б л и ц а 12.11

Технические данные кабельной тележки ККТ-4У

Характеристика	Единица измерения	Величина
Номинальная грузоподъемность	т	4,0
Число колес	шт.	4
Размеры шин	—	10,00—18
Колея	мм	2335
Габаритные размеры:	»	
длина		3650
ширина		2335
высота		1870
Клиренс	»	215
Максимальные габариты транспортируемого барабана:	»	
ширина		до 1250
диаметр		до 2200
Масса	т	1,6
Завод-изготовитель	—	Талдомский «Промсвязь»

12.6. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЯ

Для бестраншейной прокладки подземной кабельной канализации под насыпями железных и автомобильных дорог и другими препятствиями, а также для затяжки труб в подготовленные отверстия применяются гидравлические прессы и грунтовые пневмопробойники. Технические данные гидропрессов и пневмопробойников приведены в табл. 12.12 и 12.13 (рис. 12.26).

Таблица 12.12

Технические данные гидравлического пресса БГ-3

Характеристика	Единица измерения	Данные
Принцип действия	—	Гидравлический
Двигатель	—	УД-25
Диаметр скважины	мм	50
Максимальный диаметр отверстия после прохода расширителем	»	200
Скорость продавливания отверстия	м/мин	1,2
Максимальная длина проходки между двумя котлованами	м	30
Масса	кг	250
Завод-изготовитель	—	Механический, пос. Хомяково, Тульской обл.

Таблица 12.13

Технические данные пневмопробойников

Характеристика	Единица измерения	Тип пневмопробойника	
		ИП-4601	ИП-4605
Диаметр пробиваемого отверстия:	мм	135	90
минимальный (без расширителя)		250	160
максимальный (с расширителем)		5—15	8—15
Скорость пробивки	м/ч	3	1,5
Вид подаваемой энергии	—	Сжатый воздух	
Расход воздуха	м³/мин	3	1,5
Давление воздуха	кгс/см²	5	6
Габаритные размеры (без расширителей):	мм		
длина		1500	1300
диаметр		135	90
Масса (без расширителя и шланга)	кг	85	41
Завод-изготовитель	—	Одесский строительно-отделочных машин	

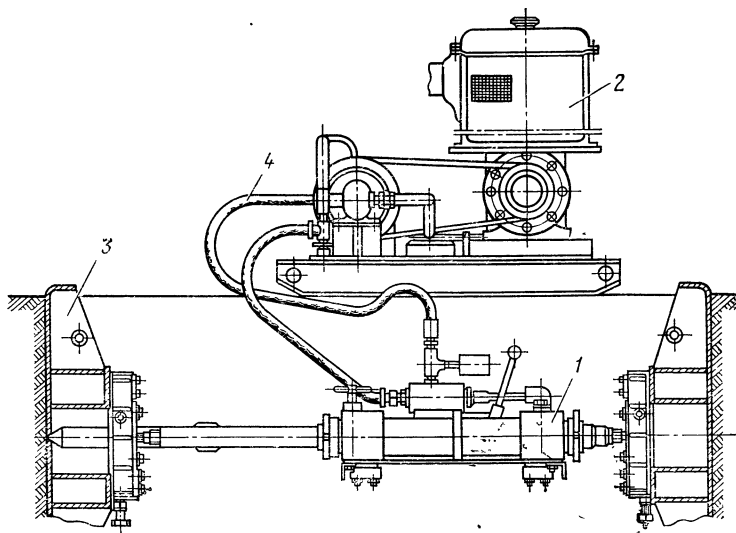


Рис. 12.26. Схема гидравлического пресса БГ-3:
1 — гидравлический пресс; 2 — насосный агрегат с бензодвигателем;
3 — плита опорная; 4 — шланги

12.7. БУРИЛЬНО-КРАНОВЫЕ МАШИНЫ

Бурильно-крановые машины предназначены для бурения ям в грунтах I—IV категории, установки новых и удаления старых опор при строительстве воздушных линий связи. Технические данные бурильно-крановых машин приведены в табл. 12.14 (рис. 12.27).

Таблица 12.14
Технические данные бурильно-крановых машин

Характеристика	Единица измерения	Тип бурильно-крановых машин		
		БУС-7	БМ-202	БМ-204
База	—	ГАЗ-66	ГАЗ-66	МТЗ-52Л
Максимальная глубина бурения	м	1,8	2	2
Диаметр бура	мм	350	350, 500, 800	350, 500, 800
Скорость вращения бура	об/мин	60—180	100—180	89—156
Максимальная грузоподъемность крана	т	1	1,2	1,2
Максимальная скорость передвижения	км/ч	85	85	24
Габаритные размеры в транспортном положении:	мм			
длина		6900	6370	6200
ширина		2340	2342	2380
высота		2720	3327	3920
Масса	кг	5100	5300	5000
Завод-изготовитель	—	Юрьев-Польский «Промсвязь»	Алапаевский	«Стройдор-маш»

Окончание табл. 12.14

Характеристика	Единица измерения	Тип бурильно-крановых машин		
		БМ-303	БКГО-67	БМ-802С
База	—	Т-74С ₂	ДТ-75	КрАЗ-257
Максимальная глубина бурения	м	3	2,5	8
Диаметр бура	мм	350, 500, 800	350, 450	300, 400, 650
Скорость вращения бура	об/мин	118—206	60	28—140
Максимальная грузоподъемность крана	т	1,5	2	3
Максимальная скорость передвижения	км/ч	12	10	45
Габаритные размеры в транспортном положении:	мм			
длина		5740	12400	12410
ширина		2150	2500	3930
высота		3780	3800	2780
Масса	кг	7170	9680	22500
Завод-изготовитель	—	Алапаевский «Стройдор-маш»	Волгоградский электромеханический	Алапаевский «Стройдор-маш»

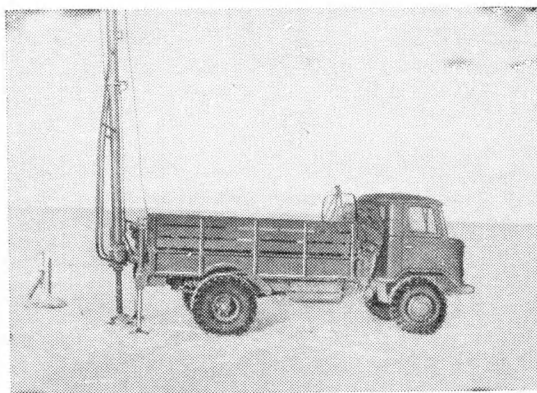


Рис. 12.27. Бурильно-крановая машина БМ-202

12.8. ПЕРЕДВИЖНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, КОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ, ОТБОЙНЫЕ МОЛОТКИ, БЕТНОЛОМЫ И СВЕРЛИЛКИ

Т а б л и ц а 12.15

Технические данные передвижных электростанций малой мощности

Характеристика	Единица измерения	Тип электростанций			
		ПЭС-1	АБ-1-0/230	АБ-2-0/230	АБ-2-Т/230
Мощность агрегата	кВт	1	1	2	2
Число фаз	—	3	1	1	3
Напряжение	В	230	230	230	230
Частота тока	Гц	200	50	50	50
Скорость вращения ротора	об/мин		3000	3000	3000
Тип двигателя	—	Мотопила «Дружба»	ЯСДВ	УД-1	УД-1
Тип генератора	—	Асинхронный от пилы ЭП-К6	ГАБ-1-0/230	ГАБ-2-0/230	ГАБ-2-Т/230
Габаритные размеры:	мм				
длина		520	695	880	880
ширина		248	397	560	560
высота		730	535	870	870
Масса (без заправки)	кг	24	62	180	177
Завод-изготовитель	—	Июшкар-Олинский лесного машиностроения	Московский электромеханический им. Владимира Ильича и др.		

Окончание табл. 12.15

Характеристика	Единица измерения	Тип электростанций		
		АБ-4-Т/230	АБ-4-Т/230	Ч-200 АБ-8-Т/230
Мощность агрегата	кВт	4	4	8
Число фаз	—	3	3	3
Напряжение	В	230	230	230
Частота тока	Гц	50	200	50
Скорость вращения ротора	об/мин	3000	3000	3000
Тип двигателя	—	УД-2	УД-2	Москвич-407
Тип генератора	—	ГАБ-4-Т/230	ГАБ-4-Т/230	ГАБ-8-Т/230
Габаритные размеры:	мм		Ч-230	
длина		1075	1075	1420
ширина		560	560	810
высота		870	870	1090
Масса (без заправки)	кг	235	190	397
Завод-изготовитель	—	Московский электромеханический им. Владимира Ильича и др.		

Таблица 12.16

Технические данные передвижных компрессорных станций

Характеристика	Единица измерения	Тип компрессора			
		ПНОУ-3	КМ-127	КМ-77	СО-45 (С-768)
Производительность	м³/мин	0,05	0,05	0,05	0,05
Максимальное рабочее давление	кгс/см²	3	3	3	3
Скорость вращения вала компрессора	об/мин	—	—	—	1440
Способ привода компрессора	—	Бензодвигателем «Дружба-4»		Электродвигателем однофазным, 50 Гц, 220 В	
Мощность двигателя	л. с.	4	4	0,27	0,27
Габаритные размеры:	мм				
длина		530	585	510	410
ширина		325	350	350	225
высота		510	445	420	400
Масса (без заправки)	кг	40	—	28	18
Завод-изготовитель	—	Ташкентский «Промсвязь»		Вильнюсский строительно-отделочных машин	

Окончание табл. 12.16

Характеристика	Единица измерения	Тип компрессора			
		СО-2 (0-16Б)	СО-7 (0-38Б)	СО-62	ЗИФ-55
Производительность	м³/мин	0,5	0,5	0,5	5
Максимальное рабочее давление	кгс/см²	4	7	6	7
Скорость вращения вала компрессора	об/мин	800	850	1500	1050
Способ привода компрессора	—	Электродвигателем трехфазным, 50 Гц, 380/220 В			Бензодвигателем ЗИЛ-157
Мощность двигателя	л. с.	3	4,5	4	—
Габаритные размеры:	мм				
длина		1230	1230	900	4410
ширина		454	492	580	1890
высота		770	785	700	1770
Масса (без заправки)	кг	154	185	160	2750
Завод-изготовитель	—	Вильнюсский строительно-отделочных машин			Ленинградский компрессорный

Технические данные отбойных молотков и бетоноломов

Таблица 12.17

Характеристика	Единица измерения	Тип отбойных молотков					Бетонолом ИП-4602 (С-358)
		МО-8	МО-8У	МО-10У	МО-10	МО-12	
Число ударов в минуту	—	1620	2000	1400	1250	1060	850
Расход воздуха	м³/мин	1,15	1,4	1,3	1,15	1,2	1,6
Давление воздуха	кгс/см²	5	5	5	5	5	5
Габаритные размеры:	мм						
длина		470	480	570	585	655	670
ширина		270	—	—	164	—	255
высота		100	—	—	100	—	92
Масса	кг	8	8,5	10	10	12,5	16,7
Завод-изготовитель	—	Ленинградский пневматический «Пневматика»					Свердловский «Пневмо-строймашина»

Таблица 12.18

Технические данные электрических сверлильных машин

Характеристика	Единица измерения	Тип сверлилок			
		ИЭ-1003 (С-469Б)	ИЭ-1008 (С-437Б)	ИЭ-1019 (ИЭ-1005)	ИЭ-1009 (С-452)
Максимальный диаметр высверливаемого отверстия (в металле)	мм	6	9	9	9
Скорость вращения шпинделя	об/мин	3000	1380	1000	1380
Способ крепления сверла	—			Патрон	
Потребляемая мощность	Вт	120	120	180	120
Число фаз	—	1	1	1	3
Напряжение	В	220	220	220	36
Частота тока	Гц	50	50	50	200
Габаритные размеры:	мм				
длина		250	262	258	235
ширина		65	65	68	66
высота		140	140	212	132
Масса	кг	1,3	1,5	2,2	1,7
Завод-изготовитель	—	Назрановский «Электроинструмент»			Даугавпилсский «Электроинструмент»

Окончание табл. 12.18

Характеристика	Единица измерения	Тип сверлилок				
		ИЭ-1012 (С-531А)	ИЭ-1013 (С-480Б)	ИЭ-1014 (С-28А)	ИЭ-1007 (Э-1007)	ИЭ-1015 (С-455А)
Максимальный диаметр высверливаемого отверстия (в металле)	мм	15	15	20	23	23
Скорость вращения шпинделя	об/мин	660	650	295	250	450
Способ крепления сверла	—	Конус Морзе № 1		Конус Морзе № 2		
Потребляемая мощность	Вт	270	270	440	400	600
Число фаз	—	3	1	1	1	3
Напряжение	В	36	220	220	220	220
Частота тока	Гц	200	50	50	50	50
Габаритные размеры:	мм					
длина		355	408	485	450	360
ширина		76	186	370	90	470
высота		134	137	114	450	165
Масса	кг	2,6	2,8	6	6	9,7
Завод-изготовитель	—	Выборгский «Электроинструмент»	Ростовский-на-Дону «Электроинструмент»			Даугавпилсский «Электроинструмент»

Строительные материалы, конструкции, арматура, инструменты и приспособления, применяемые при строительстве кабельных линий связи

А. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

13.1. ЛЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЛЕС КРУГЛЫЙ (ГОСТ 9463—72 И 9462—71)

Наиболее широкое применение в строительстве находят хвойные породы леса, но применяются и лиственные породы. По толщине круглый лес подразделяется на: мелкий — диаметром от 8 до 13 см, средний — от 14 до 24 см и крупный — от 26 см и более. Различают четыре сорта древесины и бессортный (мелкий лес). Лесоматериалы для линий связи должны быть окорены с полным удалением луба.

Большое влияние на технические свойства древесины оказывает ее влажность; свежесрубленная древесина имеет влажность около 35%, воздушно-сухая — 20—15% и комнатно-сухая — 13—8%. Вследствие неоднородности строения древесина усыхает и разбухает от влажности неодинаково, что влечет за собой коробление и появление трещин.

ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Пиломатериалы (доски, брусья) изготавливаются из древесины хвойных и лиственных пород. Пиломатериалы хвойных пород изготавливаются длиной до 6,5 м, а лиственных пород — до 5 м. В табл. 13.1 приведены объемы 100 м пиломатериалов. Пиленый лес условно приводится к круглому введением коэффициента 1,45. В табл. 13.2 приведен объем древесины в столбах для линий связи. В табл. 13.3 приведены нормы выхода древесины с 1 га леса и классификация последнего по крупности и густоте.

Таблица 13.1

Объем 100 м досок и брусев, м³

Толщина пиломате- риала, мм	Ширина пиломатериала, см							
	12	14	16	18	20	22	24	26
19	0,228	0,266	0,304	0,342	0,380	0,418	0,456	—
22	0,264	0,308	0,352	0,396	0,440	0,484	0,528	0,572
25	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650
30	0,360	0,420	0,480	0,540	0,600	0,660	0,720	0,780
40	0,480	0,560	0,640	0,720	0,800	0,880	0,960	1,040
50	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300
80	0,960	1,120	1,280	1,440	1,600	1,760	1,920	2,080
100	1,200	1,400	1,600	1,800	2,100	2,200	2,400	2,600
150	—	—	—	2,700	3,000	—	—	—
200	—	—	—	—	4,000	—	4,800	5,200

ФАНЕРА

Фанера состоит из трех или более слоев лущеного шпона, склеенного между собой при взаимно перпендикулярном направлении волокон древесины синтетическими смолами. Фанера изготавливается из березы, ольхи, сосны, бука и осины. Для строительства наиболее широко применяется бакелизированная фанера по ГОСТ 11539—73, изготовленная из березового лущеного шпона и имеющая марки ФБС (работающая в атмосферных условиях и в помещениях) и

Т а б л и ц а 13.2

Объем древесины в столбах для линий связи

Минимальный диаметр столба в вершине, см	Объем древесины одного столба, м³, с учетом усреднения диаметров по ГОСТ при длине столба, м								
	5	5,5	6	6,5	7,5	8,5	9,5	11	13
12	0,118	0,130	0,148	—	—	—	—	—	—
13	0,130	0,140	0,155	—	—	—	—	—	—
14	0,140	0,150	0,160	0,190	0,240	0,320	0,330	0,400	—
15	0,156	—	—	0,200	0,250	0,350	0,360	0,450	—
16	0,174	—	—	0,220	0,260	0,360	0,370	0,470	0,600
17	0,190	—	—	0,230	0,280	0,380	0,390	0,490	0,610
18	0,200	—	—	0,250	0,300	0,390	0,400	0,500	0,620
19	0,210	—	—	0,265	0,320	0,410	0,420	0,520	0,680
20	0,220	—	—	0,290	0,330	0,420	0,440	0,550	0,730
21	0,230	—	—	0,310	0,360	0,460	0,480	0,600	0,800
22	0,250	—	—	0,325	0,390	0,470	0,530	0,650	0,860
23	0,260	—	—	0,350	0,430	0,500	0,570	0,700	0,900
24	0,270	—	—	0,360	0,440	0,510	0,580	0,710	0,915
25	0,290	—	—	0,390	0,470	0,540	0,630	0,770	0,990

Т а б л и ц а 13.3

Классификация леса по крупности и густоте и нормы выхода древесины с 1 га

Характеристика леса				Число деревьев на 1 га	Норма выхода древесины с 1 га, м³		
по крупности	диаметр, мм		по густоте		всего	в том числе	
	ствола	пня				дело- вой	дрова- ной
Крупный	Более 320	Более 340	Густой	320	200	120	80
			Средней густоты	200	150	90	60
			Редкий	80	100	60	40
Средний	До 320	До 340	Густой	520	175	105	70
			Средней густоты	340	125	75	50
			Редкий	160	75	45	30
Мелкий	До 240	До 260	Густой	850	150	90	60
			Средней густоты	500	100	60	40
			Редкий	300	50	30	20
Очень мелкий	До 160	До 180	Густой	1400	135	68	67
			Средней густоты	850	85	43	42
			Редкий	400	35	18	17
Тонкомерный (подлесок и кустарник)	До 110	До 120	Густой	2250	33	10	23
			Средней густоты	1450	20	6	14
			Редкий	800	10	3	7

ФБВ (работающая в помещениях). Установлены следующие размеры бакелизированной фанеры: 7700×1550; 5600×1550 и 5600×1250 мм; толщина 5, 7, 10, 12, 14 16 и 18 мм. Заказывается фанера в метрах кубических.

13.2. КИРПИЧ

Кирпич глиняный обыкновенный (ГОСТ 530—71) изготавливается из глин с различными добавками или без них путем пластического или полусухого прессования и обжига. Применяется в каменных и армокаменных конструкциях. Различают два вида кирпича: одинарный размером 250×120×65 мм, массой 3,5 кг и модульный размером 250×120×88 мм и массой не свыше 4 кг. Последний изготавливается с технологическими пустотами. В зависимости от пределов прочности при сжатии кирпич подразделяется на семь марок: 300, 250, 200, 150, 125, 100 и 75 кгс/см².

Форма кирпича — прямоугольный параллелепипед с прямыми ребрами и углами и с равными гранями. Водопоглощение кирпича должно быть не менее 8% от массы кирпича, высушенного до постоянной массы. По морозостойкости насыщенный водой кирпич должен выдерживать без внешних признаков разрушения не менее 15 повторных циклов попеременного замораживания и оттаивания в воде при температуре 15°С. При приемке от завода-изготовителя кирпича-половняка может быть до 5% от всей партии. Погрузка кирпича навалом и выгрузка его сбрасыванием не допускаются. Кирпич доставляется на стройплощадку в контейнерах или на поддонах. На месте работ он должен складироваться в клетки по 25 рядов, 10 шт. в ряду в перевязку.

В табл. 13.4 приведен расход кирпича на 1 м² кладки сплошной стены. В табл. 13.5 приведен расход раствора на 1 м² кирпичной кладки.

Таблица 13.4

Расход кирпича на 1 м² кладки

Толщина стены в кирпичах	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Число кирпичей на 1 м ² сплошной стены, шт.	50	100	150	200	250	300

Таблица 13.5

Расход раствора на 1 м² кладки

Толщина стены в кирпичах	Расход раствора, м ³ , на 1 м ² кладки	Толщина стены в кирпичах	Расход раствора, м ³ , на 1 м ² кладки
0,5	0,023	2,0	0,118
1,0	0,056	2,5	0,150
1,5	0,086	3,0	0,182

13.3. ЦЕМЕНТЫ

Цементы представляют собой тонкомолотые порошки, которые при смешивании с определенным количеством воды сначала превращаются в пластичное тесто, а затем затвердевают и приобретают свойства камня. Твердение может происходить как на воздухе, так и в воде. Из 20 видов цементов, выпускаемых отечественной промышленностью, наибольшее распространение получили:

портландцемент, применяемый для бетонных и железобетонных надземных, подземных и подводных сооружений;

шлакопортландцемент, применяемый для тех же сооружений, но характеризующийся более медленным нарастанием прочности (особенно при пониженных температурах), меньшей, чем у портландцемента, морозостойкостью, но зато повышенной стойкостью в агрессивных водах; он дешевле портландцемента на 15%;

глиноземистый цемент, отличающийся от портландцемента весьма быстрым твердением.

На основе глиноземистого цемента изготавливаются расширяющиеся цементы, которые характеризуются быстрым схватыванием, а также увеличением объема при твердении.

В чистом виде цемент не применяется, всегда производится смешивание его с каким-либо заполнителем и водой.

Процесс твердения цементной массы состоит из следующих стадий: 1) времени до начала схватывания; 2) времени от начала схватывания до конца схватывания; 3) времени от конца схватывания до момента получения заданной прочности; 4) времени дальнейшего нарастания прочности сверх заданной.

Скорость схватывания характеризуется промежутком времени, когда цементное тесто постепенно теряет пластичность, но еще не приобретает прочности и находится между первой и второй стадиями. Скорость твердения характеризуется промежутком времени, когда цементное тесто приобретает заданную прочность и находится в третьей стадии. Для строителей особый интерес представляют первая и вторая стадии, так как в течение первой стадии следует приготовленный замес поместить в опалубки (формы), а на второй стадии — обеспечить за ним соответствующий уход. Начало схватывания для всех цементов равно 45 мин, а окончание — не позднее 12 ч при $t = +20^\circ \text{C}$. При понижении температуры время схватывания резко удлиняется, а при отрицательных температурах процесс схватывания и твердения приостанавливается. При повышении температуры указанное время резко сокращается. На этом принципе основана пропарка бетонных и железобетонных изделий в специальных камерах, позволяющая сократить время созревания до одних-двух суток.

Согласно ГОСТ 10178—62 цементы делятся на марки:

а) «300», «400», «500» и «600» — портландцемент, пластифицированный портландцемент, гидрофобный портландцемент;

б) «300» и «400» — сульфатостойкий портландцемент, портландцемент с умеренной экзотермией;

в) «200», «300», «400» и «500» — шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент;

г) «200», «300» и «400» — шлаковый магнезиальный портландцемент;

д) «200», «300» и «400» — сульфатостойкий пуццолановый портландцемент.

Марка цемента определяется пределом прочности при изгибе образцов-балочек $40 \times 40 \times 160$ мм. Цифровое обозначение марки цемента соответствует временному сопротивлению сжатию. В табл. 13.6 приведено временное сопротивление изгибу и сжатию различных цементов. Активность цемента при хра-

Т а б л и ц а 13.6

**Временное сопротивление при изгибе и сжатии
различных видов цемента**

Наименование цемента	Предел прочности при изгибе через 28 суток, кгс/см ² , не менее, в зависимости от марки цемента					Предел прочности при сжатии через 28 суток, кгс/см ² , не менее, в зависимости от марки цемента				
	200	300	400	500	600	200	300	400	500	600
Портландцемент, пластифицированный портландцемент, гидрофобный портландцемент	—	45	55	60	65	—	300	400	500	600
Сульфатостойкий портландцемент, портландцемент с умеренной экзотермией	—	45	55	—	—	—	300	400	—	—
Шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент	35	45	55	60	—	200	300	400	500	—
Шлаковый магнезиальный портландцемент	35	45	55	—	—	200	300	400	—	—
Сульфатостойкий пуццолановый портландцемент	35	45	55	—	—	200	300	400	—	—

нении до трех месяцев снижается на 20%, до шести месяцев — на 30% и до 12 месяцев — на 40%. Хранение цемента должно быть организовано в сухом, проветриваемом помещении с полом, устроенным на некотором возвышении над землей. Перевозка цемента должна производиться только в специальных автоцементовозах или в специальных (бумажных) мешках, заполненных на цементных заводах.

13.4. ИНЕРТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БЕТОНА

ПЕСОК

Для бетона и растворов применяется песок (ГОСТ 8736—67) природный и дробленый с крупностью зерен менее 5 мм и объемный насыпной массой более 1200 кг/м³. Наличие в песке зерен гравия крупнее 10 мм не должно превышать 0,5% по массе, а зерен размером от 5 до 10 мм — 5% по массе. Песок, предназначенный для строительных растворов, не должен содержать зерен размером более 5 мм, слюды более 1% и сернистых соединений (в пересчете на SO₃) более 2%. Он может содержать (по массе) частицы крупностью менее 0,14 мм: для бетонов — до 10%, для растворов — до 20%.

Количество пылевидных, глинистых и илстых частиц в песке, определяемое отмучиванием, не должно превышать 3% по массе. Песок, предназначенный для бетона и строительных растворов, при обработке раствором едкого натра (колориметрическая проба на органические примеси) не должен придавать раствору окраску темнее цвета эталона. В песке не должно быть постоянных засоряющих примесей. Один кубический метр песка весит 1500—1700 кг. Песок хранят на открытых или закрытых складах в условиях, предохраняющих его от засорения и загрязнения.

ГРАВИЙ

Гравий природный (ГОСТ 8268—62) подразделяется по крупности зерен на следующие фракции: от 5 до 10 мм, от 10 до 20 мм, от 20 до 40 мм и от 40 до 70 мм. Гравий, используемый для бетонов, должен иметь объем пустот не более 45% и не должен содержать отмучиваемых примесей в виде глинистых, илистых и пылевидных частиц более 1% по массе. Крупность гравия не должна превышать 1/3 наименьшего размера конструкций и 3/4 расстояния между стержнями арматуры.

ЩЕБЕНЬ

Щебень бывает следующих видов: из естественного камня по ГОСТ 8267—64, из гравия по ГОСТ 10260—74 и искусственный (аглопоритовый) по ГОСТ 11991—66. Щебень из естественного камня получается путем дробления горных пород и предназначается для всех видов строительных работ. Щебень из гравия получается путем дробления гравия и валунов. Аглопоритовый щебень представляет собой искусственный пористый материал, получаемый при термической обработке силикатного сырья методов агломерации.

Первые два вида щебня должны применяться согласно требованиям действующих стандартов и технических условий на материалы для соответствующих видов строительства. Аглопоритовый щебень применяется в качестве заполнителя для легких бетонов. В качестве заполнителя при бетонировании может использоваться отход кирпича (бой). В зависимости от крупности зерен естественный щебень подразделяется на следующие фракции: от 5 до 10 мм, от 10 до 20 мм, от 20 до 40 мм и от 40 до 70 мм. По прочности щебень из естественного камня характеризуется дробимостью при сжатии (раздавливании). Он имеет семь марок: 1200, 1000, 800, 600, 400, 300, 200. Щебень из гравия по прочности делится на четыре марки: 1000, 1000—800, 800—600 и 600—400 кгс/см². Щебень не должен содержать зерна слабых и выветренных пород в количестве более 10%.

13.5. БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

Бетоном называется искусственный камень, получаемый в результате твердения смеси вяжущего вещества (цемента), воды и заполнителей (песка, гравия, щебня). В зависимости от состава свойства бетонов могут изменяться в весьма широких пределах. Одним из основных факторов, влияющих на прочность бетона, является количественное соотношение воды и цемента (В/Ц) в бетонной смеси. Зависимость прочности бетона от В/Ц определяется эмпирическими формулами, в которых водоцементное отношение заменено обратным цементоводным отношением (Ц/В);

для бетона с гравием при Ц/В=0,5

$$R_{28} = 0,5R_{ц};$$

для бетона с щебнем при Ц/В=0,5

$$R_{28} = 0,55R_{ц}.$$

В формулах R_{28} — прочность бетона на 28-й день; $R_{ц}$ — прочность цемента.

Прочность бетона принято характеризовать пределом его прочности при сжатии в 28-дневном возрасте. В зависимости от величины предела прочности установлены следующие марки бетона: 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500. На прочность бетона также влияет качество гравия или щебня.

Соппротивление бетона сжатию и растяжению приведено в табл. 13.7.

Т а б л и ц а 13.7

**Сопротивление бетона различных марок
сжатию и растяжению, кгс/см²**

Марка бетона	Сжатие	Растяжение	Марка бетона	Сжатие	Растяжение
50	50	6,5	200	200	17
70	70	8,5	250	250	20
90	90	10	300	300	22,5
110	110	11,5	350	350	25
140	140	13,5	400	400	31
170	170	15,5	500	500	37

Прочность бетона при растяжении в 8—15 раз меньше, чем при сжатии. В бетонные конструкции, подвергающиеся воздействию растягивающих, изгибающих и скалывающих усилий, вводят стальные каркасы-арматуры, состоящие из отдельных стержней, связанных между собой проволокой или соединенных сваркой. Элементы и конструкции из бетона, работающие совместно с арматурой, называются железобетонными.

Независимо от температуры окружающей среды созревающий бетон необходимо предохранять от высыхания. В табл. 13.8 показана зависимость прочности бетона от температуры окружающей среды.

Т а б л и ц а 13.8

**Прочность бетона, кгс/см², различного возраста
в зависимости от температуры окружающей среды**

Средняя температура окружающей среды, °C	Возраст бетона, сутки			
	3	7	14	28
+5	15	35	55	85
+10	20	45	65	90
+15	30	60	80	100
+25	40	70	85	105

Необходимо помнить, что при температуре, хотя и положительной, но ниже 15° C, бетон через 28 дней не достигает заданной прочности, т. е. период созревания бетона удлинится. Для сокращения времени схватывания бетона в настоящее время применяется большое количество химических добавок: растворимое стекло (так называемое жидкое стекло), хлористый кальций, соляная кислота. Применение жидкого стекла значительно сокращает время начала и конца схватывания (табл. 13.9).

Т а б л и ц а 13.9

Влияние жидкого стекла на время схватывания бетона

Количество жидкого стекла в процентах от массы цемента	Начало схватывания, ч	Конец схватывания, ч
0	1,70	12,0
2	1,02	3,1
5	0,08	2 5

Применение хлористого кальция и соляной кислоты, помимо ускорения схватывания бетона, повышает его стойкость к агрессивным водам и увеличивает водонепроницаемость. Добавка 1—2% хлористого кальция от массы цемента приводит к двухкратному ускорению схватывания. Такая же пропорция выдерживается и при использовании соляной кислоты.

При зимнем бетонировании необходимо иметь в виду, что бетон, замерзший в возрасте пяти—семи дней, после оттаивания продолжает твердеть и приобретает заданную прочность. Если бетон замерз раньше 5—7-дневного возраста, то при оттаивании он не приобретает заданной прочности. Бетон для зимней кладки должен готовиться из подогретых до 40—70°С материалов (песок, вода, гравий).

Т а б л и ц а 13.10

Коэффициент для перерасчета расхода цемента

Проектные марки цемента	Заменяющие марки цемента					
	200	250	300	400	500	600
200	1,00	0,86	0,76	0,63	0,54	0,48
250	1,16	1,00	0,88	0,73	0,68	0,66
300	1,31	1,13	1,00	0,83	0,71	0,68
400	1,59	1,37	1,21	1,00	0,86	0,79
500	1,84	1,59	1,41	1,16	1,00	0,88
600	2,08	1,79	1,59	1,31	1,13	1,00

Т а б л и ц а 13.11

Расход цемента в бетонах
для сборных железобетонных конструкций

Проектная марка бетона	Марка цемента	Расход цемента, кг, на 1 м³ бетона	
		для всех конструкций, кроме тонкостенных	для тонкостенных конструкций
100	300	255	—
150	300—400	280	—
200	400—500	300	320
300	500—600	370	390
400	600	440	480
500	600	—	560

В табл. 13.10 приведены коэффициенты перерасчета расхода цемента при замене проектных марок.

Ориентировочный расход цемента в бетонах для сборных железобетонных конструкций приведен в табл. 13.11.

13.6. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ РАСТВОРЫ

В отличие от бетона, раствор состоит из цемента, песка и соответствующей дозы воды. Расход цемента в килограммах Q на 1 м³ песка можно определить по формуле $Q = (R_p / 0,7 R_n) 1000$, где R_p — марка заданного раствора; R_n — марка цемента; 0,7 — коэффициент.

В табл. 13.12 приведен примерный состав цементных растворов.

Т а б л и ц а 13.12

Состав цементных растворов в объемной дозировке

Марка цемента	Раствор цемента марки			
	100	75	50	25
Надземная кладка и кладка фундаментов в сухих грунтах				
600	1/0, 4/4, 5	1/0, 7/6	1/1, 2/9	1/2, 1/15
500	1/0, 3/4	1/0, 5/6	1/1/8	1/2, 1/15
400	1/0, 2/3	1/0, 3/4	1/0, 7/6	1/1, 7/12
300	—	1/0, 2/3	1/0, 4/4, 5	1/1, 2/9
250	—	—	1/0, 2/3	1/0, 7/6
200	—	—	1/0, 1/2, 5	1/0, 5/5
Кладка фундаментов во влажных грунтах				
600	1/0, 4/4, 5	1/0, 7/6	1/0, 7/8	—
500	1/0, 3/4	1/0, 5/5	1/0, 7/8	—
400	1/0, 2/3	1/0, 3/4	1/0, 7/6	1/1/10
300	—	1/0, 2/3	1/0, 4/0, 5	1/1/10
250	—	—	1/0, 2/3	1/0, 7/6
250	—	—	1/0, 1/2, 5	1/0, 5/5

П р и м е ч а н и е. Цифры обозначают: первая — цемент, вторая — известь, третья — песок. Цемент берется по массе, песок по объему.

13.7. СТАЛЬ АРМАТУРНАЯ

Сталь горячекатаная круглая гладкого и периодического профилей (ГОСТ 5781—61), используемая для армирования железобетонных конструкций (сокращенное название арматурная сталь), делится на четыре класса: А-I, А-II, А-III, А-IV (табл. 13.13).

Т а б л и ц а 13.13

Классы и механические свойства арматурной стали

Класс арматурной стали	Диаметр стержней, мм	Предел текучести, кгс/см ²	Временное сопротивление разрыву, кгс/см ²	Относительное удлинение, %	Испытание на изгиб в холодном состоянии
A-I	6—40	>24	>38	>25	C=0,5 d при 180°
A-II	10—90	>30	>50	>19	C=3 d при 180°
A-III	6—40	>40	>60	>14	C=3 d при 90°
A-IV	10—32	>60	>90	>6	C=5 d при 45°

П р и м е ч а н и е. В формулах: C — толщина оправки, мм; d — диаметр стержня, мм.

Стержни арматурной стали класса А-I должны быть круглыми и гладкими, а стержни классов А-II, А-III, А-IV — периодического профиля. Термин «стержень» обозначает арматурную сталь любых диаметра и профиля независимо от того, поставляется она в прутках или в мотках. Стержни диаметром менее 10 мм поставляются в мотках, а диаметром 10 мм и более — в прутках длиной от 6 до 12 м. По соглашению сторон допускается поставка стержней длиной до 25 м. Для класса А-I допускается поставка в мотках стержней диаметром до 12 мм. Стержни диаметром 6—10 мм называются катанкой. Данные о массе 1 м арматурной стали приведены в табл. 13.14.

Таблица 13.14

Масса 1 м арматурной стали

Номинальный диаметр стержня, мм	Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м, кг	Номинальный диаметр стержня, мм	Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м, кг
6	0,283	0,222	18	2,540	2,000
7	0,385	0,302	20	3,140	2,470
8	0,503	0,395	25	4,910	3,850
9	0,636	0,499	40	19,570	9,870
10	0,785	0,617	50	19,630	15,410
12	1,131	0,888	70	38,480	30,210
14	1,540	1,210	90	63,620	49,940
16	2,010	1,580			

Арматурная сталь поставляется в пачках массой до 5 т, по соглашению сторон допускается поставка пачек массой до 3 т.

13.8. СТАЛЬ ПРОКАТНАЯ

Таблица 13.15

Сталь прокатная толстолистовая (ГОСТ 5681—57)

Размеры листов, мм			Масса 1 м ² , кг
толщина	ширина	длина	
4	От 600 до 1600	От 2000 до 7500	31,4
5	» 1250 » 1700	» 2500 » 8000	39,3
6	» 1250 » 1800	» 2800 » 8000	47,1
8	» 1250 » 2200	» 2800 » 8000	62,8
10	» 1250 » 2200	» 2800 » 8000	78,5
12	» 1400 » 2300	» 2400 » 8000	94,2

Таблица 13.16

Сталь прокатная тонколистовая (ГОСТ 3680—57)

Толщина листов, мм	1	2	3	4
Масса 1 м ² , кг	7,95	15,7	23,5	31,4

СТАЛЬ ТОНКОЛИСТОВАЯ КРОВЕЛЬНАЯ ОЦИНКОВАННАЯ И ДЕКАТИРОВАННАЯ (ГОСТ 8075—56)

Листы стали изготавливаются размером и массой, указанными в табл. 13.17. Листы кровельной и оцинкованной стали поставляются по массе с соблюдением установленных допусков по длине и ширине листа. Допускаемые отклонения по ширине листов +5 мм, по длине +10 мм. Из стали по ГОСТ 8075—56 изготавливается кровельная сталь, предназначенная для покрытия крыш и подолок, не требующих штамповки вытяжкой. Сталь ГОСТ 17715—72 изготавливается толщиной от 0,35 до 0,8 мм, шириной от 510 до 1000 мм и длиной от 710 до 2000 мм

путем раскроя листов размерами 710×1420, 750×1500 и 1000×2000 мм. По-
ставка осуществляется в пачках и рулонах. Масса одного упаковочного места
не должна быть более 5 т, масса пачки при ручной погрузке — не более 80 кг.

Технические данные кровельной стали Таблица 13.17

Толщина листов, мм	Масса листов, кг, при ширине и длине листов, мм							
	510×70	510×1420	670×1420	710×1420	600×2000	710×2000	750×2000	1000×2000
0,25	0,7	—	—	—	—	—	—	—
0,32	0,9	—	—	2,5	—	—	—	—
0,40	1,1	2,3	3,0	3,2	3,8	4,5	4,7	—
0,50	1,4	2,8	3,7	4,0	4,7	5,6	5,9	7,85
0,63	1,8	3,6	4,7	5,0	5,9	7,0	7,4	9,80
0,70	2,0	4,0	5,2	5,5	6,6	7,8	8,2	11,0
0,80	2,3	4,5	6,0	6,3	7,5	8,9	9,9	12,6
1,00	—	—	—	7,9	9,4	11,2	11,8	15,7
1,50	—	—	—	11,9	14,2	16,6	17,7	23,6
2,00	—	—	—	15,8	18,8	22,3	23,6	31,4

СТАЛЬ ПРОКАТНАЯ ПОЛОСОВАЯ (ГОСТ 103—57)

Таблица 13.18

Ширина полосы, мм	Масса 1 м стали, кг, при толщине полосы, мм					Ширина полосы, мм	Масса 1 м стали, кг, при толщине полосы, мм				
	4	5	6	8	10		4	5	6	8	10
12	0,38	0,47	0,57	0,75	—	30	0,94	1,18	1,41	1,88	2,36
14	0,44	0,55	0,66	0,88	—	36	1,13	1,41	1,69	2,26	2,82
16	0,50	0,63	0,75	1,00	1,26	40	1,26	1,57	1,88	2,51	3,14
18	0,57	0,71	0,85	1,13	1,41	45	1,41	1,77	2,12	2,83	3,53
20	0,63	0,79	0,94	1,26	1,57	50	1,57	1,96	2,36	3,14	3,93
22	0,69	0,86	1,04	1,38	1,73	56	1,76	2,20	2,64	3,52	4,39
25	0,79	0,98	1,18	1,57	1,96	60	1,88	2,36	2,83	3,77	4,71

Примечание. Минимальная и максимальная длины для указанных толщин полос
равны соответственно 3 и 9 м.

СТАЛЬ УГЛОВАЯ РАВНОПОЛОЧНАЯ (ГОСТ 8509—72)

Таблица 13.19

Номер профиля	Ширина полки <i>a</i> , мм (рис. 13.1 <i>a</i>)	Масса 1 м стали, кг, при толщине полки <i>b</i> , мм								
		3	4	5	6	8	9	10	14	16
2,0	20	0,89	1,15	—	—	—	—	—	—	—
2,5	25	1,12	1,46	—	—	—	—	—	—	—
3,2	32	1,46	1,91	—	—	—	—	—	—	—
3,6	36	1,65	2,16	—	—	—	—	—	—	—
4,0	40	1,85	2,42	—	—	—	—	—	—	—
4,5	45	2,08	2,73	3,73	—	—	—	—	—	—
5,0	50	2,32	3,05	3,77	—	—	—	—	—	—
5,6	56	—	3,40	—	—	—	—	—	—	—
6,3	63	—	3,90	4,84	5,72	—	—	—	—	—
7,0	70	—	—	5,38	6,39	8,37	—	—	—	—
7,5	75	—	—	5,80	6,89	9,02	10,1	—	—	—
8,0	80	—	—	6,20	7,36	9,65	—	—	—	—
9,0	90	—	—	—	8,38	10,9	12,2	—	—	—
10,0	100	—	—	—	—	12,2	—	15,1	20,6	23,3
12,5	125	—	—	—	—	15,5	17,3	19,1	26,2	29,6

СТАЛЬ УГЛОВАЯ НЕРАВНОПОЛОЧНАЯ (ГОСТ 8510—72)

Таблица 13.20

Размеры уголка, мм (рис. 13.16)			Масса 1 м, кг	Размеры уголка, мм (рис. 13.16)			Масса 1 м, кг
a	b	c		a	b	c	
25	16	3	0,91	80	50	6	5,92
32	20	4	1,52	90	56	6	6,70
40	25	4	1,94	100	63	6	8,03
45	28	4	2,20	100	63	7	8,70
50	32	4	2,49	110	70	6	9,01
56	36	4	2,81	110	70	7	9,64
63	40	5	3,91	125	80	7	11,92
70	45	5	4,39	125	80	8	12,50
75	50	6	5,69				

СТАЛЬ ШВЕЛЛЕРНАЯ (ГОСТ 8240—72)

Таблица 13.21

Номер профиля	Масса 1 м стали, кг	Размеры, мм (рис. 13.2)			Площадь сечения, см ²	Номер профиля	Масса 1 м стали, кг	Размеры, мм (рис. 13.2)			Площадь сечения, см ²
		h	b	d				h	b	d	
5	4,84	50	32	4,4	6,16	16a	15,3	160	68	5,0	19,50
6,5	5,90	65	36	4,4	7,51	18	16,3	180	70	5,1	20,70
8	7,05	80	40	4,5	8,98	18	17,4	180	74	5,1	22,30
10	8,59	100	46	4,5	10,90	20	18,4	200	76	5,2	23,40
12	10,44	120	52	4,8	13,30	24	24,0	240	90	5,6	30,60
14	12,3	140	58	4,9	15,60	30	31,8	300	100	6,5	40,50
14a	13,3	140	62	4,9	17,00	40	48,3	400	115	8,0	61,50
16	14,2	160	64	5,0	18,10						

Примечание. Длина швеллерных балок от 4 до 13 м; допускается как исключение длина и более 13 м.

СТАЛЬ ДВУТАВРОВАЯ (БАЛКИ) (ГОСТ 8239—72)

Таблица 13.22

Номер профиля	Масса 1 м стали, кг	Размеры, мм (рис. 13.3)			Площадь сечения, см ²	Номер профиля	Масса 1 м стали, кг	Размеры, мм (рис. 13.3)			Площадь сечения, см ²
		h	b	d				h	b	d	
10	9,46	100	55	4,5	12,0	22a	25,80	220	120	5,4	32,8
12	11,50	120	64	4,8	14,7	24	27,30	240	115	5,6	34,88
14	13,70	140	73	4,9	17,4	24a	29,40	240	125	5,6	37,5
16	15,90	160	81	5,0	20,2	27	31,50	270	125	6,0	40,8
18	18,40	180	90	5,1	23,4	27a	33,90	270	135	6,0	43,8
18a	19,90	180	100	5,1	25,4	30	36,50	300	135	6,5	46,5
20	21,00	200	100	5,2	26,8	30a	39,20	300	145	6,5	49,9
20a	22,70	200	110	5,2	28,9	40	56,10	400	155	8,0	71,4
22	24,00	220	110	5,4	30,6	50	76,80	500	170	9,5	97,8

Примечание. Минимальная и максимальная длины балок: для профилей № 10—18 — соответственно 5 и 13 м, для профилей № 20—50 — 6 и 19 м.

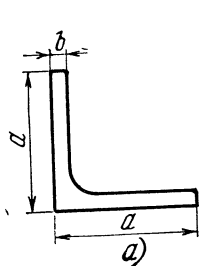


Рис. 13.1. Сталь угловая:
а) равнополочная; б) неравнополочная

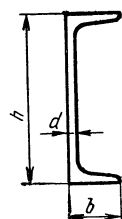
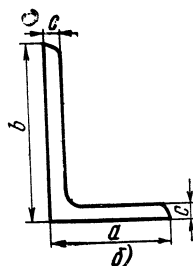


Рис. 13.2. Сталь швеллерная

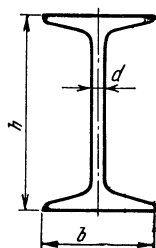


Рис. 13.3. Сталь двутавровая (балки)

13.9. ПРОКАТ АЛЮМИНИЕВЫЙ

В табл. 13.23 приведены технические данные алюминия уголкового равнополочного, а в табл. 13.24 — алюминиевых швеллеров.

Т а б л и ц а 13.23

Алюминий уголкового равнополочного (ГОСТ 13737—68)

Номер профиля	Размеры, мм	Масса 1 м, кг
66	20×20×2	0,218
88	25×25×2,5	0,339
122	30×30×3	0,490
188	40×40×4	0,871
231	50×50×5	1,361
258	60×60×6	1,954

Т а б л и ц а 13.24

Швеллеры алюминиевые (ГОСТ 13623—68)

Номер профиля	Размеры, мм	Масса 1 м, кг
246	50×30×4	1,177
192	70×25×3	0,983
334	70×40×5	2,018
306	80×35×4,5	1,828

13.10. МЕТИЗЫ

В табл. 13.25 приведены технические данные применяемых при строительстве кабельных сооружений болтов, а в табл. 13.26 — строительных гвоздей.

Болты (ГОСТ 7796—62)

Таблица 13.25

Размеры, мм, d×l	Масса 1000 шт., кг	Размеры, мм, d×l	Масса 1000 шт., кг	Размеры, мм, d×l	Масса 1000 шт., кг	Размеры, мм, d×l	Масса 1000 шт., кг	Размеры, мм, d×l	Масса 1000 шт., кг
8×16	9,10	10×20	16,51	12×25	29,84	16×30	64,80	20×40	136,30
8×20	10,64	10×25	19,53	12×30	34,18	16×35	72,60	20×45	147,50
8×25	12,56	10×30	22,55	12×35	38,57	16×40	80,40	20×50	160,60
8×30	14,48	10×35	25,57	12×40	42,86	16×45	88,20	20×55	172,80
8×35	16,40	10×40	28,59	12×45	47,20	16×50	96,00	20×60	184,90
8×40	18,32	10×45	31,61	12×50	51,54	16×55	103,80	20×65	192,20
8×45	21,24	10×50	34,63	12×55	55,89	16×60	111,60	20×70	204,30
8×50	22,16	10×55	37,65	12×60	60,23	16×65	119,40	20×75	216,50
8×55	24,08	10×60	40,67	12×65	64,58	16×70	127,10	20×80	228,60
8×60	26,00	10×65	43,69	12×70	67,92	16×75	134,20	—	—
8×65	27,92	10×70	46,71	12×75	73,27	16×80	140,70	—	—
8×70	29,84	10×75	49,73	12×80	77,61	—	—	—	—
8×75	31,76	10×80	52,75	—	—	—	—	—	—
8×80	33,68	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 13.26

Гвозди строительные

Диаметр стержня, мм	Длина гвоздя, мм	Масса 1000 шт., кг	Диаметр стержня, мм	Длина гвоздя, мм	Масса 1000 шт., кг	Диаметр стержня, мм	Длина гвоздя, мм	Масса 1000 шт., кг
1,2	20	0,183	1,8	30	0,610	3,0	70	3,950
1,2	25	0,232	1,8	40	0,810	3,0	80	4,500
1,4	20	0,256	1,8	60	1,200	4,0	100	9,900
1,4	45	0,558	2,0	40	1,010	5,0	150	23,200
1,6	25	0,416	2,2	45	1,370	6,0	200	43,000
1,6	35	0,574	2,2	50	1,520	7,0	225	68,000
1,8	50	0,880	2,5	50	1,810	8,0	250	93,600

13.11. ПРОВОЛОКА

В табл. 13.27 приведены технические данные проволоки, применяемой при строительстве сооружений связи.

Таблица 13.27

Технические данные проволоки

Диаметр проволоки, мм	Расчетная масса 1000 м, кг	Масса мотка, кг
Проволока стальная оцинкованная (ГОСТ 1668—73)		
1,5	13,9	10
2,0	24,7	20
3,0	55,5	25
Проволока стальная перьевая (ГОСТ 15892—70)		
1,0	6,25	5
1,2	9,0	10
1,4	12,2	10
2,0	25,0	15
2,5	34,0	20

13.12. ИЗОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Гидроизол (ГОСТ 7415—55) — рулонный материал, изготовленный из асбестового картона, пропитанного битумом при соотношении массы картона к массе битума 1:0,6. Может изготавливаться с покрытием с обеих сторон дополнительным слоем битума. При стандартных испытаниях (полосы шириной 5 см) выдерживает не менее 30 кг на растяжение. Материал не гниет и долговечен.

Металлонзол — гидроизолирующий материал для ответственных конструкций. На металлическую основу нанесен слой битума. В случае повреждения битума металлическая основа подвергается коррозии.

Рубероид (ГОСТ 10923—64) представляет собой картон, покрытый тугоплавкими нефтяными битумами с одной (односторонний) или с двух сторон (двусторонний). По виду посыпки с лицевой стороны рубероид различают: с мелкой минеральной посыпкой (с двух сторон), с чешуйчатой посыпкой из слюдяного сланца и с крупнозернистой посыпкой (с одной стороны). Рубероид водонепроницаем, упруг и погодоустойчив. Масса 1 м² составляет от 0,25 до 0,42 кг, масса рулона — от 22 до 27 кг.

Толь (ГОСТ 10999—64) — гидроизолирующий материал, менее погодоустойчив и огнестоек, но более мягок, чем рубероид, применяется для гидроизоляции. Толь выпускается марки ТК-350. Масса 1 м² 0,35—0,42 кг, масса рулона — от 18 до 25 кг. Рубероид и толь изготавливаются в виде полотен шириной 750 и 1000 мм и выпускаются в рулонах размерами: рубероид 10, 15, 20 м², толь 30 и 15 м².

Битумы подразделяются на нефтяные и сланцевые. Нефтебитумы имеют марку в зависимости от твердости, температуры размягчения и растяжимости. В табл. 13.28 указаны внешние признаки битумов при комнатной температуре.

Таблица 13.28

Внешние признаки битумов

Марка битума	Признаки при комнатной температуре
I, II III	Мягкий на ощупь. При ударе деформируется пластично; на ровной поверхности постепенно растекается, сохраняя твердость на ощупь
IV V	Разбивается на крупные куски без осколков Разбивается молотком, образуя осколки с блестящей поверхностью

В качестве растворителей для битумов применяются керосин, нефть и сланцевые масла.

Б. ЛИНЕЙНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И АРМАТУРА

13.13. ТЕРМОКАМЕРЫ НУП

Для подземных необслуживаемых усилительных пунктов (ТУ А950. 005.042) применяются камеры различной конструкции и размеров — металлические цистерны и малогабаритные контейнеры. В табл. 13.29 приведены некоторые данные таких камер и контейнеров.

Таблица 13.29

Некоторые данные подземных камер НУП

Тип камеры	Размеры, мм			Номера заводских чертежей	Область применения для	
	диаметр	длина	высота		кабеля типа	системы передачи
Металлическая камера горизонтального типа с элементами крепления аппаратуры (НУП К-60П)	2600 2600	4400 4400	— —	A92 133 022 A92 133 023	4×4 7×4	К-60П К-60П
	2600	2400	—	A92 133 021	4×4	К-60П
То же, без элементов крепления аппаратуры	2600	4400	—	A92 133 015	7×4	К-60П
	2600	2400	—	A92 133 014	4×4	К-60П
То же, незащищенная	2600	2400	—	3a2 133 092	4×4	К-60П
Металлическая камера горизонтального типа, защищенная, с элементами крепления аппаратуры П-304	2600	2400	—	A92 133 017	4×4	П-304
Металлическая камера горизонтального типа	2600 2600	4000 6000	— —	Ц.И2 133 008 3a4 199 000	КМБ-4 КМБ-8/6	К-1920 К-1920
То же, усиленная	2600 2600	4000 6000	— —	3a4 19 9003 3a4 199 001	КМБ-4 КМБ-8/6	К-1920 К-1920
Малогабаритный НУП (контейнер) в металлическом кожухе	580	—	1700	—	1×4	К-60П
То же, в кожухе из стеклопластика	480	—	800	—	1×4	К-60П

13.14. КАБЕЛЬНЫЕ ШКАФЫ

Шкафы распределительные телефонные (ГОСТ 16959—74) подразделяются на уличные (ШР) для установки вне помещений и для установки внутри помещений (ШРП). Шкафы имеют внутренний каркас для установки и крепления боксов. Общий вид распределительного шкафа показан на рис. 13.4; размеры и масса приведены в табл. 13.30.

Таблица 13.30

Технические данные распределительных телефонных шкафов (ГОСТ 16959—74)

Тип шкафа	Размеры, мм (рис. 13.4)				Масса, кг	Место установки
	высота	ширина	глубина	высота цоколя		
ШР-1200	2161	868	290	321	380	Вне помещения
ШР-600	1544	692	290	286	260	
ШРП-1200	2100	850	278	—	160	
ШРП-600	1500	687	278	—	120	Внутри помещений
ШРП-300	1040	593	240	—	90	

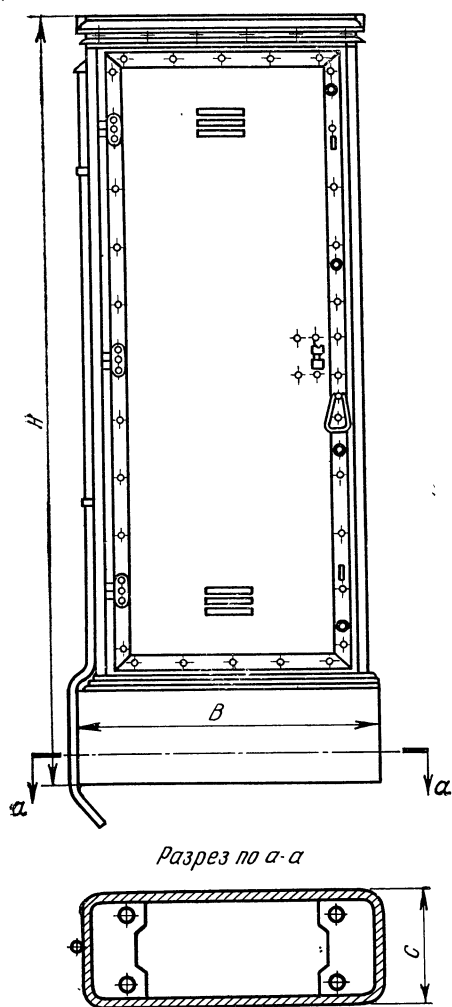


Рис. 13.4. Общий вид распределительного телефонного шкафа

УКМШ-14/4-2 (на 14 цепей, из них четыре цепи уплотненные), УКМШ-14/6-2 (на 14 цепей, из них шесть цепей уплотненные). Цифра 1 на конце обозначения устройств для уплотненных цепей означает, что отношение витков равно 550:140, цифра 2 — что это отношение равно 550:180. Сопротивление изоляции между токоведущими частями, электрически не связанными между собой, и корпусом, должно быть не менее 10 000 МОм при напряжении 500 В. В устройстве имеется место для дополнительной установки автотрансформаторов, дренажных и запирающих катушек при необходимости уплотнения цепей. Устройства устанавливаются для эксплуатации на открытом воздухе в районах с умеренным и холодным климатом.

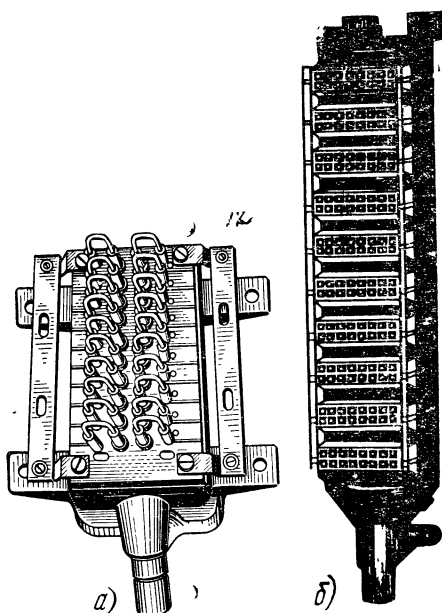


Рис. 13.5. Кабельные боксы: а) международного типа БМ; б) городского типа БКТ

Устройства кабельные междугородные шкафные (УКМШ) предназначаются для соединения воздушных проводов с жилами кабеля, а также монтажа линейных согласующих устройств и элементов защиты установок проводной связи от опасных и мешающих напряжений и токов, возникающих на линиях.

Устройства УКМШ изготавливаются следующих типов: УКМШ-8 (на восемь неуплотненных цепей), УКМШ-14 (на 14 неуплотненных цепей), УКМШ-8/3-1 (на восемь цепей, из них три цепи уплотненные), УКМШ-8/3-2 (на восемь цепей, из них три цепи уплотненные),

13.15. КАБЕЛЬНЫЕ ОКОНЕЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

КАБЕЛЬНЫЕ БОКСЫ

Кабельные телефонные боксы (рис. 13.5) предназначаются для оконечной разделки кабелей связи. Для междугородных кабелей применяются боксы марки БМ, для городских кабелей — боксы марок БКТ и БГ. Технические данные кабельных боксов приведены в табл. 13.31 и 13.32.

Т а б л и ц а 13.31

Технические данные боксов типа БМ
(ГОСТ 9677—67)

Марка бокса	Количество кабельных вводов	Емкость бокса, пары	Количество плинтов	Масса бокса, кг
БМ1-1	1	10/6	1	2,94
БМ1-2	1	20/12	2	5,03
БМ2-2	2	20/12	2	5,10
БМ2-3	2	30/18	3	6,40
БМ2-1	2	10/6	1	2,96

Т а б л и ц а 13.32

Технические данные боксов
типа БКТ (ГОСТ 8108—67)

Марка бокса	Емкость бокса, пары	Количество десятипарных плинтов
БКТ-20×2	20	2
БКТ-30×2	30	3
БКТ-50×2	50	6
БКТ-100×2	100	10

Боксы типа БМ должны поставяться с установленными на них плинтами типа ПН-10 или ПЭ-6 (ГОСТ 9676—67), планками для закрепления соединительных проводов (кабелейторами) и держателями пластинок для нанесения нумерации. Сопротивление изоляции боксов должно быть не менее 50 000 МОм, а переходное затухание 78,3 дБ. Боксы должны выдерживать испытание на пробой напряжением 2000 В.

В настоящее время промышленность также выпускает боксы кабельные междугородные влагонепроницаемые типа БМВ1-2 (ТУ 45-1024—72), предназначенные для включения междугородных высокочастотных симметричных кабелей. Они предназначены для работы в условиях перепада температуры от —40 до +50°С и относительной влажности до 98%. Каждый бокс комплектуется двумя плинтами междугородного типа ПЭ-6 с двухпарными вилками, защитными крышками, кабелейторами и двумя коробками с силикагелем (одна запасная). Габаритные размеры 455×230×255 мм; масса 18,3 кг.

Боксы типа БКТ предназначены для установки в распределительных шкафах и нишах. Сопротивление изоляции боксов типа БКТ должно быть не менее 3000 МОм, испытательное напряжение — 1000 В. Поставляются боксы с установленными на них плинтами типа 9Д (с длинными перьями) по ГОСТ 6110—67.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ КОРОБКИ

По конструкции коробка состоит из корпуса с крышкой и десятипарного плинта. Устанавливаются распределительные коробки на стенах или при скрытой системе проводки в вертикальных нишах. Распределительные коробки (ГОСТ 8525—67) изготавливаются марок: КРТ-10—для установки в неотапливаемых помещениях и КРТП-10 для установки в отапливаемых помещениях (рис. 13.6).

Основание, крышка и корытце бокса коробки типа КРТ-10 — из серого чугуна. Вводная трубка — стальная. Масса коробки 1,22 кг. Коробка типа КРТП-10 изготавливается из прессованной массы марки «волокнит» или марки К-18-22 по ГОСТ 5689—66. Клемма (из латуни) для подключения провода заземления электрически соединена с винтами крепления плинта. Масса коробки 0,4 кг. Крышки должны открываться относительно поверхности плинта под углом не менее 75° и закрываться под действием собственной массы.

ЯЩИКИ КАБЕЛЬНЫЕ

Для городских телефонных сетей кабельные ящики (ГОСТ 6753—67) устанавливаются в местах перехода кабельных линий на воздушные и предназначены для установки в них кабельных боксов типа БГ по ГОСТ 7651—67.

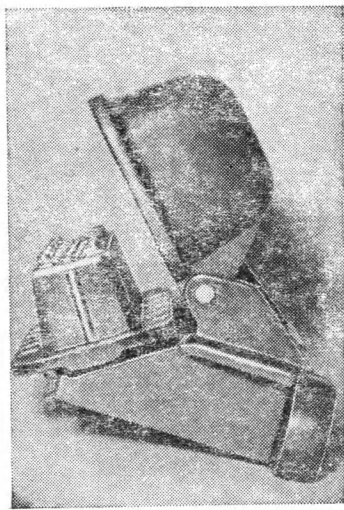


Рис. 13.6. Коробка распределительная телефонная КРТП-10

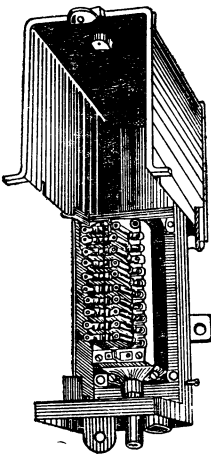


Рис. 13.7. Кабельный ящик ГТС ЯКГ-10

Кабельные ящики (рис. 13.7) изготавливаются двух типов: ЯКГ-10×2 для включения десятипарного кабеля и ЯКГ-20×2 для включения двадцатипарного кабеля. Технические данные кабельных ящиков приведены в табл. 13.13. Крышка ящика должна обеспечивать защиту бокса с плинтом, установленных вну-

Т а б л и ц а 13.33

Технические данные кабельных ящиков

Тип ящика	Высота, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Масса, кг, с плинтами, не более
ЯКГ-10×2	229	157	117	5,5
ЯКГ-20×2	252	157	221	9,5

три ящика, от атмосферных осадков. Сопротивление изоляции плинта — не менее 1000 МОм.

13.16. АБОНЕНТСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для защиты абонентских телефонных установок от опасных напряжений и токов, возникающих на линиях связи, применяются устройства типа АЗУ (ГОСТ 6524—61), технические данные которых приведены в табл. 13.34. Уголь-

Т а б л и ц а 13.34

Технические данные защитных устройств

Тип	Состав защитного устройства	Область применения
АЗУ-1	С двумя угольными разрядниками типа УР-500	При отсутствии пересечений проводов воздушной линии связи с проводами электрических сетей напряжением 380/220 В или с сетями трамвая и троллейбуса
АЗУ-2	С двумя угольными разрядниками типа УР-500 и двумя трубчатыми предохранителями типа СК-1	При наличии пересечений проводов воздушной линии связи с проводами электрических сетей напряжением 380/220 В или с сетями трамвая и троллейбуса
АЗУ-3	С двумя угольными разрядниками типа УР-500, с двумя предохранителями типа СК-1 и двумя искровыми разрядниками типа ИР-0,3	При установке блокиратора на воздушной линии связи и пересечении ее с проводами электрических сетей напряжением 380/220 В или сетями трамвая и троллейбуса

ные разрядники типа УР-500 должны выдерживать без пробоя напряжение и пробиваться при напряжении 500 В. Сопротивление изоляции устройства должно быть не менее 1000 МОм. Устройства должны храниться в условиях, гарантирующих их от повреждений и попадания влаги.

13.17. КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ И ПУПИНОВСКИЕ ЯЩИКИ

Технические данные катушек индуктивности (рис. 13.8а) и пупиновских ящиков (рис. 13.8б) (ТУ ЯЭО.475.002) приведены в табл. 13.35 и 13.36.

В соответствии с габаритами типовых колодцев ящики с катушками индуктивности можно размещать:

в больших колодцах по два ящика. Ящики устанавливаются с обеих сторон вдоль большей стенки колодца друг против друга, но со сдвигом по оси от центра колодца к торцам;

в средних колодцах по одному ящику типа ЧИ-4, ЧИ-5 и ЧИ-6 и по два ящика типа ЧИ-1, ЧИ-2 и ЧИ-3; последние устанавливаются по одному вдоль колодца со сдвигом от центра;

в малых колодцах по одному ящику типа ЧИ-1 и ЧИ-2.

Непосредственно в грунте ящики индуктивности рекомендуется размещать только при пупинизации всей емкости бронированного кабеля. При частичной

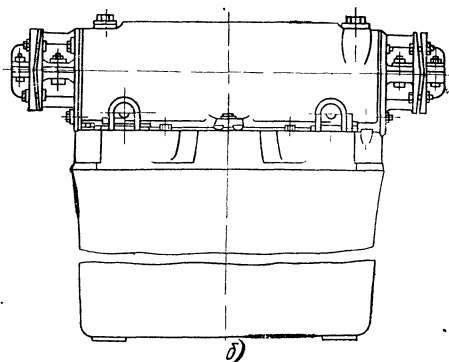
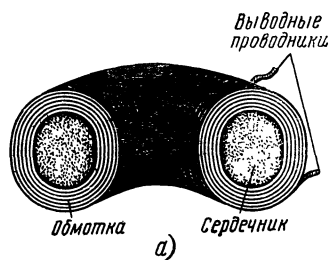


Рис. 13.8. Катушка индуктивности (а) и пупиновский ящик (б)

Таблица 13.35

Технические данные катушек индуктивности

Тип катушки	Сопротивление, Ом	Индуктивность, МГ	Назначение
ТЧ-1001	10	100 }	Для основных цепей городских кабелей
ГЧ-070-3-1	7	70 }	связи
ГЧ-1403	10	140 }	Для основных цепей междугородных кабелей
ГЧ-0568-1	5	56 }	связи
ВЧ-0123	3	12 }	Для кабелей с экранированными парами и полистирольной изоляцией
КИ-114-56	8,3/4,15	140/56 }	Для искусственных цепей междугородных кабелей
КИ-110-70	6,8/3,4	100/70 }	связи
ВЧ-0105	—	10 }	Для кабелей ПРВПМ

Таблица 13.36

Технические данные пупиновых ящиков

Тип корпуса	Максимальное количество катушек для кабелей		Габариты корпуса, мм				Масса ящика, кг
	междугородных	городских	диаметр	высота	ширина	длина	
ЧИ-1	12	16	—	288	235	420	31
ЧИ-2	20	40	—	348	334	700	80
ЧИ-3	38	80	—	453	480	660	105
ЧИ-4	60	114	520	615	—	—	141
ЧИ-5	90	152	520	687	—	—	145
ЧИ-6	142	209	520	800	—	—	154

Примечание. Корпус ящиков сделан из чугуна.

пупинизации пар бронированного кабеля рекомендуется устраивать колодец для размещения ящика и разветвительных муфт. В соответствии с заказом ящики должны поставяться с сварными вводными кабелями (стабикабели).

13.18. АРМАТУРА СМОТРОВЫХ УСТРОЙСТВ КАБЕЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Консоли для кабельных колодцев, коллекторов и шахт (ГОСТ 8850—74) изготавливаются следующих типов: ККЧ-1, ККЧ-2, ККЧ-3, ККЧ-4, ККЧ-5 и ККЧ-6. В этом обозначении первая буква означает консоль, вторая — кабельная, третья — чугунная, цифра — количество кабельных мест на консоли. Каждая консоль должна быть укомплектована консольным болтом с шайбой и гайкой. Консоль, шайба, гайка и болт консольный, кроме резьбовой части болта, должны быть покрыты эмалевой краской черного цвета. Транспортировка осуществляется без упаковки, пачками массой до 30 кг.

Общий вид консоли приведен на рис. 13.9. В табл. 13.37 приведены некоторые данные консолей и их крепящих деталей.

Кронштейны изготавливаются по ГОСТ 8487—74 следующих типов: ККП-60 для оборудования кабельных колодцев малого типа, ККП-130 для оборудования кабельных колодцев среднего и большого типа; ККУ-130 для оборудования кабельных колодцев при числе вводимых каналов более 30, ККУ-190 для оборудования кабельных колодцев нестандартного типа, шахт АТС и коллекторов. Кронштейны (рис. 13.10) поставляются комплектно с двумя анкерными болтами (ершами), двумя шайбами и двумя гайками на каждый кронштейн.

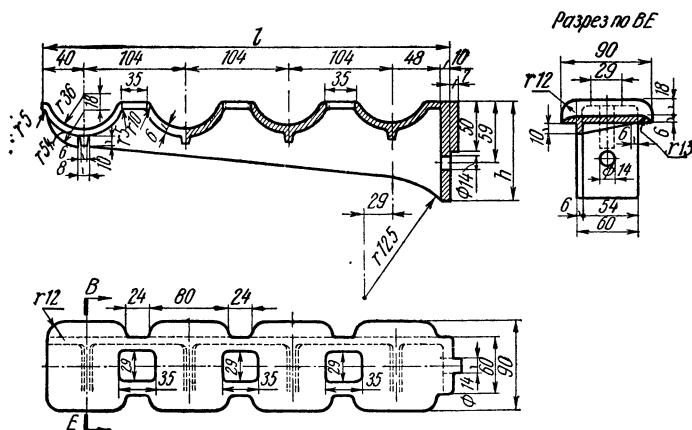


Рис. 13.9. Консоль кабельная чугунная ККЧ

Таблица 13.37

Консоли ККЧ и их крепящие детали

Тип консоли	Размеры консолей, мм		Масса, кг			
	высота <i>h</i>	длина <i>l</i>	консоли	болта консольного	гайки	шайбы
ККЧ-1	64	105	0,63	0,092	0,025	0,006
ККЧ-2	65	209	0,80	0,092	0,025	0,006
ККЧ-3	75	313	1,25	0,092	0,025	0,006
ККЧ-4	100	517	2,00	0,092	0,025	0,006
ККЧ-5	100	426	3,15	0,092	0,025	0,006
ККЧ-6	100	630	4,45	0,092	0,025	0,006

Таблица 13.38

Технические данные люков

Тип люка	Диаметр, мм		Высота, мм	Масса, кг
	внутренний	наружный		
Т Л	600	850	200	162
	600	850	100	125

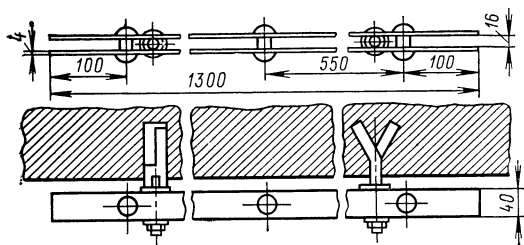


Рис. 13.10. Кронштейн полосовой для консолей

Основание кронштейнов ККП-60 и ККП-130 должно изготавливаться из стали толщиной 40 мм (полосовая, марки Ст. 3) Кронштейны ККУ-190 и ККУ-130 изготавливаются из угловой стали 40×40×4.

Люки, устанавливаемые на смотровых устройствах кабельной канализации, изготавливаются по ГОСТ 8591—57 следующих типов: тяжелый «Т» для установок на проезжей части улиц, легкий «Л» для установок на тротуарах. Люк имеет две крышки. На внутренней крышке должен быть запор. Наружная крышка должна прилегать к кольцевой поверхности рамы люка плотно, без качания и быть на уровне верхнего борта корпуса люка. Данные люков приведены в табл. 13.38.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ	5
1.1. Единицы мер и их обозначения	5
1.2. Математические таблицы	8
1.3. Децибелы	14
1.4. Основные формулы электротехники	18
1.5. Уровни передачи	23
1.6. Свойства металлов, диэлектриков и других материалов	27
РАЗДЕЛ 2. ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ ПО КАБЕЛЯМ СВЯЗИ	35
2.1. Общие сведения	35
2.2. Основные уравнения передачи по кабельной цепи	36
2.3. Активное сопротивление цепи	36
2.4. Индуктивность цепи	40
2.5. Емкость цепи	41
2.6. Проводимость изоляции цепи	42
2.7. Волновое сопротивление	43
2.8. Коэффициент распространения электромагнитной энергии	44
2.9. Скорость распространения электромагнитной энергии по кабелям	45
2.10. Зависимость вторичных параметров кабельной линии от частоты	46
2.11. Свойства неоднородных линий	47
2.12. Качество передачи и дальность связи	47
2.13. Взаимное влияние в кабелях связи	49
2.14. Основное уравнение влияния	51
2.15. Переходное затухание	53
2.16. Коэффициент электромагнитной связи	54
2.17. Особенности передачи энергии по коаксиальным кабелям	56
2.18. Особенности пупинизированных кабелей	61
2.19. Системы организации связи по кабельным магистралям	63
2.20. Системы высокочастотного уплотнения кабелей связи	64
РАЗДЕЛ 3. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ	66
3.1. Конструктивные элементы кабелей	66
3.2. Классификация и маркировка кабелей связи	73
3.3. Городские телефонные кабели	78
3.4. Междугородные симметричные кабели	89
3.5. Зоновые (внутриобластные) кабели	104
3.6. Кабели для соединительных линий и вставок	111
3.7. Кабели сельской связи (ОСТ 16-505.002-71)	122
3.8. Коаксиальные кабели	129
3.9. Электрические характеристики междугородных кабелей на усилительных участках	146
РАЗДЕЛ 4. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ	150
4.1. Общие сведения	150
4.2. Характеристика и классификация грунтов	150
4.3. Разбивка трасс	153
4.4. Ограждение участков	154
4.5. Открытая разработка грунтов для прокладки кабелей и труб	156
4.6. Скрытая (бестраншейная) разработка грунтов для прокладки кабелей и труб	158
4.7. Крепление траншей и котлованов	159
4.8. Особенности работы в мерзлых и вечномерзлых грунтах	164
4.9. Особенности работы в скальных грунтах	166
4.10. Особенности работы в грунтах, насыщенных водой	168
РАЗДЕЛ 5. КАБЕЛЬНАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ	169
5.1. Состав и назначение	169
А. Трубопроводы	169
5.2. Асбестоцементные трубы	170
5.3. Бетонные (цементно-песчаные) трубы	175
5.4. Полиэтиленовые трубы	183
5.5. Винипластовые трубы	188
5.6. Пековолокнистые трубы	189
5.7. Стальные трубы	190
5.8. Трубы резино-эбонитовые (полутвердые)	194
5.9. Трубы резино-битумные	194
5.10. Трубы бумажно-металлические	195
5.11. Рукава металлические гибкие (металлорукава)	195
5.12. Минимально допустимое заглубление подземных трубопроводов и глубина траншей	196
5.13. Взаимное расположение подземных трубопроводов связи и других сооружений	198
5.14. Уклоны подземных трубопроводов под кабели связи	198
5.15. Расчет диаметров труб для закладных устройств скрытой проводки	200
5.16. Размеры траншей и объемы земляных работ	201
5.17. Вскрытие и восстановление уличных покрытий	209
Б. Смотровые устройства кабельной канализации связи.	
Колодцы и коробки	210
5.18. Классификация подземных колодцев и коробок	210
5.19. Основные материалы для подземных колодцев и коробок	211
5.20. Типовые подземные проходные железобетонные колодцы и коробки	212

	Стр.
5.21. Типовые подземные угловые железобетонные колодцы	216
5.22. Типовые подземные разветвительные железобетонные колодцы	223
5.23. Типовые подземные станционные железобетонные колодцы	226
5.24. Кирпичные подземные колодцы и коробки (общие сведения)	228
5.25. Типовые подземные проходные кирпичные колодцы и коробки	229
5.26. Типовые подземные угловые кирпичные колодцы	231
5.27. Типовые подземные разветвительные кирпичные колодцы	233
5.28. Типовые подземные станционные кирпичные колодцы	235
5.29. Перекрытия для типовых кирпичных колодцев	237
5.30. Нетиповые подземные сборные колодцы из типовых железобетонных элементов	240
5.31. Металлические опалубки-формы для изготовления типовых подземных сборных железобетонных колодцев и коробок	243
5.32. Площади, объемы и массы типовых подземных колодцев и коробок	247
5.33. Котлованы для типовых подземных колодцев и коробок	255
5.34. Вскрытие и восстановление покровов при разработке котлованов для типовых подземных колодцев и коробок	261
5.35. Объем земляных работ и площади вскрываемого и восстанавливаемого замощения при разработке котлованов для типовых колодцев и коробок	261
5.36. Оборудование подземных колодцев и коробок кабельной канализации	270
5.37. Смотровые устройства на трубопроводах и каналах скрытой проводки внутри зданий	271
В. Коллекторы, туннели и шахты	272
5.38. Коллекторы и туннели	272
5.39. Шахты	276
5.40. Некоторые рекомендации по применению средств механизации и транспорта на строительстве кабельной канализации	278
РАЗДЕЛ 6. ПРОКЛАДКА И ПОДВЕСКА КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ	281
6.1. Общая часть	281
6.2. Кабельные барабаны	283
6.3. Максимальная длина кабеля на барабанах	284
6.4. Допустимые радиусы изгиба кабелей	288
6.5. Максимальные тяговые усилия, длины пролетов и минимальная температура воздуха, допустимые при прокладке кабелей связи	292
6.6. Габариты сближения кабелей связи с другими сооружениями	298
6.7. Кабельные площадки	299
6.8. Оборудование машин для транспортировки кабеля	301
6.9. Испытание кабелей перед прокладкой	301
6.10. Группирование строительных длин кабеля	302
6.11. Заготовка каналов трубопровода перед протягиванием кабеля	304
6.12. Прокладка кабелей в подземных трубопроводах	306
6.13. Выемка старого кабеля из каналов подземного трубопровода	312
6.14. Прокладка подземных кабелей	313
6.15. Прокладка кабеля через реки	316
6.16. Вводы кабелей в здания, прокладка по стенам и в каналах скрытой проводки	317
6.17. Подвеска кабелей на стальных канатах по столбам	325
6.18. Подвеска кабелей на стальных канатах по стоечным опорам на крышах зданий	337
РАЗДЕЛ 7. МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ	341
А. Монтаж кабелей междугородных линий связи	341
7.1. Общие сведения	341
7.2. Приемка в монтаж проложенного кабеля	346
7.3. Котлованы для монтажа муфт	347
7.4. Подготовка концов кабеля к сращиванию	347
7.5. Монтаж сростка жил	349
7.6. Сращивание свинцовых оболочек	356
7.7. Защита сростка и фиксация его местонахождения	360
7.8. Особенности монтажа ВЧ кабелей симметричной конструкции	361
7.9. Монтаж коаксиального кабеля типа КМ-4	365
7.10. Монтаж малогабаритного коаксиального кабеля типа МКТС-4	369
7.11. Монтаж комбинированного кабеля типа КМБ-8/6	372
7.12. Монтаж однокоаксиального кабеля типа ВКПА-2,1/9,7	373
7.13. Монтаж кабелей в алюминиевой оболочке	376
7.14. Монтаж кабелей в стальной оболочке	396
7.15. Монтаж кабелей в пластмассовой оболочке	397
7.16. Монтаж кабелей с разнородными оболочками	408
7.17. Особенности монтажа кабелей специальной конструкции	410
7.18. Монтаж кабелей на речных переходах	413
7.19. Монтаж изолирующих муфт	420
7.20. Монтаж устройств грунтовой АРУ	425
Б. Монтаж кабелей городских сетей связи	430
7.21. Состав монтажных работ	430
7.22. Краткие характеристики способов монтажа кабелей ГТС	431
7.23. Выкладка по форме колодцев и разметка концов сращиваемых кабелей	433
7.24. Сращивание жил кабелей ГТС	441
7.25. Восстановление наружных покровов кабелей в однородных свинцовых оболочках	444
7.26. Восстановление наружных покровов кабелей в однородных полиэтиленовых оболочках	454
7.27. Сварка полиэтиленовых муфт с оболочками кабелей ТПП и частей муфт между собой	464
7.28. Муфты для восстановления наружных покровов кабелей в однородных поли-	

	Стр.
винилхлоридных оболочках	468
7.29. Сварка поливинилхлоридных муфт с оболочками кабелей ТПВ и частей муфт между собой	472
7.30. Сращивание кабелей в разнородных оболочках	473
7.31. Монтаж оконечных устройств линейных кабелей ГТС	475
РАЗДЕЛ 8. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, СИММЕТРИРОВАНИЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ	483
8.1. Назначение и виды электрических измерений	483
8.2. Измерения постоянным током	483
8.3. Измерения переменным током	497
8.4. Определение места повреждения кабеля	517
8.5. Прямо-сдаточные электроизмерения	528
8.6. Измерительные приборы	528
РАЗДЕЛ 9. ИСПЫТАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ И ПОСТАНОВКА КАБЕЛЕЙ ПОД ПОСТОЯННОЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ГАЗОВОЕ ДАВЛЕНИЕ	557
9.1. Общие сведения	557
9.2. Распространение газа в кабеле	560
9.3. Допустимая величина избыточного давления	562
9.4. Нормы оценки герметичности	562
9.5. Системы содержания кабеля под постоянным газовым давлением	567
9.6. Контроль за исправностью оболочки кабеля и методы определения района ее повреждения	567
9.7. Определение места повреждения оболочки	568
9.8. Оборудование, приборы и материалы, необходимые для содержания кабеля под давлением	571
РАЗДЕЛ 10. ЗАЩИТА КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ ОТ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ И АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА	612
10.1. Источники влияния	612
10.2. Нормы опасных и мешающих напряжений и токов в цепях кабельных линий связи	612
10.3. Меры по защите кабельных линий связи от опасного и мешающего влияния ВЛ и эл. ж. д.	617
10.4. Защита кабельных линий связи от грозовых разрядов	624
10.5. Оборудование заземляющих устройств	630
РАЗДЕЛ 11. ЗАЩИТА КАБЕЛЕЙ ОТ КОРРОЗИИ	642
11.1. Основные виды и причины появления коррозии	642
11.2. Определение опасности коррозии металлических оболочек кабелей и стальных сооружений	643
11.3. Защита от почвенной коррозии	643
11.4. Защита от коррозии блуждающими токами	647
11.5. Защита от коррозии соединительных шин многоэлектродных заземляющих устройств	656
РАЗДЕЛ 12. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ТРАНСПОРТА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ	658
12.1. Кабелеукладчики	658
12.2. Землеройные машины	659
12.3. Корчеватели	665
12.4. Транспортные, тяговые и грузоподъемные машины	666
12.5. Машины для прокладки кабелей в канализации	671
12.6. Механизмы для бестраншейной прокладки кабеля	674
12.7. Бурильно-крановые машины	675
12.8. Передвижные электростанции, компрессорные станции, отбойные молотки, бетоноломы и сверлилки	677
РАЗДЕЛ 13. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ, АРМАТУРА, ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ	680
А. Строительные материалы	680
13.1. Лесные материалы	680
13.2. Кирпич	682
13.3. Цементы	683
13.4. Инертные материалы для бетона	684
13.5. Бетон и железобетон	685
13.6. Строительные цементные растворы	687
13.7. Сталь арматурная	688
13.8. Сталь прокатная	689
13.9. Прокат алюминиевый	692
13.10. Метизы	692
13.11. Проволока	693
13.12. Изолирующие материалы	694
Б. Линейные конструкции и арматура	694
13.13. Термокамеры НУП	694
13.14. Кабельные шкафы	695
13.15. Кабельные оконечные устройства	697
13.16. Абонентские защитные устройства	698
13.17. Катушки индуктивности и пупиновские ящики	699
13.18. Арматура смотровых устройств кабельной канализации	700

