СПРАВОЧНИК

СТРОИТЕЛЬСТВО КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ

Издание четвертое,
переработанное и дополненное

МОСКВА „РАДИО И СВЯЗЬ"
1988

Предисловие

Решениями XXVII съезда КПСС поставлены грандиозные задачи повышения эффективности общественного производства на основе ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда и всемерного улучшения качества продукции во всех звеньях народного хозяйства. Существенную роль в выполнении этих решений должно сыграть и соответствующее развитие всех видов связи на основе дальнейших работ по созданию Единой автоматизированной сети связи страны. Значительно возрастут протяженность междугородных телефонных каналов, число телефонов в городах и сельской местности, число пунктов приема газетных полос, передаваемых факсимильным способом. Дальнейшее развитие получат работы по организации системы передачи данных, расширению сети телевизионного и радиовещания, использованию искусственных спутников Земли. Новый мощный импульс в развитии средств связи страны должно дать широкое внедрение новейшей волоконно-оптической техники связи.

Большая роль в развитии средств связи страны отводится наиболее трудоемкому и сложному процессу — строительству кабельных линий связи (КЛС). Настоящий справочник, несомненно, окажет помощь строителям этих линий, так как в нем приводятся материалы по всему комплексу строительства КЛС.

Авторами существенно переработаны материалы предыдущего (1979 г.) издания. Приводятся новейшие сведения, относящиеся к прокладке, монтажу, электроизмерениям, испытаниям симметричных, коаксиальных и оптических кабельных линий, а также линий для цифровых систем передачи, к строительству линейных сооружений в районах вечной мерзлоты, горных условиях, при устройстве переходов через водные преграды и др. В справочнике нашли отражение новые нормы и требования, изложенные в нормативно-технической документации последних лет.

При переработке по возможности учитывались замечания и предложения, поступившие из Министерства связи СССР, Министерства угольной промышленности СССР, Министерства черной металлургии СССР и др.

Материалы разд. 1—3 написаны И. И. Гродневым, 4, 7, 9 и 12 — Д. А. Бароном, 6 — Д. А. Бароном и Г. Ш. Мижерицким, 5, 8 и 17 — Г. Ш. Мижерицким, 10, 11 — С. П. Кромом, 13—15 — Л. Д. Разумовым и 16 — В. Н. Евдокимовым.

ББК 32.889
С 86

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», утвержденных 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.

Таблица 1.1

Единицы измерения СИ

Наименование величины	Единица измерения	Сокращенное обозначение единицы измерения
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	$м^2$
Объем	кубический метр	$м^3$
Частота	герц	Гц
Плотность (объемная масса)	килограмм на кубический метр	$кг/м^3$
Скорость	метр в секунду	м/с
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с
Ускорение	метр на секунду в квадрате	$м/с^2$
Сила	ньютон	Н
Давление (механическое напряжение)	паскаль	Па
Работа, энергия, количество теплоты	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл

Окончание табл. 1.1

Наименование величины	Единица измерения	Сокращенное обозначение единицы измерения
Электрическое напряжение, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила	вольт	В
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Электрическая емкость	фарада	Ф
Поток магнитной индукции	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Гн
Магнитная индукция	тесла	Т
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	А/м
Световой поток	люмен	лм
Световая энергия	люмен в секунду	лм/с
Освещенность	люкс	лк

Таблица 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
Санти	10^{-2}	с	Гига	10^{9}	Г
Деци	10^{-1}	д	Тера	10^{12}	Т

Таблица 1.3

Важнейшие единицы мер

Мера	Единицы меры						
	Метры	Миллиметры	Дюймы	Футы	Ярды	Английские сухопутные мили	Английские морские мили
Длина	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	—	—	5280	1760	1	0,8683
	1,852	—	—	6080	2027	1,151	1

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	0,804
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	0,9926	0,0875	36	0,5878	0,8090	0,7265	66	0,9135	0,4067	2,246
6	0,1045	0,9945	0,1051	37	0,6018	0,7986	0,7536	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	0,747
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	0,8744	0,2309	44	0,5947	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	5,145
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	0,9205	0,4245	54	0,8090	0,5878	1,3764	84	0,9945	0,1045	9,514
24	0,4067	0,9135	0,5552	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	0,8988	0,4877	57	0,8387	0,5446	1,5399	87	0,9986	0,0523	19,08
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	1,6343	89	0,9998	0,0175	57,29
29	0,4848	0,8746	0,5543	60	0,8660	0,500	1,7320	90	1,000	0,0000	∞
30	0,5000	0,8660	0,5774								

Таблица 1.12

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	7,61	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 1.14

Значения функций e^x, $e^{0,1x}$, $e^{0,01x}$

x	e^x	$e^{0,1x}$	$e^{0,01x}$	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	4	54,598	1,492	1,041	7	1096,6	1,926	1,072
2	7,3891	1,221	1,020	5	148,41	1,649	1,051	8	2981,0	2,014	1,083
3	20,086	1,350	1,030	6	403,43	1,822	1,062	9	8103,1	2,460	1,094

Таблица 1.15

Значения $10^{-0,05x}, \times 10^{-3}$ 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	731,82	724,44	716,14
3	707,95	699,84	691,83	683,91	676,98	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	263,08	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	173,18	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

Таблица 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	1,7338	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	2,6003	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	3,9549	3,0903	3,1261
10	3,1623	3,1989	3,2359	3,2634	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	5,0118	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	7,5885	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	9,2256	9,3355	8,4406	9,5499	9,6605	9,7724	9,8855
20	10,000	10,116	10,223	10,352	10,471	10,593	10,715	10,839	10,965	11,092

Между неперами и децибелами существует следующее соотношение: 1Нп = =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 функ-

Закон сложения *R, L, C*. При последовательном соединении сопротивлений или 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.

Таблица 1.17

Формулы сложения *R, L, C*

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

Переменный ток. Переменным 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 п е р и о д о м *T*.

Число периодов за одну секунду называется ч а с т о т о й *f*. Частота и период связаны соотношением $f=1/T$, Гц. Угловая частота $\omega=2\pi f$.

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

$$i=I_{max}\sin\omega t,$$

где I_{max} — максимальное (амплитудное) значение тока.

Действующее значение переменного тока меньше амплитудного в $\sqrt{2}$ раза, т. е. $I=I_{max}/\sqrt{2}$.

Индуктивность и емкость при переменном токе обладают р е а к т и в н ы м с о п р о т и в л е н и е м. И н д у к т и в н о е с о п р о т и в л е н и е — это сопротив-

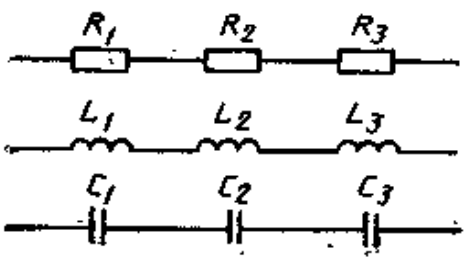


Рис. 1.3. Последовательное соединение элементов

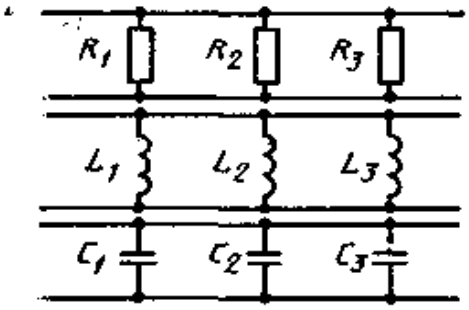


Рис. 1.4. Параллельное соединение элементов

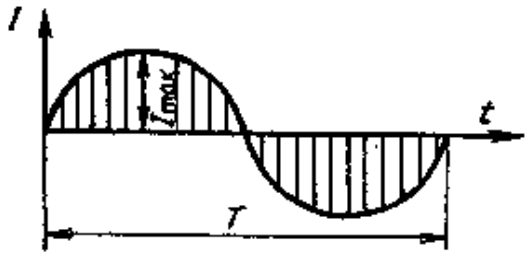


Рис. 1.5. Переменный (синусоидальный) ток

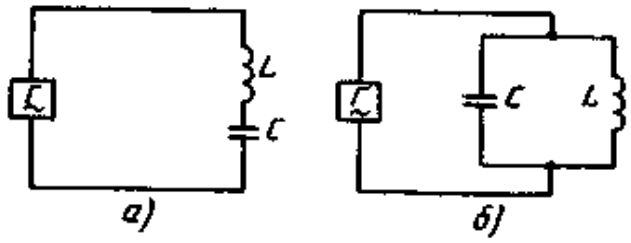


Рис. 1.6. Последовательный (*а*) и параллельный (*б*) резонансы

ление, Ом, оказываемое катушкой индуктивности L при переменном токе частотой ω:

$$X_L = \omega L.$$

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

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

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 — 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. 1.6, *а*), и параллельный резонанс, когда генератор включен параллельно контуру (рис. 1.6, *б*). 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 включает как активную 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

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

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. 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:

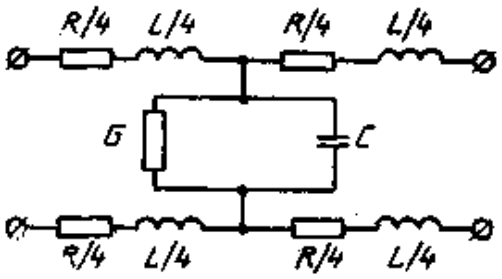


Рис. 2.2. Эквивалентная схема участка кабельной цепи

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

Отсюда можно получить следующие зависимости:

$$U_l = I_0 Z_в e^{-\gamma l};\quad I_l = (U_0/Z_в) e^{-\gamma l};\quad P_l = P_0 e^{-2\gamma l}.$$

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

На рис. 2.2 представлена эквивалентная схема участка кабелькой цепи. Здесь включенные последовательно параметры R и L образуют суммарное сопротивление $Z=R+j\omega L$, а параметры G и C — суммарную проводимость $Y=G+j\omega C$.

2.3. Первичные параметры передачи

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

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

$$R = R_0 + R_{п.э} + R_{бл} + R_м,$$

где R_0 — сопротивление постоянному току; $R_{п.э}$ — сопротивление за счет поверхностного эффекта; $R_{бл}$ — сопротивление за счет эффекта близости; $R_м$ — 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.

Значения сопротивлений постоянному току двухпроводных кабельных цепей из медных и алюминиевых проводов при 20 °С приведены в табл. 2.1.

Кабельные цепи с алюминиевыми проводниками диаметром 1,15; 1,55 и 1,8 мм по активному сопротивлению эквивалентны цепям с медными проводниками диаметром соответственно 0,9; 1,2 и 1,4 мм. Сопротивление проводника, Ом/км, при температуре t, отличной от 20 °С,

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

где R_{20} — сопротивление при t=20 °С, Ом/км; α_R — температурный коэффициент сопротивления; t — температура, при которой определяется сопротивление, °С.

Таблица 2.1

Сопротивление постоянному току медных и алюминиевых проводников

Диаметр проводника, мм	Сопротивление проводника, Ом/км		Диаметр проводника, мм	Сопротивление проводника, Ом/км	
	медного	алюминиевого		медного	алюминиевого
0,32	445,0	—	0,8	72,2	120,0
0,4	285	—	0,9	57,0	94,7
0,5	190,0	317,0	1,0	47,0	78,0
0,6	131,6	218,0	1,2	31,9	53,0
0,7	96,0	160,0	1,4	23,8	39,5

Зависимость сопротивления проводников от температуры приведена в разд. 8.

Индуктивность, Гн/км, симметричной кабельной цепи

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

где a — расстояние между центрами проводников, мм; d — диаметр проводника, мм; χ — коэффициент укрутки.

В этой формуле первый член характеризует внешнюю индуктивность, а второй — внутреннюю. Внешняя индуктивность имеет большое 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. 2.2.

Таблица 2.2

Индуктивность кабельных цепей

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

Емкость, Ф/км, симметричной цепи

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

где $\varkappa$ — коэффициент укрутки; 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 коэффициента ψ для различных видов скрутки приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Значения поправочного коэффициента для парной $\psi_п$ и звездной $\psi_з$ скруток

2.4. Вторичные параметры передачи

Волновое сопротивление $Z_в$ — 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 $Z_в$, Ом, рассчитывается по формуле

$$Z_в = \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}.$$

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

Коэффициент распространения характеризует затухание энергии и сдвиг фазы на единице длины линии.

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

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

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 $\gamma=\alpha+j\beta$ одновременно определяет изменение сигнала как по абсолютной величине, так и по фазе в кабеле длиной 1 км. Затухание линии, дБ,

$$\alpha_l = 20 \lg |U_0/U_l| = 20 \lg |I_0/I_l| = 10 \lg (P_0/P_l).$$

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. 2.4 показан характер изменения тока вдоль однородной кабельной линии.

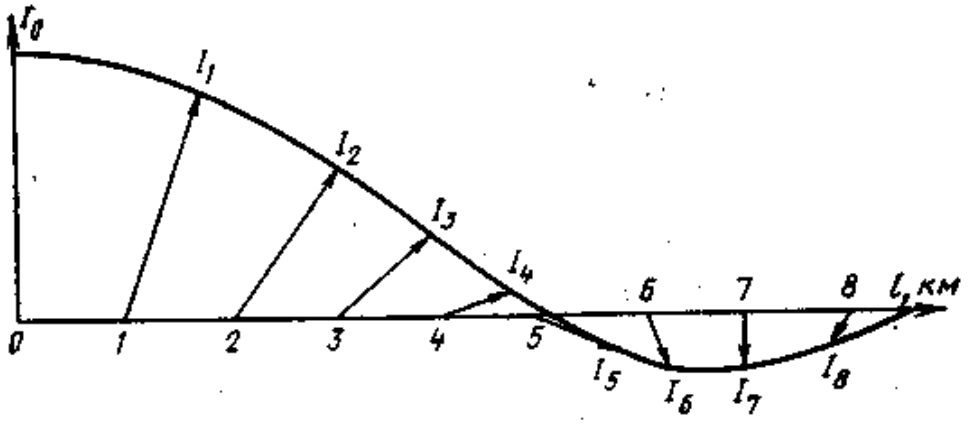


Рис. 2.4. Изменение тока по амплитуде и фазе вдоль линии

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, значения которого приведены в таблицах электрических характеристик различных кабелей (см. гл. 3). Среднее значение $\alpha_\alpha = 2 \cdot 10^{-3}$.

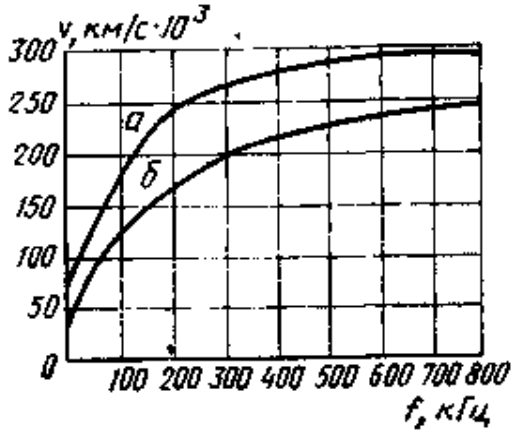


Рис. 2.5. Частотная зависимость скорости распространения энергии по кабелю:
а — коаксиальному; *б* — симметричному

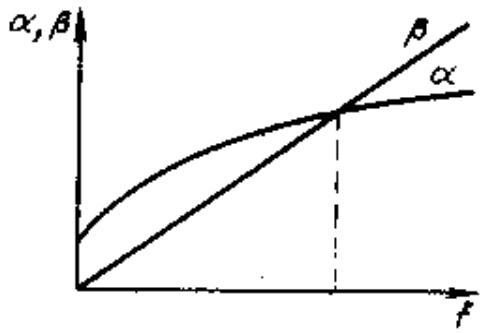


Рис. 2.6. Частотная зависимость коэффициентов затухания α и фазы β

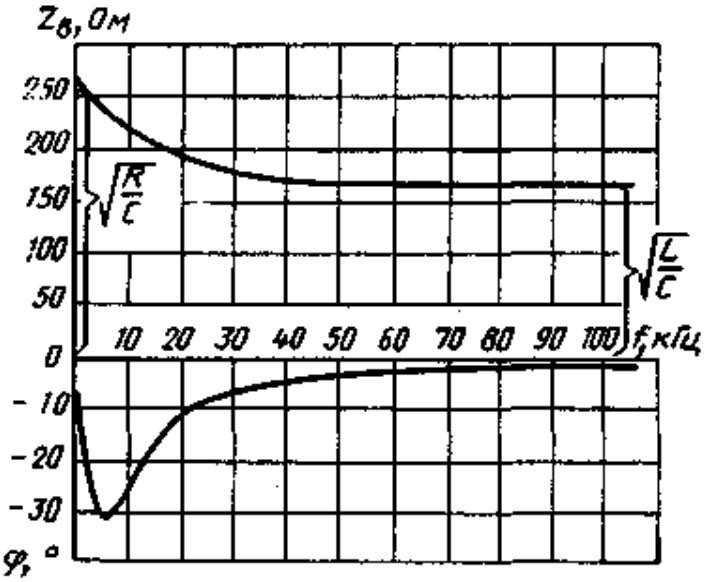


Рис. 2.7. Частотная зависимость волнового сопротивления $Z_в$

Скорость распространения электромагнитной энергии по кабельной линии зависит от параметров цепи и частоты тока и определяется по формуле, км/с,

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

На рис. 2.5 представлена частотная зависимость скорости распространения электромагнитной энергии по кабельным линиям. При постоянном токе $v \approx$ $\approx 10\,000$ км/с, а при токах высоких частот $v \approx 200\,000$ км/с. Скорость распространения энергии по коаксиальным кабелям больше, чем по симметричным.

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

при постоянном токе $\alpha = \sqrt{RG}$, $\beta = 0$, $Z_в = \sqrt{R/G}$;

в диапазоне низких частот ($f \approx 80$ Гц) $\alpha = \beta = \sqrt{\omega RC/2}$, $Z_в = \sqrt{\frac{R}{\omega C}}\, e^{-j45}$,

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

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

На рис. 2.6 приведены типовые частотные зависимости коэффициентов затухания α и фазы β кабеля. Общий вид частотной зависимости волнового сопротивления $Z_в$ показан на рис. 2.7.

2.5. Качество передачи и дальность связи

Дальность связи по кабельной линии обусловлена затуханием цепи кабеля и свойствами аппаратуры: мощностью генератора (передатчика) и чувствительностью приемника. Если известны энергетический потенциал аппаратуры a и коэффициент затухания кабеля α, то дальность связи $l = a/\alpha$, км.

Следует различать две системы связи по кабельным линиям: низкочастотную (НЧ) и высокочастотную (ВЧ).

При НЧ системе величина a обусловлена мощностью, развиваемой микрофоном как генератором ($P_м = 10^{-3}$ Вт), и чувствительностью телефона как приемника ($P_т = 10^{-6}$ Вт), и определяется по формуле, дБ,

$$a = \alpha l = 10 \lg (P_м/P_т) = 30.$$

Практически затухание, вносимое линией и аппаратурой между двумя абонентами различных городов, принято равным 27,8 дБ, а на городских сетях 28,7 дБ. С увеличением затухания качество связи ухудшается (табл. 2.5).

По существующим нормам МККТТ допустимое затухание 27,8 дБ распределяется так, как показано на рис. 2.8.

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

Таблица 2.5

Зависимость качества связи от затухания в кабеле

Затухание, дБ	Качество слышимости	P_0/P_l	Затухание, дБ	Качество слышимости	P_0/P_l
0,868	Отличное	1,2	26,06	Удовлетворительное	403
8,68		7,4	28,66		735
10,42		11	30,40		1069
			34,74	Недостаточное	2895
17,37	Хорошее	54			
			43,43	Неудовлетворительное	21 246

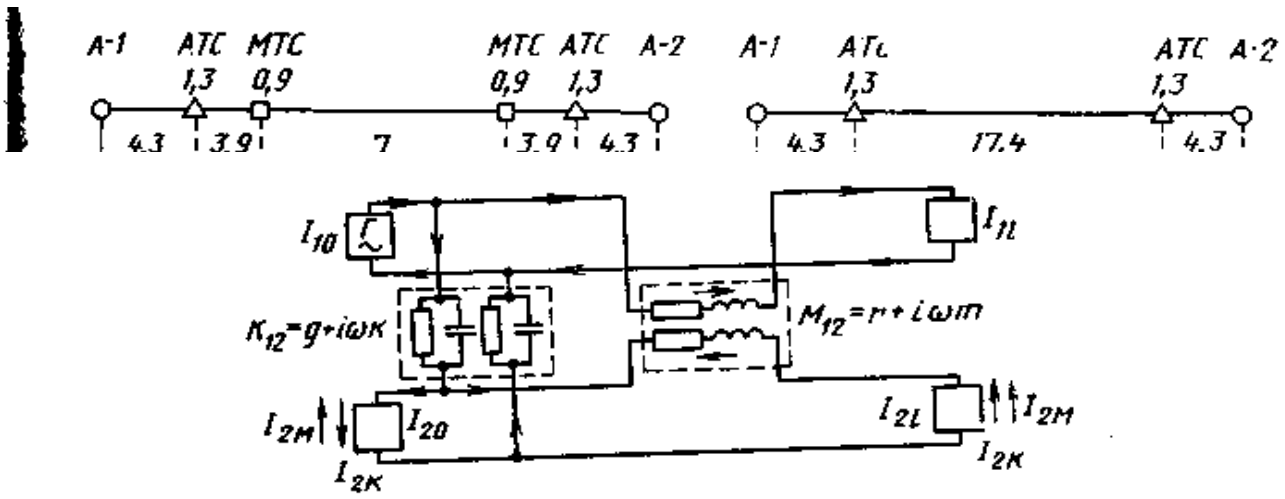


Рис. 2.11. Схема взаимного влияния между цепями

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:

$$K_{12} = I_2 / U_1 = g + j\omega k,$$

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

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

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

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

Величины g, r, k и m являются первичными параметрами влияния.

На рис. 2.11 показана эквивалентная схема электрической и магнитной связей между двумя кабельными 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 αl 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:

$$A = 10 \lg (P_1 / P_2).$$

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

$$A = 20 \lg |U_1 / U_2| = 20 \lg |I_1 / I_2|.$$

При рассмотрении влияния между цепями связи различают два вида перехода энергии, на ближнем и на дальнем концах. Влияние, проявляющееся на том конце цепи, где расположен генератор первой цепи, называется переходом энергии на ближнем конце A_0. Влияние, проявляющееся на противоположном конце второй цепи, называется переходом энергии на дальнем конце A_l. Переходное затухание (рис. 2.12) будет соответственно на ближнем конце

$$A_0 = 10 \lg (P_{10} / P_{20}) = 20 \lg |U_{10} / U_{20}| = 20 \lg |I_{10} / I_{20}|,$$

на дальнем конце

$$A_l = 10 \lg (P_{10} / P_{2l}) = 20 \lg |U_{10} / U_{2l}| = 20 \lg |I_{10} / I_{2l}|.$$

Наряду с величинами A_0 и A_l в технике связи широко используется параметр $A_з$ (защищенность цепей), представляющий собой

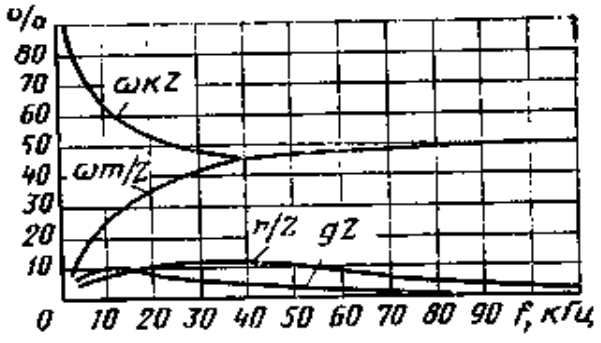


Рис. 2.14. Частотная зависимость процентного соотношения составляющих электромагнитных связей

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:

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

В кабелях связи индуктивная и емкостная связи связаны следующим соотношением:

$$m : k = Z_в^2,$$

где $Z_в$ — волновое сопротивление кабеля.

На рис. 2.14 приведены кривые характерной частотной зависимости 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 следующее:

$$\frac{g}{\omega} : k = 0{,}05 \ldots 0{,}15; \quad \frac{r}{\omega} : m = 0{,}2 \ldots 0{,}24.$$

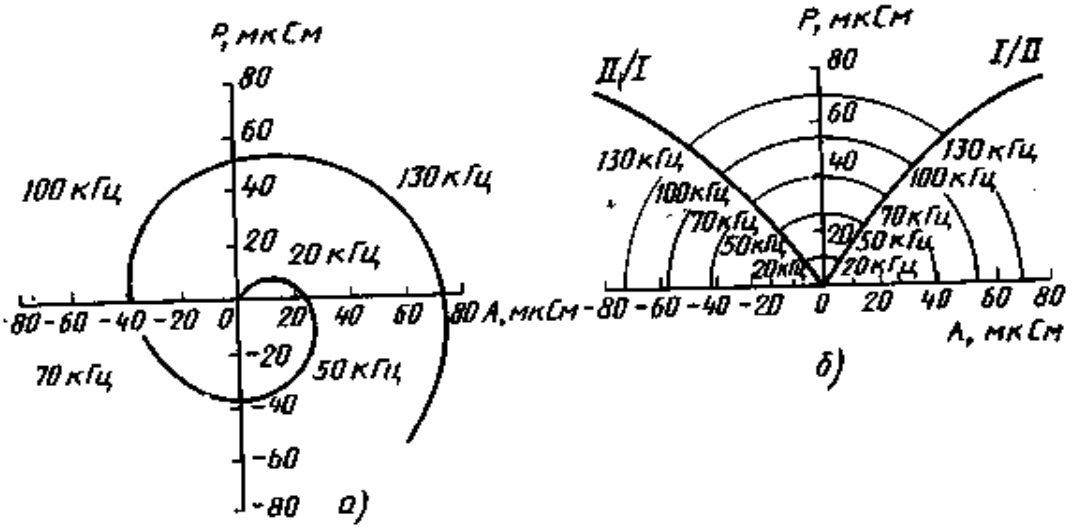


Рис. 2.15. Годографы электромагнитной связи на ближнем (а) и дальнем (б) концах линии

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

На ближнем конце линии электрическая и магнитная связи складываются

На рис. 2.17 приведены графики изменения переходного затухания и защищенности в зависимости от длины линии. Из графика видно, что $A_з$ с увеличением длины уменьшается, A_0 стабилизируется на определенном значении, а A_1 имеет сложный характер изменения.

2.7. Связь по коаксиальным кабелям

Физические процессы в коаксиальных кабелях

Основными преимуществами коаксиального кабеля являются:

возможности 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. 2.18 для сравнения приведены электромагнитные поля симметричной 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 *а* и внутренней поверхности проводника *б* (рис. 2.19). Токи в проводах *а* и *б* как бы смещаются и концентрируются на взаимно обращенных поверхностях проводников. Чем выше частота тока, тем сильнее эффект смещения тока на внешнюю поверхность проводника *а* и внутреннюю поверхность проводника *б*.

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. 2.20), что объясняется эффектом близости. Как видно из рис. 2.21, с увеличением частоты напряженность поля на внешней поверхности внешнего проводника уменьшается и, следовательно, возрастает эффект самоэкранирования. Чем выше частота, тем кабель лучше защищен от действия посторонних помех (рис. 2.22).

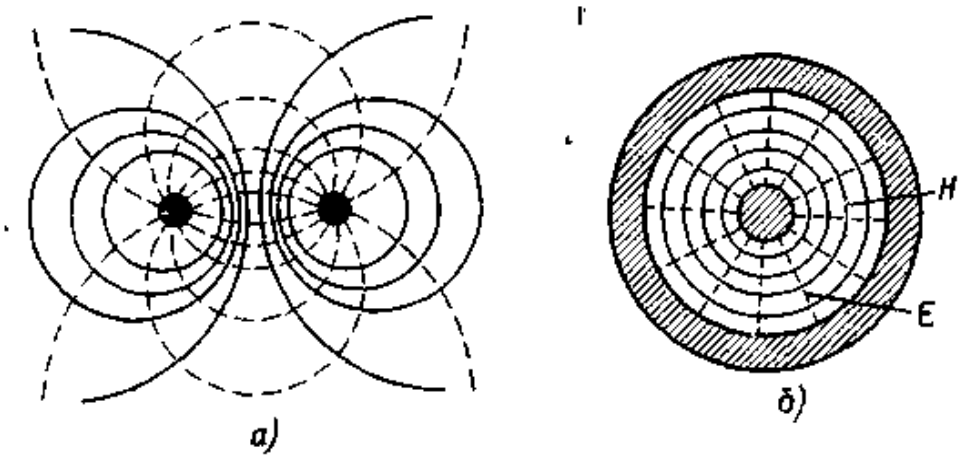
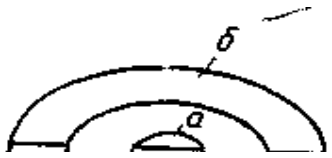


Рис. 2.18. Электромагнитное поле цепей:
а - симметричной (силовая линия - H, штриховая - E); *б* - коаксиальной



Индуктивность цепи L, Гн/км, складывается из внутренней L_d и внешней L_D индуктивностей проводов и наружной межпроводниковой индуктивности $L_{нп}$. Для кабелей с медными проводами

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

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

$$L = 2 \ln (D/d).$$

Емкость цепи, Ф/км,

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \ln (D/d)} 10^{-6},$$

где ε — эквивалентная диэлектрическая проницаемость.

Проводимость изоляции цепи, См/км,

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

где $\operatorname{tg} \delta$ — тангенс эквивалентного угла диэлектрических потерь. Для кабеля типа КМБ-4 с диаметрами проводников 2,6/9,4 и изоляцией из полиэтиленовых шайб $\varepsilon = 1{,}1$ и $\operatorname{tg} \delta = 0{,}6 \cdot 10^{-4}$.

Коэффициент затухания α, дБ/км, состоит из двух частей, первая из которых обусловлена потерями в металле $\alpha_м$, а вторая — потерями в диэлектрике $\alpha_д$, т. е.

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

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

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

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

Коэффициент фазы, рад/км,

$$\beta = \omega \sqrt{LC}, \text{ или } \beta = \omega \sqrt{\varepsilon}/c,$$

где c — скорость света ($c = 3 \cdot 10^5$ км/с).

Скорость распространения, км/с, электромагнитной энергии по кабелю

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

Волновое сопротивление, Ом, для частот свыше 60 кГц определяется по формуле

$$Z_в = \sqrt{L/C}, \text{ или } Z_в = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon}} \ln \frac{D}{d}.$$

Переходное затухание, дБ, на ближнем конце длинной

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

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

где $$p_1 = (Z_0 - Z_в)/(Z_0 + Z_в); \quad p_2 = (Z_l - Z_в)/(Z_l + Z_в).$$

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

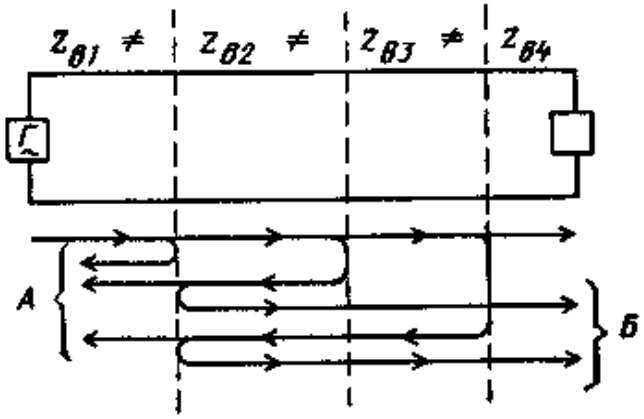


Рис. 2.23. Обратный (А) и попутный (Б) потоки в неоднородной линии

При наличии в линии нескольких неоднородностей волна претерпевает серию частичных отражений и, циркулируя по линии, вызывает дополнительное затухание и искажение характеристик. В этом случае

$$p = (Z'_в - Z''_в)/(Z'_в + Z''_в) = \Delta Z_в/(2Z_в).$$

Неоднородности в кабеле приводят к появлению в линии двух дополнительных потоков энергии: обратного, состоящего из суммы элементарных отражений волн в местах неоднородностей и движущегося к началу линии, и попутного, возникающего по закону двойных отражений и направляющегося к концу линии (рис. 2.23).

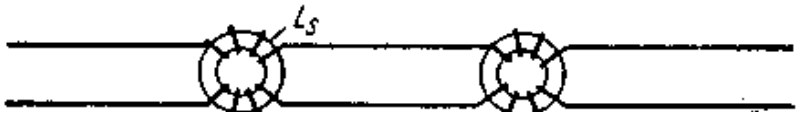
Из-за попутного потока особенно страдает качество телевизионной передачи по коаксиальному кабелю, так как искажается форма передаваемого сигнала и создаются помехи. Для нормальной передачи телевизионных сигналов величина попутного потока должна составлять не более 1 % основного. В настоящее время нормированы для коаксиального кабеля: коэффициент отражения $p = 3$ ‰ и соответственно отклонение волнового сопротивления $\Delta Z_в = \pm 0{,}45$ Ом.

2.9. 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,

$$L_0 = RC/G.$$

Одним из способов искусственного увеличения индуктивности кабельных цепей является пупинизация. Последняя состоит в том, что в кабель через определенные расстояния S, называемые шагом пупинизации, включают



Системы пупинизации

Система пупинизации	Диаметр жил, мм	Индуктивность катушки, мГн		Шаг пупинизации, км
		основной	искусственной	
Средняя	0,9	140	56	1,7
	1,4	140	56	1,7
	1,2	100	70	1,7
Легкая	0,9	30	12	1,7
Легкая (без радиовещания)	1,4	12	—	1,7
Очень легкая	1,4	3,2	—	1,7
Высокочастотная для кабеля с изоляцией:				
стирофлексной	1,2	1,75	—	0,285
бумажной	1,2	1,0	—	0,425
Линий ГТС	0,5...0,7	100,0	—	1,2

* При f=800 Гц.
** При f=12 кГц.
*** При f=60 кГц.

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

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

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*, в цепи направления Б→А в кабеле *2*). В результате в каждом кабеле находятся цепи, взаимно согласованные по режиму передачи.

2.11. Связь по оптическим кабелям

Общие сведения

Оптические кабели в отличие от широко применяемых электрических кабелей с медными проводниками не требуют дефицитных металлов и изготавливаются, как правило, из стекла и пластмассы. Достоинствами этих кабелей по сравнению с электрическими являются:

широкополосность и возможность передачи большого потока информации;

малое затухание и независимость его от частоты в широком диапазоне частот;

высокая защищенность от внешних электромагнитных помех;

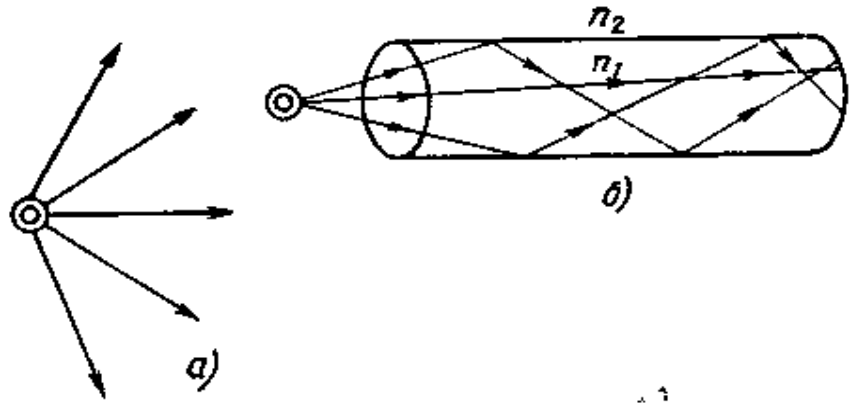


Рис. 2.26. Распространение лучей:
а — в свободном пространстве; *б* — в световоде

Передача волны по световоду в заданном направлении осуществляется за счет отражений ее от границы сердечника и оболочки, имеющих разные показатели преломления (n_1 и n_2).

В широко применяемых в настоящее время симметричных и коаксиальных кабелях энергия передается токами проводимости по двухпроводной схеме с применением прямого и обратного проводников цепи (рис. 2.27, *а*).

В световодах, волноводах и других направляющих системах (НС) нет двух проводников и передача энергии происходит волноводным методом по закону многократного отражения волны от границы раздела сред (рис. 2.27, *б*). Такими отражающими границами могут быть «металл — диэлектрик», «диэлектрик — диэлектрик» с разными диэлектрическими (оптическими) свойствами и др. В волоконных световодах такой границей является «сердечник — оболочка» с показателями преломления соответственно n_1 и n_2.

Граница раздела двухпроводных (двухсвязных) и волноводных (односвязных) НС характеризуется соотношением между длиной волны λ и поперечным размером (диаметром) направляющей системы d. При $\lambda > d$ требуется два провода (прямой и обратный) и передача осуществляется по обычной двухпроводной системе. При $\lambda < d$ передача происходит за счет многократного отражения волны от границ раздела сред с разными показателями преломления. Таким образом, передача по волноводным системам (световодам, волноводам) возможна лишь, когда длина волны соизмерима с диаметром НС ($\lambda < d$) или меньше его.

Видимые лучи (ВЛ) на шкале частот располагаются между инфракрасными (ИКЛ) и ультрафиолетовыми (УФЛ) лучами (табл. 2.7). Для связи по световодам используются ВЛ (0,04... 0,75 мкм), а также ближний диапазон ИКЛ (0,85; 1,3; 1,55 и до 4 ... 6 мкм).

Наиболее широкое применение получили оптические волокна двух типов: ступенчатые и градиентные (рис. 2.28). У с т у п е н ч а т ы х световодов показа-

Таблица 2.7

Классификация лучей и диапазонов частот

Вид лучей	ИКЛ	ВЛ	УФЛ
f, Гц	$10^{12} \ldots 4 \cdot 10^{14}$	$4 \cdot 10^{14} \ldots 0{,}75 \cdot 10^{15}$	$0{,}75 \cdot 10^{15} \ldots 10^{17}$
λ, мкм	300 ... 0,75	0,75 ... 0,4	0,4 ... 0,03

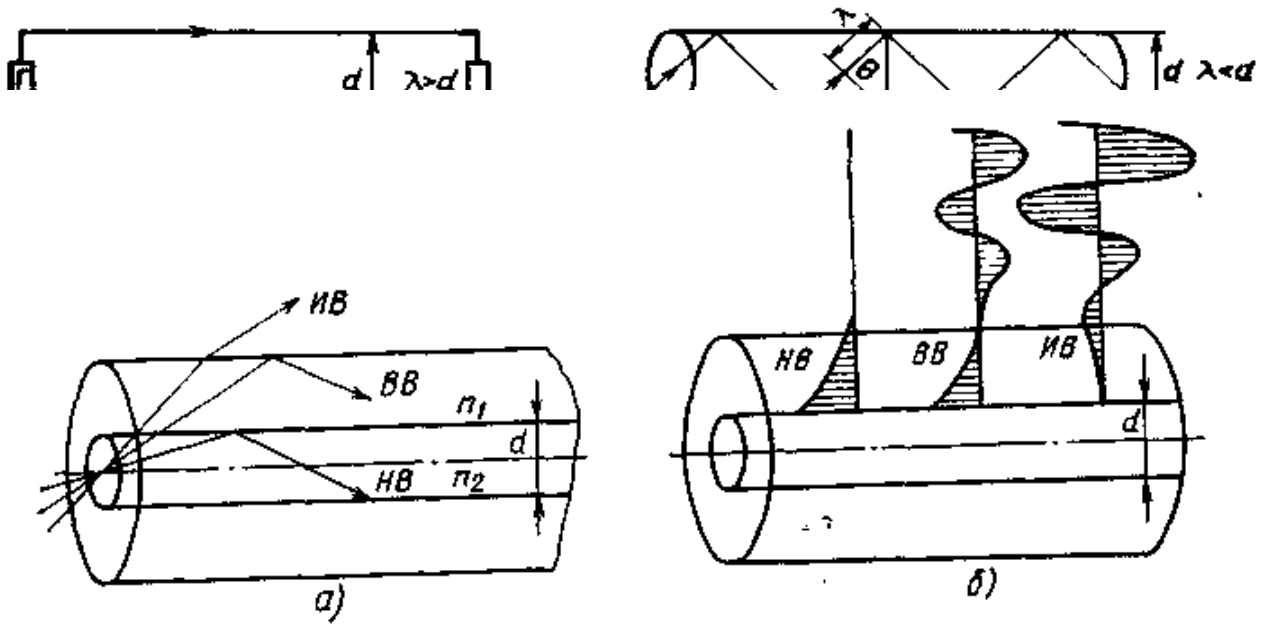


Рис. 2.30. Типы волн (*а*) и их эпюры (*б*)

световод эффективно пропускает лишь свет, заключенный в пределах апертурного конуса. Следовательно, луч в торец световода необходимо вводить под углом, меньшим апертурного угла световода.

В общем случае в волоконном световоде могут существовать три типа волн:

направляемые (волны сердечника), возбуждаемые при вводе лучей в торец световода в пределах апертурного угла и обеспечивающие передачу энергии внутри сердечника световода;

излучаемые (пространственные), возникающие при вводе лучей под углом больше апертурного и излучаемые уже в начале линии в окружающее пространство. Вдоль световода они не распространяются, и это приводит к дополнительным потерям энергии;

вытекающие (волны оболочки), занимающие промежуточное положение. Они частично распространяются вдоль световода, а частично излучаются в окружающее пространство. Вытекающие волны образуются за счет косых лучей.

Типы волн и их эпюры приведены на рис. 2.30.

Одномодовая и многомодовая передачи

Число передаваемых по световодам мод (волн) зависит от соотношения диаметра сердечника световода и длины волны. С увеличением диаметра световода и уменьшением длины волны число передаваемых мод резко возрастает.

Для определения числа мод можно пользоваться формулой

$$N \approx \left(\frac{\pi d}{\lambda} n_1\right)^2 \Delta,$$

где $\Delta = (n_1 - n_2)/n_1$ (обычно порядка 0,003...0,01).

В зависимости от числа мод различают передачу: одномодовую ($N = 1$ при $d \approx \lambda$) и многомодовую ($N > 1$ при $d > \lambda$).

На рис. 2.31 схематично показаны одномодовая ($N = 1$) и многомодовая ($N = 3$) передачи по световодам. Как

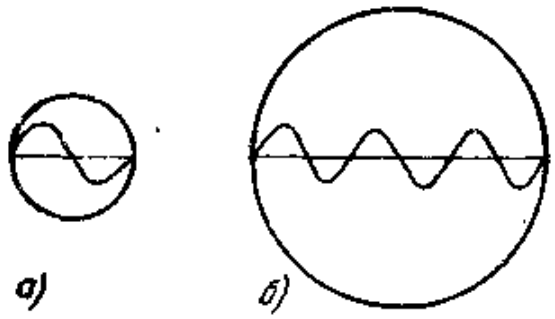


Рис. 2.31. Одномодовая (*а*) и многомодовая (*б*) передачи

видно из рисунка, при малом сечении световода ($d \approx 1$) по диаметру укладывается примерно лишь одна волна, а при большом сечении ($d > \lambda$) много волн.

Достоинство одномодовых систем — весьма широкий диапазон частот и

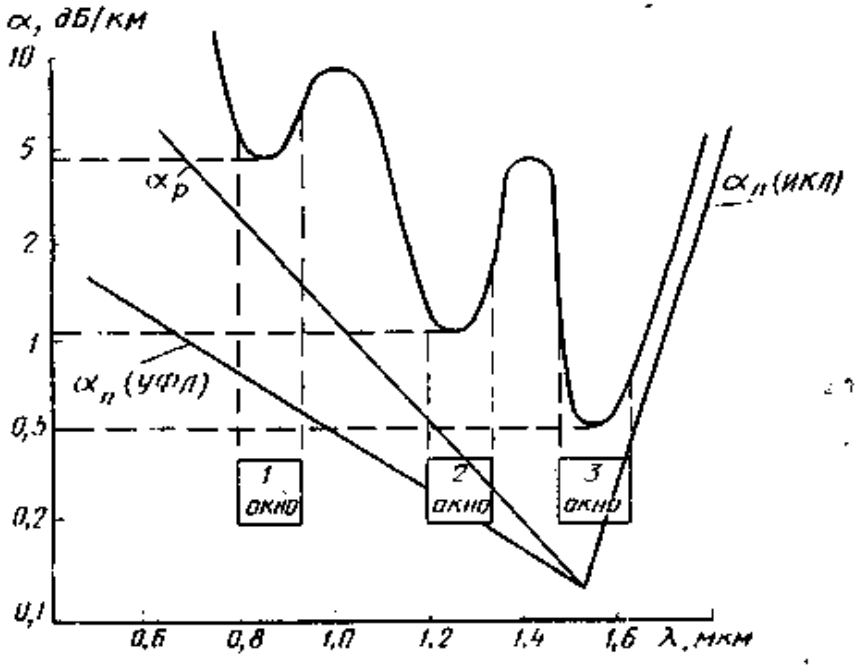


Рис. 2.33. Изменение затухания в зависимости от длины волны

Таблица 2.8

Коэффициент затухания и длина регенерационного участка при различных длинах волн

λ, мкм	α, дБ/км	$l_р$, км
0,85	3	13
1,3	1	40
1,55	0,5	80

Потери энергии существенно возрастают за счет наличия в материале волоконного световода посторонних примесей ($\alpha_{пр}$), таких как гидроксильные группы ОН, ионы металлов (железа, кобальта, никеля, меди) и др. В области резонансов собственных колебаний ионов примесей обычно имеются всплески затухания.

Длина волны пика поглощения и ширина полосы зависят от элемента примеси и состава стекла. Для получения малых потерь и затухания необходимо добиваться высокой чистоты исходного материала — стекла.

Кроме собственных потерь надлежит учитывать также кабельные потери, связанные с геометрией волокна и наличием оболочки. Основными факторами, приводящими к потерям, вызываемым геометрией волокна, являются непостоянство размеров поперечного сечения сердечника волокна по длине и неровности границы раздела «сердечник — оболочка», а также нерегулярности, связанные с наличием микро- и макроизгибов волокна. Установлено, что кабельные потери приводят к значительному увеличению затухания. Так, если $\alpha_с = 3$ дБ/км, то за счет дополнительных кабельных потерь оно возрастает до 4 ... 5 дБ/км.

На рис. 2.33 показано изменение коэффициента затухания волоконного световода в зависимости от длины волны для кварцевого стекла, очищенного от примесей. На графике четко видны три окна прозрачности световода. С увеличением длины волны коэффициент затухания снижается и соответственно увеличивается длина регенерационного участка (табл. 2.8).

Отсюда видна явная целесообразность использования диапазона волн 1,3 ... 1,55 мкм для работы по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС). Это позволяет организовать междугородную связь без включения в ОК металлических элементов для дистанционного электропитания линейных регенераторов, так как через 40 ... 80 км можно иметь местные источники электропитания.

Дисперсия и пропускная способность световодов

Пропускная способность ΔF — важнейший параметр ВОЛС передачи, предопределяющий ширину линейного тракта, полосу частот, пропускаемую световодом, и соответственно объем информации, который можно передавать по ОК. В предельном идеализированном варианте по волоконному световоду возможна организация огромного числа каналов на большие расстояния, а фактиче-

ски имеются значительные ограничения. Это обусловлено тем, что на приеме происходит уширение, искажение передаваемого сигнала, причем чем длинней линия, тем больше искажается сигнал (рис. 2.34). Данное явление обусловлено

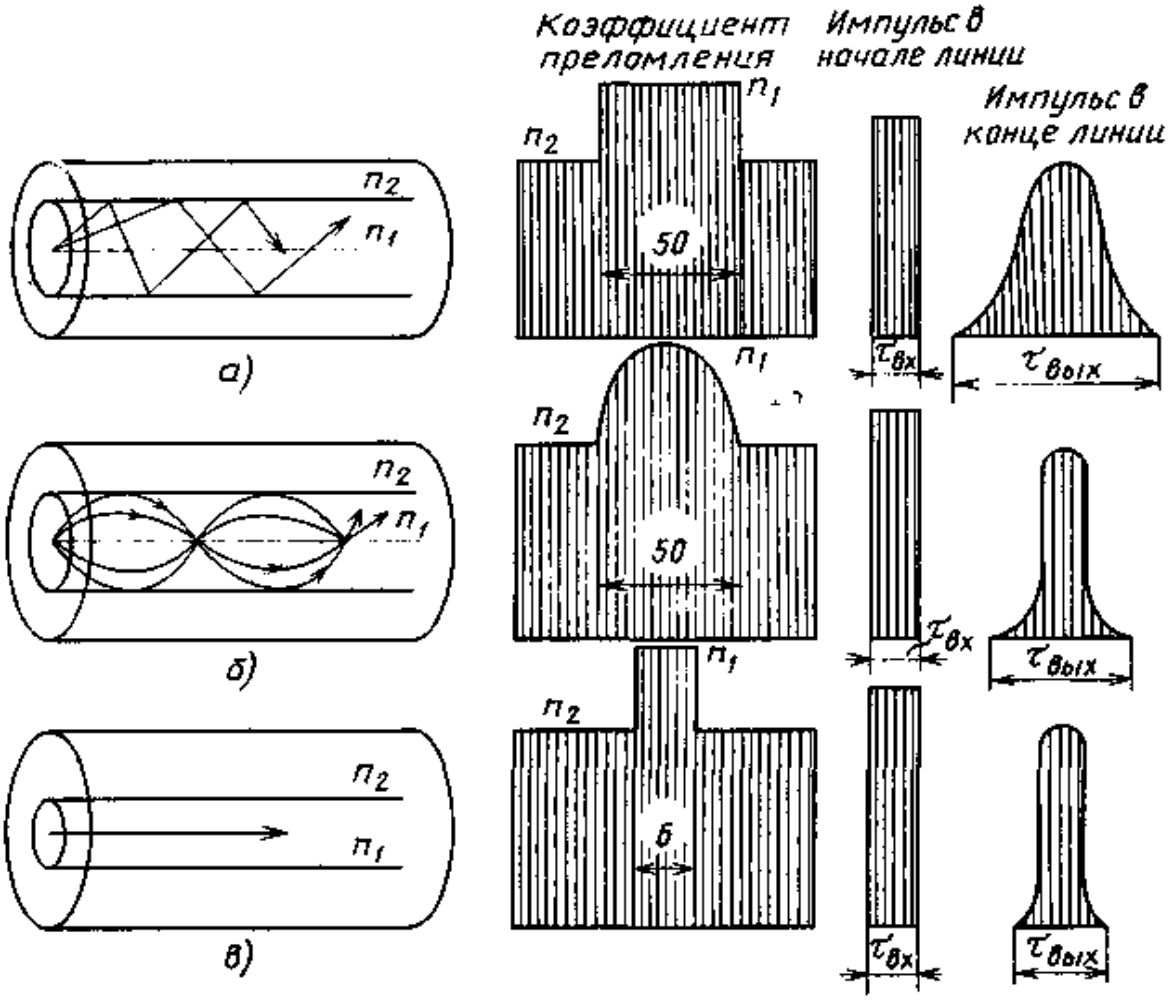


Рис. 2.35. Искажения импульсов в различных световодах:
а - многомодовых; *б* градиентных; *в* - одномодовых

Эти параметры: полоса частот ΔF и дальность передачи l взаимосвязаны соотношениями

$$\Delta F/\Delta F_x = l_x/l$$ — для коротких линий длиной до 10 км;

$$\Delta F/\Delta F_x = \sqrt{l_x/l}$$ — для длинных линий $l > 10$ км.

Так, если кабельная промышленность поставляет оптический кабель строительными длинами $l=1$ км с полосой пропускания $\Delta F_x=100$ МГц, то на участке линии длиной $l_x=25$ км полоса пропускания сузится в 5 раз и составит

$$\Delta F_x = \Delta F \sqrt{l/l_x} = 100 \sqrt{1/25} = 20 \text{ МГц}.$$

Следует иметь в виду, что пропускная способность и дальность передачи по ОК лимитируются не только дисперсией, но и затуханием световодов. В многомодовых световодах ограничивающим фактором является дисперсия, а в градиентных и одномодовых световодах, обладающих хорошими дисперсионными характеристиками, дальность связи может лимитироваться затуханием. Длина регенерационного участка выбирается так, чтобы не превышались допустимые значения затухания тракта и пропускной способности.

Таблица 2.10

Высокочастотные системы передачи по кабельным линиям

Система передачи	Марка кабеля	Линейный спектр, кГц	Усилительный (регенерационный) участок, км	Расстояние между ОУП, км	Дальность действия, км
Магистральная связь					
Коаксиальный кабель 2,6/9,5					
К-1920	КМ-4; КМ-8/6	312 ... 8500	6	240	12 500
К-3800		812 ... 17 600	3	180	12 500
К-5400		4332 ... 31 100	3	240	12 500
К-10800		4332 ... 60 000	1,5	120	12 500
ИКМ-1920		140 000	3	240	12 500
ИКМ-1920×2		140 000×2	3	240	12 500
Малогабаритный коаксиальный кабель 1,2/4,6					
К-300	МКТ-4	60 ... 1300	6	240	12 500
ИКМ-480		34 000	3	200	12 500
ИКМ-480×2		3400×2	3	200	12 500
Симметричный кабель					
К-60	МКС-4×4	12 ... 250	20	240	12 500
К-1020С		312 ... 4640	3	280	—
ИКМ-120		8500	5	240	12 500
ИКМ-480		34 000	2,5	200	12 500
Оптический кабель					
ИКМ-480		8500	30 ... 50		
ИКМ-1920		34 000	30 ... 50	—	
Зоновая связь					
Однокоаксиальный кабель 2,1/9,7					
К-120	ВКПА-1	60 ... 552; 812 ... 1300	10	200	600
К-420		312 ... 2044; 2852 ... 4584	5	300	600
Симметричный кабель					
К-60	ЗКП-1×4	12 ... 250	20	240	600
ИКМ-120		8500	5	240	600
Оптический кабель					
ИКМ-120	ОК	8500	10 ... 30	-	
Городская связь					
КАМА (30)	МКС-7×4	12 ... 252; 312 ... 552	13	80	80
ИКМ-30	ТГ и ТП	2000	2	40	80
ИКМ-120	ОК	8500	5 ... 10	-	

Сравнение оптических электрических кабелей

Система передачи	Электрический кабель		Оптический кабель		Область применения
	Тип	Длина регенерационного участка, км	Длина волны, мкм	Длина регенерационного участка, км	
ИКМ-30	Симметричный	1,5 .. 4,5	0,85 1,3	15 51	ГТС
ИКМ-120	Коаксиальный 0,7 2,9 1,2 4,4	 4 8	 0,85 1,3	 14 47	 ГТС ЗС
ИКМ-480	Коаксиальный 0,7/2,9 1,2/4,4 2,6/9,5	 2 4,1 9,3	 0,85 1,3	 12 39	 ЗС МС
ИКМ-1920	Коаксиальный 1,2 4,4 2,6 9,5	 2 4,6	 0,85 1,3	 10 20	 МС

Примечание: МС — магистральная связь; ЗС — зоновая связь.

На рис. 2.37 приведены кривые относительной стоимости 1 кан.-км связи по электрическому (*1*) и оптическому (*2*) кабелям. Из рисунка видно, что стоимость связи по оптическим кабелям падает с ростом числа каналов N более резко.

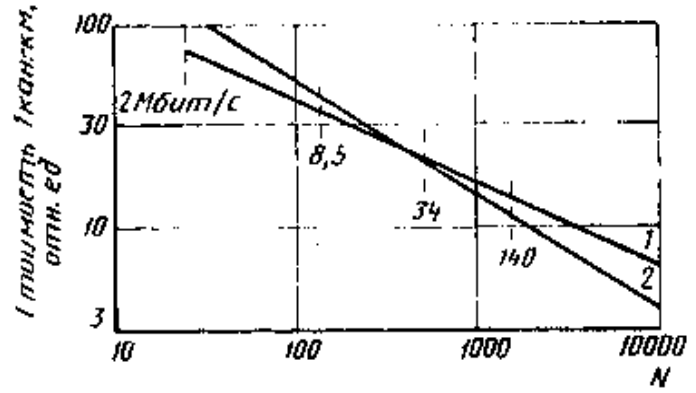


Рис. 2.37. Стоимость 1 кан. км связи при передаче по электрическому (*1*) и оптическому (*2*) кабелям

По сравнению с электрическими оптические системы дороже при небольшом числе каналов и дешевле при большом числе каналов. Экономически выгодными являются оптические системы, обеспечивающие передачу со скоростью 34 Мбит/с и выше.

2.12. Системы многоканальной связи по кабелям

Основные данные высокочастотных систем передачи по симметричным, коаксиальным и оптическим кабелям приведены в табл. 2.10, а цифровых систем с ИКМ — в табл. 2.11.

Окончание табл. 2.10

Система передачи	Марка кабеля	Линейный спектр, кГц	Усилительный (регенерационный) участок, км	Расстояние между ОУП, км	Дальность действия, км
		Сельская связь			
КНК-6	КСПП-1×4; КСППП-2×4	16...60; 76...120	16	80	120
КНК-12		6...54; 60...108	16	120	120
КАМА		12...252; 312...552	9	50	50
ИКМ-15		1000	6	50	50

Таблица 2.11

Цифровые системы передачи по кабельным линиям

Система	Первичная ИКМ-30	Вторичная ИКМ-120	Третичная ИКМ-480	Четверичная ИКМ-1020
Скорость, Мбит/с	2	8,5	34	140
Тип кабеля	СК	СК, ОК	КК, ОК	КК, ОК

Раздел 3

Конструктивные и электрические характеристики кабелей связи

3.1. Конструкция кабелей

Кабель состоит из скрученных вместе по определенной системе изолированных проводников (сердечник), заключенных в общую влагозащитную оболочку и броневые покровы, предохраняющие кабель от механических воздействий (рис. 3.1).

Различают кабели симметричной и коаксиальной конструкций (рис. 3.2).

Коаксиальная цепь представляет собой цилиндрическую трубку, внутри которой расположен изолированный от трубки проводник. Внутренний проводник и трубка (внешний проводник) являются проводами электрической цепи.

Симметричная цепь состоит из двух одинаковых по конструкции и электрическим параметрам изолированных проводников. Проводники симметричных кабелей обычно изготавливаются из меди диаметром 0,32; 0,4; 0,5; 0,7 мм для кабелей городской связи и 1,2 мм для междугородней связи. В коаксиальных

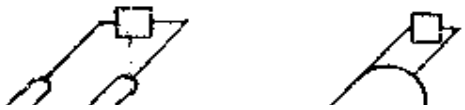


Таблица 3.1

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 бронёй	с круглой бронёй		голых	с ленточной бронёй	с круглой бронёй
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				

ствий. В кабельной промышленности применяют металлические и пластмассовые оболочки.

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

Свинцовые оболочки накладывают на кабель методом опрессования в горячем виде. Толщина свинцовых оболочек в зависимости от диаметра кабеля приведена в табл. 3.1.

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. Толщина алюминиевых оболочек приведена в табл. 3.2.

Стальные оболочки изготовляют путем сварки лент толщиной 0,3 ... 0,5 мм, свернутых в трубку. Для повышения гибкости стальные оболочки подвергают гофрированию.

Стальные оболочки не требуют дополнительной механической защиты.

Таблица 3.2

Толщина алюминиевой оболочки, мм

Диаметр кабелей под оболочкой, мм	Оболочка			
	выпрессованная		сварная	
	гладкая	гофрированная	гладкая	гофрированная
До 16	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
32 ... 36	1,55	—	—	—
36 ... 40	1,70	1,40	—	—

Таблица 3.3

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		нормальных	тяжелых
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			

Из пластмассовых оболочек наиболее часто 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. 3.3.

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 (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Номинальная толщина наружных покровов кабелей

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Толщина подушки для брони, мм		Толщина брони, мм		Внешний защитный слой, мм
	из стальных	из круглых проволок	из стальных лент	из круглых проволок	
До 13	1,5	—	0,6	—	2
13 . . . 37	1,5	2	1,0	4	2
37 . . . 50	1,5	2	1,0	4 . . . 6	2
Свыше 50	1,5	2	1,6	6	2

В зависимости от механических воздействий на кабель в процессе прокладки и эксплуатации применяют два вида брони: две стальные ленты (марка Б) или повив из круглых стальных проволок (марка К).

В кабелях с алюминиевыми и стальными оболочками которые подвержены быстрой почвенной коррозии, применяют полиэтиленовые оболочки с битумным подслоем.

3.2. Классификация и маркировка кабелей

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

В зависимости от области применения кабели связи разделяются на магистральные, зоновые (областные) сельские, городские, подводные, а также кабели для соединительных линий и вставок. Изготовляются 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:

взаимного расположения проводников цепи связи — симметричные и коаксиальные;

состава элементов, образующих кабель, — однородные и комбинированные;

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

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

Кроме того, кабели различают по виду:

оболочек — металлические (свинец, алюминий, сталь), пластмассовые (полиэтилен, поливинилхлорид), металло-пластмассовые (алькэт, стальпэт);

защитно-броневых покровов — ленточная или проволочная 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 2,6/9,5 (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). Однокоакси-

Таблица 3.5

Номенклатура и маркировка кабелей связи

Марка кабеля	Система передачи	Число групп	Проводники	Изоляция	Оболочка	Защитные покровы	ГОСТ, ТУ
Магистральные коаксиальные кабели							
КМ-4	К-1920, К-3600, К-5400, К-10800, ИКМ-1920	4	2,6/9,5	ПЭ шайбы	Свинец	Б, Бг, Бл	ГОСТ 10971—78
КМА-4	»	4	2,6/9,5	»	Алюминий	Бп, БшШп	ГОСТ 10971—78
КМЭ-4	»	4	2,6/9,5	»	Алюминий+свинец	Б, Бг, Бл	ГОСТ 10971—78
КМ-8/6	»	8+6	2,6/9,5+1,2/4,6	»	Свинец	Б, Бг, Бл	ТУ-16.505.815—75
МКТС-4 *	К-300;	4	1,2/4,6	ПЭ баллон	»	Б, Бг, Бл	—
МКТА-4 *	ИКМ-480	4	1,2/4,6	»	Алюминий	Бп, БшШп	—
Междугородные симметричные кабели							
МКС **	К-60; К-1020; ИКМ-480	1; 4; 7	1,2	Кордельно-полистирольная	Свинец	Б, Бл, К, Кл	ГОСТ 15125—76
МКСА**	К-60; К-1020; ИКМ-480	1; 4; 7	1,2	»	Алюминий	Бп, БшШп	ГОСТ 15125—76
МКСС**	»	1; 4; 7	1,2	»	Сталь	Шп	ГОСТ 15125—76
Кабели зоновой связи							
ВКПАП-1	К-120, К-420	1	2,1/9,7	Полиэтилен	Полиэтилен	Б, Шп	ТУ-16.505.389—72
ЗКП	К-60	1×4	1,2	»	»	Б	ТУ-16.505.233—73
ЗКПА	К-60	1×4	1,2	»	Алюминий	Бп, БшШп	ТУ-16.505.640—74

Окончание табл. 3.5

Марка кабеля	Система передачи	Число групп	Проводники	Изоляция	Оболочка	Защитные покровы	ГОСТ, ТУ
Подводные кабели							
КП-1	К-300	1	5 18	Полиэтилен	Полиэтилен	Б, К	—
Оптические кабели							
ОК магистральный	ИКМ-480; ИКМ-1920	4,8	Одномодовые 6/125	Полиэтилен	Пластмасса	»	—
ОК зоновый	ИКМ-480	4,8	Многомодовые 50/125	»	»	»	ТУ-16.705.455—87
ОК городской	ИКМ-30; ИКМ-120	4,8	То же	»	»	»	ТУ-16.705.296—86

Примечание. Б — броня из стальных лент с покровом из кабельной пряжи; Бп — то же, с полиэтиленовым шлангом по оболочке; Бл — то же, с полиэтиленовой лентой по оболочке; Бг — то же, без наружного покрова; БпШп — то же, с наружным полиэтиленовым шлангом; К — броня из круглых стальных лент с покровом из кабельной пряжи; Кл — то же, с пластмассовой лентой по оболочке; КпШп — то же, с наружным полиэтиленовым шлангом; ПЭ — полиэтилен.

* Используются также для зоновой связи.
** Используются для магистральной и зоновой связи.
*** Используются также для организации радиовещания.

3.3. Коаксиальные кабели

Типы кабелей

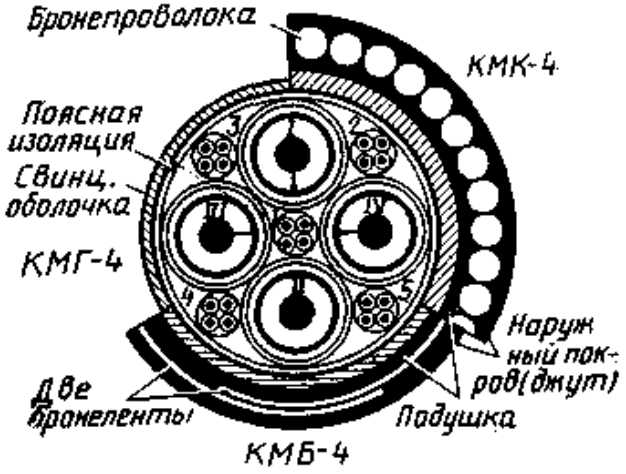


Рис. 3.5. Коаксиальный кабель КМ-4. Расцветка симметричных четверок (со стороны А):

1 — желтая; *2* — красная; *3* — синяя; *4* — белая; *5* — коричневая

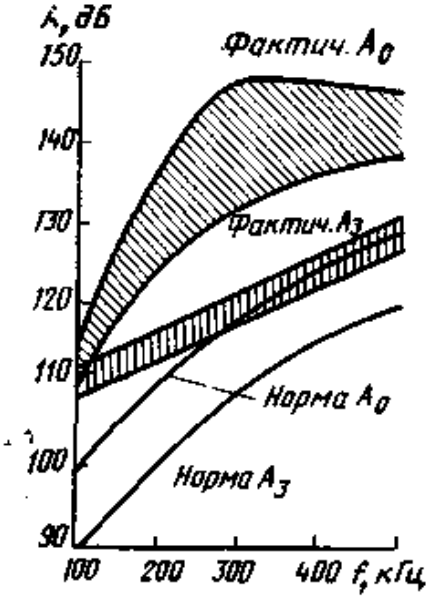


Рис. 3.6. Частотная зависимость переходного затухания в кабеле КМ-4 на усилительном участке

КМЭК-4 — в двойной оболочке (алюминий — свинец) с круглопроволочной броней и покровом из пряжи.

Сечение коаксиального кабеля КМ-4 показано на рис. 3.5. 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, К-3600 в диапазоне до 17 МГц, К-5400 в диапазоне 31 МГц и К-10800 в диапазоне 60 МГц. Допустимое рабочее напряжение дистанционного питания 1400 В постоянного тока или 1000 В переменного тока.

Прокладка кабелей осуществляется ручным и механизированным способами при температуре не ниже —10 °С. Транспортировка кабеля производится при температуре —40 ... +40 °С, хранение —50 ... +40 °С. Строительная длина кабелей с ленточной броней не менее 500 м.

Конструктивные данные коаксиальной пары 2,6/9,5 приведены в табл. 3.6, а кабеля — в табл. 3.7.

Таблица 3.6

Конструктивные данные коаксиальной пары 2,6/9,5 с шайбово-полиэтиленовой изоляцией

Элемент пары	Диаметр, мм	Масса, кг/км
Внутренний проводник из меди	2,58	46,5
Шайба полиэтиленовая толщиной 2,2±0,05 мм	9,5	4,1
Внешний проводник из медной ленты шириной 37±0,2 мм и толщиной 0,3±0,01 мм	9,92	70,1
Экран — две стальные ленты толщиной 0,15±0,15 мм, накладываемые шагом 10 мм	10,7	61,6
Два слоя бумаги	11,3	7,7
Общая масса пары	—	190

Таблица 3.7

Конструктивные данные кабелей КМ-4

Сердечник	Оболочка	Масса, кг/км	

Продолжение табл. 3,9

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Номинальное значение волнового сопротивления	Ом	1000	75	—
Максимальное отклонение волнового сопротивления, измеренное на входе и выходе коаксиальной пары, не более, для:	Ом	2500; импульс длительностью 0,06 или 0,12 мкс		—
100% значений			±0,65	
95% »			±0,5	
50% »			±0,3	
Разность волновых сопротивлений, измеренных на входе и выходе каждой коаксиальной пары для:	Ом	2500; импульс длительностью 0,06 или 0,12 мкс		—
100% значений			0,6	
95% »			0,4	
50% »			0,2	
Внутренняя неоднородность каждой коаксиальной пары, не более, для:	Ом	—		—
100% значений			$3 \cdot 10^{-3}$	
95% »			$2 \cdot 10^{-3}$	
50% »			$1 \cdot 10^{-3}$	
Среднее арифметическое трех наибольших неоднородностей в каждой коаксиальной паре любой строительной длины, не более	Ом	—	$1{,}8 \cdot 10^{-3}$	—
Переходное затухание между любыми коаксиальными парами, не менее	дБ	300	122	$-10 \lg(l/600)$
Коэффициент затухания коаксиальной пары	дБ/сд	—	(см. табл. 3.11)	$l/1000$
Испытательное напряжение (в течение 2 мин):	В			
между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары		Пост. ток	3700	
между экранами коаксиальных пар		Пост. ток	430	
		0,05	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	$\sqrt{l/600}$

Окончание табл. 3.9

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую

Окончание табл. 3.10

f, мГц	α, дБ/км	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$	β, рад/км	$Z_в$, Ом	v, тыс. км/с
40	15,20	1,96	870,2	74,26	288
60	18,66	1,95	1305	74,23	289
80	21,58	1,95	1739	74,21	289
100	24,17	1,95	2174	74,20	289
150	29,70	1,95	3260	74,19	289
200	33,62	1,94	4338	74,18	289
300	42,33	1,94	6505	74,16	289
400	49,01	1,94	8690	74,16	289
500	55,01	1,94	10 860	74,15	289

Таблица 3.11

Частотная зависимость параметров симметричных пар кабелей КМ-4 при температуре +20° С

f, кГц	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$\varphi_в$	f, кГц	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$\varphi_в$
10	1,301	195,0	21°48′	70	2,376	162,0	4°15′
20	1,480	167,0	12°50′	80	2,555	161,2	3°45′
30	1,659	169,9	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′

По средним значениям волнового сопротивления $Z_в$ кабели КМ-4 делятся на пять групп отдельно для конца А и конца Б (табл. 3.12). На щеке барабана дробью указывается в числителе номер группы конца А, в знаменателе — номер группы конца Б. Кабели поставляются на барабанах номер 18.

Значения переходного затухания и защищенности кабеля КМ-4 в строительных линиях и на усилительных участках приведены на рис. 3.6. Там же указаны нормы этих параметров по МККТТ. Во всех случаях переходное затухание и защищенность от помех у коаксиального кабеля выше нормы.

Таблица 3.12

Группировка строительных длин кабеля КМ-4 в зависимости от волнового сопротивления

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 дополнительной цифрой 0, например I — 0/II или III/II — 0.

Комбинированные кабели КМ-8/6

Таблица 3.14

Конструктивные данные кабелей КМ-8/6

Марка кабеля	Сердечник			Свинцовая оболочка		Масса полиэтилена, кг/км	Наружный диаметр кабеля, мм	Общая масса кабеля, кг/км
	Диаметр, мм	Масса, кг		Толщина, мм	Масса, кг/км			
		меди	стали					
КМГ-8/6	44	1290	673	2,3	3950	—	48	6260
КМБ-8/6	44	1290	673	2,0	3410	920	56,4	7350
КМК-8/6	44	1290	673	2,5	4315	4470	64,4	12100

КМБ-8/6 — то же, бронированный двумя стальными лентами;

КМБл-8/6 — то же, со слоем поливинилхлоридного пластиката по оболочке, бронированный двумя стальными лентами;

КМК-8/6 — то же, бронированный круглыми стальными проволоками;

КМКл-8/6 — то же, со слоем поливинилхлоридного пластиката, бронированный круглыми стальными проволоками.

Сечение кабелей КМ-8/6 показано на рис. 3.7. Строительная длина кабелей не менее 490 м. Кабели поставляются на барабанах номер 20. Прокладка кабелей должна производиться при температуре не ниже —10 °С, транспортировка — от —30 до +40 °С. 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 2,6/9,5 и 660 В переменного тока (1000 В постоянного тока) для пар 1,2/4,6.

Конструктивные данные кабелей приведены в табл. 3.14. Электрические характеристики кабелей КМ-8/6 и частотные зависимости их вторичных параметров аналогичны для пар 2,6/9,5 кабелю КМ-4 и для пар 1,2/4,6 — кабелю 1,2/4,6 мм (см. табл. 3.10 и 3.11).

Малогабаритные кабели МКТ-4

Малогабаритные коаксиальные кабели МКТ-4 (МРТУ 16-505.027—68) предназначены для строительства кабельных магистралей, устройства рокадных линий между магистралями и вводов радиорелейных линий. Кабель используется в диапазоне до 1,3 МГц для системы К-300 и в диапазоне 34 Мбит/с для системы ИКМ-480.

Применяются два основных типа малогабаритных кабелей: МКТА-4 в алюминиевой оболочке и МКТС-4 в свинцовой оболочке.

Кабели МКТ-4 имеют следующую маркировку:

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 пластиката, бронированный двумя стальными лентами;

МКТСК — то же, бронированный стальными проволоками;

МКТСКл — то же, со слоем поливинилхлоридного пластиката, бронированный стальными проволоками;

МКТАШп — малогабаритный коаксиальный кабель в алюминиевой оболочке с полиэтиленовым шлангом;

Таблица 3.15

Конструктивные данные кабелей МКТ-4

Таблица 3.16

Электрические характеристики коаксиального кабеля МКТ

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Коаксиальные пары				
Сопротивление проводника, не более:	Ом/км	Пост. ток		$l/1000$
внутреннего			15,85	
внешнего			8	
Сопротивление изоляции между внутренним и внешним проводниками, не менее	МОм·м	»	15 000	$1000/l$
Волновое сопротивление, измеренное импульсным прибором	Ом	Импульс длительностью 0,12 мс	75	—
Отклонение волнового сопротивления от номинального значения, не более, для:	Ом	То же		—
90% значений			±1	
100% значений			±1,5	
Разность волновых сопротивлений на входе и выходе коаксиальной пары, не более	Ом	Импульс длительностью 0,12 мс	1,0	—
Внутренняя неоднородность, не более, для:	Ом	То же		—
80% значений			$3 \cdot 10^{-3}$	
100% »			$4 \cdot 10^{-3}$	
Электрическая прочность изоляции:	В действ.			
между внутренним и внешним проводниками		0,05	2000	
		Пост. ток	2800	
между внешними проводниками		0,05	200	
		Пост. ток	280	
Переходное затухание между коаксиальными парами	дБ сд	60	108,6	$-10 \lg l/600$
Коэффициент затухания коаксиальной пары	дБ·сд	(см. табл. 3.9)		$l/1000$
Служебные пары				
Сопротивление жилы постоянному току, не более	Ом км	Пост. ток.	50	$l/1000$
Сопротивление изоляции жил, не менее	МОм·км	»	5000	$1000/l$
Рабочая емкость 1-, 2-, 3- и 4-й пар:	нФ км	0,8		$l/1000$
номинальное значение			48	
отклонение от номинального значения для:				
80% значений			±3	
100% »			±4	

			Коэффициент

Допустимые напряжения при прокладке не должны превышать: 784 Н для кабелей МКТС, МКТСБ; 127 Н — для кабелей МКТАШп, МКТАБп, МКТАБпШп; 2940 Н для кабелей МКТСК. Допустимое напряжение дистанционного питания по кабелям типа МКТ-4 1000 В постоянного тока (690 В переменного тока).

Электрические характеристики малогабаритных коаксиальных кабелей приведены в табл. 3.16, а частотные зависимости параметров — в табл. 3.17.

Подводные кабели

Подводные кабели делятся на речные и морские (океанские). Морские кабелей, в свою очередь, подразделяются на глубоководные и береговые, которые различаются 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. д.

Отечественной промышленностью выпускается подводный коаксиальный кабель с полиэтиленовой изоляцией в круглопроволочной броне марки КПК-5/18, конструкция которого показана на рис. 3.10.

Кабель состоит из внутреннего проводника диаметром 3 мм, повива 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 используется в диапазонах до 552 и 3000 кГц для получения 60 и 300 телефонных каналов 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.

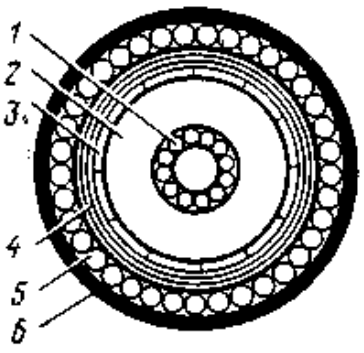


Рис. 3.10. Конструкция подводного коаксиального кабеля КПК-5/18:

1 — внутренний проводник; *2* — изоляция (полиэтилен); *3* — внешний проводник; *4* — защитная оболочка; *5* — проволочная броня; *6* — джутовый покров

Частотная зависимость коэффициента затухания подводного кабеля КПК-5/18 дана в табл. 3.18.

Отечественной промышленностью выпускается также аналогичный экранированный кабель с ленточной стальной броней типа КПЭБ-5/18, предназначенный для подземной прокладки в 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 составляла порядка 5000 км, глубина — до 5 км. В 1964 г. вступила в строй Тихоокеанская магистраль, связывающая Австралию с Америкой. Заканчиваются работы по сооружению 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. 3.11. Наряду с этим кабелем для глубоководных трасс при-

Таблица 3.18

Частотная зависимость коэффициента затухания кабеля КПК-5/18

Рис 3.11. Бронированный подводный кабель

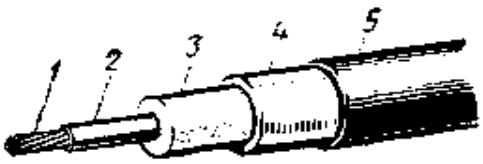


Рис. 3.12. Безбронная конструкция подводного кабеля

1 — трос из стальных проволок; *2* — внутренний проводник; *3* — полиэтиленовая изоляция; *4* — внешний проводник; *5* — полиэтиленовая оболочка

меняют также кабели без броневой конструкции (рис. 3.12), 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 мм и др. Системы передачи по подводным кабелям постоянно совершенствуются и умощняются. Развитие подводных магистралей началось с 48 каналов и сейчас достигает 360, 720 и даже 4000 каналов.

В подводных кабельных магистралях 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 2600...6000 В.

Основные данные подводных кабелей приведены в табл. 3.19.

Однокоаксиальный кабель ВКПАП

Однокоаксиальный кабель ВКПАП-1×2,1/9,7 (ТУ 16-505.389—72) предназначен для организации зоновой (областной) связи. Кабель используется 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 числом каналов, равным 60. Допустимое рабочее напряжение по кабелю 1000 В переменного тока. Возможно также использование кабеля в диапазоне 4,6 МГц для организации 420 каналов (К-420).

Однокоаксиальные кабели ВКПАП-1 имеют следующую номенклатуру:

ВКПАП	– с пористо-полиэтиленовой изоляцией и алюминиевым внешним проводником в полиэтиленовой оболочке;
ВКПАПт	– то же, с канатом на разрывное усилие 8,2 кН;
ВКПАПут	– то же, на 15,5 кН;
ВКПАПБ	— то же, с защитным покровом из бронелент и джута;
ВКПАПБШп	— то же, с защитным покровом из бронелент и шланга;
ВКПАПБГ	— то же, с защитным покровом из бронелент;
ВКПАПСтШп	— то же, со стальной гофрированной броней и полиэтиленовым шлангом;
ВКПАПКпШп	— то же, с защитным покровом из круглых стальных проволок и шланга.

Конструктивно кабель ВКПАП выполняется в двух вариантах: подземный и самонесущий подвесной с встроенным тросом (рис. 3.13). Кабели должны прокладываться при температуре —10 ... +40 °С, эксплуатироваться при —50 ... +50 °С, храниться при —40 ... +50 °С. Длина пролета подвесного кабеля порядка 50 ... 65 м.

а 3.20		включая	32	32	100	110					1060	120	28,3	1610

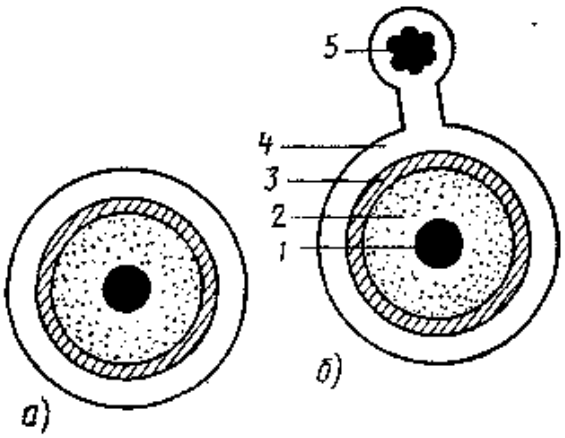


Рис. 3.13. Одноосевой кабель зоновой (внутриобластной) связи:

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

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.

Стальные тросы рассчитаны на разрывное усилие 6860 Н (кабель ВКПАПт) и 14 700 Н (кабель ВКПАПут). Механическая прочность подземного кабеля ВКПАП на разрыв 2940 Н. Допускается прокладка кабеля механизированным способом при продольной нагрузке не более 980 Н. Радиус кабелей не более 20 его диаметров. Строительная длина кабелей 600 м.

Конструктивные данные одноосевых кабелей приведены в табл. 3.20, электрические характеристики — в табл. 3.21, а частотные зависимости их параметров — в табл. 3.22.

Таблица 3.21

Электрические характеристики кабеля ВКПАП при температуре 20° С (ТУ 16-505.389—72)

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление проводника, не более:	Ом км	Пост. ток		/ 1000
внутреннего		1	5,15	
внешнего			1,50	
Электрическое сопротивление изоляции, не менее:	МОм·км	»		1000 /
между внутренним и внешним проводниками			10 000	
между внешним проводником и землей (водой)			10	
Номинальное значение волнового сопротивления	Ом	Импульс длительностью 0,12 мкс	75	–

Окончание табл. 3.21

Характеристика	Единица	Частота, кГц	Норма	Коэффициент

3.4. Междугородные симметричные кабели

Типы кабелей

Для кабельных магистралей и устройства зоновых сетей связи применяются следующие типы симметричных кабелей (ГОСТ 15125—76):

МКС — с кордельно-полистирольной изоляцией в свинцовой оболочке;

МКСА — то же, в алюминиевой оболочке;

МКСС — то же, в стальной оболочке.

Все эти кабели имеют одинаковые сердечники, содержащие 1, 4 и 7 четверок с диаметром жил 1,2 мм.

Кабели предназначены для систем передачи К-60 в диапазоне до 252 кГц и К-1020 в диапазоне до 4640 кГц, работающих при напряжении дистанционного питания 1000 В постоянного тока (690 В переменного тока). Возможно также использование их для цифровых систем передачи с применением аппаратуры ИКМ-30 в диапазоне 2 Мбит/с и ИКМ-120 в диапазоне 8,5 Мбит/с.

Все конструкции симметричных кабелей допускают их прокладку ручным и механизированным способами при температуре —15 ... +40 °С. Температура транспортировки кабелей —30 ... +40 °С, хранения —50 ... +40 °С.

Кабели МКС с кордельно-полистирольной (стирофлексной) изоляцией в свинцовой оболочке

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:

МКГС — 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;

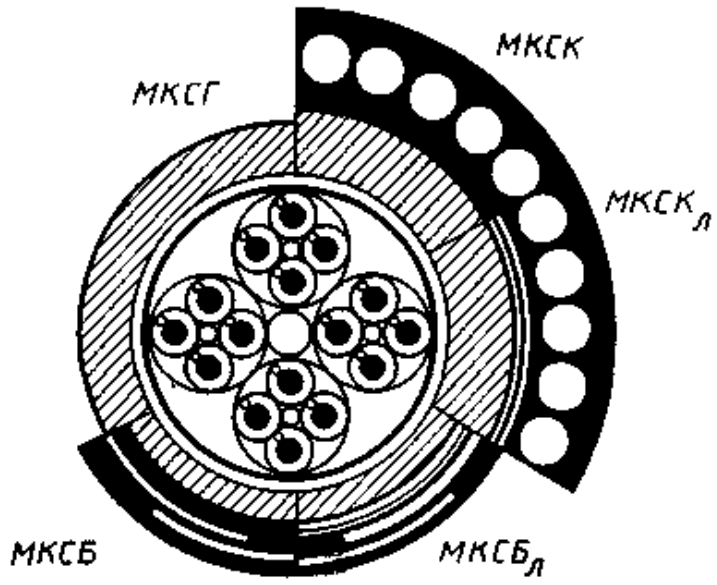


Рис. 3.14. Симметричный высокочастотный кабель с кордельно-полистирольной изоляцией типа МКС-4×4

МКСБГ — бронированный стальными лентами с антикоррозийным покровом из компаунда (без джута).

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

Таблица 3.23

Конструктивные данные кабелей МКС (ГОСТ 15.125—76)

Продолжение табл. 3.24

Характеристика	Единица измерения	Частота тока, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Испытательное напряжение (в течение 2 мин)	В	0,05	2000	—
То же, группы всех красных и желтых жил по отношению к группе всех синих и зеленых жил и к оболочке в течение: 2 мин 10 с	В	0,05	 1300 1400	—
Рабочая емкость: одночетверочных кабелей в оболочке: алюминиевой свинцовой симметричных кабелей в стальной гофрированной оболочке и четырехчетверочных кабелей симметричных кабелей, кроме семичетверочных в стальной гофрированной оболочке	нФ/км	0,8	 25,6±0,8 26,0±0,8 24,5±0,8 24,0±0,8	$l/1000$
Переходное затухание на ближнем конце между всеми парами длиной 825 м, не менее, для: 100% значений 90% »	дБ/сд	До 252	 59 62	 $-10\lg(l/825)$ $-10\lg(l/825)$
Защищенность на дальнем конце между всеми парами на длине 825 м, не менее, для: 100% значений 90% значений четырех- и семичетверочных кабелей 90% значений одночетверочных кабелей	дБ/сд	До 252	 68 74 72	 $-10\lg(l/825)$ $-10\lg(l/825)$ $-10\lg(l/825)$
Емкостные связи k_{23} и емкостная асимметрия e_1, e_2, не более, для: 100% значений 90% »	пФ/сд	0,8	 570 230	$l/825$

Окончание табл. 3.24

	Единица	Частота тока,	..	Коэффициент

Таблица 3.26

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	6,385	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	105,0	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 ±0,174 дБ/км.

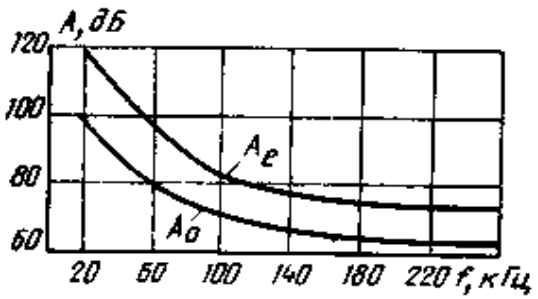
Таблица 3.27

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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	2,023	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 ±0,043 дБ/км. Отклонение волнового сопротивления ±5%.

Рис. 3.15. Частотные зависимости переходного затухания между цепями кабеля МКС на ближнем (A_0) и на дальнем (A_l) концах



По величине рабочей емкости кабели МКС делятся на восемь групп (табл. 3.28). Номера групп указываются на барабанах и в протоколах электрических испытаний.

Таблица 3.28

Группирование кабелей МКС

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

Окончание табл. 3.28

Группа	V	VI	VII	VIII
Значение рабочей емкости C, 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

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 — 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;

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

Строительная длина кабелей 825 м. Конструкция кабеля показана на рис. 3.16.

Конструктивные данные кабелей МКСА приведены в табл. 3.29, а частотные зависимости их параметров — в табл. 3.30—3.33.

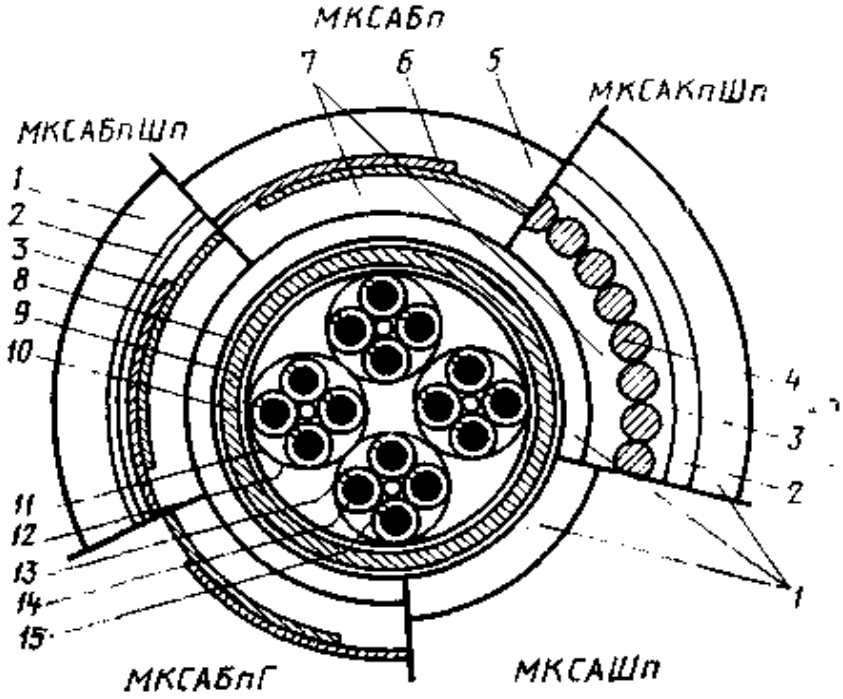


Рис. 3.16. Симметричный высокочастотный кабель в алюминиевой оболочке МКСАШп-4×4:

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

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. 3.34.

Таблица 3.29

Конструктивные данные кабелей МКСА (ГОСТ 15.125—76)

Марка кабеля	Диаметр сердечника, мм	Толщина, мм		Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
		оболочки	шланга		алюминия	меди	общая
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
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
МКСА-7×4:							
МКСАШп	21,2	1,1	2,5	29,8	235	287,7	861
МКСАБп	21,1	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

Таблица 3.30

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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 ±0,043 дБ/км. Отклонение волнового сопротивления ±5%.

Таблица 3.31

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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	5,45	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

Окончание табл. 3.31

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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 коэффициента затухания не более ±0,043 дБ/км. Отклонение волнового сопротивления ±5%.

Таблица 3.32

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			

Таблица 3.33

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi^\circ$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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	4,7	2,42
70	1,290	1,83	175,8	4,4	2,34
80	1,377	2,09	175,2	4,15	2,28
90	1,464	2,35	174,8	4,00	2,24
100	1,540	2,60	174,3	3,85	2,22
110	1,616	2,85	173,9	3,45	—
150	1,880	3,88	173,4	3,10	2,17
200	2,176	5,15	171,1	2,80	2,15
250	2,432	6,40	170,2	2,75	2,14
260	2,475	6,66	170,0	5,1	—
300	2,660	7,88	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 ±0,043 дБ/км. Отклонение волнового сопротивления ±5%.

Таблица 3.34

Группирование кабелей МКСА

Номер группы	Средняя емкость кабеля, пФ/км, при числе четверок		
	1×4	4×4	7×4
0	—	23,5...23,7	23,0...23,2
1	24,8...25,0	23,7...23,9	23,2...23,4
2	25,0...25,2	23,9...24,1	23,4...23,6
3	25,2...25,4	24,1...24,3	23,6...23,8
4	25,4...25,6	24,3...24,5	23,8...24,0
5	25,6...25,8	24,5...24,7	24,0...24,2
6	25,8...26,0	24,7...24,9	24,2...24,4
7	26,0...26,2	24,9...25,1	24,4...24,6
8	26,2...26,4	25,1...25,3	24,6...24,8
9		25,3...25,5	24,8...25,0

Кабели МКСС с кордельно-полистирольной изоляцией в стальной гофрированной оболочке

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. 3.35. Конструкция кабеля показана на рис. 3.17.

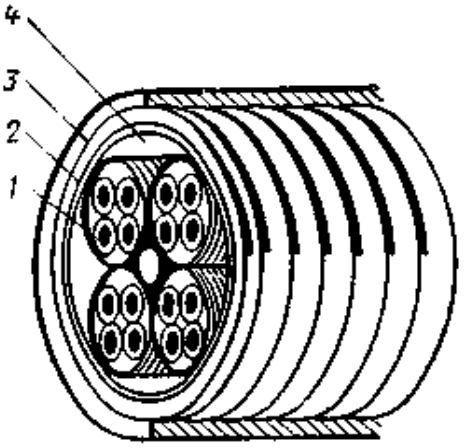


Рис. 3.17. Симметричный высокочастотный кабель в стальной гофрированной оболочке типа МКССШп-4×4:

1 — изолированные жилы; *2* — алюминиевый экран; *3* — стальная гофрированная оболочка; *4* — полиэтиленовая оболочка

Электрические характеристики кабеля МКССШп-4×4 приведены в табл. 3.24, частотные зависимости параметров кабеля МКССШп-4×4 — в табл. 3.36 и 3.37. Коэффициент защитного действия 0,7.

Таблица 3.35

Конструктивные данные кабелей МКССШп (ГОСТ 15.125—76)

Марка кабеля	Диаметр сердечника, мм	Толщина, мм		Диаметр кабеля, мм	Масса, кг/км		
		оболочки	шланга		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

Таблица 3.36

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
10	0,756	0,281	199,0	17,65	3,65
20	0,866	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 ±0,043 дБ/км. Отклонение волнового сопротивления ±5%.

Таблица 3.37

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
10	0,756	0,281	199,9	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	1,07	1,06	176,2	6,8	2,92

Окончание табл. 3.37

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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	2,526	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 ±0,043 дБ/км. Отклонение волнового сопротивления ±5%.

По величине рабочей емкости кабели делятся на девять групп (табл. 3.38).

Таблица 3.38

Группирование кабелей МКСС

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

Окончание табл. 3.38

Группа	V	VI	VII	VIII	IX
Значение рабочей емкости C, нФ/км	24,5...24,7	24,7...24,9	24,9...25,1	25,1...25,3	25,3...25,5

3.5. Зоновые (внутриобластные) кабели

Общие сведения

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

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

однокоаксиальные ВКПАП-1 (с парой 2,1/9,7) с аппаратурой К-120 по одно-кабельной системе (см. разд. 3.3).

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.

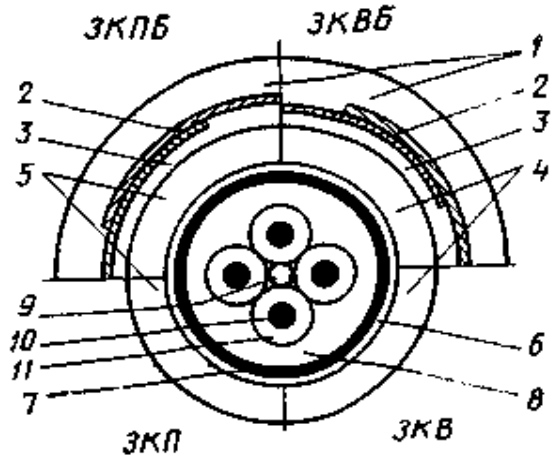


Рис. 3.18. Зоновый кабель с полиэтиленовой изоляцией ЗКП-1×4:

1 – наружный покров; *2* — броня из двух стальных лент; *3* – подушка; *4* — наружная оболочка из поливинилхлоридного пластиката; *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

Кабели с кордельно-полистирольной изоляцией типа МКС рассмотрены в разд. 3.4. Здесь приводятся данные кабелей с полиэтиленовой изоляцией типа ЗКП-1×4 и ЗКПАШп1×4 (рис. 3.18). Эти кабели предназначены для строительства зоновых кабельных 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 ... +50 °С. Прокладка и монтаж кабелей должны выполняться при температуре не ниже —10 °С. Транспортировка кабелей допускается при температурах —30 ... +40 °С, хранение — при +—40 ... +50 °С (в пластмассовых оболочках) и —50 ... +40 °С (в алюминиевых оболочках). 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.

Кабели ЗК с полиэтиленовой изоляцией в пластмассовой оболочке

По роду защитных покровов кабели маркируются следующим образом:

ЗКП — в полиэтиленовой оболочке;

ЗКПБ — то же, с ленточной бронёй;

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 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.

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.

Строительная длина одночетверочных кабелей 1000 м.

Электрические характеристики одночетверочных кабелей типа ЗКП(В)×1×4 приведены в табл. 3.39. Конструктивные данные кабеля ЗК-1×4 приведены в табл. 3.40. Частотные зависимости параметров кабеля ЗК даны в табл. 3.41 и 3.42.

Таблица 3.39

Электрические характеристики кабелей ЗКП(В)-1×4 со сплошной полиэтиленовой изоляцией (ТУ 16-505.233—73)

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	1000	$\sqrt{l/1000}$
Сопротивление изоляции жил, не менее	МОм·км	»	10 000	1000	$1000/l$
Сопротивление изоляции оболочки: полиэтиленовой поливинилхлоридной	МОм·км	»	 10 0,05	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	$l/1000$

Окончание табл. 3.39

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Длина кабеля, м	Коэффициент пересчета на другую длину
Отклонение значения рабочей емкости от номинального, не более	нФ/км	0,8	±0,8	1000	$l/1000$
Переходное затухание на ближнем конце, не менее	дБ/сд	До 250	62,5	сд	$10 \lg \frac{l}{сд}$
То же, для 100% строительных длин, не менее	дБ/сд	До 250	57,3	сд	$10 \lg \frac{l}{сд}$
Защищенность на дальнем конце, не менее	дБ/сд	До 250	71,2	сд	$10 \lg \frac{l}{сд}$
То же, для 10% строительных длин, не менее	дБ/сд	До 250	65,7	сд	$10 \lg \frac{l}{сд}$
Коэффициент затухания: номинальное значение	дБ/км	До 250	См. табл. 3.41	1000	$l/1000$
отклонение от номинального значения			±10	1000	
Коэффициент защитного действия, не более	—	5	0,085	—	—

Таблица 3.40

Конструктивные данные кабелей ЗК-1×4

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.

Таблица 3.41

Частотная зависимость параметров кабеля ЗК-1×4×1,2 в диапазоне до 10 кГц

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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	0,0592	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	0,186	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	0,958	0,352	166	16,2	3,39

Таблица 3.42

Частотная зависимость параметров кабеля ЗК-1×4×1,2 в области свыше 10 кГц

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$ при экране	
					алюминиевом	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	2,25	2,22
90	1,724	2,95	141,6	3,8	2,22	2,13
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	2,5	2,12	2,03
180	2,340	5,86	140,0	2,3	2,11	2,02
200	2,454	6,50	139,9	2,1	2,10	2,00
220	2,563	7,15	139,9	1,9	2,09	1,99
240	2,671	7,80	139,8	1,7	2,08	1,98
250	2,723	8,12	139,8	1,6	2,08	1,98

Примечание. Отклонение коэффициента затухания ±3%, волнового сопротивления ±5%.

Кабели ЗКПА с полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке

Кабель состоит из одной высокочастотной четверки звездной скрутки (рис. 3.19). Токопроводящие жилы — медные диаметром 1,2 мм. Изоляция выполнена из сплошного полиэтилена толщиной 1,1 мм. Диаметр изолированной жилы 3,4 мм. Жилы скручены вокруг полиэтиленового 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

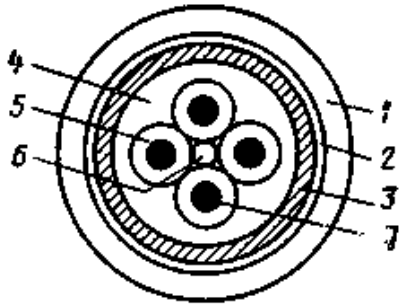


Рис. 3.19. Зоновый кабель с полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке ЗКПАШп-1×4:
1 — полиэтиленовый шланг; *2* слой битумного компаунда; *3* алюминиевая оболочка; *4* заполнение из полиэтилена; *5* — полиэтиленовая изоляция; *6* — центрирующий кордель; *7* токопроводящая жила

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. Общий диаметр кабеля ЗКПАШп-1×4 18,9 мм, масса 400 кг.

Конструктивные данные кабеля ЗКПАШп-1×4 приведены в табл. 3.43, электрические характеристики кабеля — в табл. 3.44, частотные зависимости вторичных параметров кабеля — в табл. 3.45 и 3.46.

Таблица 3.43

Конструктивные данные кабеля ЗКПАШп-1×4

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

Таблица 3.44

Электрические характеристики ЗКПА-1×4 (ТУ 16.505.640—74)

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	Ом	»	0,21	1000	$\sqrt{l/1000}$
Сопротивление изоляции каждой жилы относительно всех других жил, соединенных с оболочкой, не менее	МОм	»	20000	1000	$1000/l$
Сопротивление изоляции полиэтиленовой оболочки, не менее	МОм	»	10	1000	$1000/l$
Испытательное напряжение: между жилами между жилами и экраном	В	 0,05 Пост. ток	 3000 4000	—	—
Рабочая емкость: номинальное значение отклонение величины рабочей емкости от номинального значения, не более, для: 100% строительных длин 90% » »	нФ	0,8	 36,3 ±1,1 ±0,8	 1000 —	$l/1000$ —
Переходное затухание на ближнем конце, не менее, для: 100% строительных длин 90% » »	дБ	До 250	 57,3 65,5	1000	$-10 \lg \frac{l}{1000}$
Защищенность на дальнем конце, не менее, для: 100% строительных длин 90% » »	дБ	До 250	 65,7 71,2	1000	$-10 \lg \frac{l}{1000}$
Коэффициент защитного действия, не более	—	5	0,01	—	—

Таблица 3.45

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
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 ±3%, волнового сопротивления ±5%.

Таблица 3.46

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

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi°$	$\alpha_\alpha \cdot 10^{-3}$, град$^{-1}$
10	0,935	0,352	166,0	16,2	3,34
20	1,061	0,72	152,4	10,2	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	143,0	3,6	2,10
140	2,040	4,81	142,8	3,4	2,07
150	2,110	5,17	142,3	3,2	2,05
160	2,173	5,52	142,4	3,1	2,03
180	2,295	6,21	142,3	3,1	2,02
200	2,415	6,88	142,2	3,0	2,00
220	2,520	7,56	142,0	3,0	1,99
240	2,623	8,25	141,9	2,9	1,98
250	2,671	8,60	141,8	2,9	1,98

Примечание. Отклонение коэффициента затухания ±3%, волнового сопротивления ±5%.

3.6. Городские телефонные кабели

Типы кабелей

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

Кабели Т с бумажной изоляцией имеют парную скрутку жил, свинцовую оболочку и изготовляются емкостью до 1600×2. Кабели ТП с пластмассовой изоляцией изготовляются 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 выпускаются емкостью до 2400×2.

Изготовляются также кабели ТПЗ с пластмассовой изоляцией и гидрофобным заполнением.

Кабели типа Т с бумажной изоляцией в свинцовой оболочке

Городские телефонные кабели типа Т (ГОСТ 20802—75) с бумажной изоляцией в свинцовой оболочке различаются по виду защитных покровов, диаметру токопроводящих жил, количеству групп (пар). Номенклатура кабелей типа Т приведена в табл. 3.47.

Таблица 3.47

Номенклатура городских кабелей Т

Марка кабеля	Наименование кабеля	Место прокладки
ТГ	Телефонный, с воздушно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке	В канализации, в коллекторах, по стенам зданий
ТБ	То же, с броней из стальных лент и наружным покровом из кабельной пряжи	Непосредственно в грунте
ТБГ	То же, с броней из стальных лент с противокоррозионным покрытием	Внутри помещений, в коллекторах, в тоннелях
ТК	То же, с броней из круглых стальных проволок с наружным покровом из кабельной пряжи	По дну водоемов, в грунтах, подверженных смещению

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

Таблица 3.48

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	200 . . . 600	20 . . . 600	20 . . . 600

Строительные длины кабелей, м, различной емкости указаны ниже:

10...20 пар	500
30...50 »	300
100...200 пар	250
300...400 »	200
500...1200 пар	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.

При пучковой скрутке сердечника кабеля емкостью до 100×2 скручиваются из элементарных пучков по 10×2, а свыше — из главных пучков емкостью 50×2 или 100×2. В зависимости от вида скрутки главные пучки комплектуются из следующих групп:

Емкость главного пучка	*Пучковая скрутка*	*Повивная скрутка*
50×2	5×(10×2)	4+10+15+21
100×2	(3+7)×(10×2)	2+8+14+20+26+31

Система скрутки кабелей типа Т приведена в табл. 3.49.

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

На рис. 3.20 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.

Рис. 3.20. Общий вид городского телефонного кабеля с бумажной изоляцией ТГ-200×2×0,5

Номинальные (расчетные) значения толщин свинцовых оболочек кабелей указаны в табл. 3.1 и 3.3.

Конструктивные данные освинцованных кабелей марки ТГ с бумажной изоляцией приведены в табл. 3.50, 3.51, а кабелей марки ТБ, бронированных стальными лентами — в табл. 3.52.

Таблица 3.49

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	5×10
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

Таблица 3.50

Максимальный диаметр, мм, кабеля ТГ с разным диаметром 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	—
500	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	—	—

Таблица 3.51

Масса кабелей, ТГ, кг/км, с разным диаметром жил

Число пар	Диаметр жилы, мм			Число пар	Диаметр жилы, мм		
	0,4	0,5	0,7		0,4	0,5	0,7
10	347	402	607	500	4083	6155	12 510
20	421	540	865	600	4777	7089	14 034
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	10 952	–
200	1978	2848	5517	1200	8955	12 781	–
300	2628	4045	18198	1400	9937	14 681	–
400	3254	4949	10 347	1600	11 159	–	–

Таблица 3.52

Масса кабелей ТБ, кг·км, с разным диаметром жил

Число пар	Диаметр жилы, мм			Число пар	Диаметр жилы, мм		
	0,4	0,5	0,7		0,4	0,5	0,7
10	657	750	955	200	2891	3578	5665
20	757	946	1429	300	3688	4887	8754
30	985	1162	1655	400	4403	6396	10 674
50	1289	1482	2184	500	5400	7284	12 943
100	1859	2274	3381	600	6203	8911	14 660
150	2395	2975	4574	–	–	–	–

Электрические характеристики городских телефонных кабелей типа Т должны соответствовать данным, приведенным в табл. 3.53. Частотная зависимость коэффициента затухания и модуля волнового сопротивления приведена в табл. 3.54.

Таблица 3.53

Электрические характеристики кабелей ТГ

Параметр	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление кабеля при диаметре жилы, мм:	Ом·км	Пост. ток		l 1000
0,4			139 ± 9	
0,5			90 ± 5	
0,7			45 ± 3	

Окончание табл. 3.53

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

Таблица 3.54

Частотная зависимость вторичных параметров кабелей Т при различных диаметрах жил

f, кГц	Диаметр жилы, мм			
	0,5		0,7	
	α, дБ/км	|$Z_в$|, Ом	α, дБ/км	|$Z_в$|, Ом
0,8	1,3	848	0,86	631,3
3	2,47	436	1,62	327
10	4,27	241	2,63	183,9
50	7,07	123	3,85	112,7
100	7,97	107	4,79	106,6
200	9,17	101	6,64	103,2
300	11,9	99,4	8,00	101,5
500	16,5	97,5	11,02	99,5
1000	25,55	93,0	17,51	97,5
1500	31,28	91,8	24,27	96,5
2000	33,97	91,5	30,46	95,9

Примечание. Кабель Т с диаметром жил 0,5 мм имеет R_0=90 Ом/км и C=50 нФ/км; а с диаметром жил 0,7 мм R_0=45 Ом/км и C=45 нФ/км.

Кабели типа ТП с полиэтиленовой изоляцией в пластмассовой оболочке

Номенклатура изготовляемых кабелей ТП (ГОСТ 22498-77) приведена в табл. 3.55, а кабелей с гидрофобным заполнением ТПЗ – в табл. 3.56.

Температурный диапазон использования кабелей ТП: при транспортировке −40 ... +50° С для полиэтилена и −30 ... +50° С для поливинилхлорида, при

Таблица 3.55

Номенклатура кабелей в пластмассовой оболочке (незаполненных)

Марка кабеля	Наименование кабеля	Преимущественные места прокладки
ТПП	Телефонный, с полиэтиленовой изоляцией в полиэтиленовой оболочке, с экраном из алюминиевой ленты	В телефонной канализации в коллекторах, шахтах, по стенам зданий. Подвеска на опорах воздушных линий связи
ТППБ	То же, с броней из стальных лент, с наружным защитным покровом	В грунтах всех категорий, не характеризующихся повышенной коррозионной опасностью по отношению к стальной броне
ТППБГ	То же, с броней из стальных лент с противокоррозионным покрытием	В коллекторах, тоннелях, шахтах
ТППБбШп	То же, с броней из стальных лент, наружным защитным шлангом из полиэтилена	В грунтах всех категорий
ТППт	Телефонный, с полиэтиленовой изоляцией, в полиэтиленовой оболочке, с экраном из алюминиевой ленты со встроенным тросом	В грунтах всех категорий. Подвеска на опорах воздушных линий связи
ТПВ	Телефонный, с полиэтиленовой изоляцией, с экраном из алюминиевой ленты; в поливинилхлоридной оболочке	По наружным и внутренним стенам зданий, внутри помещений. Подвеска на опорах воздушных линий связи
ТПВБГ	То же, с броней из стальных лент с противокоррозионным покрытием	Внутри помещений, в сухих тоннелях

Таблица 3.56

Номенклатура кабелей в полиэтиленовой оболочке с гидрофобным заполнением

Марка кабеля	Наименование кабеля	Преимущественные места прокладки
ТППЗ	Телефонный с полиэтиленовой изоляцией в полиэтиленовой оболочке, с гидрофобным заполнением, с экраном из алюминиевой ленты	В телефонной канализации, коллекторах, шахтах, по стенам зданий. Подвеска на опорах воздушных линий связи
ТППЗБ	То же, бронированный стальными лентами, с наружным защитным покровом	В грунтах всех категорий
ТППЗБбШп	То же, бронированный стальными лентами, с наружным защитным шлангом из полиэтилена	В грунтах всех категорий с повышенной коррозионной агрессивностью

Таблица 3.57

Число пар в кабелях типа ТП

Марка кабеля	Диаметр токопроводящих жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7
ТПП, ТППэп	10 ... 2400	10 ... 1200	10 ... 1200	10 ... 600
ТПпП, ТППпЭп	200 ... 2400	—	—	—
ТППБ, ТППБГ, ТППБбШп ТППэпБ, ТППэпБГ, ТППЗэпБбШп	10 ... 800	10 ... 600	10 ... 600	10 ... 600
ТПБПБбШп	200 ... 800	—	—	—
ТПВ, ТПВБГ, ТППт, ТППЗ, ТППЗБ, ТППЗБбШп, ТППЗэп, ТППЗэпБ, ТППЗэпБбШп	10 ... 100	10 ... 100	10 ... 100	10 ... 100
ТПпПЗ, ТПпПЗБоШп	10 ... 100	—	—	—

Таблица 3.58

Минимальные строительные длины незаполненных кабелей

Номинальное число пар в кабеле	10... 20	30... 50	100... 150	200... 300	400... 600	600... 1200	1200... 2400
Длина кабеля, м, на барабане, не менее	500	400	300	250	200	150	125

хранении соответственно —50 ... +50°С и —40 ... +50°С, при прокладке —10 ... +50° С для кабелей обоих типов.

Жилы кабеля изготовляются из меди диаметром 0,32; 0,4; 0,5 и 0,7 мм; изоляция жил — полиэтиленовая; скрутка — парная и четверочная (звездная) *.

Кабели, имеющие экран из алюмополиэтиленовой ленты, маркируются двумя дополнительными буквами «эп».

Ассортимент кабелей типа ТП и ТПЗ приведен в табл. 3.57.

Пары (четверки) скручиваются из жил с различной расцветкой изоляции. Число пар в кабеле и строительные длины указаны в табл. 3.58. Допускается

* В последнее время получили развитие кабели ТП парной скрутки.

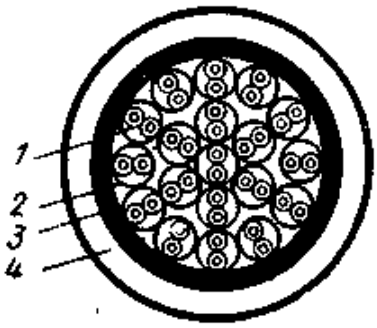


Рис. 3.21. Городской телефонный кабель с пластмассовой изоляцией и оболочкой типа ТП:

1 — медные жилы; *2* — полиэтиленовая изоляция; *3* — алюминиевый экран; *4* — полиэтиленовая оболочка

сдача маломерных отрезков кабеля длиной не менее 100 м в количестве не более 10% общей длины сдаваемой партии.

Сечение кабеля ТП парной скрутки приведено на рис. 3.21. Применяется пучковая скрутка сердечника кабеля ТП. В качестве элементарных используются пучки 10×2 или 5×4. Главные пучки скручиваются из элементарных пучков и содержат 50×2 (25×4) или 100×2 (50×4).

Система скрутки сердечника кабеля ТПП приведена в табл. 3.59. Кабель пучковой скрутки емкостью 300×2 показан на рис. 3.22.

Поверх скрученного сердечника накладывается поясная изоляция из пластмассовых лент. Затем идет алюминиевый экран толщиной 0,1 ... 0,2 мм. Поверх экрана располагается полиэтиленовая оболочка в кабелях ТПП или поливинилхлоридная в кабелях ТПВ. Толщины оболочек и шлангов в кабелях ТП указаны в табл. 3.60. Наружные диаметры и массы кабелей ТПП парной и четверочной скруток приведены в табл. 3.61—3.63.

Таблица 3.59

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)

Таблица 3.60

Толщина оболочки и шланга 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	—

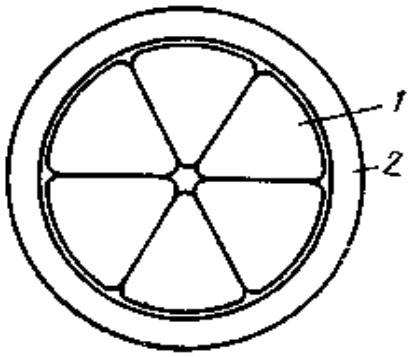


Рис 3.22. Городской телефонный кабель пучковой скрутки (300×4):
1 — пучок 50×4; *2* — оболочка

Наружные диаметры и массы бронированных кабелей ТППБ указаны в табл. 3.64. Конструктивные данные (диаметр, масса) кабелей с гидрофобным заполнением даны в табл. 3.65.

Электрические характеристики кабелей типа ТП приведены в табл. 3.66 Частотная зависимость вторичных параметров кабелей ТП показана в табл. 3.67

Таблица 3.61

Максимальные наружные диаметры кабелей ТПП, мм

Номинальное число		Кабель						
		парной скрутки				четверочной скрутки		
		с жилами диаметром, 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	38,9	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	78,5	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	69,3	—	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	—
1400	—	63,0	—	—	—	—	—	—
1600	—	66,7	—	—	—	—	—	—
1800	—	70,2	—	—	—	—	—	—
2000	—	73,4	—	—	—	—	—	—
2400	—	76,0	—	—	—	—	—	—

Таблица 3.62

Расчетная масса, кг/км, кабелей ТПП парной скрутки

Номинальное число пар	Диаметр жил, мм				Номинальное 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	700	1937	3005	4524	—
20	96	132	179	311	800	2172	3370	5099	—
30	126	178	284	462	900	2476	3784	5676	—
50	183	282	427	740	1000	2707	4150	6247	—
100	329	521	767	1306	1200	3172	4883	7382	—
150	483	764	1107	1935	1400	3590	—	—	—
200	626	968	1462	3565	1600	4039	—	—	—
300	915	1415	2070	3695	1800	4486	—	—	—
400	1170	1799	2732	4776	2000	4933	—	—	—
500	1534	2178	3329	5845	2400	5926	—	—	—
600	1705	2628	3948	6912					

Таблица 3.63

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	—

Таблица 3.64

Конструктивные данные бронированных кабелей ТППБ с разным диаметром жил, мм

Число пар	0,4		0,5		0,7	
	Диаметр, мм	Масса, кг/км	Диаметр, мм	Масса, кг/км	Диаметр, мм	Масса, кг/км
10	18,6	457	19,3	520	13	766
20	21,5	574	23,3	705	18,5	1102
30	23,2	780	25,1	828	21,1	1330
50	27,5	1136	29,1	1090	27,8	2014
100	33,6	1621	36,6	1681	35,8	2937

Окончание табл. 3.64

Число пар	0,4		0,5		0,7	
	Диаметр, мм	Масса, кг/км	Диаметр, мм	Масса, кг/км	Диаметр, мм	Масса, кг км
150	38,5	2068	40,9	2127	43,2	3863
200	41,8	2424	44,6	2520	49,5	4738
300	48,2	3094	51,5	2957	58,7	6972
400	52,8	3704	56,7	3971	66,9	8564
500	56,2	4224	63,5	5495	—	—
600	62,7	5493	67,5	6227	—	—

Таблица 3.65

Максимальные наружные диаметры кабелей марок ТППЗ со сплошной полиэтиленовой изоляцией и гидрофобным заполнением, мм

Номинальное число		Кабель						
		парной скрутки				четверочной скрутки		
пар	четверок	с жилами диаметром, мм						
		0,32	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7
10	5	10,1	11,3	12,8	15,5	10,6	12,0	14,7
20	10	12,7	14,7	16,8	21,7	12,7	14,7	19,2
30	15	13,6	15,8	19,0	24,7	15,5	18,7	23,1
50	25	16,0	20,0	23,0	31,4	18,2	21,3	28,6
100	50	21,5	26,6	30,08	40,5	23,0	28,3	38,0

Таблица 3.66

Электрические характеристики кабелей ТПП

Параметр	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление кабеля при диаметре жилы, мм:	Ом км	Пост. ток		$l/1000$
0,32			216 ± 13	
0,4			139 ± 9	
0,5			90 ± 6	
0,7			45 ± 3	
Сопротивление изоляции для:	МОм·км	»		$1000/l$
100 % значений			6000	
80 % »			8000	
Испытательное напряжение (в течение 1 мин) между:	В	0,05		—
жилами пар			1000	
жилами и экраном			500	

Окончание табл. 3.66

Параметр	Единица измерения	Частота, кГц	Норма	Коэффициент пересчета на другую длину
Рабочая емкость	нФ/км	0,8	45±5	l/1000
Емкостная связь (на длину 300 м) для: 100 % значений 95 % »	пФ/км	0,8	 300 250	l/300
Коэффициент затуханий кабеля при диаметре жилы, мм: 0,32 0,4 0,5 0,7	дБ/км	0,8	 1,91 1,51 1,22 0,86	l/1000

Таблица 3.67

Частотная зависимость вторичных параметров кабелей ТП при различных диаметрах жил

f, кГц	Диаметр жилы, мм							
	0,32		0,4		0,5		0,7	
	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом
0,8	1,92	1383	1,54	1109	1,23	892,7	0,86	631,3
3	3,66	714,6	2,92	573	2,33	461,6	1,57	327,2
10	6,49	391,6	5,12	314,8	3,98	254,7	2,57	185,2
50	12,4	182,4	9,12	152,6	6,48	133,3	3,58	117,9
100	14,8	141,4	10,3	125,7	7,17	118,0	4,22	112,5
200	16,6	122,4	11,6	115,4	8,56	112,6	5,55	109,7
300	17,6	117,5	12,9	112,8	9,90	110,8	6,69	108,2
500	20,1	114,4	15,6	110,5	12,4	108,8	8,60	106,2
1000	26,3	111,7	21,7	107,7	17,2	106,3	12,1	104,4
1500	32,0	110,1	25,4	106,3	21,3	105,0	14,5	103,5
2000	37,5	109,2	30,0	105,6	24,1	104,4	16,7	103

Ниже приведены значения R, Ом/км, для кабелей ТП с различным диаметром жил:

0,32	мм	216
0,4	»	139
0,5	»	90
0,7	»	45

Емкость $C = 45$ нФ/км для всех диаметров жил.

3.7. Кабели сельской связи и радиовещания

Общие сведения

Кабели сельской телефонной связи подразделяются на межстанционные — соединительные и абонентские.

Для межстанционной связи применяются высокочастотные одно- и двухчетверочные кабели типов КСПП-1×4 и КСПП-2×4. По ним работают высокочастотные системы передачи: аналоговые КНК-6 и КНК-12, аппаратура КАМА (30 каналов) и цифровые ИКМ-15. Эти системы позволяют получить по одной четверке от 12 до 30 каналов связи. Дальность передачи по межстанционным соединительным линиям достигает 100 км (в среднем 40 км).

Для абонентских линий используются обычные кабели ГТС типа ТП емкостью до 50×2, а в основном (10—20)×2. Длина абонентских линий не превышает 15 км (в среднем 2—3 км). Применяются также однопарные кабели типа ПРППМ-1×2.

Кабели сельской связи имеют, как правило, медные жилы, полиэтиленовую изоляцию и полиэтиленовую оболочку. Известно также применение в качестве токопроводящих жил алюминиевого сплава, биметалла (алюминий, медь) и стали.

Для передачи программ радиовещания на селе используются однопарные кабели усиленной конструкции типа МРМ-1×2 и обычные кабели ПРППМ-1×2. Кабели пригодны для монтажа при температуре до —10° С и эксплуатации при температурах —40 ... +50° С.

Одночетверочные высокочастотные кабели КСПП

Промышленность выпускает несколько модификаций данного кабеля (рис. 3.23):

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

КСППБ-1×4 — бронированный стальной лентой в полиэтиленовом защитном шланге для подземной прокладки;

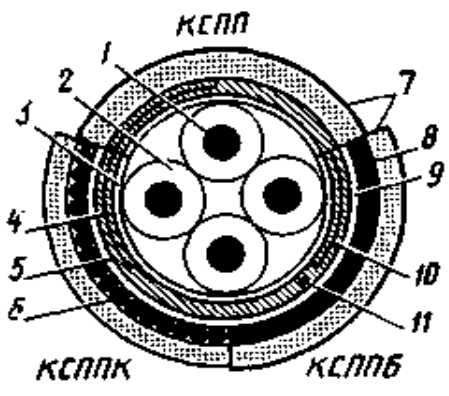


Рис. 3.23. Одночетверочный кабель сельской связи КСПП-1×0,9:

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 3.68

Конструктивные данные кабелей КСПП с разным диаметром жил

Марка кабеля	0,9 мм		1,2 мм	
	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км
КСПП-1×4	12	106	14	131
КСППБ-1×4	13,5	190	16	229
КСППК-1×4	16,4	210	17	265
КСППт-1×4	14×25	—	14×25	—
КСППБ-2×4	13×22	—	14×24	—

Таблица 3.69

Электрические характеристики кабелей КСПП

Характеристика	Единица измерения	КСПП-1×4×0,9; 2×4×0,9	КСПП-1×4×1,2; 2×4×1,2
Сопротивление цепи постоянному току	Ом/км	56,8	31,6
Сопротивление изоляции	МОм/км	15 000	15 000
Электрическая емкость	нФ/км	38	43,5
Коэффициент затухания при частоте, кГц:	дБ/км		
120		3,28	3,0
500		6,34	5,64
700		7,03	6,16
Волновое сопротивление	Ом	130	113
Переходное затухание A_0	дБ/сд	58	58
Защищенность $A_э$	дБ/сд	66	66

КСППК-1×4 — бронированный круглыми стальными проволоками для прокладки через реки;

КСППт и КСППБт — не бронированный и бронированный со встроенным несущим тросом, для подвески по опорам.

Для влагостойкости кабели могут иметь внутри гидрофобное заполнение. Тогда в марке фигурирует буква «З» — КСПЗП, КСПЗПБ и т. д.

Одночетверочные кабели имеют медные жилы диаметром 0,9 или 1,2 мм, полиэтиленовую изоляцию толщиной 0,7 ... 0,8 мм. Поверх скрутки накладывается полиэтиленовая оболочка толщиной 0,9 ... 1,0 мм и алюминиевый экран толщиной 0,1 мм. Толщина наружной полиэтиленовой оболочки 1,2 ... 1,5 мм.

Конструктивные данные кабелей КСПП приведены в табл. 3.68. Электрические характеристики кабелей приведены в табл. 3.69.

Двухчетверочные высокочастотные кабели КСПП

Кабель состоит из двух бронированных одночетверочных кабелей КСППБ, имеет общий наружный полиэтиленовый шланг и в сечении представляет собой восьмерочную конструкцию (рис. 3.24). Поскольку сердечники одно- и двухчетве-

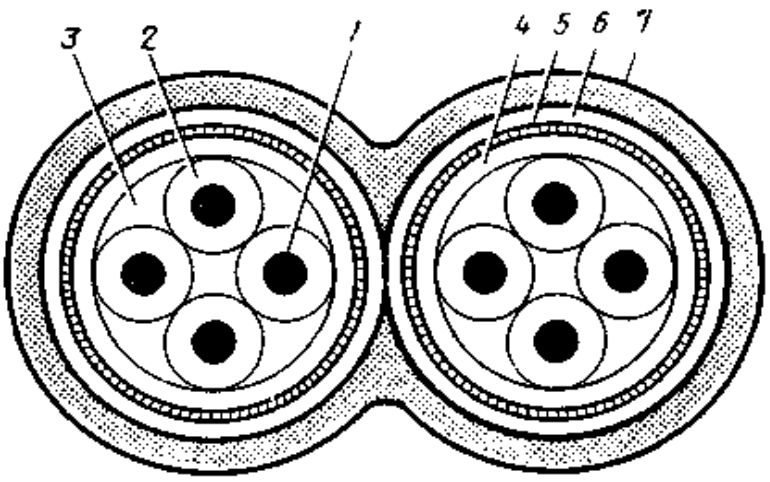


Рис. 3.24. Двухчетверочный кабель КСППБ-2×4:

1 — медная жила; *2* — полиэтиленовая изоляция; *3* — гидрофобный заполнитель; *4* — поясная изоляция; *5* — алюминиевый экран; *6* — стальная ленточная броня; *7* — полиэтиленовая оболочка

рочного кабелей одинаковы, основные параметры передачи (сопротивление, емкость, затухание, волновое сопротивление) полностью идентичны.

Достоинство кабеля КСППБ-2×4 — большое значение переходного затухания между цепями различных четверок ($A_0 = 100 \ldots 110$ дБ/сд). Это позволяет осуществлять двухстороннюю связь по кабелю с применением цифровых и аналоговых систем передачи.

Конструктивные данные и электрические характеристики кабелей КСППБ-2×4 указаны в табл. 3.68 и 3.69. Частотная зависимость вторичных параметров кабелей КСПП приведена в табл. 3.70.

Таблица 3.70

Частотная зависимость параметров кабелей КСПП

f, кГц	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi$	β, рад/км	f, кГц	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi$	β, рад/км
0,8	0,62	536	42°48′	0,067	300	4,75	131	3°00′	9,40
6	1,32	210	29°46′	0,267	500	5,43	130	2°40′	12,53
10	1,52	181	23°49′	0,398	550	6,34	130	2°24′	17,23
30	2,13	149	13°09′	1,034	600	6,56	129	1°57′	18,6
60	2,58	142	8°23′	2,057	700	7,87	129	1°30′	21,2
76	2,84	139	7°09′	2,500	1000	8,34	128	1°11′	30,8
120	3,28	136	5°33′	3,900	1500	9,99	128	0°40′	45,3
250	4,39	132	3°26′	7,83	2000	11,92	128	0°30′	60,8

Однопарные кабели

Конструкции однопарных кабелей показаны на рис. 3.25. Кабели имеют, как правило, медные жилы диаметром 0,8; 0,9 и 1,2 мм, полиэтиленовую изоляцию, поверх которой наложена оболочка из шлангового светостабилизированного полиэтилена (ПРППМ-1×2). Известны также конструкции кабелей с поливинилхлоридной изоляцией — ПРВПМ-1×2. Находят применение однопарные кабели с алюминиевыми (ПРППА-1×2) и стальными (ПТПЖ-1×2) жилами.

Кабели с полиэтиленовой изоляцией пригодны для работы при температурах $-40 \ldots +50°$ С. Для поливинилхлоридной изоляции диапазон отрицательных температур сокращается до $-20°$ С. Строительная длина однопарных кабелей 500 м.

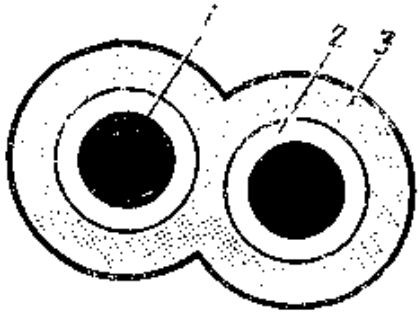


Рис. 3.25. Однопарный кабель сельской связи и проводного вещания ПРППМ-1×2:

1 — медная жила; *2* — полиэтиленовая изоляция; *3* — полиэтиленовая оболочка

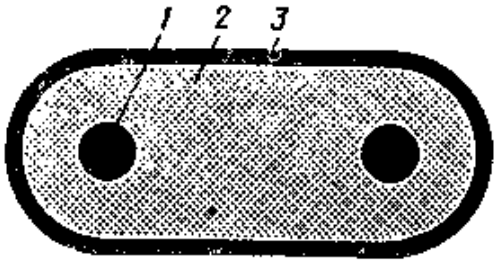


Рис. 3.26. Магистральный фидерный кабель проводного вещания МРМ-1×2:

1 — медная жила; *2* — пористая изоляция; *3* — полиэтиленовая оболочка

Наибольшее применение для сельской связи находит кабель ПРППМ-1×2 с медными жилами, полиэтиленовой изоляцией и оболочкой.

Конструктивные данные и электрические характеристики однопарных кабелей приведены в табл. 3.71 и 3.72.

Таблица 3.71

Конструктивные данные однопарных кабелей

Марка кабеля	Материал жилы	Диаметр жилы, мм	Изоляция	Размеры кабеля, мм	Масса, кг/км
ПРППМ	Медь	0,8 0,9 1,2	ПЭ	3,6×7,2 3,9×7,8 4,6×9,2	29,0 36,0 43,8
ПРППВМ	»	0,8 1,0 1,2	ПВХ	3,2×6,7 3,8×8,1 4,4×9,3	24,2 36,4 51,0
ППЖ	Сталь	0,6 1,2 1,8	ПЭ	2,0×6,0 2,8×7,6 3,6×9,2	8,6 25,3 51,7

Таблица 3.72

Электрические характеристики однопарных кабелей

Марка кабеля	R, Ом/км	L, мГн/км	C, нФ/км	α, дБ/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	U, В	$R_{из}$, МОм·км
ПРППМ-1×2×0,8	72,0	0,7	50	1,24	353	380	6000
ПРППМ-1×2×0,9	56,8	0,7	51	1,0	290	380	6000
ПРППМ-1×2×1,2	32,0	0,7	56	0,83	237	380	6000
ПРППВМ-1×2×1,0	47,8	0,7	114	—	—	360	10
ПРППА-1×2×1,6	29,4	0,7	80	0,65	269	380	6000
ППЖ-1×2×1,2	280,0	0,7	56	—	—	500	60

Последнее время на сельской связи получили применение кабели с биметаллическими жилами и влагостойким гидрофобным заполнением. Диаметр токопроводящих алюмомедных жил 0,5 и 0,9 мм. Кабели маркируются ТСПЗП и имеют емкость 5×2 и 10×2.

Для сельского радиовещания используются магистральные фидерные кабели МРМ-1×2 и абонентские кабели ПРППМ-1×2. Кабель МРМ имеет однопарную конструкцию с медными жилами диаметром 1,2 мм. Изоляция из пористого полиэтилена значительно большей толщины, чем у кабеля ПРППМ. Благодаря этому он может применяться для радиотрансляционных сетей с напряжением до 960 В (в то время как при использовании кабеля ПРППМ напряжение не должно превышать 360 В). Конструкция кабеля МРМ-1×2 показана на рис. 3.26. Известны экранированные конструкции кабелей МРМПЭ-1×2.

3.8. 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;

ТЭПА — 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

Кабели ТЗ (ГОСТ 5008—73) однородной конструкции изготовляются 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. 3.27);

ТЗБл — то же, с пластмассовым подслоем по оболочке, бронированный стальными лентами;

ТЗБГ — то же, бронированный стальными лентами с противокоррозионным покрытием;

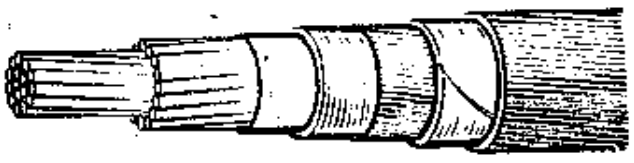


Рис. 3.27. Кабель для соединительных линий и вставок марки ТЗБ

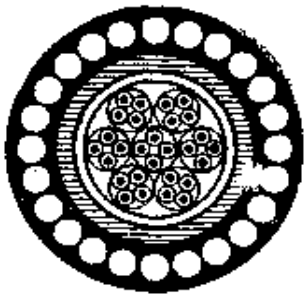


Рис. 3.28. Сечение кабеля марки ТЗК

Таблица 3.73

Число четверок в кабеле ТЗ с разным диаметром жил

Марка кабеля	Диаметр жил, мм	
	0,8 и 0,9	1,2
ТЗГ, ТЗБ, 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	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

ТЗБлГ — то же, с пластмассовым подслоем, бронированный стальными лентами и с противокоррозионным покрытием;

ТЗК — то же, бронированный стальными проволоками (рис. 3.28);

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 ТЗ приведены в табл. 3.73.

Таблица 3.74

Толщина свинцовой оболочки кабелей ТЗ

Диаметр кабеля под свинцовой оболочкой, мм	Толщина свинцовой оболочки, мм, кабеля								
	ТЗБл, ТЗЭБл, ТЗБ, ТЗЭБ, ТЗБГ, ТЗЭБГ, ТЗБлГ, ТЗЭБлГ			ТЗГ, ТЗЭГ			ТЗК, ТЗЭК, ТЗКл, ТЗЭКл		
	минимальная	номинальная	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

Токопроводящие жилы кабелей имеют звездную скрутку и изолируются спиралью 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 одной пары, синяя и зеленая — для другой. Каждая четверка обматывается спирально хлопчатобумажной нитью или бумажной лентой, цвет которых для четверок с разными шагами скрутки различен.

В экранированных кабелях четверки обматываются лентой из металлоизолированной 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 диаметром 1,2 мм имеют четверки с различными взаимосогласованными шагами скрутки, позволяющими осуществлять многоканальную связь в диапазоне до 150 кГц. Поверх сердечника кабеля накладывается поясная бумажная изоляция, а затем — свинцовая оболочка. Толщина свинцовых оболочек различных типов кабеля ТЗ приведена в табл. 3.74. Строительная длина кабеля 425 м или кратная ей.

Конструктивные данные различных кабелей ТЗ с кордельно-бумажной изоляцией приведены в табл. 3.75—3.78, электрические характеристики — в табл. 3.79 Частотные зависимости параметров цепей кабеля даны в табл. 3.80 и 3.81.

Таблица 3.75

Конструктивные данные кабелей ТЗГ с разным диаметром жил

Число четверок в кабеле	0,8 мм		0,9 мм		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	36,6	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	—	—

Конструктивные данные кабелей ТЗБ с разным диаметром жил

Число и сечение жил кабеля	0,6 мм		0,9 мм		1,2 мм	
	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км
3	19,1	1057	20,4	1436	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	31,6	2777	36,6	3560
19	32,2	3014	36,2	3560	39,8	4230
24	35,2	3500	39,40	4170	43,2	5124
27	36,0	3625	41,6	4543	46,0	5360
30	39,0	3801	42,8	4484	47,2	5660
37	41,2	4327	46,0	5140	50,5	6767
48	46,1	5018	50,1	5779	56,0	7767
54	48,3	5430	53,2	6362	56,7	7940
61	47,4	5495	51,2	6321	58,6	8465
80	54,4	6339	56,8	7367	61,2	9360
84	55,4	6475	60,1	7812	-	-
91	56,1	7302	61,5	8490	-	-
96	57,0	6801	65,1	9012	-	-
100	61,6	9280	69,9	10900	-	-
120	63,4	9327	70,6	11224	-	-
126	64,3	9886	71,0	11784	-	-

Таблица 3.77

Конструктивные данные кабелей ТЗК с разным диаметром жил

Число и сечение жил кабеля	0,6 мм		0,9 мм		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
5					33,5	3815
7	26,8	3650	34,8	5850	36,5	4470
12	27,3	4530	39,2	5120	43,7	6110
14	28,3	4735	40,8	5540	45,0	6450
19	31,6	5430	44,6	6130	48,2	7350
24	35,8	6420	49,2	7450	53,4	8570
27	36,4	6655	48,9	7530	54,1	8795
30	47,4	6940	53,0	7825	59,5	11 435
37	40,7	7360	58,6	8625	62,7	12 590

Таблица [illegible]

Конструктивные данные кабелей ТЭОБ с разным диаметром [illegible]

Число четверок в кабеле	0,8 мм		0,9 мм		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	[illegible]	[illegible]
4	25,2	1700	25,5	1705	[illegible]	[illegible]
7	28,5	2245	28,9	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12	37,3	3342	38,1	3350	[illegible]	[illegible]
14	39,0	3560	39,6	3570	43,6	[illegible]
19	42,5	[illegible]	43,2	4195	[illegible]	[illegible]
24	48,3	[illegible]	49,1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
27	49,1	[illegible]	50,1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30	50,8	[illegible]	51,7	[illegible]	[illegible]	[illegible]
37	51,3	[illegible]	55,2	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Таблица [illegible]

Электрические характеристики кабелей ТЭ

Характеристика	Сопротивление [illegible]	[illegible]
Сопротивление постоянному току жилы диаметром, мм:	Ом/км	
0,8		[illegible]
0,9		[illegible]
1,2		[illegible]
Сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным, соединенным со свинцовой оболочкой кабеля	МОм/км	[illegible]
Испытательное напряжение переменного тока частоты 50 Гц (в течение 2 мин) между жилами диаметром, мм:	В	
0,8 и 0,9		[illegible]
1,2		[illegible]
свинцовой оболочкой и неэкранированными [illegible] и жилами диаметром, мм:		
0,8 и 0,9		[illegible]
1,2		[illegible]
экраном, соединенным со свинцовой оболочкой и жилами диаметром, мм:		
0,8 и 0,9		[illegible]
1,2		[illegible]

Окончание табл. 3.79

Характеристика	Единица измерения	Норма при 20 °С
Рабочая емкость каждой пары кабеля на частоте 80 Гц, не более: неэкранированных экранированных	нФ/км	 36 38
Отклонение рабочей емкости от номинального значения, не более	нФ/км	6
Емкостная связь (максимальные значения): k_1 $k_{9\ 12}$	пФ/сд	 260/150 180/50
Емкостная симметрия	пФ/сд	1000/500

Примечания. 1. Строительная длина 425 м±1%. 2. В числителе для 100% строительных длин, в знаменателе для 80 %.

Таблица 3.80

Частотная зависимость параметров кабелей ТЗ с диаметром жилы 0,9 мм (R_0=57 Ом/км; C=0,0335 мкФ/км; t=20 °С)

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	φ	f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi$
0,05	0,139	0,016	2330	44°47′	10,0	1,49	0,345	192	26°10′
0,1	0,208	0,025	1648	44°38′	15,0	1,58	0,500	167	20°36′
0,3	0,348	0,042	923	44°11′	20,0	1,74	0,845	159	16°55′
0,5	0,452	0,055	721	43°45′	30,0	1,91	0,940	150	12°35′
0,8	0,573	0,069	588	43°03′	40,0	2,07	1,240	147	10°25′
1,0	0,634	0,076	526	42°36′	60,0	2,39	1,840	146	8°02′
2,0	0,869	0,110	360	40°57′	80,0	2,70	2,445	145	6°52′
2,4	0,929	0,123	333	39°36′	100,0	3,01	3,050	145	6°03′
3,0	1,01	0,142	303	38°21′	120,0	3,33	3,650	145	5°18′
5,0	1,19	0,202	248	34°10′	150,0	3,72	4,560	144	4°38′

Таблица 3.81

Частотная зависимость параметров кабелей ТЗ с диаметром жил 1,2 мм (R_0=32,28 Ом/км; C=0,0345 мкФ/км; t=20 °С)

f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi$	f, кГц	α, дБ/км	β, рад/км	$\lvert Z_в \rvert$, Ом	$-\varphi$
0,05	0,115	0,0134	1740	44°40′	10,0	0,929	0,337	158	18°52′
0,1	0,162	0,0182	1230	44°25′	15,0	1,03	0,490	148	14°09′
0,3	0,270	0,0324	688	43°39′	20,0	1,13	0,647	145	10°57′
0,5	0,343	0,424	540	42°51′	30,0	1,30	0,950	144	7°50′
0,8	0,430	0,0550	424	41°39′	40,0	1,46	1,253	143	6°32
1,0	0,474	0,0625	376	40°51′	60,0	1,74	1,870	142	5°035′
2,0	0,634	0,0968	275	37°12′	80,0	2,00	2,485	142	5°03′
2,4	0,666	0,1105	258	35°52′	100,0	2,26	3,090	142	4°36′
3,0	0,704	0,1315	237	34°00′	120,0	2,60	3,700	142	4°12′
5,0	0,793	0,1825	190	27°40′	150,0	2,83	4,620	142	3°35′

Кабели ТЗА с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке

Кабели ТЗА (ТУ 16-505.186—71) 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;

ТЗАВБ — то же, бронированный стальными лентами с поливинилхлоридным слоем по алюминиевой оболочке.

Кабели ТЗА изготовляются 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.

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, поверх накладывается алюминиевая оболочка и полиэтиленовый шланг. Строительная длина кабелей 425 и 850 м.

Прокладка и монтаж кабелей производятся при температуре не ниже —10° С, транспортировка — при —30 ... +40° С, хранение — при —50 ... +40° С.

В табл. 3.82 приведены конструктивные данные кабелей ТЗА, в табл. 3.83 — электрические характеристики кабелей.

Таблица 3.82

Конструктивные данные кабеля ТЗА

Марка кабеля	Число 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	1480
	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

Таблица 3.83

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	f	10 000	10 000	$1000/l$
Испытательное напряжение, не менее:	В				
между жилами		0,05	1800	1800	
между жилой и оболочкой		—	700	1000	
Рабочая емкость, не более	нФ/км	0,8	36	36	$l/1000$
Емкостная связь, не более:	пФ/сд	0,8			—
k_1			280	280	
k_{9-12}			200	200	

Окончание табл. 3.83

Характеристика	Единица измерения	Частота, кГц	Норма при диаметре жилы, мм		Коэффициент пересчета на другую длину
			0,9	1,2	
Емкостная асимметрия e_{12}	пФ/сд	0,8	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	150		160	

Комбинированные кабели ТДС с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке

По виду защитных покровов кабели ТДС (ГОСТ 5008-73) имеют тот же ассортимент, что и кабели ТЗ. Особенностью этих кабелей 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 и 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

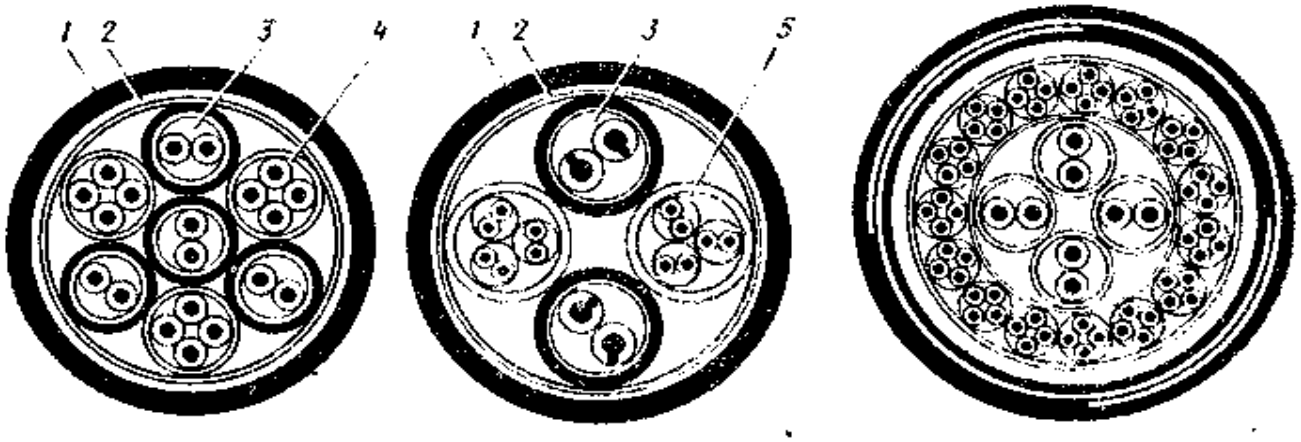


Рис. 3.29 Рис. 3.30

Рис. 3.29. Однополивный комбинированный кабель ТДСЛ
1 – свинцовая оболочка, 2 – поясная изоляция, 3 – экранированные пары, 4 – усиленные четверки, 5 – шестерки

Рис. 3.30. Двухполивный комбинированный кабель ТДСЛ 3×2 экр. 1,4+15×4×0,9

Таблица 3.84

Конструктивные данные одноповивных кабелей ТДСГ и ТДСБ

Емкость и диаметр жил кабеля, мм	ТДСГ		ТДСБ	
	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км
2×2 экр.×1,2+1×(3×2×0,8)	20,0	1190	27,5	1700
2×2 экр.×1,2+2×(3×2×0,8)	22,5	1440	31,0	2050
3×2 экр.×1,2+1×(3×2×0,8)	22,0	1400	30,5	2010
3×2 экр.×1,2+4×(3×2×0,8)	27,5	1940	36,0	2650
3×2 экр.×1,4+4×(3×2×0,8)	28,0	2010	36,5	2840
4×2 экр.×1,2+3×(3×2×0,8)	27,5	1930	36,0	2640
4×2 экр.×1,4+3×(3×2×0,8)	28,0	2910	36,5	2840
2×2 экр.×0,9+2×4 ус.×0,8	17,0	880	24,5	1390
4×2 экр.×0,9+3×3×4 ус.×0,8	20,5	1260	28,0	1780
3×2 экр.×0,9+4×4 ус.×0,8	20,5	1260	28,0	1780

Таблица 3.85

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
2×2 экр. 1,2+1×(3×2×0,8)	24,5	1650	36,0	3690
2×2 экр. 1,2+2×(3×2×0,8)	28,0	2000	39,5	4240
2×2 экр. 1,2+1×(3×2×0,8)	27,5	1960	39,0	4190
3×2 экр. 1,2+4×(3×2×0,8)	33,0	2600	44,5	5230
3×2 экр. 1,4+4×(3×2×0,8)	33,5	2790	45,0	5220
4×2 экр. 1,2+3×(3×2×0,8)	33,0	2590	44,5	5310
2×2 экр. 0,9+2×(4 ус.×0,8)	21,5	1340	33,0	3120
4×2 экр. 0,9+3×(4 ус.×0,8)	25,0	1730	36,5	3760
3×2 экр. 0,9+4×(4 ус.×0,8)	25,0	1730	36,5	3760

обмотка из двух слоев бумажной ленты. Токопроводящие жилы — медные диаметром 0,8; 0,9; 1,2 и 1,4 мм. Конструкция некоторых типов одноповивных кабелей показана на рис. 3.29, двухповивных — на рис. 3.30.

Конструктивные данные кабелей ТДС приведены в табл. 3.84—3.86. Строительные длины кабелей равны 425 м. Электрические характеристики комбинированных кабелей ТДС аналогичны характеристикам кабелей ТЗ.

В СССР изготовляются следующие конструкции комбинированных кабелей ТДС:

2×2 экр.×1,2+1×(3×2×0,8)
2×2 экр.×1,2+2×(3×2×0,8)
3×2 экр.×1,2+1×(3×2×0,8)
3×2 экр.×1,2+4×(3×2×0,8)
3×2 экр.×1,4+4×(3×2×0,8)
4×2 экр.×1,2+3×(3×2×0,8)
4×2 экр.×1,4+3×(3×2×0,8)
4×2 экр.×0,9+3×4ус×0,8
3×2 экр.×0,9+4×4ус×0,8
2×2 экр.×0,9+13×2×0,9
2×2 экр.×1,4+18×2×0,8
3×2 экр.×1,4+15×4×0,8
4×2 экр.×0,9+15×2×0,9
4×2 экр.×0,9+15×2×0,9
4×2 экр.×1,4+15×4×0,8
7×2 экр.×1,4+20×4×0,9
14×2 экр.×1,4+25×4×0,9

Таблица 3.86

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
2×2 экр.×0,9+13×2×0,9	24,8	1830	32,2	2597	—	—
3×2 экр.×1,4+18×2×0,8	30,2	2061	41,8	3939	48,0	7065
3×2 экр.×1,4+15×4×0,8	32,4	2841	—	—	50,0	7571
4×2 экр.×0,9+15×2×0,9	26,9	2061	—	—	—	—
4×2 экр.×1,4+15×4×0,9	34,8	3274	44,2	4289	52,4	8110
7×2 экр.×1,4+20×4×0,9	40,0	4231	49,0	5300	—	—
14×2 экр.×1,4+25×4×0,9	49,8	6104	59,0	7589	71,5	15 658

3.9. Оптические кабели

Основной элемент оптического кабеля — оптическое волокно (ОВ), как правило, имеет трехслойную конструкцию: сердечник — оболочка — покрытие.

Сердечник волокна состоит из кварцевого стекла, а оболочка может быть кварцевая или полимерная. Первое волокно называется «кварц — кварц», а второе «кварц — полимер» (кремнийорганический полимер). Исходя из физико-оптических характеристик предпочтение отдается первому.

Кварцевое стекло обладает свойствами: показатель преломления 1,4586; плотность 2203 кг/м³.

Защитное покрытие обычно изготавливается двухслойным: вначале эпоксиакрилатный полимер, а затем — пластмассовое или лаковое покрытие. Общий диаметр волокна 500 . . . 600 мкм (рис. 3.31).

Основные характеристики ОВ приведены в табл. 3.87.

Существующие оптические кабели по своему назначению разделить на пять групп: магистральные, зоновые (внутриобластные), городские, объектовые и подводные. В отдельную группу выделяются монтажные оптические кабели.

Магистральные кабели имеют большое число каналов и служат для передачи информации на значительные расстояния. Они должны обладать малыми затуханием и большой информационной пропускной способностью.

Зоновые кабели предназначены для связи областного центра с районами и городами области. Обеспечиваемая дальность связи, как правило, находится в пределах сотни километров.

Городские кабели применяются в качестве соединительных линий между городскими АТС и узлами связи. Они рассчитаны для организации связи на короткие расстояния (5...10 км) и большое число каналов. Эти линии обычно работают без промежуточных линейных регенераторов.

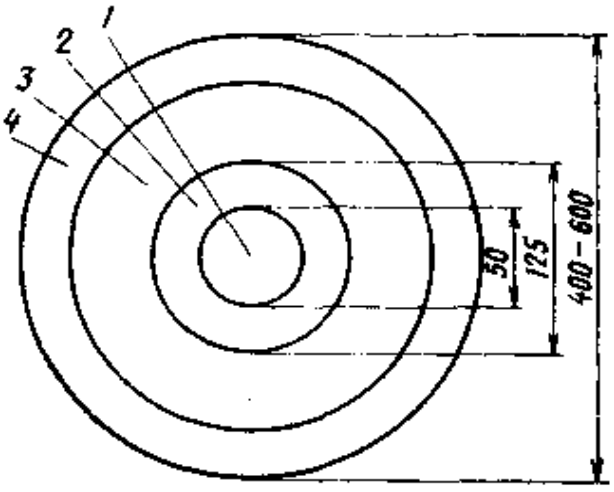


Рис. 3.31. Оптическое волокно:
1 — сердечник; *2* — оболочка; *3* — эпоксиакрилат; *4* — покрытие (пластмасса или лак)

Таблица 3.87

Основные характеристики оптического волокна «кварц — кварц»

Характеристика	Единица измерения	Оптическое волокно	
		градиентное	ступенчатое
Диаметр:	мкм		
сердечника		50	50
оболочки		125	125
покрытия		600	600
Затухание на длине волны, мкм:	дБ/км		
0,85		Не более 3 ... 5	5
1,3		Не более 1	1
Полоса пропускания	МГц·км	Не менее 200; 500	40
Числовая апертура		0,2	0,22
Максимальный радиус изгиба	мм	3	3
Разрывное усилие	Н	Не менее 15	15
Допустимое натяжение при перемотке	Н	4	4

Объектовые кабели служат для организации связи внутри объекта: учрежденческой и видеотелефонной, внутренней сети кабельного телевидения, а также бортовых информационных систем подвижных объектов (самолета, корабля и др.).

Подводные кабели предназначены для осуществления связи через большие водные преграды. Эти кабели должны обладать высокой механической прочностью на разрыв и иметь надежные влагостойкие покрытия. Для подводной связи также важно, чтобы затухание кабеля было незначительным, а длины регенерационных участков большими.

Монтажные кабели предназначены для внутри- и межблочного монтажа аппаратуры.

Конструкции кабелей определяются в основном их назначением и областью применения. В настоящее время во многих странах разрабатывается и изготавливается большое количество различных типов кабелей, которые можно подразделить на три группы (рис. 3.32):

1) кабели повивной скрутки;
2) кабели с фигурным сердечником;
3) плоские кабели ленточного типа.

Кабели первой группы имеют традиционную повивную скрутку сердечника, аналогичную с электрическими кабелями. Каждый последующий повив сердечника по сравнению с предыдущим имеет на шесть волокон больше. Известны кабели преимущественно с числом волокон 7, 12, 19.

Кабели второй группы имеют в центре фигурный пластмассовый сердечник с пазами, в которых размещаются оптические волокна. Пазы и соответственно волокна располагаются по геликоиде и поэтому не испытывают продольного воздействия на разрыв. Такие кабели могут содержать 4, 6, 8 и 10 волокон. Если необходим кабель большей емкости, то применяется несколько таких первичных модулей.

Кабели третьей группы состоят из стопки плоских пластмассовых лент, в которых вмонтировано определенное число оптических волокон. Чаще всего в ленте располагается 12 волокон, а число лент составляет 6, 8, 12. При 12 лентах кабель может содержать 144 волокна.

Наибольшее распространение получили кабели с фигурным сердечником. Такие кабели изготавливаются в СССР и странах Западной Европы. В США используются кабели ленточного типа.

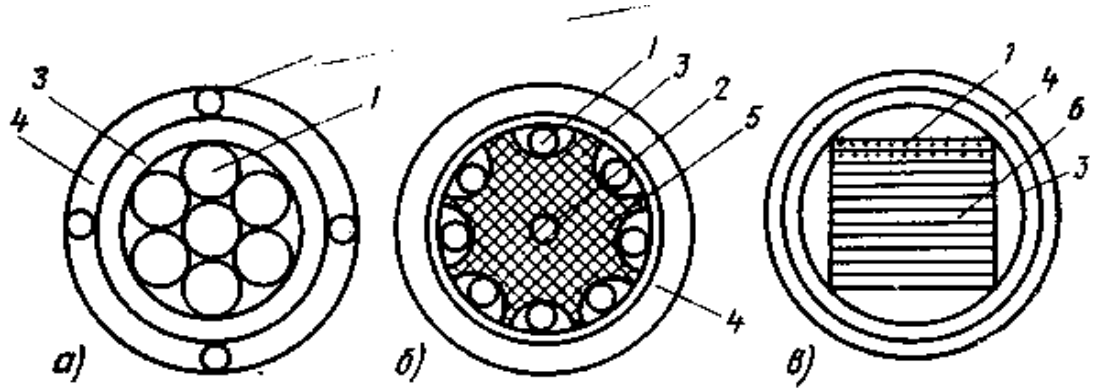


Рис. 3.32. Типовые конструкции оптических кабелей:
а — концентрической, повивной скрутки; *б* — профилированный сердечник; *в* — плоского, ленточного типа; *1* — волокна, *2* — силовые стержни; *3* — демпфирующая пористая оболочка; *4* — защитная оболочка; *5* — профилированный сердечник; *6* — лента с волокнами

Таблица 3.88

Основные оптико-механические характеристики оптических кабелей

Характеристика	Единица измерения	Кабель	
		городской	зоновый
Диаметр волокна:	мкм		
сердечник		50	50
оболочка		125	125
покрытие		600	600
Температурный диапазон	°С	—40 ... +55	—40 ... +55
Число волокон		4 ... 8	4 ... 8
Длина волны	мкм	0,85	1,3
Коэффициент затухания	дБ/км	3 ... 5	0,7 ... 1,5
Полоса пропускания	МГц·км	250 ... 500	800
Переходное затухание	дБ/сд	80	120
Тип волокна		Многомодовое	Многомодовое
Растягивающее усилие	Н	1200	3700
Система передачи		ИКМ-120	ИКМ-480
Регенерационный участок	км	8 ... 10	30
Диаметр кабеля	мм	14	17
Масса	кг/км	140	370

В оптических кабелях кроме оптических волокон имеются следующие составные элементы:

силовые (упрочняющие) стержни, воспринимающие на себя продольную нагрузку на разрыв;

заполнители в виде сплошных пластмассовых нитей;

армирующие элементы, повышающие стойкость кабеля при механических воздействиях;

наружные защитные оболочки, предохраняющие от проникновения влаги, паров вредных веществ и внешних механических воздействий.

Для повышения влагостойкости в ряде конструкций кабелей применяется гидрофобное заполнение.

В Советском Союзе для различных звеньев управления и связи применяются разные конструкции оптических кабелей.

Для городской телефонной связи изготовляются четырех- и восьмиволокон-

ный кабели. Волокна расположены вокруг силового стержня из высокопрочной пластмассы. Снаружи полиэтиленовая оболочка. Система передачи ИКМ-120. Длина волны 0,85 мкм. Длина регенерационного участка 8 ... 10 км.

Для зоновой (внутриобластной) связи используется кабель с фигурным пластмассовым сердечником, в пазах которого расположены восемь волокон. Снаружи полиэтиленовая оболочка. Для увеличения механической прочности кабеля на разрыв по периферии кабеля расположены синтетические высокопрочные стержни. Система передачи ИКМ-480. Длина волны 1,3 мм. Длина регенерационного участка 30 км.

Для магистральной связи большой дальности предназначен кабель с одномодовыми волокнами. Емкость кабеля 4,8 и 16 волокон. Кабель имеет синтети-

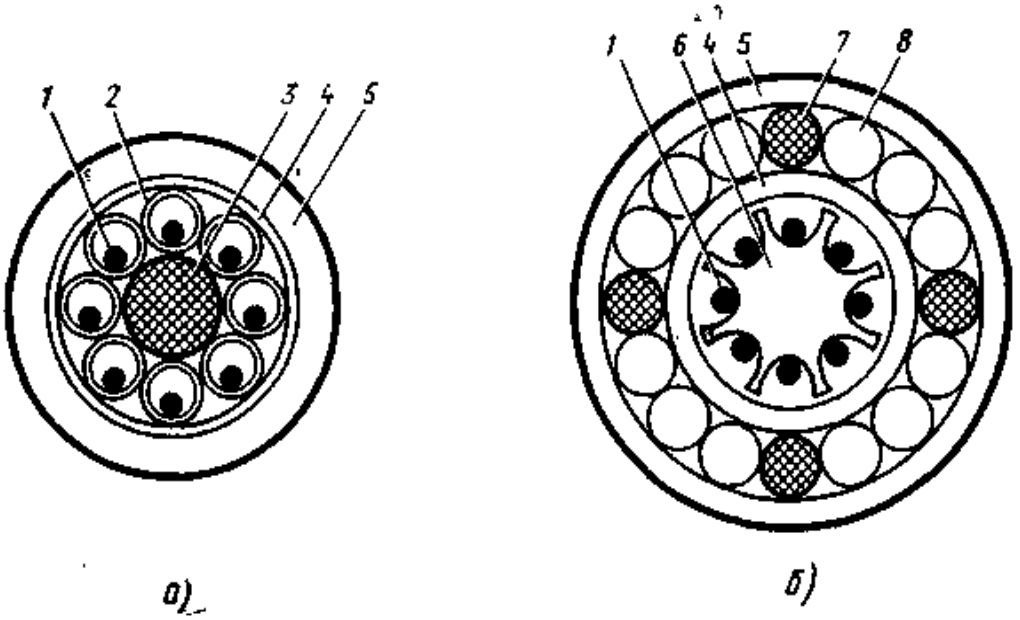


Рис. 3.33. Конструкции оптических кабелей городской (*а*) и зоновой (*б*) связи отечественного производства:

1 — оптическое волокно; *2* — пластмассовая трубка; *3* — силовой элемент; *4* — пластмассовая лента; *5* — полиэтиленовая оболочка; *6* — профилированный сердечник; *7* — медная проволока; *8* — стальная проволока

Таблица 3.89

Типы и основные данные оптических кабелей

Марка кабеля	Число волокон	α, дБ/км	λ, мкм	Строительная длина, м	Медные проволоки для дистанционного питания	Назначение
ОЗКГ-01	4...8	0,7	1,3	2200	4	Зоновые сети
ОЗКГ-11	4...8	0,7...1,0	1,3	2200	4	Прокладка в грунтах
ОЗКГ-21	4...8	1,0...1,5	1,3	2200	4	
ОК-50-2-5	4...8	5	0,85	1000...2000	Нет	Городские сети
ОК-50-2-3	4...8	3	0,85	1000...2000	Нет	Прокладка в канализации

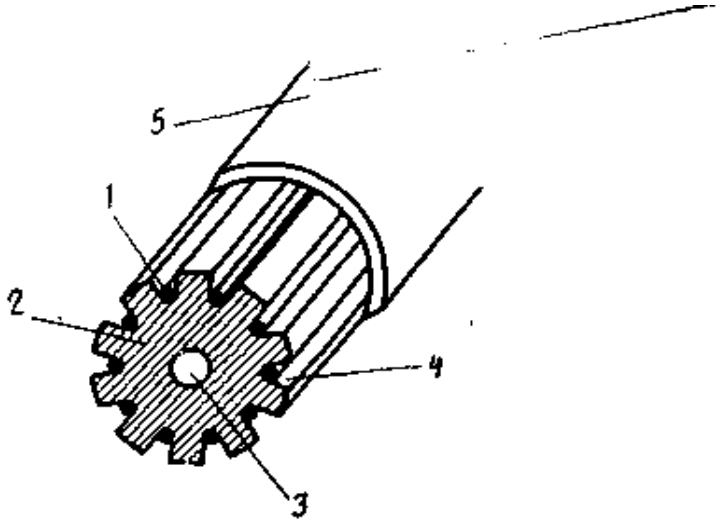


Рис. 3.34. Французский оптический кабель:

1 — оптическое волокно; *2* — профилированный сердечник; *3* — скловой элемент; *4* — паз для волокна; *5* — защитная оболочка

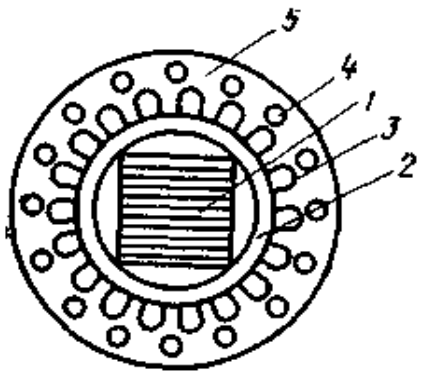


Рис. 3.35. Американский оптический кабель:

1 — стопка из 12 лент по 12 волокон; *2* — внутренняя полиэтиленовая оболочка; *3* — полипропиленовые стержни; *4* — стальные проволоки; *5* — защитная оболочка

ческие стержни, работающие на разрыв, и наружную полиэтиленовую оболочку. Системы передачи ИКМ-480 и ИКМ-1920. Длина волны 1,3 мм. Длина регенерационного участка 50 км.

Оптико-механические характеристики городских и зоновых кабелей отечественного производства приведены в табл. 3.88.

Кабели городской связи изготовляются по ТУ-16.705.296—86, а зоновой связи — по ТУ-16.705.455—87.

На рис. 3.33 показаны конструкции отечественных восьмиволоконных оптических кабелей городской и зоновой связи. Типы кабелей приведены в табл. 3.89.

Представляют интерес оптические кабели французского производства (рис. 3.34). Они комплектуются из унифицированных модулей, состоящих из пластмассового стержня диаметром 4 мм с ребрами по периметру и десяти оптических волокон, расположенных по периферии этого стержня. Кабели содержат 1, 4, 7 таких модулей. Снаружи кабели имеют алюминиевую, а затем полиэтиленовую оболочки.

Американский кабель представляет собой стопку плоских пластмассовых лент, содержащих по 12 оптических волокон. Кабель может иметь от 4 до 12 лент, содержащих 48 . . . 144 волокна (рис. 3.35).

3.10. Электрические характеристики междугородных кабелей на усилительных участках

Нормы электрические при постоянном токе

Электрические характеристики симметричных кабелей на смонтированных усилительных участках должны соответствовать следующим нормам:

Электрическое сопротивление изоляции, МОм·км:	
между каждой жилой и остальными жилами, соединенными с заземленной металлической оболочкой (экраном) при +20°С, не менее	10 000
полиэтиленового шлангового защитного покрова:	
между оболочкой (экраном) и землей (для кабеля без брони), не менее	5
между оболочкой и броней, не менее	5
между броней и землей, не менее	5

поливинилхлоридного шлангового защитного покрова кабеля 1×4×1,2 между экраном и землей, не менее	0,05
Электрическое сопротивление шлейфа жил рабочей пары при +20 °С, Ом/км, не более	$46/d^2$
Разность электрических сопротивлений жил в рабочей паре, Ом, не более	$(0{,}23/d^2)\sqrt{l}$
Испытательное напряжение, В:	
между всеми жилами, соединенными в пучок, и заземленной металлической оболочкой	1800
между каждой жилой и остальными жилами диаметром 0,8 и 0,9 мм, соединенными в пучок	700
между жилами и экраном, соединенными с металлической оболочкой:	
для жил диаметром 0,8 и 0,9 мм	1000
то же, 1,2 и 1,4 мм	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 сигнальных жил и их асимметрии не изменяются.

4. Электрическое сопротивление шлейфа пупинизированной пары вычисляется по обычной формуле.

5. Испытание изоляции пупинизированных пар напряжением не производится.

6. Электрические нормы сопротивления изоляции защитного покрова относятся к кабелям в стандартах и технических условиях, на которые нормируется данный параметр.

7. Условные обозначения: d — диаметр жилы, м; l — длина усилительного участка, км.

Электрические характеристики коаксиальных кабелей должны соответствовать следующим нормам:

Коаксиальная пара 2,6/9,5

1. Электрическое сопротивление изоляции, МОм·км, не менее:	
между внутренним и внешним проводниками пары	1000
между внешними проводниками пар	2,0
между внешними проводниками и оболочкой	1,0
2. Электрическое сопротивление проводника при +20 °С, МОм/км:	
внутреннего	3,8
внешнего	2,0
3. Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары, В	3000

Коаксиальная пара 2,1/9,7

4. Электрическое сопротивление изоляции, МОм·км, не менее:	
между внутренним и внешним проводниками	10 000
между внешним алюминиевым проводником кабеля и землей (для подземного кабеля)	10
5. Электрическое сопротивление шлейфа коаксиальной пары при +20 °С, Ом/км, не более	6,65
6. Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары, В	3000

К[illegible]альная пара 1,2/4,6

7. Электрическое сопротивление изоляции, МОм·км, не менее:	
между внутренним и внешним проводниками . . .	10 000
между внешними проводниками	2,0
8. Электрическое сопротивление проводника, Ом/км, при +20 °С, не более:	
внутреннего	15,85
внешнего	8
9. Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками, В	2000

Симметричные отдельные пары и пары четверок коаксиальных кабелей

10. Электрическое сопротивление изоляции, МОм·км, между каждой жилой и другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой, при +20 °С, не более:	
проводники в бумажной изоляции	3000
проводники в полиэтиленовой изоляции	5000
11. Электрическое сопротивление шлейфа, Ом/км, рабочей пары при +20 °С, не более:	
при диаметре жил 0,9 мм	57
то же, 0,7 мм	100
12. Разность электрических сопротивлений жил, Ом, в рабочей паре, не более	$(0,4/d^2)\sqrt{l}$
13. Испытательное напряжение, В, между каждой жилой диаметром 0,7 мм и всеми другими жилами, соединенными с внешними проводниками, коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой	500

Контрольная жила

14. Электрическое сопротивление изоляции, МОм, между контрольной жилой и соединенными между собой внешними проводниками коаксиальных пар, не более .	10
15. Испытательное напряжение, В, между контрольной жилой и соединенными вместе внешними проводниками коаксиальных пар	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 изменения сопротивления шлейфа, составленного из этих проводников, и деления на удвоенную длину измеряемого участка.

5. Электрическое сопротивление внешнего проводника коаксиальной пары (п. 2) и разность электрических сопротивлений жил в симметричных парах (п. 12), превышающие установленные нормы, не являются браковочными признаками до введения этих норм в ГОСТ на кабель КМБ-4.

6. Коаксиальная пара 2,1/9,7 (пп. 4...6) относится к однокоаксиальному кабелю зоновой связи.

Нормы электрические при переменном токе

Электрические характеристики НЧ симметричных кабелей на смонтированных участках должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.90.

Электрические характеристики ВЧ симметричных кабелей на смонтированных усилительных участках должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.91.

Таблица 3.90

Нормы электрических характеристик НЧ симметричных кабелей

Характеристика	Единица измерения	Пары, оборудованные универсальными усилителями (на частоте 800 Гц)		Экранированные пары, оборудованные усилителями вещания (на частоте 5 кГц)
		двухпроводными	четырехпроводными	
		Типовые характеристики		
Номинальные значения волнового сопротивления пар с дополнительной индуктивностью	дБ	60,80	65,14	82,52
Защищенность пар на ближнем и дальнем концах, не менее	дБ	60,80	65,14	82,52
Асимметрия пары относительно земли, не менее				

Примечание. Защищенность пар, дБ, на ближнем и дальнем концах усилительного участка укороченной длины определяется по формуле

$$A_{э.к} = A_{э.к} + 10 \lg(N/N_н),$$

где $A_{э.к}$ — нормируемое значение защищенности для укороченного усилительного участка, дБ; $A_{э.н}$ — нормированное значение защищенности для номинального усилительного участка, дБ; N — фактическое число усилительных участков кабельной линии длиной l, км; $N_н$ — число усилительных участков при номинальной длине $l_н$ каждого.

Таблица 3.91

Нормы электрических характеристик ВЧ симметричных кабелей

Характеристика	Диапазон частот, кГц	Число комбинаций	Нормы, дБ, для числа значений		
			100%	90%	65%
Защищенность цепей на дальнем конце для кабелей емкостью:					
4×4	12...252 (К-60)	56	71,22	73,83	78,17
7×4	12...108 (К-24)	182	72,96	74,70	78,17
1×4 (для зоновой связи)	36...143 (КВ-12)	2	75,57*	—	—

Окончание табл. 3.91

Характеристика	Диапазон частот, кГц	Число комбинаций	Нормы, дБ, для числа значений		
			100%	90%	65%
Переходное затухание на ближнем конце для кабелей емкостью:					
4×4	12...252 (К-60)	28	59,06	60,8	—
7×4	12...108 (К-24)	91	59,06	60,8	—
1×4 (для зоновой связи)	36...143 (КВ-12)	1	59,06	60,8**	—

* Для кабелей емкостью 1×4 в 10 % комбинаций допускается защищенность 70,36... 74,70 дБ, при этом за 100 % принимается общее число комбинаций на участке ОУП-ОУП для каждого кабеля.

** Для кабелей емкостью 1×4 переходное затухание проверяется на всех усилительных участках ОУП-ОУП с двух сторон для каждого кабеля.

Электрические характеристики коаксиальных кабелей на смонтированных усилительных участках должны соответствовать следующим нормам:

Коаксиальная пара 2,6/9,5

1. Максимальная величина неоднородности волнового сопротивления, Ом, измеренная импульсным прибором, не более:
   для 100% участков 0,80
   » 85% » 0,60
2. Среднеквадратическое значение из трех максимальных значений неоднородностей волнового сопротивления каждой пары, Ом, не более:
   для 100% участков 0,60
   » 85% » 0,45
3. Коэффициент затухания коаксиальной пары . Типовые характеристики
4. Переходное затухание . . . . . По рекомендации МККТТ

Коаксиальная пара 1,2/9,7

5. Максимальное значение неоднородности волнового сопротивления, Ом, измеренное импульсным прибором, не более 2,4
6. Коэффициент затухания коаксиальной пары Типовые характеристики

Коаксиальная пара 1,2/4,6

7. Максимальное значение неоднородности волнового сопротивления, Ом, измеренное импульсным прибором, не более:
   для 100% участков 1,3
   » 85% » 1,2
8. Среднеквадратическое значение из трех максимальных значений неоднородностей волнового сопротивления каждой пары, Ом, не более:
   для 100% участков 1,2
   » 85% » 1,2

9. Коэффициент затухания коаксиальной пары .	Типовые характеристики
10. Защищенность, дБ, на дальнем конце коаксиальных пар на частоте 60 кГц, не более . . .	90,33

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, дБ, на ближнем конце между двумя парами, уплотняемыми системой К-24К, на частоте 110 кГц, не более	78,17
13. Номинальное значение волнового сопротивления симметричной пары с дополнительной индуктивностью в диапазоне частот 0,3...3,0 кГц . .	Типовые характеристики
14. Защищенность, дБ, каждой пары на частоте 800 Гц, не менее	60,8

Примечания: 1. Максимальные и среднеквадратические значения неоднородностей волнового сопротивления определяются на участке ОУП-ОУП для каждой коаксиальной пары раздельно, т. е. за 100% принимается число участков — пар с одинаковыми номерами.

2. Защищенность (п. 10) коаксиальных пар 1,2/4,6 ниже нормы 90,33 дБ не является браковочным признаком.

3. Электрические нормы п. 13 относятся к паре, которая в усилительных пунктах оканчивается полушагом пупинизации и на протяжении усилительного участка имеет шаги включения катушек, отклоняющиеся от номинального шага не более чем на ±2,0%.

4. Переходное затухание на длине усилительного участка должно быть не менее $A_0 = 80 + 73\sqrt{f}$, дБ, защищенность — не менее $A_0 = 70{,}4 + 73\sqrt{f}$, дБ ($f$ — частота, МГц).

Раздел 4

Земляные работы

4.1. Общие сведения

При производстве земляных работ необходимо выполнять «Правила охраны линий связи», утвержденные постановлением Совета Министров СССР от 22.07.69 № 567, «Условия производства работ в пределах охранных зон и просек на трассах линий связи и радиофикации», утвержденные приказом Министерства связи СССР от 9.04.70 № 245, согласованные с Госстроем СССР 20.03.70, а также СНиП Ш-8-76 «Земляные сооружения».

При строительстве линейных сооружений кабельных линий связи земляные работы, как правило, выполняются механизированным способом. Разработка грунта вручную допускается только в случаях, когда применение машин и механизмов по местным условиям невозможно (стесненные условия, наличие густой сети подземных сооружений и т. п.) или экономически нецелесообразно из-за небольшого объема работ.

Выбор комплекта механизмов для земляных работ должен быть экономически обоснован. В проекте организации строительства следует учитывать машины и механизмы, имеющиеся у строительной организации.

Необходимость разработки траншей и котлованов в скальных, твердых и мерзлых грунтах взрывным способом определяется проектом, в котором указы-

вается метод, технология и объем буровзрывных работ, согласованные в процессе проектирования с территориальной специализированной организацией.

До начала земляных работ в населенных пунктах заказчик обязан оформить в Исполкоме Совета народных депутатов разрешение на выполнение предусмотренных проектом работ и передать его подрядчику. Подрядчик обязан на основании разрешения получить ордер на производство работ.

За пределами населенного пункта заказчик должен получить в отделе районного архитектора справку об отсутствии изменений в подземных коммуникациях к моменту начала земляных работ и передать ее подрядчику. Подрядчик обязан уведомить землепользователей о дне начала земляных работ.

Производство земляных работ в непосредственной близости к действующим подземным сооружениям (кабелям электрическим и связи, трубопроводам и т. п.), а также к надземным сооружениям при их пересечении (железным и автомобильным дорогам, при прокладке кабеля по обочине и пр.) допускается только при наличии письменного разрешения организации, эксплуатирующей эти сооружения, и в присутствии ее представителя. Производство работ в таких местах должно быть обусловлено и согласовано в процессе проектирования.

Строительная организация обязана не позднее чем за пять суток до начала земляных работ в местах сближения с другими подземными сооружениями официально (письменно) уведомить о предстоящих работах, а за сутки вызвать к месту работ представителей заинтересованных организаций для уточнения местоположения принадлежащих им сооружений и согласования мер, исключающих повреждения или нарушения действия этих сооружений. До прибытия вызванных представителей производство земляных работ запрещается.

Земляные работы в зоне расположения электрокабелей, газо-, нефте- и бензопроводов, аммиакопроводов, кабелей связи и т. п. осуществляются под непосредственным руководством производителя работ или мастера. Пользоваться в этих случаях ударными инструментами разрешается только для вскрытия дорожных покрытий.

На участках сближения и пересечения с газопроводами и электрокабелями высокого и низкого напряжений, а также с другими подземными сооружениями прораб или мастер обязан предварительно проинструктировать всех рабочих об условиях производства работ, уточнить с ними по чертежам и в натуре места сближения, обозначив границы, где работы следует выполнять с особой осторожностью и где не допускается применение ломов, кирок, отбойных молотков и т. п.

Для обнаружения и точного определения расположения подземных сооружений, пересекающих проектируемую трассу, должны быть вырыты шурфы длиной 1 м по оси будущей траншеи. Если подземные сооружения проходят параллельно проектируемой трассе, шурфы должны быть вырыты перпендикулярно оси проектируемой трассы. Длина шурфа должна превышать ширину проектируемой траншеи на 0,3 м с каждой стороны.

В процессе шурфования необходимо также определить границы использования землеройных механизмов и установить соответствующие ограждающие знаки. Шурфование производится в присутствии представителя организации, эксплуатирующей подземные сооружения, с которыми предполагается сближение или пересечение.

В местах обнаружения подземных коммуникаций, не обозначенных в рабочих чертежах проекта, земляные работы немедленно прекращаются, одновременно принимаются меры по защите этих сооружений от возможных повреждений и вызову представителей организаций, их эксплуатирующих.

При обнаружении газа в траншеях или котлованах работы в них должны быть немедленно прекращены, а люди выведены из опасной зоны. Работы могут быть продолжены только после прекращения поступления газа.

В населенных пунктах участки производства земляных работ должны быть ограждены. При разрытии улиц (тротуаров) через траншеи устанавливаются временные транспортные и пешеходные мостики.

Формы и размеры траншей для кабелей и трубопроводов кабельной канализации, а также формы и размеры котлованов для НУП, смотровых устройств и монтажа муфт приведены в соответствующих разделах.

4.2. Характеристика и классификация грунтов

Породы, залегающие в верхних слоях земной коры (включая почвы), называют грунтами. При определении способов производства земляных работ учитывают следующие характеристики грунтов: объемную массу, плотность, разрыхляемость, сцепление, угол естественного откоса и влажность.

Объемной массой называют массу 1 м³ грунта в естественном состоянии. Плотностью называют массу 1 м³ грунта в плотном состоянии. Разрыхление грунта — это увеличение его объема при нарушении естественной структуры; разрыхление измеряют в процентах первоначального объема, т. е. объема грунта в естественном состоянии. Сцепление характеризуется начальным сопротивлением грунта сдвигу; сила сцепления между частицами грунта зависит от его структуры и состояния. Влажность (в процентах) характеризуется степенью насыщения грунта водой и определяется как отношение массы воды в грунте к массе твердых частиц. Углом естественного откоса называют угол между горизонтальной плоскостью и боковой поверхностью земляного сооружения, при котором грунт находится в состоянии предельного равновесия.

Большая часть грунтов минерального происхождения, но имеются грунты частично или полностью органического образования (торф, чернозем, фосфориты, ил). Грунты минерального происхождения по составу, прочности и трудности разработки подразделяются на скальные, сцементированные конгломераты и нескальные.

Скальные грунты по строению разделяются на однородные и слоистые. Однородные скальные грунты отличаются значительной плотностью (объем пор не больше 1%) и малой влагостойкостью (0,1 ... 1,0%). Прочность слоистых скаль-

Таблица 4.1

Классификация грунтов

Наименование и характеристика грунтов	Средняя объемная масса в плотном состоянии, кг/м³	Время бурения 1 м шпура, мин	Группа грунта
Песок:			
естественной влажности с примесью гравия, гальки или щебня в количестве:			
до 20 % объема	1600	—	I
то же, до 40 % объема	1700	—	II
сухой барханный и дюнный	1600	—	III
Глина:			
жирная мягкая, а также насыпная, слежавшаяся с примесью гравия, гальки, щебня и строительного мусора	1800	—	II
тяжелая и мягкая ломовая, с теми же примесями, а также с примесью булыг до 10 % объема	1950	—	III
твердая карбонная кембрийская	2000	3,1	IV

Окончание табл. 4.1

Наименование и характеристика грунтов	Средняя объемная масса в плотном состоянии, кг/м³	Время бурения 1 м шпура, мин	Группа грунта
Грунт растительного слоя:			
без корней	1200	—	I
с корнями	1200	—	II
с примесью строительного мусора, щебня и гравия	1400	—	II
Супесок без примесей и с примесью гравия, гальки или щебня	1600 . . . 1900	—	I
Строительный мусор	1850	—	III
Суглинок:			
легкий и лессовидный	1600	—	I
то же, слежавшийся с примесью гравия и гальки или щебня в количестве до 10 % объема	1750 . . . 1900	—	II
тяжелый, с примесью булыг	1950	—	III
Чернозем и каштановый грунт	1200—1300	—	II
Гравий (галька):			
мелкий размером до 20 мм	1700	—	I
средний размером до 40 мм	1750	—	II
крупный размером до 150 мм	1950	—	III
мелкий и средний, с примесью булыг массой до 10 кг	1900	—	III
Лёсс:			
естественной влажности, рыхлый	1600	—	I
то же, с примесью гравия и гальки	1800	—	II
сухой	1750	—	II
плотный	1800	—	III
отвердевший	1800	3,1	IV
Гипс	2200	3,1	IV
Известняк:			
мягкий	1200	4,2	V
мергелистый слабый	2300	5,7	VI
крепкий плотный	2700	7,7	VII
крепкий доломитизированный	2800	10,4	VIII
плотный окварцованный	2900	14,0	IX
Дресва	1800	3,1	IV
Торф	600	—	I
Туф	1100	4,2	V
Песчаник:			
выветрившийся	2200	4,2	V
слабый	2500	5,7	VI
глинистый	2200	5,7	VI
очень плотный	2700	10,4	VIII
Шлак:			
котельный рыхлый	756	—	I
слежавшийся металлургический	1000	—	II
металлургический невыветрившийся	1500	3,1	IV
Граниты, гнейсы, фюриты и др.:			
сильно выветрившиеся	2200—2600	7,7	V—VII
нетронутые выветриванием	2800—3300	25,5	VIII—XI

ных грунтов зависит от состава и толщины слоя; их влагоемкость от 1,5 до 40%.

Конгломераты — это обломочные породы, сцементированные минеральным цементом.

К нескальным грунтам относятся глина, лёсс, мергели, пески, гравии, супески и суглинки. Глины в чистом виде встречаются редко, чаще они содержат примеси песка и других горных пород. Грунт, содержащий 10...30% глины, носит название суглинка, а менее 10% — супесями. Лёсс содержит 5...10% глины, до 60% кварцевой пыли, 10...20% извести и некоторую часть окиси железа. Лессы легко размываются водой. Мергелями называют глины с содержанием 40...60% извести. Они обладают значительной твердостью.

Трудоемкость разработки грунтов зависит от их свойств, объемной массы и степени сцепления частиц грунта между собой. По трудности разработки грунты делятся на группы. Классификация грунтов приведена в табл. 4.1. Первые пять групп составляют грунты, поддающиеся разработке вручную лопатами, отбойными молотками, ломами и частично взрывным способом. Грунты остальных групп разрабатывают взрывным способом или специальными средствами механизации.

К мерзлым относятся грунты, содержащие в своем составе лед и изменившие в связи с этим структуру, т. е. потерявшие вязкость, сыпучесть и другие свойства, присущие этим грунтам до замерзания.

4.3. Разбивка трассы

Разбивка трассы в натуре должна точно соответствовать утвержденным рабочим чертежам и 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.). Разбивка трассы на прямолинейных участках между поворотными и промежуточными центрами выполняется с помощью вех, мерной цепи или рулетки и шнура. При разбивке 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.

4.4. Планировка и подготовка трассы

При подготовке трассы с нее убираются валуны, крупные камни и другие препятствия. В случае необходимости устраиваются просеки или удаляются отдельные деревья.

При удалении с трассы валунов и крупных камней особое внимание следует обращать на очистку полосы, захватывающей будущую траншею и отвал, чтобы при обратной засыпке не повредить проложенный кабель или смонтированные муфты. Для планировки трассы и расчистки ее от мелких насаждений используется бульдозер, который по мере перемещения по трассе срезает часть грунта на буграх и передвигает его в следующую за бугром впадину.

Для планировки трассы рекомендуются бульдозеры Д-493А и Д-694. Для извлечения и удаления с трассы валунов и крупных камней применяется корчеватель-собиратель Д-210.

4.5. Ограждение участков производства работ

Участки производства земляных работ в городских условиях должны ограждаться инвентарными щитами (рис. 4.1) или сплошными заборами либо рогатками на двух переносных стойках (рис. 4.2). Инвентарными щитами или сплошным забором ограждаются места земляных работ при технологической необходимости или по требованию органов местного Совета народных депутатов. В остальных 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.

К люкам пожарного водопровода и водостока должен быть обеспечен свободный подход. На период работы водосточные трубы временно наращиваются через траншею или котлован с целью устранения возможности попадания в них дождевой воды с крыш.

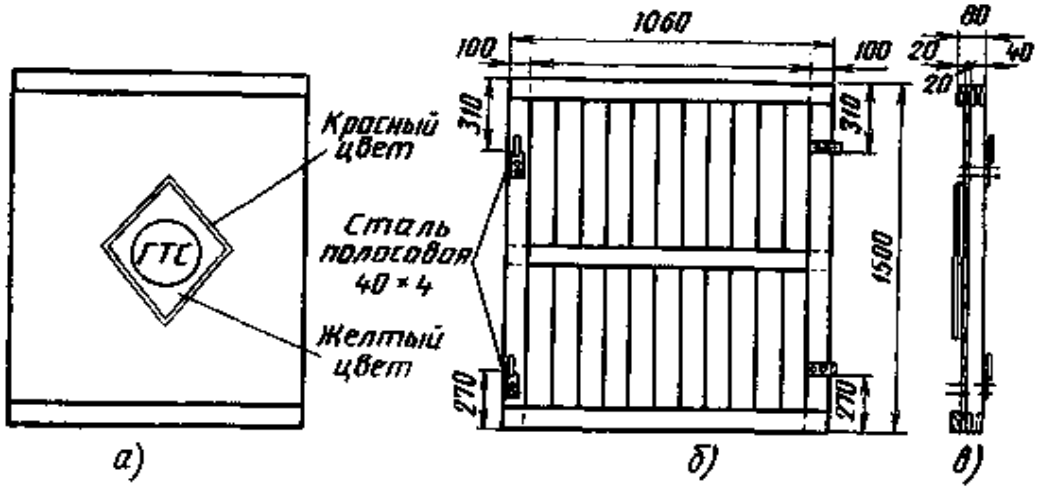


Рис. 4.1. Инвентарные щиты ограждения:
а — наружный фасад; *б* — внутренний фасад; *в* — профиль

Рис. 4.2. Ограждение рогатками на двух переносных стойках

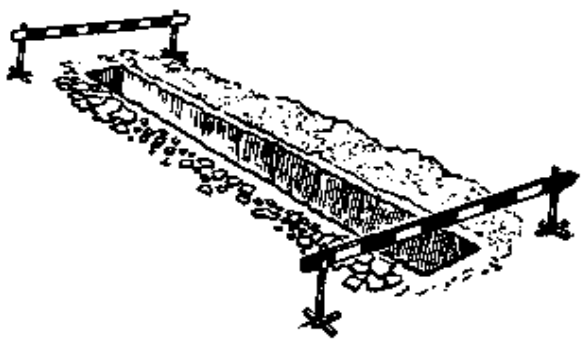
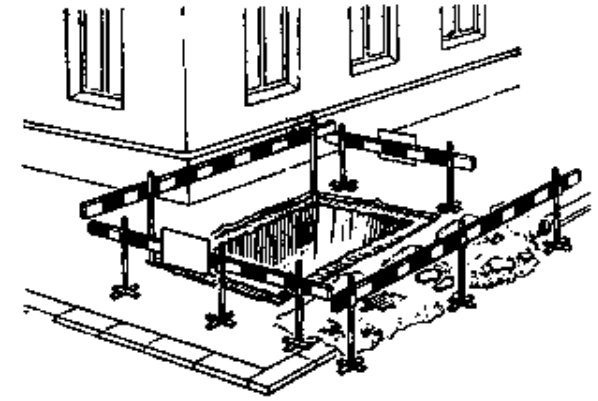


Рис. 4.3. Ограждение траншей

Рис. 4.4. Ограждение котлована



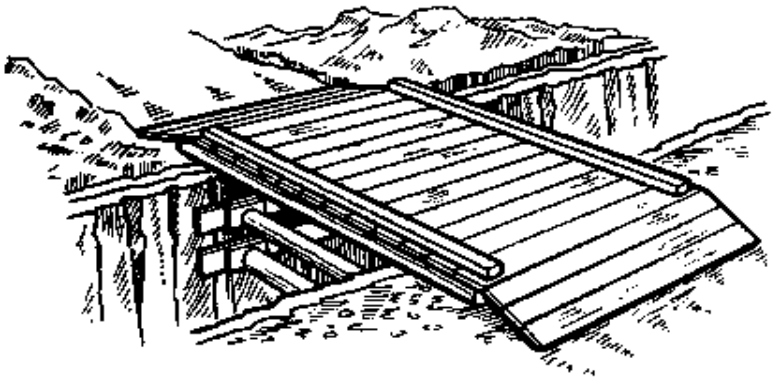


Рис. 4.5. Транспортный мост

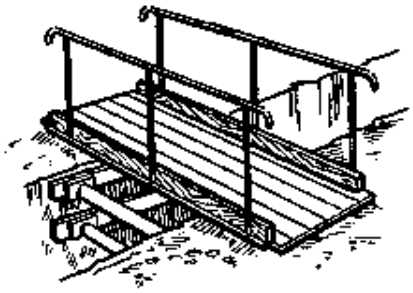


Рис. 4.6. Пешеходный мостик

При разрытии шурфов перед каждым из них по направлению движения транспорта необходимо установить рогатки, дорожные знаки и световые сигналы.

Для обеспечения нормального прохода транспорта и пешеходов как при поперечном, так и при продольном разрытии улиц, дорог и проездов над траншеями устанавливаются 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.

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.

4.6. Механизированная разработка грунта

Основным землеройным механизмом является экскаватор. Для механизации земляных работ при строительстве сооружений связи наибольшее распространение получили одноковшовые экскаваторы с ковшами емкостью 0,15 . . . 0,25 м³, а также траншейные экскаваторы ЭТЦ-165.

Разработка грунта в непосредственной близости от действующих подземных сооружений и на пересечениях с ними должна производиться ручным способом. Одноковшовые экскаваторы могут использоваться для погрузки грунта в автомашины и отрывки котлованов.

Экскаваторами, как правило, разрабатываются грунты I—III групп. Грунты IV группы и мерзлые требуют предварительного рыхления. При наличии подземных сооружений допускается частичная разработка механизированным способом верхних слоев грунта.

Характеристики механизмов для разработки грунта приведены в разд. 16.

Ручная разработка грунта

Способы ручной разработки грунтов I—V групп приведены в табл. 4.2.

При засыпке траншей и котлованов вынутым грунтом необходимо стремиться, чтобы наиболее рыхлая его часть попала в нижние слои. В городских условиях траншеи и котлованы должны засыпаться слоями толщиной не более 20 см с уплотнением каждого слоя. Уплотнение грунта должно быть таким, чтобы исключалась возможность просадки его в дальнейшем.

В зимних условиях, а также при работе в скальных и каменистых грунтах первые 10...20 см непосредственно над кабелем должны засыпаться талым размельченным грунтом или песком. Засыпка песком производится также при специальном указании об этом в проекте.

Таблица 4.2

Способы ручной разработки грунтов

Группа грунта	Наименование грунта	Способ разработки	Коэффициент рыхления (от первоначального объема)
I	Пески	Подборочными и штыковыми лопатами	1,1...1,2
	Супеси		1,1...1,2
	Растительный грунт		1,1...1,2
	Чернозем		1,2...1,3
II	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
	Плотный растительный грунт с корнями травы		1,1...1,25
	Песок с галькой		1,2...1,3
	Супесок с примесью гальки, щебенки и строительного мусора		1,2...1,3
III	Жирная глина	Штыковыми лопатами со сплошным киркованием и частичным применением ломов	1,3...1,4
	Тяжелые суглинки		1,3...1,4
	Гравий крупный		1,3...1,4
	Суглинок, смешанный со щебнем или галькой и строительным мусором		1,4...1,45
IV	Тяжелая ломовая глина, жирная глина и тяжелые суглинки	Штыковыми лопатами со сплошным применением ломов и отбойных молотков	1,4...1,6
	Крупная галька		
V	Скальные грунты мягкие	Ломами или кирками, отбойными молотками и с частичным применением взрывных работ	1,8...2,4

Засыпка осуществляется траншеезасыпщиками, бульдозерами или вручную. За кабелеукладчиком следует прицепной траншеезасыпщик, который собирает разрыхленный грунт в виде холмика над траншеей.

Траншеи, вырытые на уклонах, после засыпки покрывают дерном для предотвращения их размыва. Пологие откосы укрепляются сплошной одерновкой, а верхние отроги — плетневыми стенками. Поврежденные при разрытии сооружения (водоспуски, усовершенствованные покрытия, ограждения и др.) должны быть восстановлены.

4.8. Скрытая (бестраншейная) разработка грунта для прокладки кабелей и труб

Земляные работы, связанные с прокладкой кабелей и труб на пересечениях улиц с усовершенствованным покровом, железнодорожных путей, автомобильных дорог 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, автодороги, железнодорожного полотна отрываются котлованы. 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 применение для выполнения скрытых проходок получила установка БГ-3. Она обеспечивает прокол скважины с протягиванием на обратном ходе расширителя, вслед за которым могут быть затянуты три трубы. При необходимости закладки большего числа труб делаются дополнительные скважины.

Размеры рабочего котлована: длина 2200 мм, ширина 1600 мм, глубина — на 500 мм ниже оси прокладываемых каналов.

На приемном конце перехода конец штанги может иметь отклонение от оси прокладки, поэтому размеры приемного котлована корректируются по месту. Первоначально перпендикулярно оси трассы 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, которые затягиваются в расширенную скважину.

Для бестраншейной проходки используются также пневмопробойники, пробивающие скважины диаметром 250...300 мм.

При общем числе каналов более шести на переходах применяются футляры (стальные трубы), которые затем заполняются асбестоцементными или пластмассовыми трубами. Футляр прокладывается путем вдавливания его в грунт мощными (до 300 т) домкратами с последующей эвакуацией грунта из трубы. В качестве футляров применяются стальные электросварные прямошовные трубы. После вдавливания в грунт очередного звена производится наращивание сваркой 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. 4.3.

Таблица 4.3

Размеры котлованов, м, для продавливания футляров с различным диаметром

Измеряемый параметр	Диаметр футляра, 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.

Характеристики механизмов для бестраншейной разработки грунта приведены в разд. 16.

4.9. 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, м, не более:

в насыпных, песчаных и гравийных грунтах	1
в супесчаных и суглинистых грунтах	1,25
в глинистых грунтах	1,5
в особо плотных грунтах, требующих для разработка применения ломов, кирок и клиньев	2

Работы по прокладке подземных сооружений следует осуществлять немедленно вслед за отрытием траншей и котлованов. В случае превышения указанных глубин должно быть обеспечено крепление вертикальных стен траншей и котлованов или устроены откосы 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 значения крутизны откосов траншей и котлованов приведены в табл. 4.4.

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 уровня промерзания необходимо обеспечивать крепления стен 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 с устройством креплений вертикальных стен. Рытье траншей и котлованов в отогретых (размороженных) грунтах следует производить также с соблюдением необходимой крутизны откосов или устройством креплений в тех случаях (местах), когда глубина отогретого участка превышает указанные выше размеры.

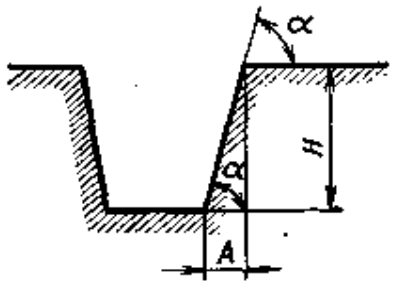


Рис. 4.7. Крутизна откосов

Таблица 4.4

Максимальная крутизна откосов траншей и котлованов

Грунт	Глубина выемок, м					
	до 1,5		1,5 . . . 3		3 . . . 5	
	α, градусы	tg α = H:A	α, градусы	tg α = H:A	α, градусы	tg α = 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.

На пересечениях с железнодорожными или трамвайными путями стены открытых траншей и котлованов обязательно крепятся. Стены вертикальные или с малым уклоном крепятся с применением следующих конструкций:

горизонтально-рамного крепления для сухих грунтов, способных сохранять отвесные стенки при глубине до 2 м (рис. 4.8);

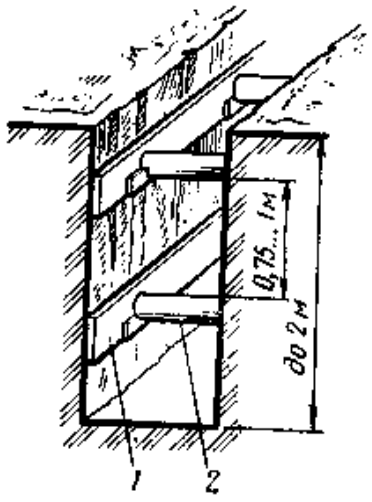


Рис. 4.8. Горизонтально-рамное крепление траншей:
1 — горизонтальные доски; *2* — распорки

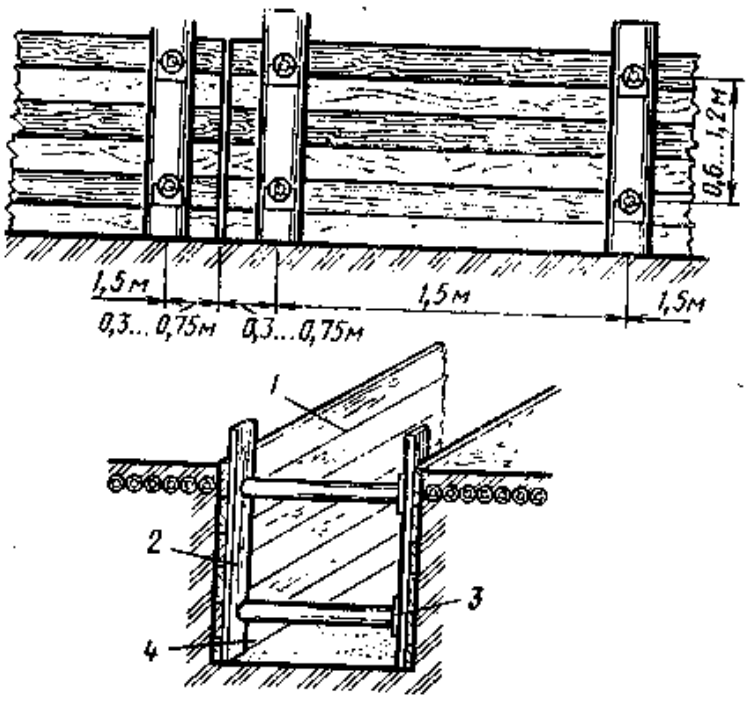


Рис. 4.9. Горизонтально-сплошное крепление траншей: *1* — доски 220×50 мм; *2* — стояк 220×50 мм; *3* — бобышка; *4* — распорка

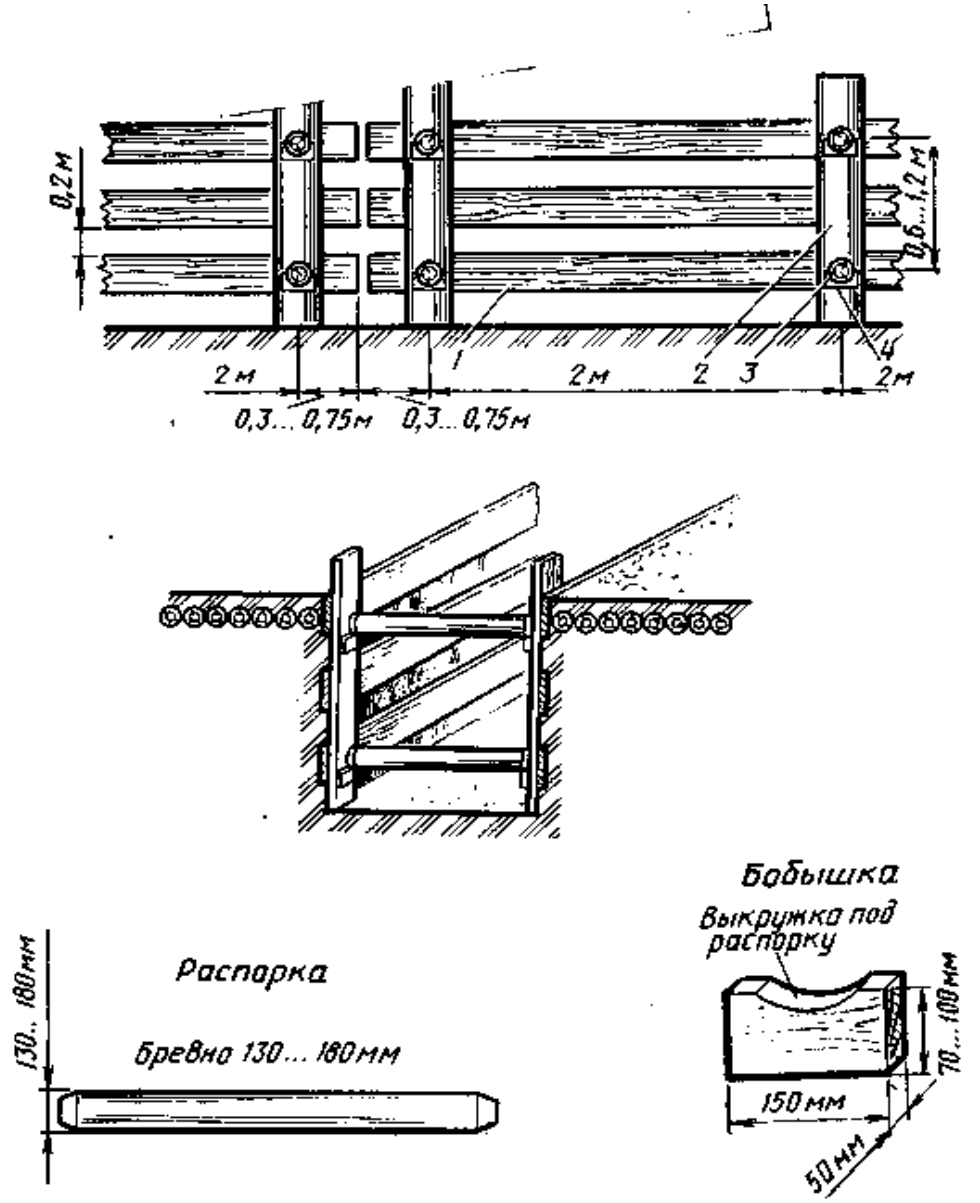


Рис. 4.10. Крепление траншей с прозорами:
1 — доски 220×50 мм; *2* — стояк 220×50 мм; *3* — распорка; *4* — бобышка

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);

горизонтального крепления с прозорами для сухих связных грунтов при отсутствии грунтовых вод (допускается при глубине траншей не более 3 м) (рис. 4.10);

смешанного крепления (горизонтально-сплошного и шпунта) для водоносных 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);

вертикально-рамного крепления для сухих связных грунтов при отсутствии грунтовых вод при механической разработке траншей (рис. 4.12);

вертикально-сплошного крепления для сыпучих грунтов при глубоких траншеях, когда горизонтальное крепление недостаточно безопасно, и 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 ин-

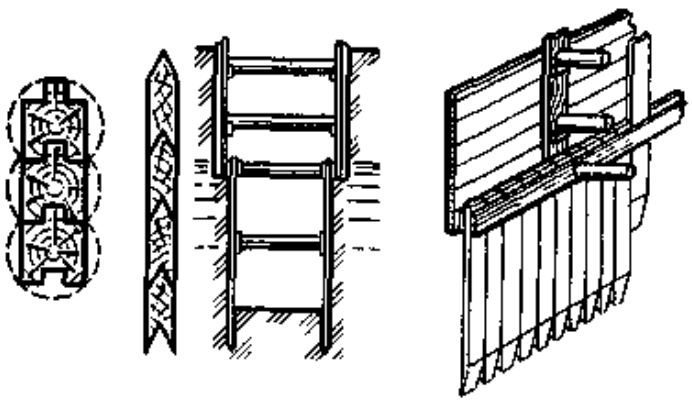


Рис. 4.11. Смешанное крепление траншей

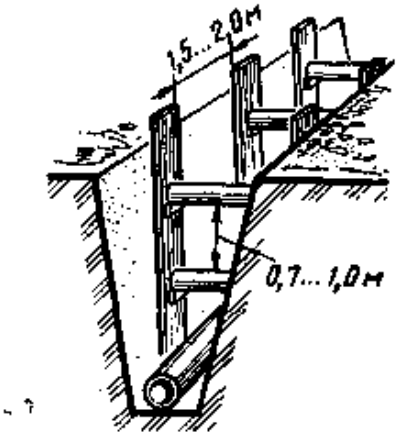


Рис. 4.12. Вертикально-рамное крепление траншей

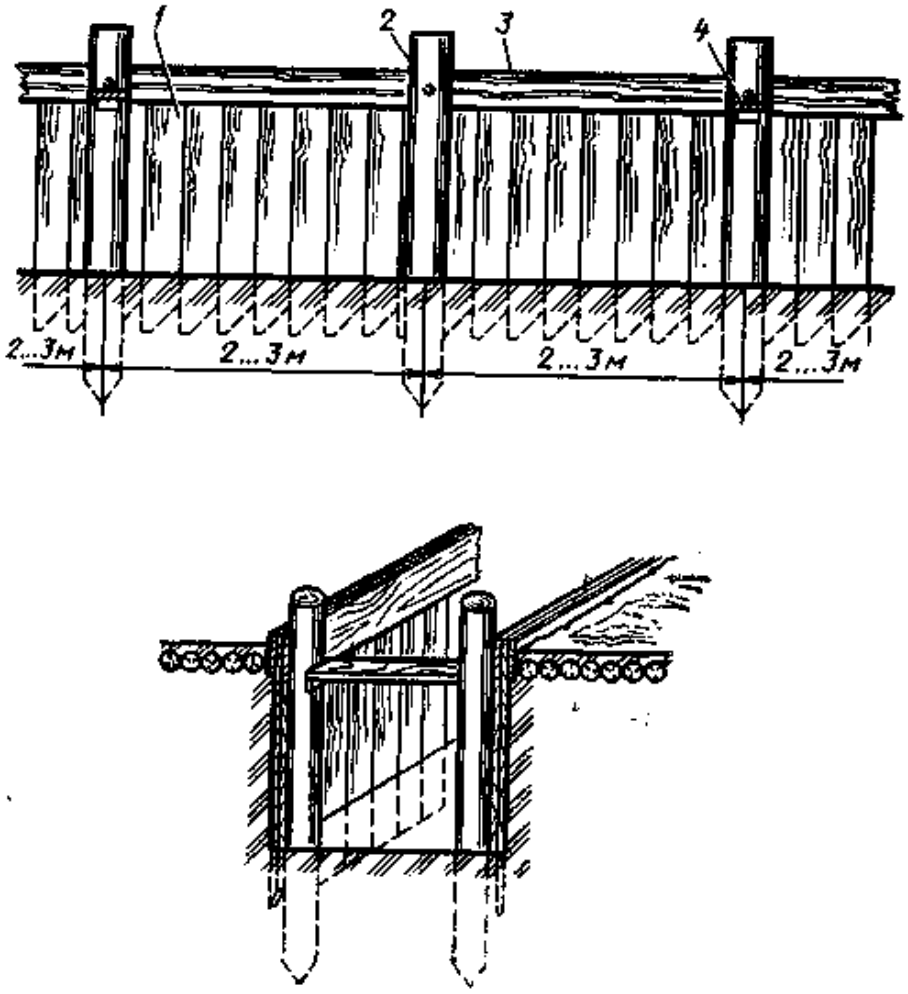


Рис. 4.13. Вертикально-сплошное крепление траншей:
1 — доски 220×50 мм; *2* — маячные сваи ⌀ 180 . . . 220 мм; *3* — схватка 220×50 мм; *4* — распорка 220×50 мм

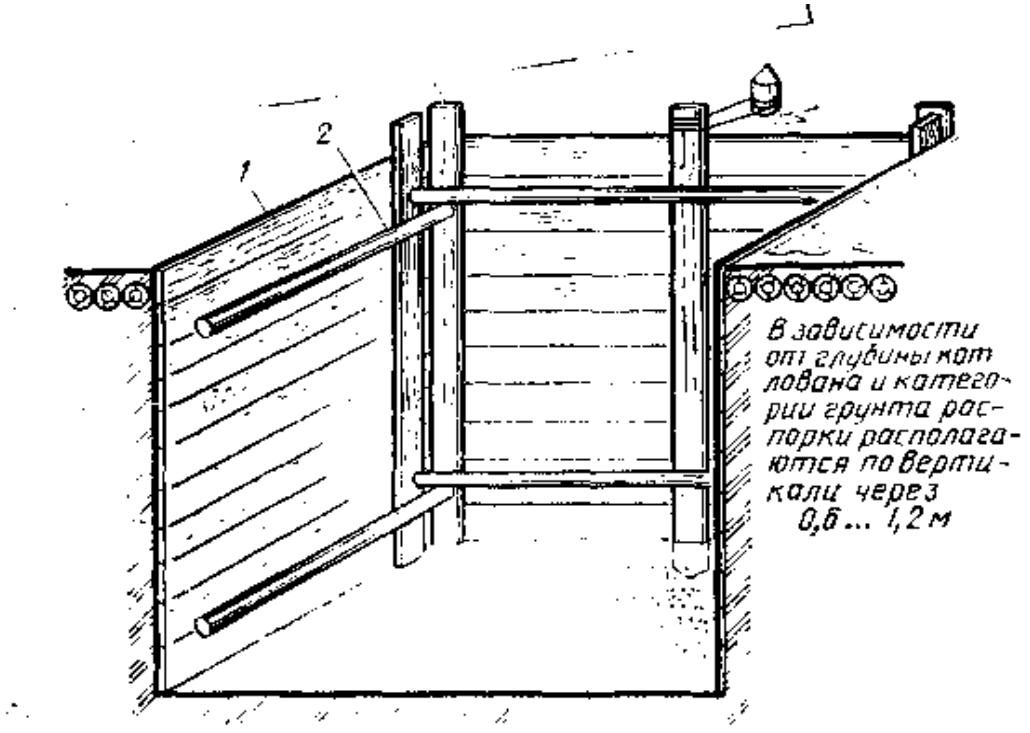


Рис. 4.14. Крепление котлованов:
1 — доски 220×50 мм; *2* — распорка (бревно 130 ... 180 мм); *3* — стояк 220×50 мм

дивидуальными 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) применяются доски толщиной не менее 40 мм, а в грунтах повышенной влажности не менее 50 мм; доски укладываются за вертикальные стойки вплотную к грунту, с укреплением бревенчатыми распорками или анкерными оттяжками;

стойки креплений устанавливаются не реже чем через 1,5 м;

расстояние между распорками по вертикали не более 1 м; распорки закрепляются бобышками;

над бровками верхние доски должны выступать не менее чем на 15 см;

узлы креплений, на которые опираются полки для переброски грунта, делают усиленными; полки ограждают бортовыми досками высотой не менее 15 см;

в особо слабых грунтах и плывунах устраивают сплошные стенки из досчатых или бревенчатых шпунтовых свай, забиваемых в грунт, при этом должны быть обеспечены интенсивный водоотлив, искусственное водопонижение и др.

Крепления котлованов и траншей при их засыпке удаляют, за исключением случаев, когда это технически невозможно либо может вызвать осадку или повреждение расположенных вблизи сооружений.

4.10. Особенности разработки мерзлых и вечномерзлых грунтов

Земляные работы в зимних условиях производятся в случаях, когда они необходимы для одновременного выполнения последующих работ (прокладки кабеля, монтажа муфт, строительства НУП и т. п.), а также если это вызывается необходимостью использования имеющегося на строительстве мощного землеройного оборудования. Работы в зимних условиях должны обосновываться технико-экономическим расчетом и предусматриваться ППР.

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, а также путем предварительного рыхления с выполнением буровзрывных работ.

Распространенный способ отогрева мерзлого грунта — 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 коробами. Ширина коробов должна соответствовать ширине траншеи. 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 отогрева 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 отогрева грунта жидким топливом применяются различные горелки. 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 ... 800° С. За счет тяги тепло распространяется вдоль всей секции коробов.

Во время отогрева 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.

Разработка мерзлого грунта одноковшовыми экскаваторами (прямая и обратная лопата) без предварительного рыхления допускается при толщине мерзлого слоя до 0,25 м при емкости ковша 0,5 ... 0,65 м³ и 0,4 м при емкости ковша 1 ... 1,25 м³.

Рыхление мерзлого грунта производится механическим или взрывным способом. Для механического рыхления и разработки мерзлых грунтов следует применять:

при разработке траншей — машины ударного действия, дисковые экскаваторы и фрезерные машины, баровые машины, роторные и цепные экскаваторы со специальным рабочим оборудованием;

при разработке котлованов — машины ударного действия, навесные рыхлители и землеройно-фрезерные машины при послойной разработке, баровые машины для нарезки мерзлых грунтов на блоки.

Рыхление мерзлых грунтов взрывным методом производится при глубине их промерзания более 0,4 м (преимущественно на незастроенных площадях).

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.

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 групп и 0,6 м для грунтов IV—XI групп, 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 5...10 см.

К особо опасным относятся условия на участках с морозобойными трещинами глубиной более 2 м и шириной более 10 см, буграми пучения, действующими оползнями, а также на участках пересечения железных и автомобильных дорог, где земляное полотно подвержено осадкам.

Для прокладки кабеля в условиях мерзлых и вечномерзлых грунтов наиболее эффективными механизмами являются роторные экскаваторы ЭТР-134, баровые машины ДГП-3УМ или цепные траншейные экскаваторы ЭТЦ-208А.

4.11. Особенности разработки скальных грунтов

В зависимости от группы 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 производится специальным пропорщиком грунта типа ПГ-1 или обычным кабелеукладчиком со специальным пропорочным ножом без кассеты.

При значительных объемах работ наиболее целесообразно разрабатывать траншеи 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 рыхление грунта методом шпуровых зарядов. Он состоит в том, что в скальных породах выбуриваются отверстия (шпуры), в которые закладываются заряды взрывного 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 закрыта специальными деревянными или металлическими щитами шириной 1,8...2,0 м.

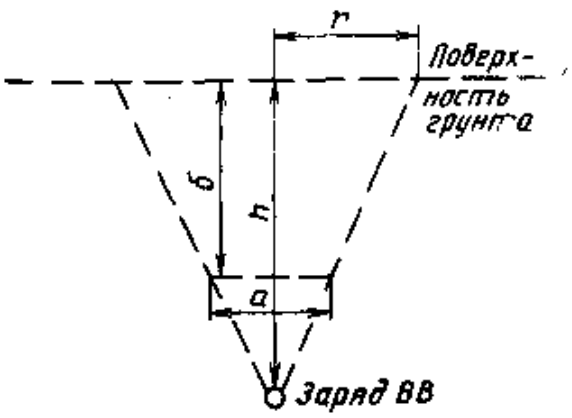


Рис. 4.15. К определению эффективности действия взрыва

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 радиусу воронки r (рис. 4.15), образуемой взрывом, и обратно пропорциональна расстоянию h от центра заряда до поверхности земли:

$$H = r/h,$$

Объем взорванной породы на 1 м траншеи, м^3, подсчитывается по формуле

$$W_{вз} = rh.$$

Глубина заложения зарядов (шпуров) для образования траншеи в скальных породах, залегающих под поверхностным слоем грунта I—III групп 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 определяется как объем конуса, имеющего основание с радиусом $r=0{,}9$ м и высоту $h=1{,}2$ м.

Объем выемки грунта, м³, экскаватором подсчитывается по формуле

$$W_в = \frac{(2r+a)\,l}{2}\sigma,$$

где a — ширина траншеи по дну, соответствующая ширине ковша (экскаватора), принимается равной 0,85 м; σ — глубина траншеи, равная 0,7 м. Приняв $a=0{,}85$ м и $\sigma=0{,}7$ м, найдем, что в данном случае объем выемки разрыхленного грунта составит 0,93 м³.

При выходе скальных пород на поверхность глубина прокладки кабеля принимается 0,5. В этом случае объем взорванной породы составит 0,75 м³, а объем выемки грунта — 0,6 м³ 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.

4.12. 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 типов ВНМ-18, С-204 и т. п. Для прокладки бронированных кабелей в полевых условиях на участках грунтов с повышенной влажностью (болота, плывуны) применяются специальные кабелеукладчики.

Согласно 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 75 . . . 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.

4.13. Засыпка траншей и котлованов

Перед засыпкой траншей и котлованов все подземные сооружения (кабель, трубы, муфты и т. п.) должны быть зафиксированы на планшетах рабочих чертежей проекта с «привязкой» к постоянным ориентирам. Засыпка траншей, как правило, производится механизмами — бульдозерами или специальными траншеезасыпщиками.

На городских участках траншеи засыпаются с послойным трамбованием, а в местах с усовершенствованными покрытиями — трамбованием и поливкой водой. На улицах с усовершенствованными покрытиями места разрытий засыпаются песком с послойным трамбованием и поливкой водой.

Оставшийся после засыпки грунт в городах и крупных населенных пунктах при необходимости вывозится в специально отведенные места.

После прокладки кабеля (трубопровода) на загородных участках трассы над траншеей или щелью от ножа кабелеукладчика должен быть образован холмик из оставшегося или взрыхленного грунта для компенсации последующей его усадки.

4.14. Противоэррозионные мероприятия

Для защиты трассы от размыва и обнажения кабелей, проводов, муфт и т. п. осуществляется отвод стоков поверхностных вод, укрепляются размываемые берега, овраги и промоины в местах пересечения их с кабельными линиями связи (КЛС). Овраги и промоины, расположенные в стороне от трассы КЛС, но могущие со временем приблизиться к ней, также должны быть укреплены. Один из способов укрепления пологих склонов, нарушенных при разработке траншей и прокладке кабеля, — посев многолетних трав.

Укрепление склонов путем посадки кустарника и деревьев следует применять там, где имеются для их роста почвы и климатические условия.

Для укрепления поверхности траншей на склонах применяется сплошная одерновка.

Для предохранения откосов от размывающего воздействия текущих вод используются укрепления в виде хворостяных выстилок, фашинной кладки и тюфяков. Хворост закрепляется жердями или прутяными канатами через 0,5 . . . 1,0 м, которые закрепляются в грунте кольями-вилками или двойными спицами длиной не менее 0,6 м.

При прокладке кабеля в барханных песках в соответствии с проектом должны проводиться мероприятия по защите кабельной трассы от выдувания и песчаных заносов. Наиболее надежным из этих мероприятий является закрепление подвижных песков механической защитой с последующей посадкой леса.

Конкретные противоэррозионные мероприятия в зависимости от условий местности определяются проектно-сметной документацией.

4.15. Рекультивация земель

Техническая рекультивация земель при строительстве линейных сооружений КЛС заключается в снятии плодородного слоя почвы до начала строительных работ, транспортировке его к месту временного хранения и нанесении на восстанавливаемые земли после окончания строительных работ. Рекультивация земель, нарушенных при строительстве, производится в соответствии с проектом, в котором с учетом местных природно-климатических особенностей определяются:

границы угодий по трассе КЛС, в которых необходимо проведение рекультивации;

толщина снимаемого плодородного слоя почвы по каждому участку, подлежащему рекультивации;

ширина зоны рекультивации в пределах полосы отвода;

место расположения отвала для временного хранения снятого плодородного слоя почвы;

способы снятия, транспортировки и нанесения плодородного слоя почвы и восстановления ее плодородия;

допустимое превышение нанесенного плодородного слоя почвы над уровнем ненарушенных земель.

Работы по снятию, транспортировке, организации хранения и нанесению плодородного слоя почвы производятся силами строительной организации; восстановление плодородия почв (внесение удобрений, вспашка, боронование посева, известкование и т. п.) — силами землепользователей.

Снятие, транспортировка и нанесение плодородного слоя почвы осуществляются до наступления устойчивых отрицательных температур. При необходимости

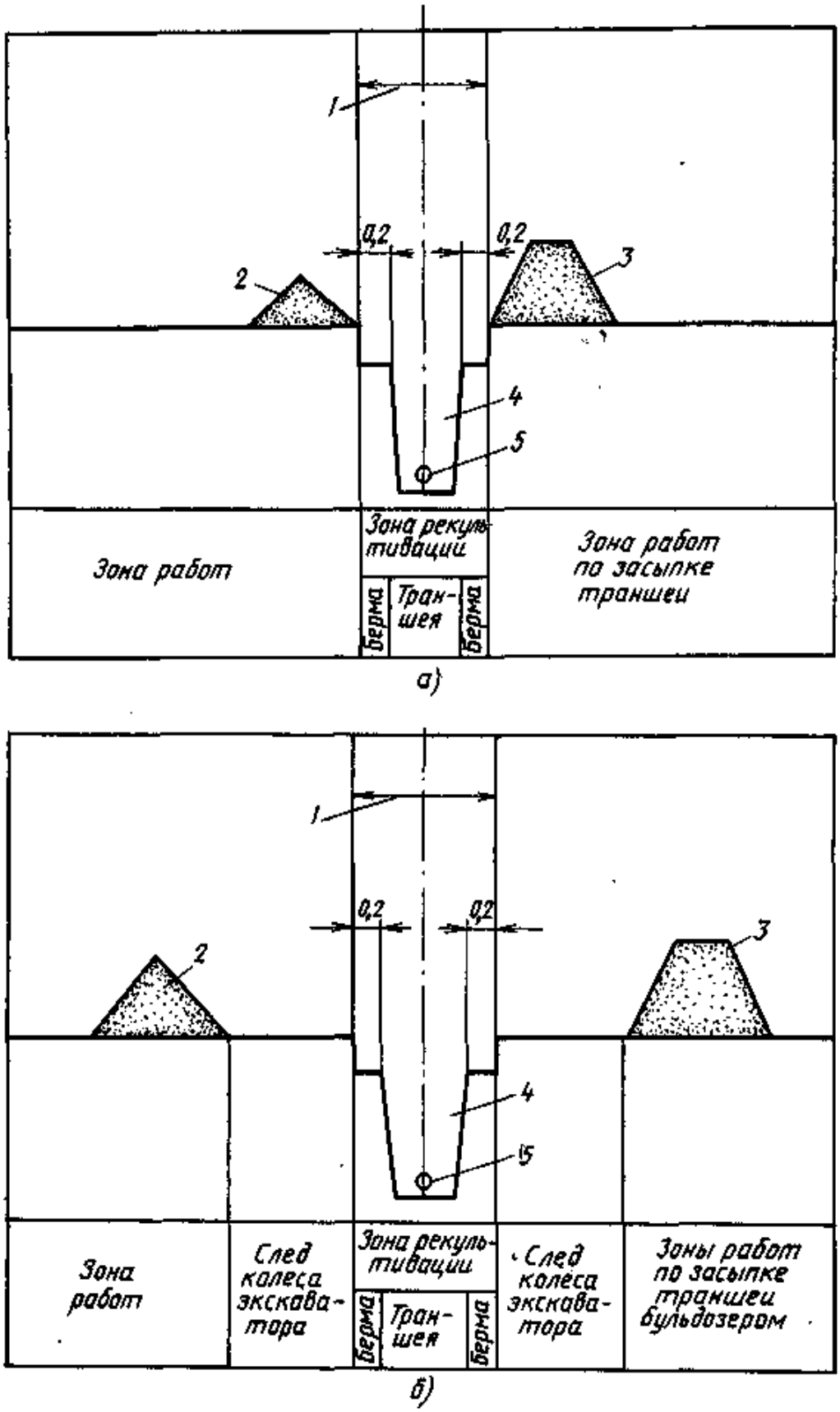


Рис. 4.16. Схема строительной полосы для рекультивации при рытье траншеи:
а — вручную; *б* — экскаватором:
1 — минимальная ширина полосы, с которой снимается плодородный слой почвы (указывается в проекте); *2* — отвал плодородного слоя почвы; *3* — отвал минерального грунта из траншеи; *4* — траншея; *5* — кабель (защитный провод)

производства этих раб [illegible] плодородный слой почвы снимается и складируется до его пр[illegible].

При снятии, транспортировке, складировании и хранении плодородного слоя почвы принимаются меры, исключающие ухудшение его качества (смешивание с подстилочными породами, загрязнение жидкостями, мусором и т. п.), а также предотвращающие размыв и выдувание. Места хранения слоя почвы не должны заливаться водой.

Плодородный слой почвы снимается с полосы, равной ширине траншеи поверху плюс бермы, а также с мест возможного загрязнения и порчи. Размеры принимаются в зависимости от типа механизма, способа разработки траншеи, числа прокладываемых кабелей.

Размещение полосы рекультивации относительно оси траншеи, месторасположения вынутого из траншеи грунта и плодородного слоя почвы и другие данные определяются проектом (рис. 4.16).

При прокладке кабелей (защитных проводов) ножевыми кабелеукладчиками на всю глубину прокладки рекультивация земель не производится.

Правильность выполнения работ по рекультивации земель контролируется в соответствии с Положением, утвержденным Советом Министров СССР от 14 мая 1970 г. № 325, органами Государственного контроля за использованием земель.

Раздел 5

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 предусмотренного проектом без вскрытия покровов и производства земляных работ.

Основную часть кабельной канализации составляют подземные трубопроводы, прокладываемые под пешеходной и проезжей частями улиц. Применение находят также трубопроводы, прокладываемые в стенах и других элементах зданий в так называемых закладных устройствах скрытой проводки, частью которых являются 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 станционное 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 квартала.

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, сращивания соседних строительных длин, производства необходимых измерений, испытаний, проверок кабелей в процессе монтажа, отыскания повреждений, ремонтов и эксплуатационного обслуживания, а также для размещения в них некоторых видов линейного оборудования: ящиков с катушками самоиндукции (пупиновскими катушками), регенераторов цифровых систем передачи (ИКМ) и световодов.

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.

В мировой практике находили применение деревянные, керамические, бетонные, асбестоцементные, полиэтиленовые, поливинилхлоридные, пековолокнистые (пропитанные жаростойким пеком, бумажные), резино-эбонитовые, резино-битумные, бумажно-металлические и другие трубы и блоки кабельной канализации. В нашей стране применялись деревянные, керамические и бетонные трубы и блоки, однако уже более 50 лет преимущественно используются асбестоцементные трубы. В перспективе следует ожидать внедрения труб и блоков из различных синтетических материалов — полиэтилена, поливинилхлорида, АСТ (акрил — нитрил — стирена) и других.

5.2. Вертикальные нагрузки на проложенные в земле трубы и блоки кабельной канализации

Одним из основных критериев возможности применения тех или иных труб и блоков для кабельной канализации связи является вертикальная нагрузка, которую они способны выдержать, не разрушаясь (с деформациями в допустимых пределах), будучи проложенными в земле на глубине 0,4 . . . 2,0 м.

На проложенную канализацию действуют постоянные и временные нагрузки. Постоянную нагрузку создают массы самих труб (блоков) и кабеля, проложенного в них, а также давление грунта-засыпки. Временную нагрузку создает наезд транспортных средств. В нашей стране приняты пять видов расчетных нагрузок от наезда транспортных средств: от колесных (НК-80; Н-30; Н-18 и Н-10) массой соответственно 80; 30; 18 и 10 т и одна от гусеничных (НГ-60) массой 60 т. Нормативное вертикальное давление, оказываемое этими нагрузками на проложенную в земле кабельную канализацию, приведено в табл. 5.1.

Максимальные, суммарные (постоянные+временные) вертикальные нагрузки на основные виды труб и блоков кабельной канализации, проложенные в

Таблица 5.1

Нормативное вертикальное давление, т/м², от нагрузок

Глубина до верха трубы (блока), м	Транспортные средства					Глубина до верха трубы (блока), м	Транспортные средства				
	колесные				гусеничные		колесные				гусеничные
	НК-80	Н-30	Н-18	Н-10	НГ-60		НК-80	Н-30	Н-18	Н-10	НГ-60
0,4	16,5	13,1	13,0	10,1	8,8	1,0	5,5	3,1	2,9	1,7	3,6
0,5	15,1	11,1	11,0	6,1	7,5	1,2	4,5	2,4	2,2	1,3	3,4
0,6	12,2	10,1	9,0	3,7	6,2	1,5	3,5	1,7	1,4	0,8	2,6
0,8	6,7	5,3	3,4	2,5	4,4	2,0	2,7	1,4	0,9	0,6	1,9
0,9	6,0	3,8	3,2	2,2	4,0						

Таблица 5.2

Суммарное вертикальное давление, т/м, на проложенные в земле трубы и блоки кабельной канализации

Наружный диаметр (ширина) трубы или блока, м	Число труб (каналов) в ряду	Ширина траншеи, м	Глубина прокладки кабельной канализации, м								
			0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0
При расчетной транспортной нагрузке НК-80											
Асбестоцементные трубы											
0,122	1—6	0,2...1,0	3,55	3,22	2,62	1,52	1,40	1,30	1,19	1,10	1,07
Пластмассовые трубы											
0,110	1—6	0,2...1,0	3,20	2,90	2,34	1,35	1,23	1,15	1,09	0,96	0,94
0,063	1—2	0,2...0,4	1,87	1,70	1,39	0,83	0,76	0,72	0,66	0,60	0,57
Бетонные трубы и блоки											
0,15	1	0,4	4,44	4,04	3,29	1,96	1,80	1,68	1,53	1,38	1,30
0,28	2	0,4	8,14	7,37	5,94	3,40	3,08	2,83	2,50	2,19	1,99
0,40	3	0,6	11,66	10,55	8,55	4,95	4,49	4,16	3,75	3,35	3,15
0,53	4	0,7	15,40	13,96	11,27	6,52	5,91	5,46	4,92	4,44	4,13
При расчетной транспортной нагрузке НГ-60											
Асбестоцементные трубы											
0,122	1—6	0,2...1,0	1,46	1,27	1,10	0,87	0,84	0,80	0,80	0,70	0,60
Пластмассовые трубы											
0,110	1—6	0,2...1,0	1,30	1,14	0,98	0,77	0,74	0,70	0,69	0,68	0,60
0,063	1—2	0,2...0,4	0,79	0,69	0,61	0,50	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45

Окончание табл. 5.2

Наружный диаметр (ширина) трубы или блока, м	Число труб (каналов) в ряду	Ширина траншеи, м	Глубина прокладки кабельной канализации, м								
			0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0
Бетонные трубы и блоки											
0,15	1	0,4	1,86	1,39	1,43	1,16	1,11	1,06	1,09	1,03	1,02
0,28	2	0,4	2,82	2,52	2,21	1,80	1,73	1,67	1,67	1,53	1,47
0,40	3	0,6	4,09	3,66	3,24	2,69	2,60	2,52	2,52	2,43	2,40
0,53	4	0,7	5,38	4,73	4,24	3,53	3,40	3,29	3,28	3,22	3,16
При расчетной транспортной нагрузке Н-30											
Асбестоцементные трубы											
0,122	1—6	0,2...1,0	2,85	2,42	2,21	1,27	1,01	0,89	0,79	0,76	0,74
Пластмассовые трубы											
0,110	1—6	0,2...1,0	2,56	2,18	1,97	1,12	0,89	0,78	0,69	0,68	0,74
0,063	1—2	0,2...0,4	1,51	1,29	1,18	0,70	0,56	0,50	0,47	0,44	0,44
Бетонные трубы и блоки											
0,15	1	0,4	3,58	3,06	2,79	1,64	1,32	1,16	1,08	1,00	1,00
0,28	2	0,4	6,54	5,53	5,00	2,81	2,74	2,35	1,68	1,49	1,48
0,40	3	0,6	9,37	7,92	7,21	4,17	4,17	2,82	2,57	2,44	2,42
0,53	4	0,7	12,38	10,49	9,49	5,41	4,21	3,68	3,22	3,20	3,17
При расчетной транспортной нагрузке Н-18											
Асбестоцементные трубы											
0,122	1—6	0,2...1,0	2,88	2,48	1,99	0,92	0,90	0,86	0,80	0,74	0,74

Пластмассовые трубы

0,110	1—6	0,2 . . . 1,0	2,59	2,23	1,78	0,81	0,78	0,75	0,74	0,66	0,66
0,063	1—2	0,2 . . . 0,4	1,52	1,32	1,07	0,52	0,50	0,49	0,45	0,41	0,41

Бетонные трубы и блоки

0,15	1	0,4	3,61	3,13	2,63	1,21	1,19	1,13	1,04	0,93	0,92
0,28	2	0,4	6,59	5,67	4,51	2,02	1,94	1,81	1,60	1,37	1,28
0,40	3	0,6	9,44	8,13	6,51	2,97	2,86	2,70	2,46	2,17	2,14
0,53	4	0,7	12,46	10,75	8,56	3,90	3,75	3,53	3,21	2,88	2,80

При расчетной транспортной нагрузке Н-10

Асбестоцементные трубы

0,122	1—6	0,2 . . . 1,0	2,24	1,42	0,96	0,76	0,72	0,65	0,64	0,64	0,60

Пластмассовые трубы

0,110	1—6	0,2 . . . 1,0	2,02	1,28	0,85	0,66	0,62	0,56	0,60	0,54	0,54
0,063	1—2	0,2 . . . 0,4	1,19	0,77	0,53	0,44	0,41	0,38	0,38	0,36	0,36

Бетонные трубы и блоки

0,15	1	0,4	2,83	1,83	1,26	1,01	0,97	0,88	0,85	0,85	0,85
0,28	2	0,4	5,13	3,24	2,14	1,64	1,53	1,34	1,25	1,13	1,13
0,40	3	0,6	7,36	4,66	3,12	2,43	2,28	2,03	1,96	1,84	1,84
0,53	4	0,7	9,70	6,15	4,08	3,19	2,98	2,64	2,55	2,43	2,43

земле, в расчете на 1 м длины приведены в табл. 5.2. Таблица составлена на основе нормативных материалов по проектированию Н-146-1-80 «Гипросвязь», 1980).

5.3. 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. 5.3). Приведенные в табл. 5.3 данные относятся к заглублению трубопроводов в пролетах. На вводах в колодцы глубина заложения должна составлять не менее 0,7 м под пешеходной частью улиц и 0,8 м под проезжей частью.

Таблица 5.3

Минимально допустимое заглубление подземных трубопроводов под кабели связи

Трубы	Минимальное расстояние от поверхности покрова до верхней трубы, м	
	под пешеходной частью улиц	под проезжей частью улиц
Асбестоцементные, полиэтиленовые, поливинилхлоридные, пековолокнистые	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 докладку.

В табл. 5.4 исходя из данных табл. 5.3 приведены расчетные значения минимальной глубины траншей для подземных трубопроводов под кабели связи в наивысшей точке пролета. Расчетная глубина траншей на вводах в колодцы в зависимости от числа рядов труб в блоке приведена в табл. 5.5.

Таблица 5.4

Минимальная глубина траншей, м, для трубопроводов под кабели связи в наивысшей точке пролета

Трубы	Место прокладки труб	Число рядов труб по высоте					
		1	2	3	4	5	6
Асбестоцементные, полиэтиленовые, поливинилхлоридные, пековолокнистые с каналами диаметром 100 мм	В пешеходной части улиц	0,52	0,66	0,80	0,94	1,08	1,22
	В проезжей части улиц	0,72	0,86	1,00	1,14	1,28	1,42
	Под трамвайными и ж. д. путями	1,22	1,36	1,50	1,64	1,78	1,92
То же, 55 мм	В пешеходной части улиц	0,46	0,54	0,63	0,71	0,80	0,88
	В проезжей части улиц	0,66	0,74	0,83	0,91	0,99	1,08
Бетонные (цементно-песчаные), керамические с каналами диаметром 90 мм	В пешеходной части улиц	0,64	0,79	0,94	1,09	1,24	1,39
	В проезжей части улиц	0,84	0,99	1,14	1,29	1,44	1,59
	Под трамвайными и ж. д. путями	1,24	1,39	1,54	1,69	1,84	1,99
То же, 100 мм	В пешеходной части улиц	0,65	0,81	0,97	1,13	1,29	1,45
	В проезжей части улиц	0,85	1,01	1,17	1,33	1,49	1,65
	Под трамвайными и ж. д. путями	1,25	1,41	1,57	1,73	1,89	2,05
Стальные с каналами диаметром 100 мм	В пешеходной части улиц	0,32	0,45	0,58	0,70	0,83	0,96
	В проезжей части улиц	0,52	0,65	0,77	0,89	1,02	1,14
	Под трамвайными и ж. д. путями	1,22	1,35	1,47	1,59	1,72	1,84

Таблица 5.5

Глубина траншей, м, для трубопроводов под кабели связи на вводах в колодцы

Трубы	Место прокладки труб	Число рядов труб по высоте					
		1	2	3	4	5	6
Асбестоцементные, полиэтиленовые, поливинилхлоридные, пековолокнистые и стальные с каналами диаметром 100 мм	В пешеходной части улиц	0,82	0,96	1,10	1,24	1,38	1,52
	В проезжей части улиц	0,92	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62
То же, 55 мм	В пешеходной части улиц	0,76	0,84	0,92	1,00	1,08	1,16
	В проезжей части улиц	0,86	0,94	1,02	1,10	1,18	1,26
Бетонные (песчано-цементные), керамические с каналами диаметром 90 мм	В пешеходной части улиц	0,84	0,99	1,14	1,29	1,44	1,59
	В проезжей части улиц	0,94	1,09	1,24	1,39	1,54	1,69
То же, 100 мм	В пешеходной части улиц	0,85	1,01	1,17	1,33	1,49	1,65
	В проезжей части улиц	0,95	1,11	1,27	1,43	1,59	1,75

Примечание. В колодцы типа ККС I трубы вводятся на уровне днища, т. е. глубина траншеи не должна превышать 0,7 м.

5.4. Взаимное расположение подземных трубопроводов и других сооружений

Ниже приведены основные нормы сближения, м, подземных кабельных трубопроводов с другими сооружениями:

	В горизонтальной плоскости	*В вертикальной плоскости (при пересечениях)*
Водопроводами диаметром, мм:		
300	0,5	0,15
свыше 300	1,0	0,15
Канализацией	0,5	0,15
Дренажами и водостоками	0,5	0,15
Теплопроводами	1,0	0,15
Газопроводами:		
низкого давления до 4,9 кПа (0,05 кгс/см²)	1,0	0,15
среднего давления от 4,9 до 294,3 кПа (0,05...3 кгс/см²)	1,5	0,15
высокого давления от 294,6 до 588,6 кПа (3...6 кгс/см²)	2,0	0,15
при давлении от 586,6 до 1177,2 кПа (6...12 кгс/см²)	3,0	0,15
Кабелями силовыми	0,5	0,25...0,15
Обрезами фундаментов зданий и сооружений	0,6	—
Осью ж. д. неэлектрифицированного пути (но не менее чем на глубину траншеи от подошвы насыпи)	3,0	1,0
Осью ближайшего рельса трамвайного пути	2,0	1,0
Мачтами и опорами сети наружного освещения, контактной сетью и сетью связи	0,5	—
Стенами или опорами тоннелей и путепроводов (на уровне или ниже основания)	0,5	—
Подошвой насыпи или наружной бровкой канала	1,0	—
Стволами деревьев	1,5	—
Бортовым камнем	1,5	—
Общими коллекторами для подземных сетей	0,5	—

Примечания: 1. Расстояние между бронированными кабелями связи и газопроводами независимо от давления в горизонтальной плоскости принимается 1 м, а в вертикальной плоскости (при пересечениях) 0,5 м.

2. При сложившейся застройке расстояние по горизонтали от кабелей связи до бортового камня обосновывается проектом.

3. При пересечениях силовые кабели прокладываются ниже блоков кабельной канализации связи.

5.5. Уклоны подземных трубопроводов под кабели связи

Подземный трубопровод должен прокладываться с уклоном не менее 3...4 мм на 1 м длины в сторону колодцев для обеспечения стока скапливающейся в каналах воды из пролета в колодцы. На местности с достаточным естественным уклоном (не менее 3...4 мм на 1 м длины) трубопровод может одинаково заглубляться по всей длине пролета и лишь у подходов к колодцам он должен иметь уклон, обеспечивающий ввод его в колодец на заданной вертикальной отметке. Схема прокладки трубопровода на местности с достаточным естественным уклоном показана на рис. 5.1, *а*.

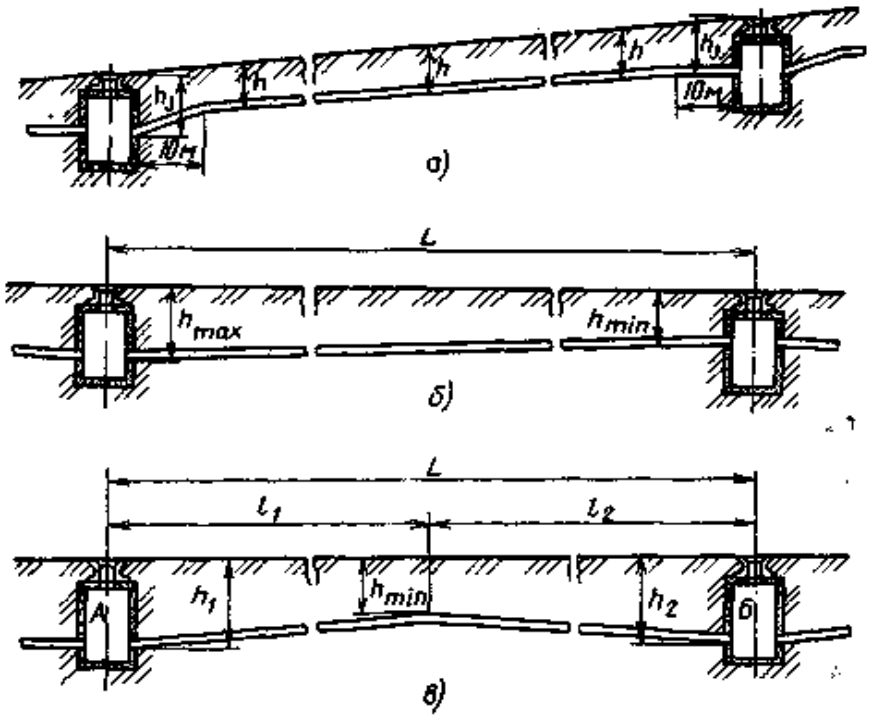


Рис. 5.1. Прокладка подземных трубопроводов:
а — на местности с естественным уклоном; *б* — с уклоном в одну сторону на местности, не имеющей достаточного естественного уклона; *в* — с уклоном в обе стороны на местности, не имеющей достаточного естественного уклона; $h_з$ — заданная глубина ввода трубопровода в колодец; h — одинаковая глубина; $h_{max}=h_{min}+aL$; $h_1=h_{min}+al_1$; $h_2=h_{min}+al_2$, где a — уклон трубопровода (3 . . . 4 мм на 1 м); l_1, l_2 — расстояния от точки минимального заглубления до колодцев А и Б соответственно

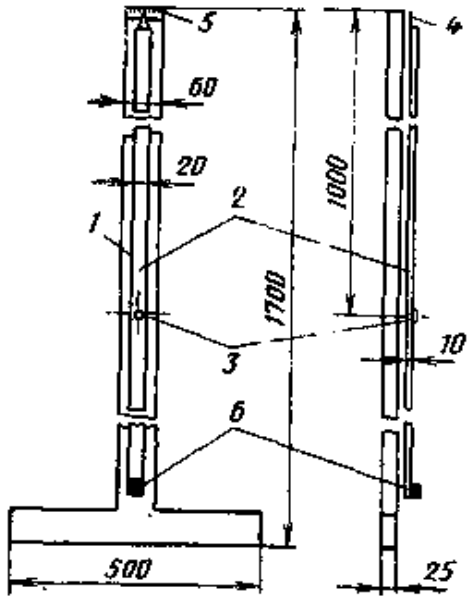


Рис. 5.2. Уклономер — прямоугольная рейка с отвесом для регулировки уклона трубопровода:
1 — Т-образная деревянная рейка; *2* — качающаяся рейка отвеса; *3* — ось вращения рейки отвеса; *4* — латунная стрелка; *5* - линейка с миллиметровыми делениями; *6* — груз массой 1 кг

На местности, не имеющей достаточного естественного уклона, трубопровод прокладывается либо с уклоном в одну сторону, когда у одного колодца минимальное заглубление, а у другого — завышенное (рис. 5.1, *б*), либо с уклоном в обе стороны от точки пролета с минимальным заглублением (рис. 5.1, *в*).

В процессе прокладки трубопровода заданная величина уклона контролируется рейкой с уровнем-уклономером (рис. 5.2).

На практике, однако, строгое соблюдение заданных уклонов кабельной канализации не всегда оказывается возможным. Это имеет место в тех случаях, когда отрывку траншеи и прокладку канализации приходится вести не целым пролетом одновременно, а отдельными его участками — каждый последующий после засыпки предыдущего. Выявление в этих случаях в траншее неожиданных препятствий часто вынуждает нарушить нормальную систему уклонов. Каждый такой случай должен точно фиксироваться и отмечаться на документации.

5.6. Трубопроводы кабельной канализации из асбестоцементных труб

Наибольшее распространение в нашей стране находят безнапорные асбестоцементные трубы. Конструктивные данные этих труб и муфт к ним приведены на рис. 5.3, 5.4 и в табл. 5.6.

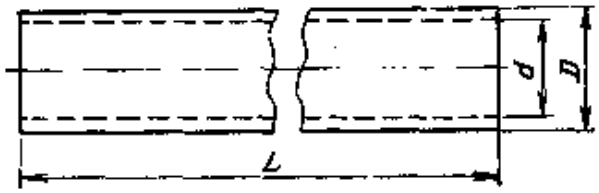


Рис. 5.3. Безнапорная асбестоцементная труба

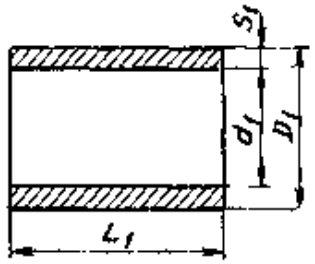


Рис. 5.4. Асбестоцементная муфта для безнапорных асбестоцементных труб

Испытательное гидравлическое давление для обычных труб и муфт должно составлять не менее 0,4 МПа (4 кгс/см²), а для труб и муфт высшей категории качества не менее 0,6 МПа (6 кгс/см²). При испытании на раздавливание в водонасыщенном состоянии образцы труб должны выдерживать нагрузку, указанную в табл. 5.7.

Минимальные разрушающие нагрузки при испытании труб на изгиб должны составлять при условных проходах 100 и 150 мм для обычных труб 1,76 (280) и 3,92 (400) кН (кгс) соответственно, а для труб высшей категории качества 2,23 (230) и 4,7 (480) кН (кгс).

Таблица 5.6

Конструктивные данные асбестоцементных труб и муфт для безнапорных трубопроводов (ГОСТ 1839—80)

Условный проход, мм	Трубы (см. рис. 5.3)				
	Диаметр, мм		Толщина стенки, мм	Длина, мм (допуск 50)	Масса 1 м, кг
	внутренний	наружный			
100	100	118 ±2,5	9 ±1,5	2950; 3950	6,0
150	141	161 ±2,5	10 ±1,5	2950; 3950	9,0
200	189	211 ±2,5	11 ±1,5	3950	13,0
300	279	307 ±3,0	14 ±2,0	3950	25,0
400	368	402 ±3,0	17 ±2,0	3950	40,0

Окончание табл. 5.6

Условный проход, мм	Муфты (см. рис. 5.4)				
	Диаметр, мм		Толщина стенки, мм	Длина, мм	Масса 1 м, кг
	внутренний	наружный			
100	140+1,5—1,0	160	10 ±1,5	150 ±3,0	1,0
150	188 ±2,0	212	12 ±1,5	150 ±3,0	2,0
200	234 ±2,0	262	14 ±1,5	150 ±3,0	3,0
300	334 ±3,0	366	16 ±1,5	150 ±3,0	5,0
400	441 ±3,0	477	18 ±1,5	180 ±3,0	9,0

Таблица 5.7

Испытательная нагрузка на раздавливание, кН (кгс), на образцы асбестоцементных труб

Условный проход, мм	Трубы	
	обычные	высшей категории качества
100	4,5 (460)	5,25 (540)
150	3,9 (400)	4,57 (470)
200	3,4 (320)	3,65 (370)
300	4,1 (420)	4,8 (490)
400	4,9 (500)	5,25 (540)

Конструктивные данные напорных (водопроводных) асбестоцементных труб и муфт приведены на рис. 5.5, 5.6 и в табл. 5.8, 5.9.

Следует учитывать, что использование напорных (водопроводных) асбестоцементных труб для кабельной канализации не допускается. Применение их для этих целей в особых случаях требует специальных обоснований.

Рабочим давлением считается максимальное гидравлическое давление, при котором может быть использована труба данного класса при отсутствии внешней нагрузки.

При прокладке асбестоцементных труб кабельной канализации в нормальных, сухих грунтах широкое распространение получил способ стыкования их с помощью полиэтиленовых муфт. Это наиболее быстрый и экономичный способ стыкования, хотя и не лишенный ряда недостатков, например такого, как недостаточная защита стыков от проникновения грунтовых вод. Стыковка производится следующим образом. Муфта (рис. 5.7) разогревается в бачке с кипящей водой и

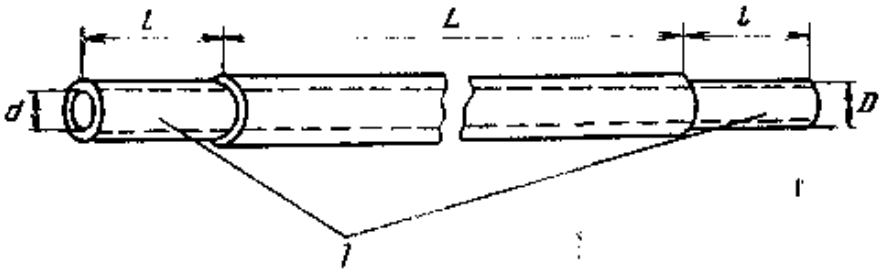


Рис. 5.5. Труба асбестоцементная напорная (водопроводная): *1* — обточные концы

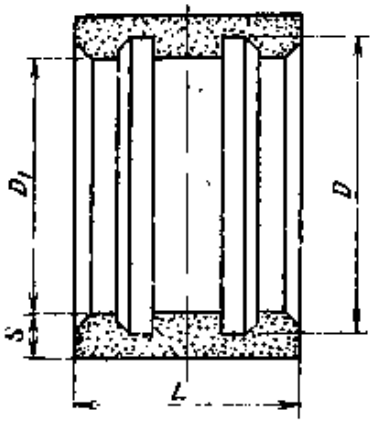


Рис. 5.6. Муфта асбестоцементная для напорных (водопроводных асбестоцементных труб

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 смягчающую удары дощечку. При использовании полиэтиленовых муфт в мокрых грунтах концы трубы, вводимой в муфту, должны быть смазаны по всей окружности битумом, разжиженным в керосине.

До внедрения полиэтиленовых муфт преимущественно применялся манжет-

Таблица 5.8

Конструктивные данные асбестоцементных напорных труб ГОСТ 539—80 (рис. 5.5)

Условный проход, мм	Внутренний диаметр d, мм				Наружный диаметр обточенных концов D, мм	Толщина стенки обточенного конца S, мм				Длина трубы L, мм	Масса трубы, кг/м			
	ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ15		ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ15		ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ15
Трубы типа 1														
100	104	100	96	—	122	9,0	11,0	13,0	—	2950; 3950	7,8	9,2	10,4	—
150	146	141	135	—	168	11,0	13,5	16,5	—	2950; 3950	12,9	15,2	17,9	—
200	196	189	181	—	224	14,0	17,5	21,5	—	3950	22,1	26,4	31,2	—
250	244	235	228	—	274	15,0	19,5	23,0	—	3950	28,4	35,9	41,1	—
300	289	279	270	—	324	17,5	22,5	27,0	—	3950	40,2	49,4	57,4	—
350	334	322	312	—	373	19,5	25,5	30,5	—	3950	50,9	63,7	74,0	—
400	381	368	356	—	427	23,0	29,5	35,5	—	3950	68,8	84,7	98,7	—
500	473	456	441	—	528	27,5	36,0	43,5	—	3950	101,6	127,3	149,2	—
Трубы типа 2														
200	—	196	188	180	224	—	14,0	18,0	22,0	5000	—	24,5	30,0	35,3
250	—	242	234	226	274	—	16,0	20,0	24,0	5000	—	33,8	40,7	47,3
300	—	286	276	267	324	—	19,0	24,0	28,5	5000	—	47,7	57,9	66,7
350	—	329	317	307	373	—	22,0	28,0	33,0	5000	—	62,5	76,5	87,5
400	—	377	363	352	427	—	25,0	32,0	37,5	5000	—	81,8	100,6	114,8
500	—	466	450	436	528	—	31,0	39,0	46,0	5000	—	124,7	151,2	173,6
Трубы типа 3														
200	—	198	192	174	224	—	13,0	16,0	25,0	5950	—	22,7	26,7	37,7
300	—	279	270	256	324	—	22,5	27,0	34,0	5950	—	49,4	57,4	69,4

Примечание. В зависимости от пропускной способности (внутреннего диаметра) и длины трубы подразделяют для каждого класса на три типа (1, 2 и 3).

Таблица 5.9

Конструктивные данные муфт асбестоцементных к напорным асбестоцементным трубам ГОСТ 539—80 (рис. 5.6)

Условный проход, мм	Внутренний диаметр D, мм	Наружный диаметр, мм				Толщина стенки муфты S, мм				Диаметр канавок, D, мм	Длина муфты L, мм	Масса муфты, кг			
		САМ6	САМ9	САМ12	САМ15	САМ6	САМ9	САМ12	САМ15			САМ6	САМ9	САМ12	САМ15
100	127	171	175	179	—	22	24	26	—	150	140	3,5	3,8	4,5	—
150	173	219	225	231	—	23	26	29	—	196	140	4,6	5,2	5,6	—
200	229	277	287	297	307	24	29	34	39	252	150	6,9	8,2	9,0	9,5
250	279	329	341	353	365	25	31	37	43	302	150	8,7	10,6	11,5	12,5
300	329	383	397	411	425	27	34	41	48	352	150	11,1	13,8	15,5	17,0
350	379	435	449	463	477	28	35	42	49	402	160	14,7	18,0	20,0	22,0
400	433	501	517	533	549	34	42	50	58	456	160	20,1	21,8	25,0	29,0
500	534	610	626	642	658	38	46	54	62	557	160	27,7	32,8	34,0	36,0

Примечание. Отклонения размеров асбестоцементных муфт от номинальных не должны превышать: +0,5 и —1,0 мм по внутреннему диаметру и диаметру канавки; +3,0 мм по ширине конусной расточки. Ширина конусной расточки 6 мм.

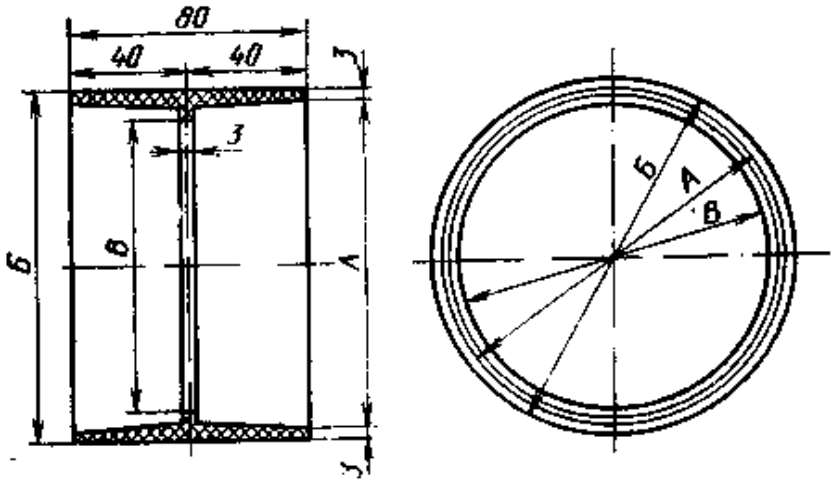


Рис. 5.7. Муфта полиэтиленовая для стыкования асбестоцементных труб

Тип асбестоцементной трубы	Размеры, мм		
	А	Б	В
Напорная	122	128	112
Безнапорная	116	122	106

ный способ стыкования асбестоцементных труб (рис. 5.8). Этот способ требует значительных трудовых затрат и не обеспечивает должной надежности стыков, особенно в мокрых грунтах.

Разновидностью манжетного способа является стыкование асбестоцементных труб с помощью стальной манжеты, накладываемой на слой смоляной ленты, намотанной на стык. После прогрева пламенем паяльной лампы горячая манжета обматывается вторым слоем смоляной ленты (рис. 5.9). Оплавляясь, смола ленты надежно уплотняет стык и изолирует от коррозии манжету. Обмазка це-

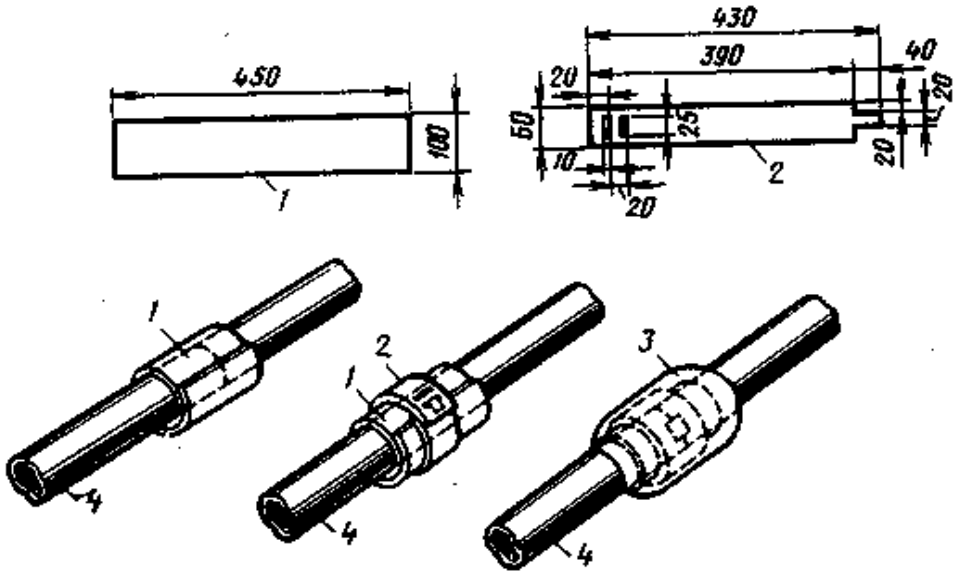


Рис. 5.8. Манжетный способ стыкования асбестоцементных труб:

1 — полоска гидроизолирующего материала (гидроизола, металлоизола и т. д.); *2* — манжета из кровельной стали; *3* — обмазка из цементно-песчаного раствора; *4* — стыкуемые асбестоцементные трубы

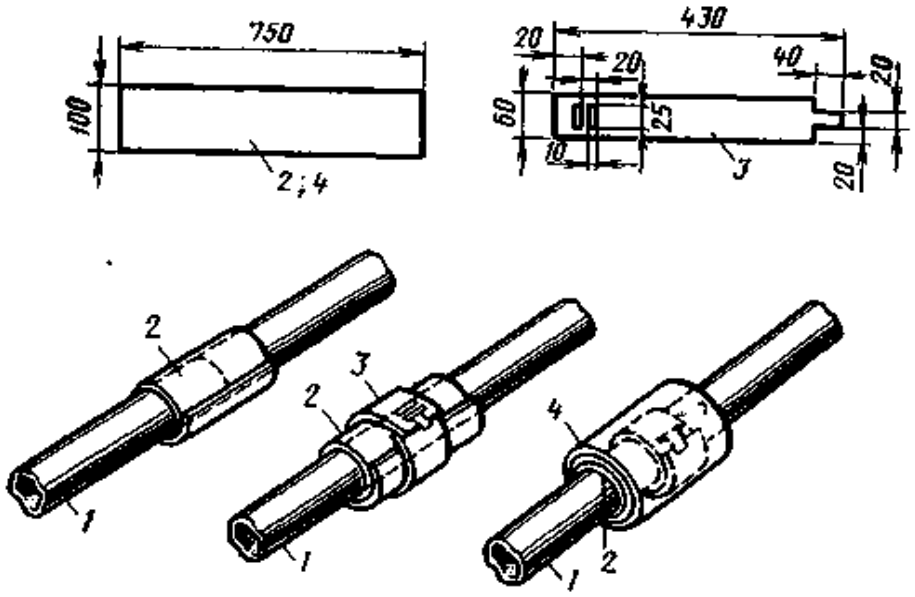


Рис. 5.9. Стыкование асбестоцементных труб с помощью стальной манжеты и смоляной ленты (с прогревом):

1 — стыкуемые асбестоцементные трубы; *2* — внутренняя обмотка смоляной лентой; *3* — манжета из кровельной стали; *4* — внешняя обмотка смоляной лентой

ментно-песчаным раствором в данном случае не нужна. Этот способ стыкования обеспечивает меньшую водопроницаемость и пригоден для увлажненных грунтов.

В зависимости от рабочего давления трубы и муфты подразделяются на четыре класса (табл. 5.10).

Отклонения размеров труб от номинальных не должны превышать значений, указанных в табл. 5.11. Длина обточенных концов всех труб должна составлять не менее 200 мм.

Для мокрых грунтов одним из наиболее надежных является способ стыкования асбестоцементных труб с помощью асбестоцементных муфт, заливаемых горячим битумом (рис. 5.10, *а*). Однако этот способ дорог, требует повышенных трудовых затрат и должен применяться только в особо оговоренных в проекте случаях.

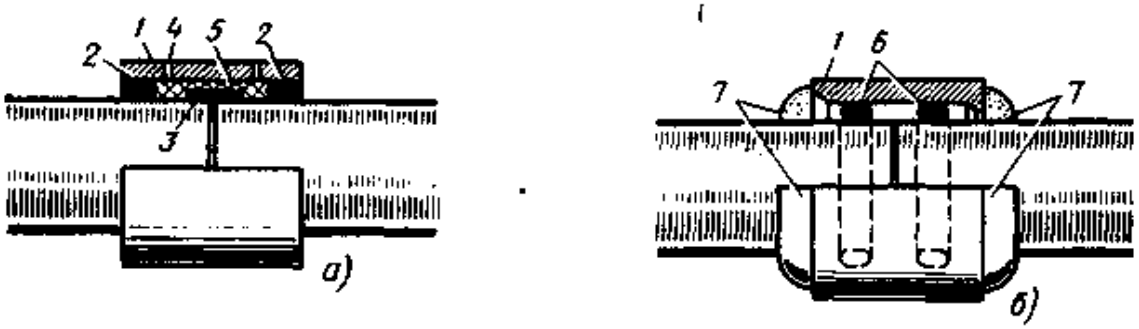


Рис. 5.10. Стыкование асбестоцементных труб в мокрых грунтах и в сейсмоопасных районах:

а — с помощью асбестоцементных муфт, заливаемых горячим битумом; *б* — с помощью специальных асбестоцементных муфт и резиновых колец;

1 — асбестоцементная муфта; *2* — смоляная прядь; *3* — битуминизированная лента; *4* — отверстие для заливки горячего битума; *5* — битумная заливка; *6* — резиновые кольца; *7* — цементно-песчаная обмазка

Таблица 5.10

Классификация труб и муфт

Трубы	ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ15
Муфты	САМ6	САМ9	САМ12	САМ15
Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	0,6 (6)	0,9 (9)	1,2 (12)	1,5 (15)

Таблица 5.11

Допустимые отклонения размеров труб

Условный проход, мм	Отклонения, мм		
	по наружному диаметру	по толщине стенки	по длине труб
100 . . . 150	−1,5	+1,5; −2,0	−50
200 . . . 250	−2,0	+1,5; −2,6	
300 . . . 350	−2,5	+2,0; −3,0	
400 . . . 500	−3,0	+3,0; −4,0	

Для особых районов, где грунт, а следовательно, и трубопровод могут подвергаться колебаниям и сдвигам, рекомендуется способ стыкования асбестоцементных труб с применением специальных асбестоцементных муфт и резиновых колец (рис. 5.10, *б*).

5.7. Трубопроводы кабельной канализации из бетонных (цементно-песчаных) труб и блоков

В строительстве кабельной канализации в свое время находили применение бетонные (цементно-песчаные) трубы и блоки прямоугольной, круглой, треугольной и других форм с числом каналов от одного до 37. В нашей стране наибольшее распространение получили прямоугольные бетонные трубы и блоки с круглыми каналами диаметром 90 и 100 мм и количеством их от одного до трех-четырех в блоке при длине последнего 1 м. До недавнего времени такие трубы и блоки изготовлялись у нас ручным способом в унифицированных металлических формах. В последние годы организуется машинное изготовление бетонных блоков кабельной канализации с числом каналов от 1 до 12 включительно. Конструктивные данные таких труб и блоков приведены на рис. 5.11 и в табл. 5.12.

Для изготовления бетонных прямоугольных труб (блоков) применяется жесткий бетон марки 200 с водоцементным отношением в пределах 0,42 . . . 0,47. При активности цемента 29 . . . 49 МПа (300 . . . 500 кгс/см²) примерное соотношение цемента и песка должно составлять 1 : 3 или 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) трубы и блоки на один-три канала должны выдерживать, не разрушаясь, изгибающие нагрузки, приложенные к поперечной осевой линии широкой стороны трубы, не менее приведенных в табл. 5.13.

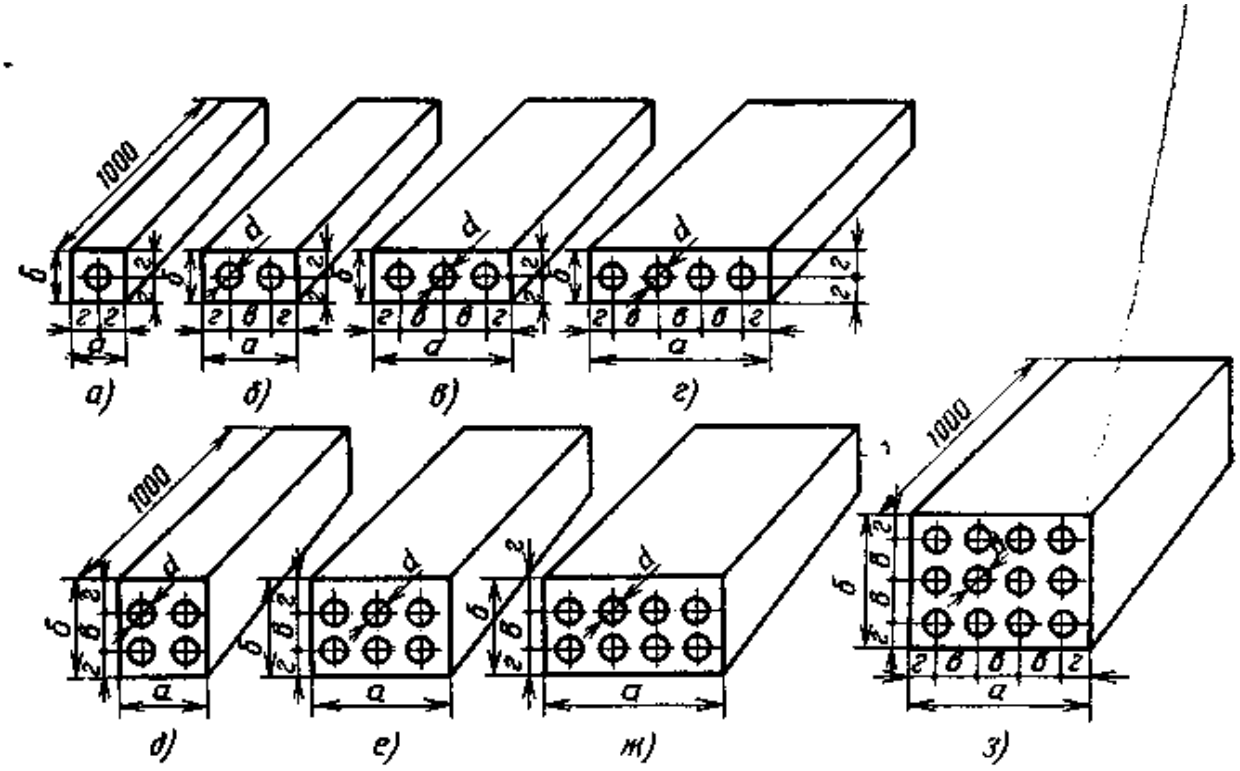


Рис. 5.11. Бетонные блоки (трубы) кабельной канализации связи

Транспортировки труб из бетона марки 200 на значительные расстояния и перегрузки их с одного вида транспорта на другой по возможности следует избегать.

Таблица 5.12

Конструктивные данные бетонных прямоугольных труб и блоков машинного и ручного производства

Число каналов в трубе (блоке)	Диаметр канала, мм	Размеры, мм				Объем, м³		Масса 1 м трубы, кг	Номер рисунка
		а	*б*	*в*	*г*	100 м труб	бетона в 100 м труб		
1	90	140	140	—	70	1,96	1,32	29,0	5.11, *а*
	100	150	150	—	75	2,25	1,46	32,0	
2	90	245	140	105	70	3,43	2,15	46,0	5.11, *б*
	100	275	150	125	75	4,13	2,55	56,0	
3	90	350	140	105	70	4,90	2,98	65,0	5.11, *в*
	100	400	150	125	75	6,00	3,63	80,0	
4	90	455	140	105	70	6,37	3,83	84,0	5.11, *г*
	100	525	150	125	75	7,88	4,74	104,0	
4	100	275	275	125	75	7,56	4,42	97,0	5.11, *д*
6	100	400	275	125	75	11,0	6,29	138,0	5.11, *е*
8	100	525	275	125	75	14,44	8,16	180,0	5.11, *ж*
12	100	525	400	125	75	21,00	11,58	255,0	5.11, *з*

Примечание. Приведенные в таблице данные носят справочный характер. Они базируются на согласованных с Министерством связи СССР технических требованиях к блокам машинного производства.

Таблица 5.13

Минимальные значения испытательных изгибающих нагрузок, кН (кгс), для бетонных прямоугольных труб (блоков) на один-три канала

Число каналов в трубе (блоке)	Расстояние между опорами, мм	
	600	800
1	6,4 (650)	4,7 (475)
2	10,8 (1100)	8,6 (875)
3	15,2 (1550)	11,3 (1150)

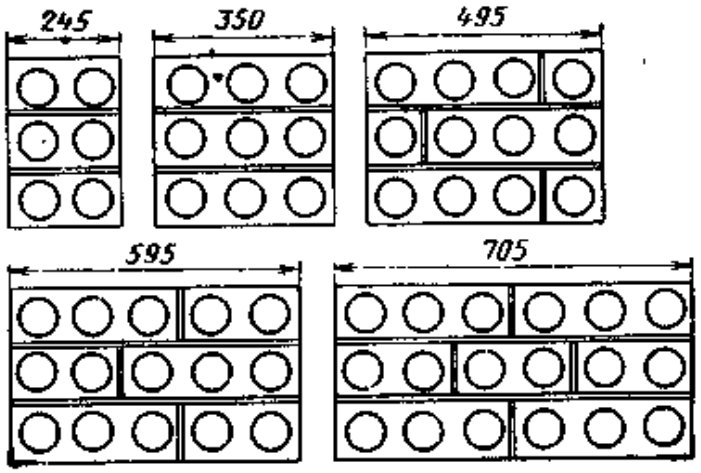


Рис. 5.12. Сборка в пакеты одно-, двух- и трехотверстных бетонных труб (блоков)

При прокладке многоотверстного трубопровода из прямоугольных одно-, двух- и трехотверстных труб сборку их в пакеты наиболее целесообразно осуществлять в соответствии с рис. 5.12.

В табл. 5.14 дается примерный расход материалов на изготовление бетонных прямоугольных труб (блоков) ручного и машинного производства. Приводимые данные являются ориентировочными и могут меняться в сравнительно широких пределах в зависимости от качества цемента, песка, влажности последнего и некоторых других факторов. Точную дозировку опять же следует производить по результатам лабораторных проверок пробных кубиков.

Таблица 5.14

Примерный расход материалов на изготовление 100 м бетонных прямоугольных труб (блоков)

Число каналов в трубе блоке	Диаметр каналов, мм	Цемент, кг		Песок, м³	Вода, л
		Бетон марки 200	Бетон марки 300		
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
4 (рис. 5.11, *г*)	90	1700	2100	3,2	850
	100	2100	2600	3,9	1050
4 (рис. 5.11, *д*)	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.

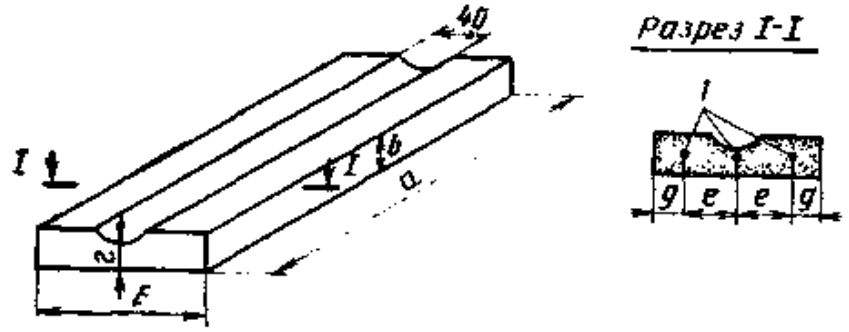


Рис. 5.13. Бетонные подкладки для бетонных прямоугольных труб (блоков):
1 - арматурные проволоки

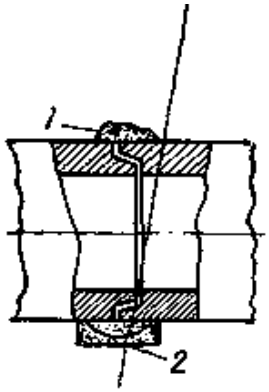


Рис. 5.14. Стыкование бетонных труб (блоков):
1 - заделка бетоном марки 50-100; *2* - бетонная подкладка

Для фиксации стыков бетонных прямоугольных труб и блоков могут применяться бетонные, армированные проволокой подкладки, примерная конструкция и данные которых приведены на рис. 5.13 и в табл. 5.15. (Подкладки могут быть и иной конструкции.) Подкладки армируются тремя не доходящими на 10 мм до торцов продольными стальными проволоками по средней плоскости горизонтального сечения.

Таблица 5.15

Конструктивные данные бетонных подкладок под прямоугольные бетонные трубы

Число каналов в трубе	Размеры, мм						Расход материалов на 100 штук				
							Бетон марки 200		Стальная арматурная проволока		
	а	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*	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	280/540	120/150	30/40	20/40	20/25	40/50	0,092+0,308	202,4/677,6	3/5	78/156	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. 5.11, *д*, а знаменатель - к рис. 5.11, *г*.

В траншеях с хорошо спланированным и уплотненным дном можно обходиться без подкладок. В этом случае под стыками труб в дне траншеи делаются небольшие выемки, которые заполняются цементно-песчаным раствором.

Бетонные трубы (блоки) стыкуются вдвиганием выступа одной грубы во впадину другой (рис. 5.14). Стыки труб обмазываются цементно-песчаным раствором марки 50 в сухих грунтах и марки 100 в мокрых.

5.8. Трубопроводы кабельной канализации из полиэтиленовых труб

В качестве напорных (для транспортировки воды, газа, агрессивных жидкостей) полиэтиленовые трубы используются сравнительно давно. Для кабельной канализации эти трубы и так называемые каналы полиэтиленовые для кабелей связи стали применяться в нашей стране с 60-х годов. К числу существенных преимуществ полиэтиленовых труб по сравнению с асбестоцементными и бетонными относятся:

высокое качество внутренней поверхности с низким коэффициентом трения для материалов оболочек и кабелей;

практическая водо- и газонепроницаемость стенок труб;

стойкость к коррозии от агрессивных сред в грунтах и от блуждающих токов;

малая масса (плотность материала 0,92 ... 0,96 г/см^3);

возможность изготовления 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 уменьшить 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 сплющивания труб под воздействием массы грунта над ними и транспортных нагрузок;

подверженность старению при длительном прямом воздействии солнечных лучей;

наличие некоторой опасности появления трещин при прокладке и транспортировке их зимой в условиях температур ниже установленного для этого предела;

наличие опасности их деформации при прокладке и транспортировке, а также при длительном хранении в многорядных штабелях жарким летом и в условиях температур выше установленного предела.

Материалом для таких труб кабельной канализации служит полиэтилен высокой (ПВП) и низкой (ПНП) плотности. Трубы (каналы) из ПНП применяются с более толстыми стенками, чем из ПВП. Каналы полиэтиленовые для кабелей связи изготовляются также из вторичного полиэтилена, получаемого из технологических отходов трубного производства.

Конструктивные данные каналов полиэтиленовых для кабелей связи приведены в табл. 5.16.

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 наружными диаметрами 110 мм из ПВП или ПНП и 63 мм из ПВП выпускаются длиной 5,5 ... 12 м, а трубы (каналы) с наружным диаметром 63 мм из ПНП могут поставляться длинами до 200 м, свернутыми в бухты диаметром не более 3 м. Их применение особенно удобно для одноотверстной бесстыковой кабельной канализации на внутриквартальных прокладках и на вводах в дома.

Весьма актуальной представляется сейчас задача освоения технологии производства длинными, свернутыми в бухты отрезками (150 м и более) также полиэтиленовых труб диаметром 110 мм.

Таблица 5.16

Конструктивные данные каналов полиэтиленовых для кабелей связи (ТУ 6-05-1515—77)

Каналы из полиэтилена	Средний наружный диаметр, мм		Толщина стенки, мм		Масса, кг/м
	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

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 продольной оси канала сечении. Для каналов с наружным диаметром 110 мм эта разность не должна превышать 6 мм, а с наружным диаметром 75 и 63 мм — 3 мм.

Для подземной кабельной канализации и закладных устройств скрытой проводки в зданиях ограниченно используются напорные трубы из первичного полиэтилена высокой (табл. 5.17) и низкой (табл. 5.18) плотности.

Соединение полиэтиленовых труб между собой при прокладке производится на бровке траншеи методом стыковой сварки. Для этой цели используется специальный переносной станок (рис. 5.15), в хомутах которого зажимаются концы свариваемых труб. Посредством рычажной системы один из хомутов станка может перемещаться по отношению к другому. Перед сваркой концы труб подвергаются обработке специальной фрезой (рис. 5.16). С помощью комбинированных резцов этой фрезы производится так называемая торцовка, т. е. снятие стружки с торцов концов обеих труб для их более плотного прилегания. Одновремен-

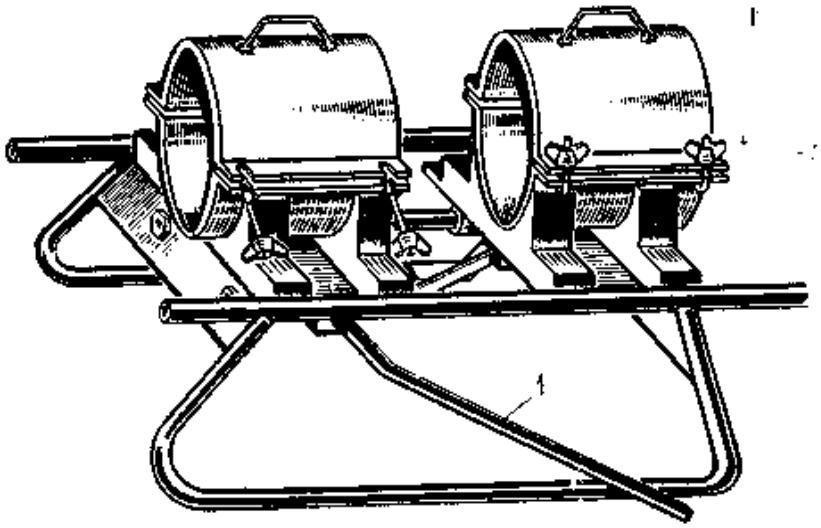


Рис. 5.15. Станок для соединения полиэтиленовых труб методом стыковой сварки:
1 — рычаг

Таблица 5.17

Конструктивные данные труб напорных из полиэтилена высокой плотности (низкого давления), ГОСТ 18599—83

Средний наружный диаметр, мм		Легкий тип «Л»			Среднелегкий тип «СЛ»			Средний тип «С»			Тяжелый тип «Т»		
		Толщина стенки, мм			Толщина стенки, мм			Толщина стенки, мм			Толщина стенки, мм		
номинальный	допустимое отклонение	номинальная	отклонение	Масса, кг/м	номинальная	отклонение	Масса, кг/м	номинальная	отклонение	Масса, кг/м	номинальная	отклонение	Масса, кг/м
10	+0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,052
12	+0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,065
16	+0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,092
20	+0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,118
25	+0,3	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,151	2,3	+0,5	0,172
32	+0,3	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,197	3,0	+0,5	0,280
40	+0,4	—	—	—	2,0	+0,4	0,249	2,3	+0,5	0,286	3,7	+0,6	0,432
50	+0,5	—	—	—	2,0	+0,4	0,315	2,9	+0,5	0,443	4,6	+0,7	0,669
63	+0,6	2,0	+0,4	0,401	2,5	+0,5	0,497	3,6	+0,6	0,691	5,8	+0,8	1,06
75	+0,7	2,0	+0,4	0,480	2,9	+0,5	0,678	4,3	+0,7	0,981	6,9	+0,9	1,49
90	+0,9	2,2	+0,5	0,643	3,5	+0,6	0,982	5,1	+0,8	1,39	8,2	+1,1	2,13
110	+1,0	2,7	+0,5	0,946	4,3	+0,7	1,47	6,3	+0,9	2,09	10,0	+1,2	3,16
125	+1,2	3,1	+0,6	1,24	4,9	+0,7	1,89	7,1	+1,0	2,69	11,4	+1,4	4,10
140	+1,3	3,5	+0,6	1,55	5,4	+0,8	2,33	8,0	+1,0	3,35	12,8	+1,5	5,14
160	+1,5	3,9	+0,6	1,96	6,2	+0,9	3,06	9,1	+1,2	4,37	14,6	+1,7	6,70

Примечание. Трубы рассчитаны на давление: типа «Л» — 0,25 (2,5); «СЛ» — 0,4 (4,0); «С» — 0,6 (6,0); «Т» — 1,0 (10,0) МПа (кгс/см²).

Таблица 5.18

Конструктивные данные труб напорных из полиэтилена низкой плотности (высокого давления), ГОСТ 18599—83

Средний наружный мм		Легкий тип «Л»			Среднелегкий тип «СЛ»			Средний тип «С»			Тяжелый тип «Т»		
		Толщина стенки, мм		Масса, кг/м	Толщина стенки, мм		Масса, кг/м	Толщина стенки, мм		Масса, кг/м	Толщина стенки, мм		Масса, кг/м
номинальный	допустимое отклонение	номинальная	отклонение		номинальная	отклонение		номинальная	отклонение		номинальная	отклонение	
10	+0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,051
12	+0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,063
16	+0,3	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,4	0,089	2,7	+0,5	0,112
20	+0,3	—	—	—	—	—	—	2,2	+0,4	0,125	3,4	+0,6	0,176
25	+0,3	—	—	—	2,0	+0,4	0,146	2,7	+0,5	0,189	4,2	+0,7	0,271
32	+0,3	2,0	+0,4	0,190	2,4	+0,5	0,226	3,5	+0,6	0,311	5,4	+0,8	0,441
40	+0,4	2,0	+0,4	0,241	3,0	+0,5	0,364	4,3	+0,7	0,477	6,7	+0,9	0,682
50	+0,5	2,4	+0,5	0,364	3,7	+0,6	0,534	5,4	+0,8	0,745	8,4	+1,1	1,07
63	+0,6	3,0	+0,5	0,564	4,7	+0,7	0,850	6,8	+0,9	1,17	10,5	+1,3	1,68
75	+0,7	3,6	+0,6	0,805	5,6	+0,8	1,20	8,1	+1,1	1,67	12,5	+1,5	2,38
90	+0,9	4,3	+0,7	1,15	6,7	+0,9	1,72	9,7	+1,2	2,38	15,0	+1,7	3,42
110	+1,0	5,3	+0,8	1,73	8,2	+1,1	2,54	11,8	+1,4	3,54	18,4	+2,1	5,11
125	+1,2	6,0	+0,8	2,20	9,3	+1,2	3,31	13,4	+1,6	4,56	20,9	+2,3	6,71
140	+1,3	6,7	+0,9	2,76	10,4	+1,3	4,14	—	—	—	—	—	—
160	+1,5	7,7	+1,0	3,61	11,9	+1,4	5,39	—	—	—	—	—	—

Примечание. Трубы рассчитаны на давление: типа «Л» — 0,25 (2,5); «СЛ» — 0,4 (4,0); «С» — 0,6 (6,0); «Т» — 1,0 (10,0) МПа (кгс/см²).

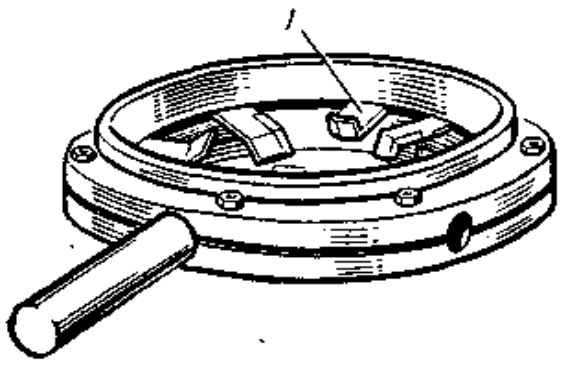


Рис. 5.16

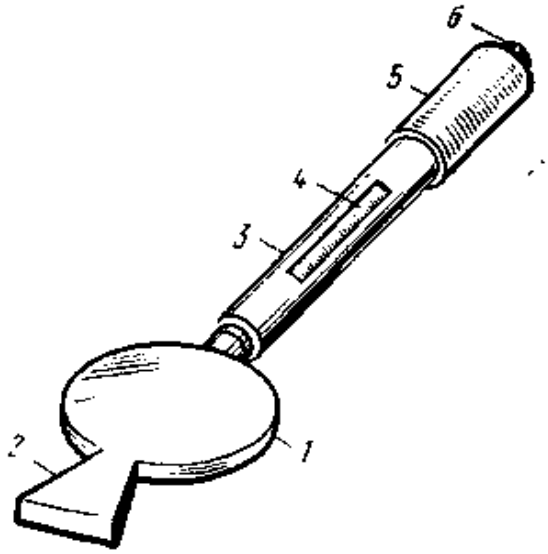


Рис. 5.17

Рис. 5.16. Фреза для обработки торцов полиэтиленовых труб перед сваркой:
1 — комбинированные резцы

Рис. 5.17. 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

но 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.

Сварка производится при помощи медного или латунного нагревателя (рис. 5.17), разогретого пламенем паяльной лампы или газовой горелки до температуры 200...220° С. Температура контролируется биметаллическим термодатчиком, 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 их оплавляются. 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.

5.9. Трубопроводы кабельной канализации из поливинилхлоридных (винилитовых) труб

Для подземной кабельной канализации и закладных устройств скрытой проводки в зданиях могут использоваться поливинилхлоридные (винилитовые) трубы, конструктивные данные которых приведены в табл. 5.19.

Материал этих труб характеризуется плотностью 1,3...1,5 г/см³, морозостойкостью — 15...40 °С; пределами прочности на сжатие 49...98 МПа (500...1000 кгс/см²) и изгиб 88...118 МПа (900...1200 кгс/см²).

В нашей стране поливинилхлоридные трубы для подземных трубопроводов кабельной канализации пока не применяются, хотя широко используются за рубежом, в частности в ПНР. Стыкование этих труб может производиться различными способами, в ПНР, например, с помощью раструба, отформовываемого специальной оправкой на предварительно разогретом до температуры 100...130 °С

Таблица 5.19

Конструктивные данные поливинилхлоридных (винилитовых) труб отечественного производства

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм		Легкий тип «Л»			Средний тип «С»			Тяжелый тип «Т»		
			Толщина стенки, мм			Толщина стенки, мм			Толщина стенки, мм		
	номинальный	допустимое отклонение	номинальная	отклонение	Масса, кг/м	номинальная	отклонение	Масса, кг/м	номинальная	отклонение	Масса, кг/м
6	10	±0,5	—	—	—	—	—	—	1,6	—	0,07
8	12		—	—	—	1,6		0,8	1,8		0,09
10	16		—	—	—	1,6		0,12	1,8	±0,4	0,13
15	20	±0,6	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	±0,5	0,88	3,6	±0,6	1,23	5,8	±0,8	1,90
80	90	±1,7	2,8		1,18	4,3	±0,7	1,76	7,0	±0,9	2,73
100	110	±2,0	3,2		1,63	5,3	±0,8	2,64	8,5	±1,1	4,06
125	140	±2,4	4,0	±0,6	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 рассчитаны на рабочее давление: типа «Л» — 245 (2,5); «С» — 590 (6,0); «Т» — 980 (100) кПа (кгс/см²).

одном из концов стыкуемых труб или плотно надвигаемой на стык поливинилхлоридной муфты. В раструбе или муфте концы труб закрепляются клеем или лаком. Для этой цели пригодны клеи и лаки, рецептура которых приведена в табл. 5.20.

Таблица 5.20

Рецептура клеев для стыкования поливинилхлоридных (винилитовых) труб отечественного производства

Марка клея или лака	Содержание отдельных компонентов в весовых частях				
	дихлорэтан технический	метиленхлорид	перхлорвиниловая смола	дибутилфталат или трихлорбензол	совол 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

Кроме рассмотренных выше основных видов труб, применяемых при строительстве подземных трубопроводов кабельной канализации связи, весьма ограниченно используются в настоящее время стальные трубы и соединительные части к ним, данные о которых приведены в разд. 17.

5.10. Размеры траншей и объемы земляных работ

Размеры траншей и объем земляных работ (рытье, засыпка, отвозка), производимых при прокладке трубопроводов из асбестоцементных, полиэтиленовых, поливинилхлоридных и других труб с диаметром каналов 100 мм, приведены в табл. 5.21, а бетонных и других труб (блоков) с диаметрами каналов 90 и 100 мм — в табл. 5.22.

В табл. 5.21 средняя расчетная глубина траншей определена исходя из схемы, приведенной на рис. 5.1, *а* для местности с естественным уклоном, и из схемы на рис. 5.1, *в* для местности, не имеющей естественного уклона. При этом длина участка на подходах к колодцам (см. рис. 5.1, *а*) принята равной 10 м, глубина траншеи в наивысшей точке пролета взята по табл. 5.4, а на вводах в колодцы — по табл. 5.5. Объемы земляных работ рассчитаны для плотных грунтов (неразрыхленных).

Таблица 5.21

Средние размеры траншей и объемы земляных работ при прокладке трубопроводов из асбестоцементных, полиэтиленовых, поливинилхлоридных и других труб с внутренним диаметром канала 100 мм

Число каналов		Ширина траншеи, м	Средняя расчетная глубина траншеи, м, на местности		Средний объем на 100 м, м³				
					рытья на местности		засыпки на местности		отвозки
трубопровода	в основании блока		с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	
1	1	0,4	0,55 0,74	0,67 0,82	22,0 29,6	26,8 32,8	20,6 28,2	25,4 31,4	1,4
2	2	0,5	0,55 0,74	0,67 0,82	27,5 37,0	33,5 41,0	24,4 33,9	30,4 37,9	3,1
3	2	0,5	0,69 0,88	0,81 0,96	34,5 44,0	40,5 48,0	29,7 39,2	35,7 43,2	4,8
	3	0,65	0,55 0,74	0,67 0,82	35,8 48,1	43,6 53,3	31,0 43,3	38,8 48,5	4,8
4	2	0,5	0,69 0,88	0,81 0,96	34,5 44,0	40,5 48,0	27,7 37,2	33,7 41,2	6,8
	4	0,8	0,55 0,74	0,67 0,82	44,0 59,2	53,6 65,6	37,5 52,7	47,1 59,1	6,5

Продолжение табл. 5.21

Число каналов		Ширина траншеи, м	Средняя расчетная глубина траншеи, м, на местности		Средний объем на 100 м, м³				
					рытья на местности		засыпки на местности		
трубопровода	в основании блока		с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	отвозки
5	2	0,5	0,83 / 1,02	0,95 / 1,1	41,5 / 51,0	47,5 / 55,0	33,1 / 42,6	39,1 / 46,6	8,4
	3	0,65	0,69 / 0,88	0,81 / 0,96	44,9 / 57,2	52,7 / 62,4	36,5 / 48,8	44,3 / 54,0	8,4
	4	0,8	0,69 / 0,88	0,81 / 0,96	55,2 / 70,4	64,8 / 76,8	47,0 / 62,2	56,6 / 68,6	8,2
6	2	0,5	0,83 / 1,02	0,95 / 1,1	41,5 / 51,0	47,5 / 55,0	31,1 / 40,6	37,1 / 44,6	10,4
	3	0,65	0,69 / 0,88	0,81 / 0,96	44,9 / 57,2	52,7 / 62,4	34,5 / 46,8	42,3 / 52,0	10,4
	4	0,8	0,69 / 0,88	0,81 / 0,96	55,2 / 70,4	64,8 / 76,8	45,1 / 60,3	54,7 / 66,7	10,1
7	2	0,5	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	48,5 / 58,0	54,5 / 62,0	36,4 / 45,9	42,5 / 49,9	12,1
	3	0,65	0,83 / 1,02	0,95 / 1,10	54,0 / 66,3	61,8 / 71,5	41,9 / 54,2	49,7 / 59,4	12,1
	4	0,8	0,69 / 0,86	0,81 / 0,96	55,2 / 70,4	64,8 / 76,8	43,1 / 58,3	52,7 / 64,7	12,1
8	2	0,5	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	48,5 / 58,0	54,5 / 62,0	34,5 / 44,0	40,5 / 48,0	14,0
	3	0,65	0,83 / 1,02	0,95 / 1,10	54,0 / 66,3	61,8 / 71,5	40,0 / 52,3	47,8 / 57,5	14,0
	4	0,8	0,69 / 0,88	0,81 / 0,96	55,2 / 70,4	64,8 / 76,8	41,2 / 56,4	50,8 / 62,8	14,0

Число каналов		Ширина траншеи, м	Средняя расчетная глубина траншеи, м, на местности		Средний объем на 100 м, м³				
					рытья по местности		засыпки на местности		
трубопровода	в основании блока		с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	отвозки
9	2	0,5	1,11 / 1,3	1,23 / 1,38	55,5 / 65,0	62,5 / 69,0	39,8 / 49,3	45,8 / 53,3	15,7
	3	0,65	0,83 / 1,02	0,95 / 1,10	54,0 / 66,3	61,8 / 71,5	38,0 / 50,3	45,8 / 55,5	16,0
	4	0,8	0,83 / 1,02	0,95 / 1,10	66,4 / 81,6	76,0 / 88,0	50,7 / 65,9	60,3 / 72,3	15,7
10	2	0,5	1,11 / 1,3	1,23 / 1,38	55,5 / 65,0	61,5 / 69,0	37,5 / 47,0	43,5 / 51,0	18,0
	3	0,65	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	63,1 / 75,4	70,9 / 80,6	46,0 / 58,3	53,8 / 63,5	17,1
	4	0,8	0,83 / 1,02	0,95 / 1,1	66,4 / 81,6	76,0 / 88,0	48,1 / 63,8	57,7 / 69,7	18,3
11	2	0,5	1,25 / 1,44	1,37 / 1,52	62,5 / 72,0	68,5 / 76,0	42,5 / 52,0	48,5 / 56,0	20,0
	3	0,65	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	63,1 / 75,4	70,9 / 80,6	44,2 / 56,5	52,0 / 61,7	18,9
	4	0,8	0,83 / 1,02	0,95 / 1,1	66,4 / 81,6	76,0 / 88,0	46,6 / 61,8	56,2 / 68,2	19,8
12	2	0,5	1,25 / 1,44	1,37 / 1,52	62,5 / 72,0	68,5 / 76,0	40,7 / 50,2	46,7 / 54,2	21,8
	3	0,65	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	63,1 / 75,4	70,9 / 80,6	42,8 / 55,1	50,6 / 60,3	20,3
	4	0,8	0,83 / 1,02	0,95 / 1,1	66,4 / 81,6	76,0 / 88,0	44,9 / 60,1	54,5 / 66,5	21,5

Продолжение табл. 5.21

Число каналов		Ширина траншеи, м	Средняя расчетная глубина траншеи, м, на местности		Средний объем на 100 м, м³				
					рытья на местности		засыпки на местности		
трубопровода	в основании блока		с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	отвозки
13	4	0,8	0,97 1,16	1,09 1,24	77,6 92,8	87,2 99,2	54,1 69,3	63,7 75,7	23,5
	6	1,1	0,83 1,02	0,95 1,1	91,3 112.2	104,5 121,0	68,7 89,6	81,9 98,4	22,6
14	4	0,8	0,97 1,16	1,09 1,24	77,6 92,8	87,2 99,2	52,3 67,5	61,9 73,9	25,3
	6	1,1	0,83 1,02	0,95 1,1	91,3 112,2	104,5 121,0	66,9 87,8	80,1 96,6	24,4
15	4	0,8	0,97 1,16	1,09 1,24	77,6 92,8	87,2 99,2	51,3 66,5	60,9 72,9	26,3
	6	1,1	0,83 1,02	0,95 1,1	91,3 112,2	104,5 121,0	65,4 86,3	78,6 95,1	25,9
16	4	0,8	0,97 1,16	1,09 1,24	77,6 92,8	87,2 99,2	48,6 63,8	58,2 70,2	29,0
	6	1,1	0,83 1,02	0,95 1,1	91,3 112,2	104,5 121,0	63,3 84,2	76,5 93,0	28,0
17	4	0,8	1,11 1,3	1,23 1,38	88,8 104,0	98,4 110,4	57,8 73,0	67,4 79,4	31,0
	6	1,1	0,83 1,02	0,95 1,1	91,3 112,2	104,5 121,0	61,3 82,2	74,5 91,0	30,0
18	4	0,8	1,11 1,3	1,23 1,38	88,8 104,0	98,4 110,4	56,0 71,2	65,6 77,6	32,8
	6	1,1	0,83 1,02	0,95 1,1	91,3 112,2	104,5 121,0	60,8 81,7	74,0 90,5	30,5

Окончание табл. 5.21

Число каналов трубопровода	Число каналов в основании блока	Ширина траншеи, м	Средняя расчетная глубина траншеи, м, на местности		Средний объем на 100 м, м³				
					глубина траншеи, м,		засыпки на местности		отвозки
			с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	с уклоном	без уклона	
19	4	0,8	1,11 / 1,3	1,23 / 1,38	88,8 / 104,0	98,4 / 110,4	54,8 / 70,0	64,4 / 76,4	34,0
	6	1,1	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	106,7 / 127,6	119,9 / 136,4	74,2 / 95,1	87,4 / 103,9	32,5
20	4	0,8	1,11 / 1,3	1,23 / 1,38	88,8 / 104,8	98,4 / 110,4	52,8 / 68,0	62,4 / 74,4	36,0
	6	1,1	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	106,7 / 127,6	119,9 / 136,4	72,4 / 93,3	85,6 / 102,1	34,3
21	4	0,8	1,25 / 1,44	1,37 / 1,52	100,0 / 115,2	109,6 / 121,6	62,0 / 77,2	71,6 / 83,6	38,0
	6	1,1	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	106,7 / 127,6	119,9 / 136,4	70,9 / 91,8	84,1 / 100,6	35,8
22	4	0,8	1,25 / 1,44	1,37 / 1,52	100,0 / 115,2	109,6 / 121,6	60,2 / 75,4	69,8 / 81,8	39,8
	6	1,1	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	106,7 / 127,6	119,9 / 136,4	68,9 / 89,8	82,1 / 98,6	37,8
23	4	0,8	1,25 / 1,44	1,37 / 1,52	100,0 / 115 2	109,6 / 121,6	58,5 / 73,7	68,1 / 80,1	41,5
	6	1,1	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	106,7 / 127,6	119,9 / 136,4	66,9 / 87,8	80,1 / 96,6	39,8
24	4	0,8	1,25 / 1,44	1,37 / 1,52	100,0 / 115,2	109,6 / 121,6	56,5 / 71,7	66,1 / 78,1	43,5
	6	1,1	0,97 / 1,16	1,09 / 1,24	106,7 / 127,6	119,9 / 136,4	65,5 / 86,4	78,7 / 95,2	41,2

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 траншеи на 0,2 м.

Таблица 5.22

Размеры траншей и объемы земляных работ при прокладке трубопроводов из бетонных и других труб (блоков) с диаметрами каналов 90 и 100 мм

Число каналов		Ширина траншеи, м		Средняя расчетная глубина траншеи, м		Средний объем на 100 м, м³					
						рытья		засыпки		отвозки	
		для труб с диаметром канала, мм									
трубопровода	в основании	90	100	90	100	90	100	90	100	90	100
1	1	0,4	0,4	0,7 0,87	0,71 0,88	28,0 34,8	28,4 35,2	26,0 32,8	26,2 33,0	2,0 —	2,25 —
2	2	0,5	0,55	0,7 0,87	0,71 0,88	35,0 43,5	39,1 48,4	31,6 40,1	35,0 44,3	3,4	4,13
3	2	0,5	0,55	0,85 1,02	0,87 1,04	42,5 51,0	47,9 57,2	37,0 45,5	41,5 50,8	5,5	6,4
	3	0,6	0,65	0,7 0,87	0,71 0,88	42,0 52,2	46,2 57,2	37,1 47,3	40,2 51,2	4,9	6,0
4	2	0,5	0,55	0,85 1,02	0,87 1,04	42,5 51,0	47,9 57,2	35,2 43,7	39,7 49,0	7,3	8,2
	4	0,75	0,8	0,7 0,87	0,71 0,88	52,5 65,3	56,8 70,4	45,5 58,3	48,9 62,5	7,0	7,9
5	2	0,5	0,55	1,0 1,17	1,03 1,20	50,0 58,5	56,7 66,0	40,7 49,2	46,2 55,5	9,3	10,5
	3	0,6	0,65	0,85 1,02	0,87 1,04	51,0 61,2	56,6 67,6	42,5 52,7	46,5 57,5	8,5	10,1
	4	0,75	0,8	0,85 1,02	0,87 1,04	63,8 76,5	69,6 83,2	54,8 67,5	59,4 73,0	9,0	10,2
6	2	0,5	0,55	1,0 1,17	1,03 1,20	50,0 58,5	56,7 66,0	39,2 47,7	44,3 53,6	10,8	12,4
	3	0,6	0,65	0,85 1,02	0,87 1,04	51,0 61,2	56,6 67,6	40,8 51,0	44,6 55,6	10,2	12,0
	4	0,75	0,8	0,85 1,02	0,87 1,04	63,8 76,5	69,6 83,2	53,0 65,7	57,6 71,2	10,8	12,0

Продолжение табл. 5.22

Число каналов		Ширина траншеи, м		Средняя расчетная глубина траншеи, м		Средний объем на 100 м, м³					
						рытья		засыпки		отвозки	
трубопровода	в основании	для труб с диаметром канала, мм									
		90	100	90	100	90	100	90	100	90	100
7	2	0,5	0,55	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	57,5 / 66,0	65,5 / 74,8	44,7 / 53,2	50,9 / 60,2	12,8	14,6
	3	0,6	0,65	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	60,0 / 70,2	67,0 / 78,0	47,8 / 58,0	52,7 / 63,7	12,2	14,3
	4	0,75	0,8	0,85 / 1,02	0,87 / 1,04	63,8 / 76,5	69,6 / 83,2	51,5 / 64,2	55,7 / 69,3	12,3	13,9
8	2	0,5	0,55	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	57,5 / 66,0	65,5 / 74,8	43,0 / 51,5	49,0 / 58,3	14,5	16,5
	3	0,6	0,65	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	60,0 / 70,2	67,0 / 78,0	46,0 / 56,2	50,9 / 61,9	14,0	16,1
	4	0,75	0,8	0,85 / 1,02	0,87 / 1,04	63,8 / 76,5	69,6 / 83,2	49,3 / 62,0	53,8 / 67,4	14,5	15,8
9	2	0,5	0,55	1,3 / 1,47	1,35 / 1,52	65,0 / 73,5	74,3 / 83,6	48,5 / 57,0	55,5 / 64,8	16,5	18,8
	3	0,6	0,65	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	60,0 / 70,2	67,0 / 78,0	44,9 / 55,1	49,0 / 60,0	15,1	18,0
	4	0,75	0,8	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	75,0 / 87,8	82,4 / 96,0	58,5 / 71,3	64,3 / 77,9	16,5	18,1
10	2	0,5	0,55	1,3 / 1,47	1,35 / 1,52	65,0 / 73,5	74,3 / 83,6	47,0 / 55,5	53,6 / 62,9	18,0	20,7
	3	0,6	0,65	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	69,0 / 79,2	77,4 / 88,4	54,9 / 62,1	57,1 / 68,1	17,1	20,3
	4	0,75	0,8	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	75,0 / 87,8	82,4 / 96,0	56,7 / 69,5	62,5 / 76,1	18,3	19,9

Продолжение табл. 5.22

Число каналов		Ширина траншеи, м		Средняя расчетная глубина траншеи, м		Средний объем на 100 м, м³					
						рытья		засыпки		отвозки	
трубопровода	в основании	для труб с диаметром канала, мм									
		90	100	90	100	90	100	90	100	90	100
11	2	0,5	0,55	1,45 / 1,62	1,51 / 1,68	72,5 / 81,0	83,1 / 92,4	52,5 / 61,0	60,2 / 69,5	20,0	22,9
	3	0,6	0,65	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	69,0 / 79,2	77,4 / 88,4	50,1 / 60,3	55,3 / 66,3	18,9	22,1
	4	0,75	0,8	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	75,0 / 87,8	82,4 / 96,0	55,2 / 68,0	60,6 / 74,2	19,8	21,8
12	2	0,5	0,55	1,45 / 1,62	1,51 / 1,68	72,5 / 81,0	83,1 / 92,4	50,7 / 59,2	58,3 / 67,6	21,8	24,8
	3	0,6	0,65	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	69,0 / 79,2	77,4 / 88,4	48,7 / 58,9	53,4 / 64,4	20,3	24,0
	4	0,75	0,8	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	75,0 / 87,8	82,4 / 96,0	53,5 / 66,3	58,7 / 72,3	21,5	23,7
13	4	0,75	0,8	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	86,3 / 99,0	95,2 / 108,8	62,8 / 75,5	69,2 / 82,8	23,5	26,0
	6	0,95	1,05	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	95,0 / 111,2	108,2 / 126,0	72,4 / 88,6	81,9 / 99,7	22,6	26,3
14	4	0,75	0,8	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	86,3 / 99,0	95,2 / 108,8	61,0 / 73,7	67,4 / 81,0	25,3	27,8
	6	0,95	1,05	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	95,0 / 111,2	108,2 / 126,0	70,6 / 86,8	80,1 / 97,9	24,4	28,1
15	4	0,75	0,8	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	86,3 / 99,0	95,2 / 108,8	60,0 / 72,7	65,5 / 79,1	26,3	29,7
	6	0,95	1,05	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	95,0 / 111,2	108,2 / 126,0	69,1 / 85,3	78,2 / 96,0	25,9	30,0

Продолжение табл. 5.22

Число каналов		Ширина траншеи, м		Средняя расчетная глубина траншеи, м		Средний объем на 100 м, м³					
						рытья		засыпки		отвозки	
трубопровода	в основании	для труб с диаметром канала, мм									
		90	100	90	100	90	100	90	100	90	100
16	4	0,75	0,8	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	86,3 / 99,0	95,2 / 108,8	57,3 / 70,0	63,6 / 77,2	29,4	31,6
	6	0,95	1,05	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	95,0 / 111,2	108,2 / 126,0	67,0 / 83,2	75,9 / 93,7	28,0	32,3
17	4	0,75	0,8	1,3 / 1,47	1,35 / 1,52	97,5 / 110,3	108,0 / 121,6	66,5 / 79,3	74,1 / 87	31,0	33,9
	6	0,95	1,05	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	95,0 / 111,2	108,2 / 126,0	65,0 / 81,2	74,1 / 91,9	30,0	34,1
18	4	0,75	0,8	1,3 / 1,47	1,35 / 1,52	97,5 / 110,3	108,0 / 121,6	64,7 / 77,5	72,3 / 85,9	32,8	35,7
	6	0,95	1,05	1,0 / 1,17	1,03 / 1,20	95,0 / 111,2	108,2 / 126,0	64,5 / 80,7	72,2 / 90,0	30,5	36,5
19	4	0,75	0,8	1,3 / 1,47	1,35 / 1,52	97,5 / 110,3	108,0 / 121,6	63,5 / 76,3	70,4 / 84,0	34,0	37,6
	6	0,95	1,05	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	109,3 / 125,4	125,0 / 142,8	76,8 / 92,9	86,7 / 104,5	32,5	38,3
20	4	0,75	0,8	1,3 / 1,57	1,35 / 1,52	97,5 / 110,3	108,0 / 121,6	61,5 / 74,3	68,5 / 82,1	36,0	39,5
	6	0,95	1,05	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	109,3 / 125,4	125,0 / 142,8	75,0 / 91,1	84,9 / 102,7	34,3	40,1
21	4	0,75	0,8	1,45 / 1,62	1,51 / 1,68	108,8 / 121,5	120,8 / 134,4	70,8 / 83,5	79,0 / 92,6	38,0	41,8
	6	0,95	1,05	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	109,3 / 125,4	125,0 / 142,8	73,5 / 89,6	83,0 / 100,8	35,8	42,0

Окончание табл. 5.22

Число каналов		Ширина траншеи, м		Средняя расчетная глубина траншеи, м		Средний объем на 100 м, м³					
						рытья		засыпки		отвозки	
		для труб с диаметром канала, мм									
трубопровода	в основании	90	100	90	100	90	100	90	100	90	100
22	4	0,75	0,8	1,45 / 1,62	1,51 / 1,68	108,8 / 121,5	120,8 / 134,4	69,0 / 81,7	77,2 / 90,8	39,8	43,6
	6	0,95	1,05	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	109,3 / 125,4	125,0 / 142,8	71,5 / 87,6	80,7 / 98,5	37,8	44,3
23	4	0,75	0,8	1,45 / 1,62	1,51 / 1,68	108,8 / 121,5	120,8 / 134,4	67,3 / 80,0	75,4 / 88,9	41,5	45,5
	6	0,95	1,05	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	109,3 / 125,4	125,0 / 142,8	69,5 / 85,6	78,9 / 96,7	39,8	46,1
24	4	0,75	0,8	1,45 / 1,62	1,51 / 1,68	108,8 / 121,5	120,8 / 134,4	65,3 / 78,0	73,4 / 87,0	43,5	47,4
	6	0,95	1,05	1,15 / 1,32	1,19 / 1,36	109,3 / 125,4	125,0 / 142,8	68,1 / 84,2	77,0 / 94,8	41,2	48,0

Примечания: 1. Числитель относится к пешеходной части, знаменатель — к проезжей части улиц.

2. Применительно к каналам диаметром 90 мм принята компоновка пакетов в соответствии с рис. 5.12, а для каналов диаметром 100 мм — в основном из четырехотверстных труб (см. рис. 5.11, *е*) при четырех каналах в основании и трехотверстных — при шести каналах в основании.

Расчетные значения глубины траншей, объемов рытья и засыпки в табл. 5.22 определены как средние арифметические из средних расчетных величин для местности с уклоном и без него.

5.11. Вскрытие и восстановление уличных покровов

Объемы работ по вскрытию и восстановлению уличных покровов, связанных с рытьем траншей для прокладки подземных трубопроводов под кабели связи, приведены в табл. 5.23.

Ширина полосы вскрытия определена исходя из того, что по нормам вскрытое замощение должно заходить с каждой стороны траншеи для асфальта и дерна в парках на 0,1 м; растительного слоя в скверах и на газонах — 0,15 м;

Таблица 5.23

Ширина полосы вскрываемого и восстанавливаемого замощения и их площади при рытье траншей для прокладки трубопроводов под кабели связи

Число каналов в основании блока			Ширина траншеи для трубопровода, м	Ширина полосы замощения, м				Площадь полосы замощения на 100 м траншеи, м²			
	бетонных труб с диаметром канала, мм			вскрываемой		восстанавливаемой		вскрываемой		восстанавливаемой	
асбестоцементных труб	90	100		асфальт	штучный камень	асфальт	штучный камень	асфальт	штучный камень	асфальт	штучный камень
1	1	1	0,4	0,6	0,8	0,7	1,0	60,0	80,0	70,0	100,0
2	2	—	0,5	0,7	0,9	0,8	1,1	70,0	90,0	80,0	110,0
—	—	2	0,55	0,75	0,95	0,85	1,15	75,0	95,0	85,0	115,0
—	3	—	0,6	0,8	1,0	0,9	1,2	80,0	100,0	90,0	120,0
3	—	3	0,65	0,85	1,05	0,95	1,25	85,0	105,0	95,0	125,0
—	4	—	0,75	0,95	1,15	1,05	1,35	95,0	115,0	105,0	135,0
4	—	4	0,8	1,0	1,2	1,1	1,4	100,0	120,0	110,0	140,0
—	5	—	0,85	1,05	1,25	1,15	1,45	105,0	125,0	115,0	145,0
5	—	5	0,9	1,1	1,3	1,2	1,5	110,0	130,0	120,0	150,0
—	6	—	0,95	1,15	1,35	1,25	1,55	115,0	135,0	125,0	155,0
—	—	6	1,05	1,25	1,45	1,35	1,75	125,0	145,0	135,0	165,0
6	—	—	1,1	1,3	1,5	1,4	1,7	130,0	150,0	140,0	170,0

штучного камня — 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.

5.12. Классификация колодцев

Колодцы кабельной канализации связи подразделяются:

1. По конструкции, размерам и соотношению размеров — на типовые и специальные.

2. По конфигурации, связанной с направлением и числом входящих в них блоков (пакетов) труб, — на проходные, угловые, разветвительные и станционные.

Проходные колодцы (ККС) предназначаются для установки на прямолинейных участках трасс трубопровода и в пунктах, где угол отклонения трассы от прямой не превышает 30°.

Угловые колодцы (ККСу) предназначены для установки в точках поворота трассы трубопровода под углом 90°. При повороте трассы под углом больше или меньше 90° применяются нетиповые решения, отличающиеся от типовых направлением оси кармана для приема каналов со стороны поворота трассы.

В зависимости от материала, способа изготовления и местных условий применяются две конструктивные разновидности угловых колодцев: с типовыми, так называемыми угловыми, вставками к типовым проходным колодцам и специально угловые. Что касается угловых сборных железобетонных колодцев, то они, как правило, монтируются с угловыми вставками. Специально угловая кон-

струкция применяется только для кирпичных и монолитных железобетонных колодцев.

Разветвительные колодцы (ККСр) предназначены для установки в местах разветвления трассы трубопроводов на два или три направления. Специально разветвительными строятся только кирпичные и монолитные железобетонные колодцы. Сборные железобетонные разветвительные колодцы собираются из типовых проходных колодцев и двух угловых вставок к каждому.

Станционные колодцы (ККСст) предназначены для установки непосредственно у телефонных станций и соединяются коротким участком трубопровода или коллектором с шахтой станции. Определились четыре типоразмера станционных колодцев: для станций на 3, 6, 10 и 20 тыс. номеров. Эти колодцы

Таблица 5.24

Типы сборных железобетонных колодцев (по ТУ 45.1418—83)

Типоразмер колодца	Допустимая нагрузка, т	Условные обозначения			Число входящих каналов
		Проходной	Угловой	Разветвительный	
5	80	ККС-5-80	ККСу-5-80	ККСр-5-80	24
	10	ККС-5-10	ККСу-5-10	ККСр-5-10	24
4	80	ККС-4-80	ККСу-4-80	ККСр-4-80	12
	10	ККС-4-10	ККСу-4-10	ККСр-4-10	12
3	80	ККС-3-80	ККСу-3-80	ККСр-3-80	6
	10	ККС-3-10	ККСу-3-10	ККСр-3-10	6
2	80	ККС-2-80	—	—	2
	10	ККС-2-10	—	—	2
1	10	ККС-1-10	—	—	1
1 — специальный	80	ККСС-1-80	ККССу-1-80	ККССр-1-80	36
1 — то же, на существующей канализации	80	ККССу-1-1-80	ККССр-1-1-80	ККССр-1-1-80	36
2 — специальный	80	ККСС-2-80	ККССу-2-80	ККССр-2-80	48
2 — то же, на существующей канализации	80	ККСС-2-1-80	ККССу-2-1-80	ККССр-2-1-80	48
5 — для контейнеров НРП К-12, ИКМ-30	80	ККС-5м-80		—	24

Примечания: 1. Приведенный в табл. 5.24 колодец 1-го типоразмера ККС 1-10 в ТУ 45.1418 – 83 не указан.

2. Колодцы с 5-го по 1-й типоразмеры ранее назывались соответственно колодцами большого, среднего, малого типов, коробками большого и малого типов.

3. ТУ 45.1418—83 не регламентируют станционные колодцы, строительство которых должно осуществляться по отдельным проектным решениям. Примерные конструкции таких колодцев даны в настоящем издании.

обычно строятся монолитными железобетонными либо кирпичными с железобетонными перекрытиями.

3. По материалу — на железобетонные и кирпичные. Железобетонные по способу изготовления разделяются на сборные и монолитные.

4. По расчетной вертикальной нагрузке на месте установки — для проезжей части (80 т) и непроезжей части (10 т).

5. По типоразмерам — на колодцы кабельные связи (ККС) пяти основных размеров. Колодцы кабельные связи специальные (ККСС) двух основных размеров и колодцы станционные четырех размеров.

6. По форме — на многогранные, овальные и прямоугольные.

Типы сборных железобетонных колодцев, изготовляемых по ТУ 45.1418—83, приведены в табл. 5.24.

При числе каналов, превышающем приведенные в табл. 5.24, и наличии условий, отличающихся от принятых в ТУ 45.1418—83, применяются нетиповые колодцы, строящиеся по отдельным проектным решениям.

Применительно к типовым смотровым устройствам прямоугольная форма предусматривается только для колодцев специального типа (ККСС) и 1-го типоразмера (ККС-1). Многогранная форма принята для сборных железобетонных колодцев типов ККС-5, ККС-4, ККС-3 и ККС-2. Овальная форма предусматривается в основном только для кирпичных колодцев.

5.13. Основные материалы для строительства колодцев

Основными материалами для строительства колодцев являются бетоны, цементно-песчаные растворы и кирпич (красный) марки 75. Марки бетонов и растворов приведены в табл. 5.25. Примерный состав бетонов и растворов приведен соответственно в табл. 5.26 и 5.27.

Таблица 5.25

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 сборных 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 5.26

Примерный состав бетона в номинальной дозировке

Марка бетона	Цемент марки 200—300, кг	Песок, м³	Гравий, м³
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

Таблица 5.27

Примерный состав цементно-песчаных растворов в объемной дозировке

Марка раствора	Соотношение цемента и песка для цемента марки			
	100	150	200	300
25	1:5	1:6	1:9	1:12
50	1:2,5	1:3	1:4,5	1:6
100	—	—	1:2,5	1:3

5.14. Типовые сборные железобетонные колодцы

Общие сведения

Конструкция проходных сборных железобетонных колодцев ККС-5, ККС-4, ККС-3 (восьмигранной формы) эскизно показана на рис. 5.18, а ККС-2 (шестигранной формы) — на рис. 5.19. Колодец ККС-1 с основными размерами приведен на рис. 5.20. Колодцы угловые ККСу-5, ККСу-4, ККСу-3 показаны на рис. 5.21, а разветвительные этих же типов — на рис. 5.22. Основные размеры указанных выше колодцев приведены в табл. 5.28.

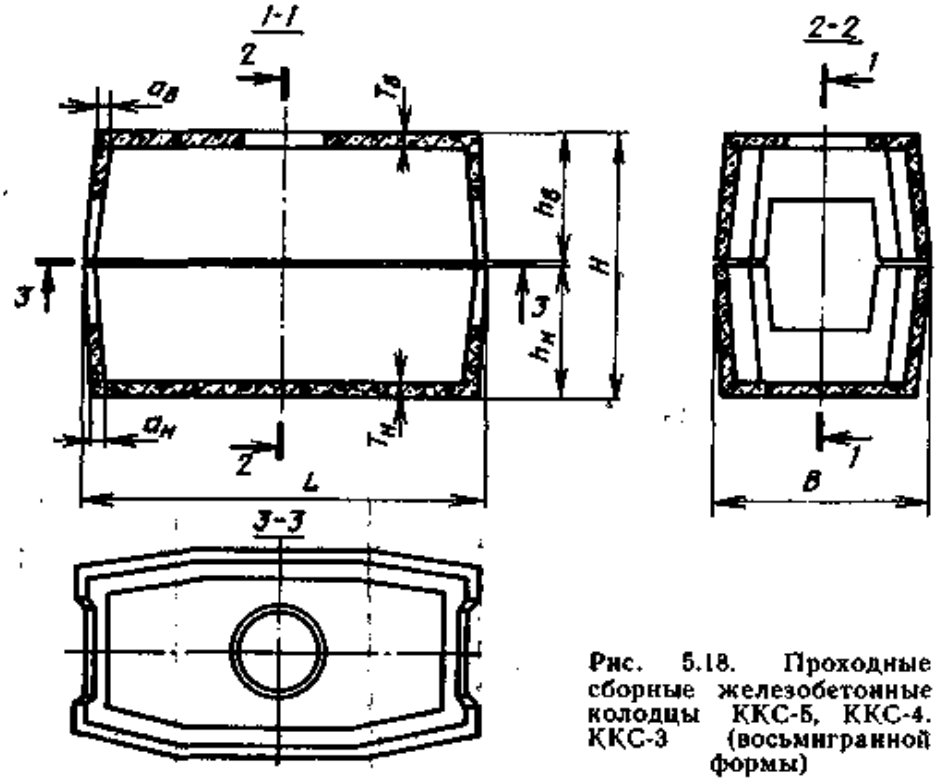


Рис. 5.18. Проходные сборные железобетонные колодцы ККС-5, ККС-4, ККС-3 (восьмигранной формы)

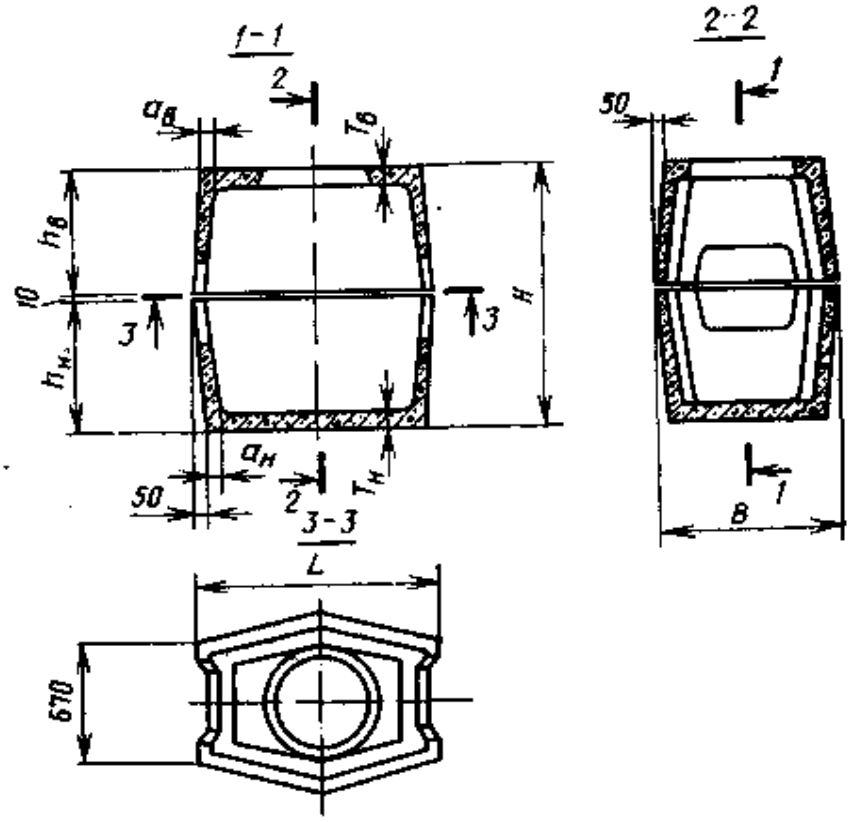


Рис. 5.19. Проходной сборный железобетонный колодец ККС-2 (шестигранный)

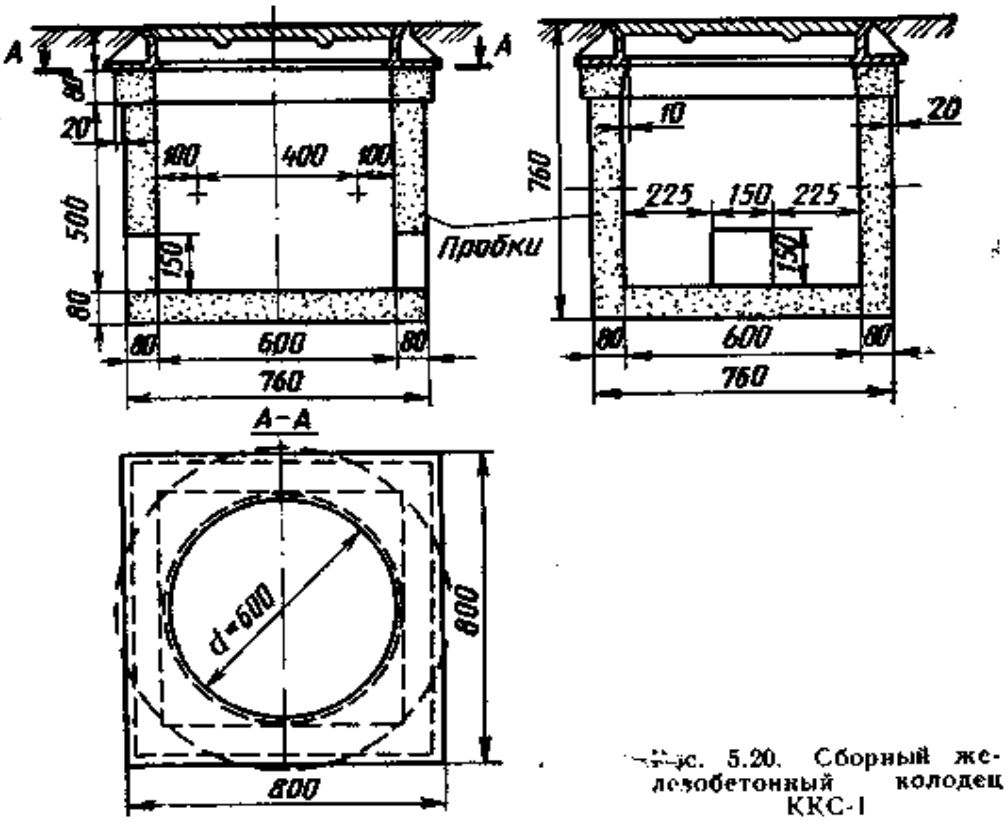


Рис. 5.20. Сборный железобетонный колодец ККС-1

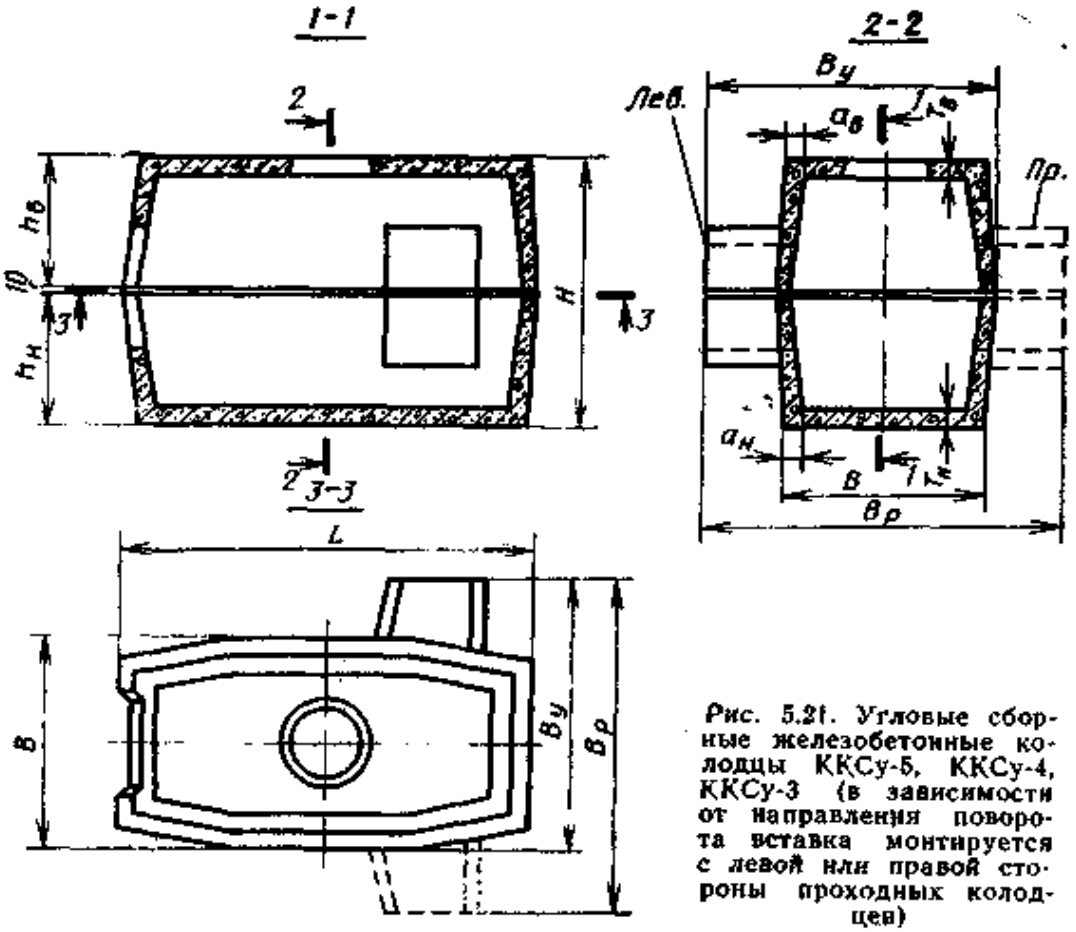


Рис. 5.21. Угловые сборные железобетонные колодцы ККСу-5, ККСу-4, ККСу-3 (в зависимости от направления поворота вставка монтируется с левой или правой стороны проходных колодцев)

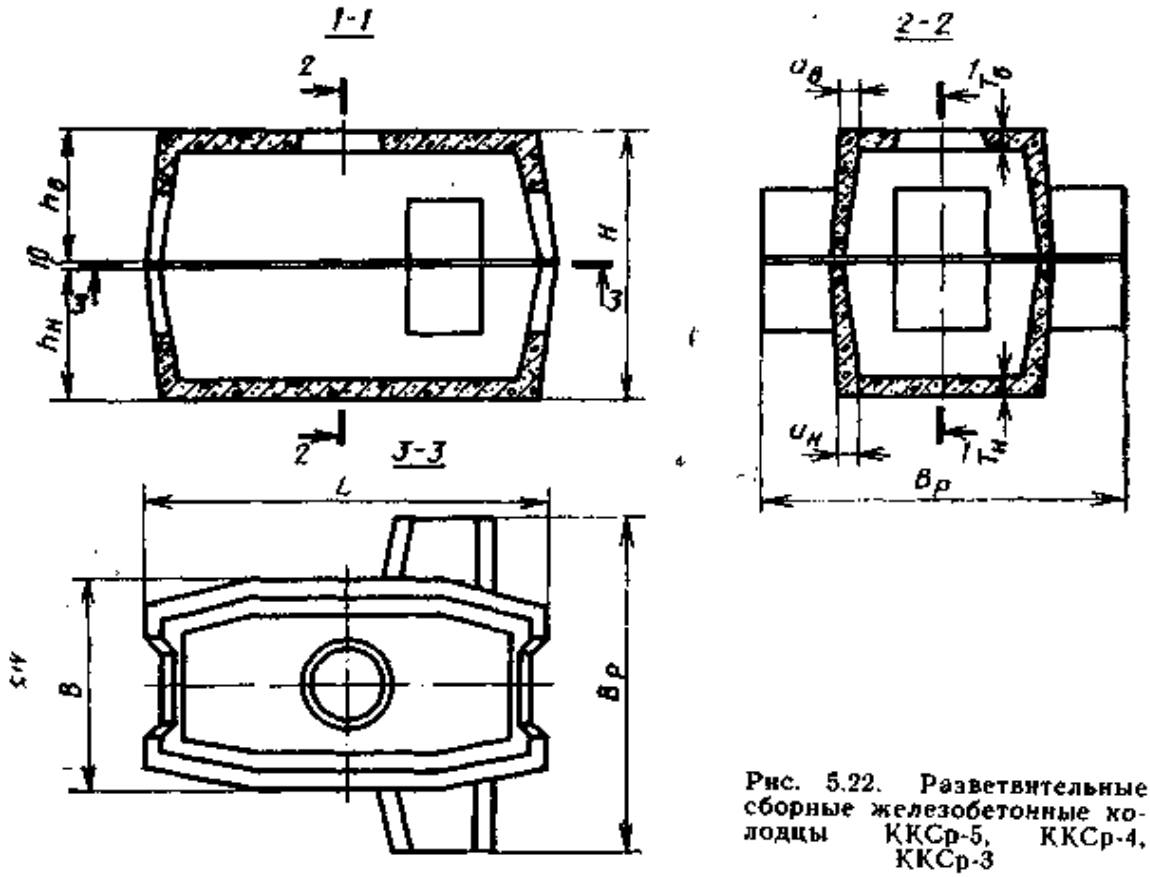


Рис. 5.22. Разветвительные сборные железобетонные колодцы ККСр-5, ККСр-4, ККСр-3

Таблица 5.28

Основные размеры проходных, угловых и разветвительных колодцев

Колодец	Размеры, мм										
	L	B	H	$h_в$	$h_н$	$T_в$	$T_н$	$a_в$	$a_н$	$B_у$	$B_р$
ККС-5-80	2990	1600	2030	1020	1000	120	100	110	90	—	—
ККСу-5-80	2990	1600	2030	1020	1000	120	100	110	90	2035	—
ККСр-5-80	2990	1600	2030	1020	1000	120	100	110	90	—	2470
ККС-5-10	2990	1600	2010	1000	1000	100	100	90	90	—	—
ККСу-5-10	2990	1600	2010	1000	1000	100	100	90	90	2035	—
ККСр-5-10	2990	1600	2010	1000	1000	100	100	90	90	—	2470
ККС-4-80	2390	1300	2010	1000	1000	100	100	90	90	—	—
ККСу-4-80	2390	1300	2010	1000	1000	100	100	90	90	1630	—
ККСр-4-80	2390	1300	2010	1000	1000	100	100	90	90	—	1960
ККС-4-10	2390	1300	1990	1000	980	100	80	90	70	—	—
ККСу-4-10	2390	1300	1990	1000	980	100	80	90	70	1630	—
ККСр-4-10	2390	1300	1990	1000	980	100	80	90	70	—	1960
ККС-3-80	1950	1160	1810	900	900	100	100	90	90	—	—
ККСу-3-80	1950	1160	1810	900	900	100	100	90	90	1500	—
ККСр-3-80	1950	1160	1810	900	900	100	100	90	90	—	1840
ККС-3-10	1950	1160	1770	880	880	80	80	70	70	—	—
ККСу-3-10	1950	1160	1770	880	880	80	80	70	70	1500	—
ККСр-3-10	1950	1160	1770	880	880	80	80	70	70	—	1840
ККС-2-80	1350	1030	1570	780	780	80	80	70	70	—	—
ККС-2-10	1350	1030	1570	780	780	80	80	70	70	—	—

Примечания: 1. Размеры колодцев 1-го типоразмера (ККС-1) показаны непосредственно на рис. 5.20.

2. Конструкция и основные размеры колодца ККС-5М, предназначенного для размещения в нем контейнеров НРП-12 и аппаратуры ИКМ-30, отличаются от колодца ККС-5-80 лишь некоторыми деталями, имея те же основные размеры.

Колодцы специального типа

В тех случаях, когда в смотровые устройства надлежит ввести более 24 каналов кабельной канализации, применяют сборные железобетонные колодцы специального типа (ККСС) прямоугольной формы двух основных типоразмеров:

ККСС-1 (рис. 5.23) при числе каналов 24 ... 36 и

ККСС-2 (рис. 5.24) при числе каналов 37 ... 48. С помощью соответствующих угловых вставок (см. рис. 5.33) из этих проходных колодцев образуют угловые колодцы специального типа ККССу-1, ККССу-2 и разветвительные колодцы специального типа ККССр-1 ККССр-2.

Для установки на существующем блоке кабельной канализации применяют колодцы специального типа ККСС-1-1 и ККСС-2-1 с делением торцевых стен и угловых вставок в вертикальной плоскости на равные по ширине части.

Конструкция углового сборного железобетонного колодца специального типа ККССу-1 эскизно показана на рис. 5.25, а разветвительного — ККССр-1 — на

рис. 5.26. Из проходного колодца ККСС-2 (см. рис. 5.24) и угловых вставок (см. рис. 5.33) собираются угловой колодец ККССу-2 и разветвительный ККССр-2 (аналогично показанным на рис. 5.25 и 5.26).

Боковые стены сборных железобетонных колодцев специального типа монтируются:

для проходных колодцев ККСС-1, ККСС-2 из глухих железобетонных блоков СБ-1 (рис. 5.27);

для угловых и разветвительных колодцев ККССу, ККССр — с установкой в точках поворота трассы железобетонных блоков СБ-2 (рис. 5.28) со сквозными окнами для ввода пакетов труб.

При монтаже колодцев ККСС(у, р)-1-1 и ККСС(у, р)-2-1 на действующем трубопроводе кабельной канализации применяются блоки СБ-2, разделенные в вертикальной плоскости на две равные половины (СБ-2-1 и СБ-2-2).

Торцевые стенки сборных железобетонных колодцев специального типа монтируются:

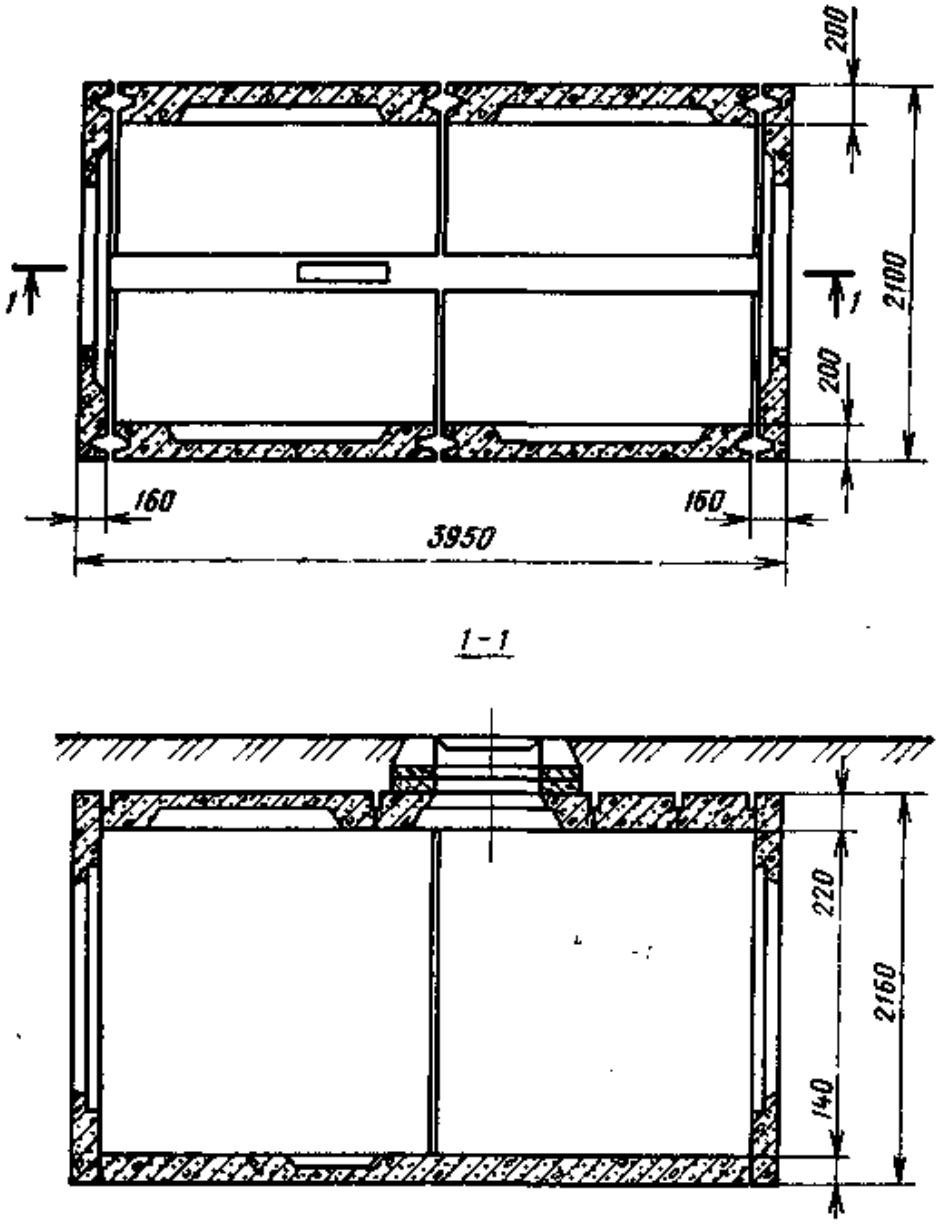


Рис. 5.23. Проходной сборный железобетонный колодец специального типа ККСС-1 на число каналов от 24 до 36 включительно

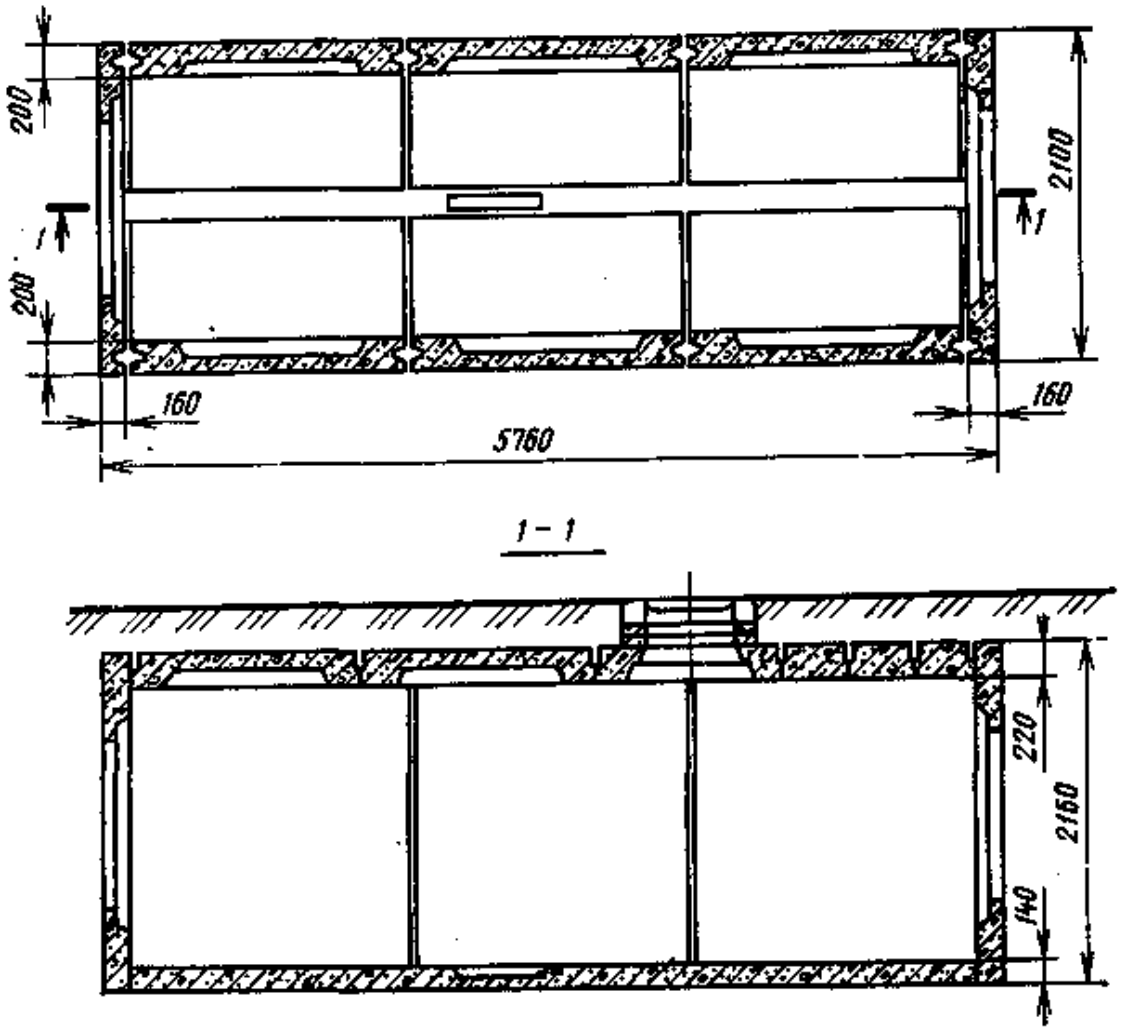


Рис. 5.24. Проходной сборный железобетонный колодец специального типа ККСС-2 на число каналов от 37 до 48 включительно

для проходных колодцев ККСС-1 и ККСС-2 — из железобетонных блоков СБ-3 (рис. 5.29, *б*) со сквозными окнами для ввода пакетов труб кабельной канализации;

для угловых колодцев ККССу и разветвительных ККССр на два направления одна торцевая стенка монтируется глухой из стенового блока СБ-4 (рис. 5.29, *а*).

При монтаже колодцев ККСС (у, р)-1-1 и ККСС (у, р)-2-1 на действующем трубопроводе кабельной канализации устанавливаются торцевые стенки, разделенные в вертикальной плоскости на две равные половины (блоки СБ-3-1 и СБ-3-2).

Покрытия сборных железобетонных колодцев специального типа выполняются из набора плит П1, П2, П3 (рис. 5.30).

Основные размеры проходных сборных железобетонных колодцев первого специального типа (ККСС-1) даны непосредственно на рис. 5.23, а второго специального типа (ККСС-2) — на рис. 5.24. Основные размеры угловых сборных железобетонных колодцев первого специального типа (ККССу-1) приведены на рис. 5.25, а разветвительных (ККССр-1) — на рис. 5.26. Угловые и разветвительные сборные железобетонные колодцы второго специального типа (ККССу-2 и ККССр-2) по размерам, связанным с угловыми вставками, от ККССу-1 и ККССр-1 не отличаются.

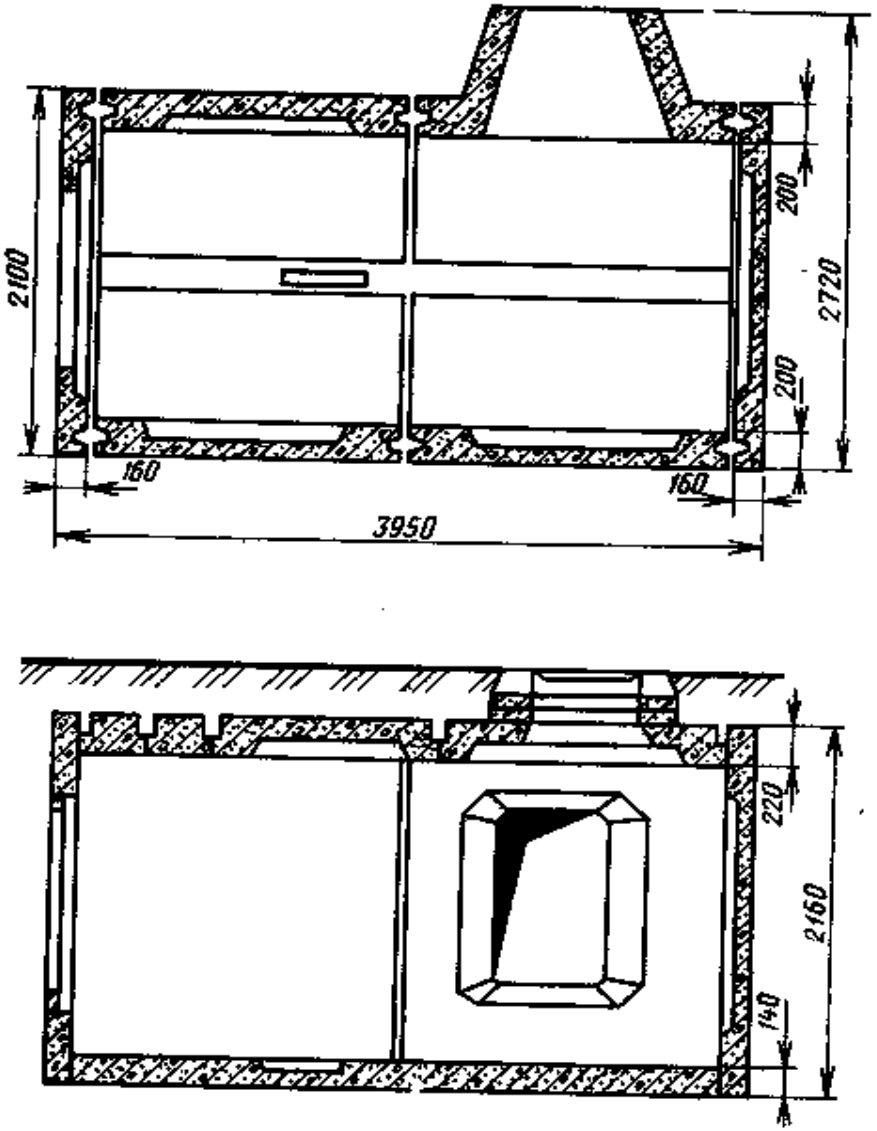


Рис. 5.25. Угловой сборный железобетонный колодец специального типа ККССу-1

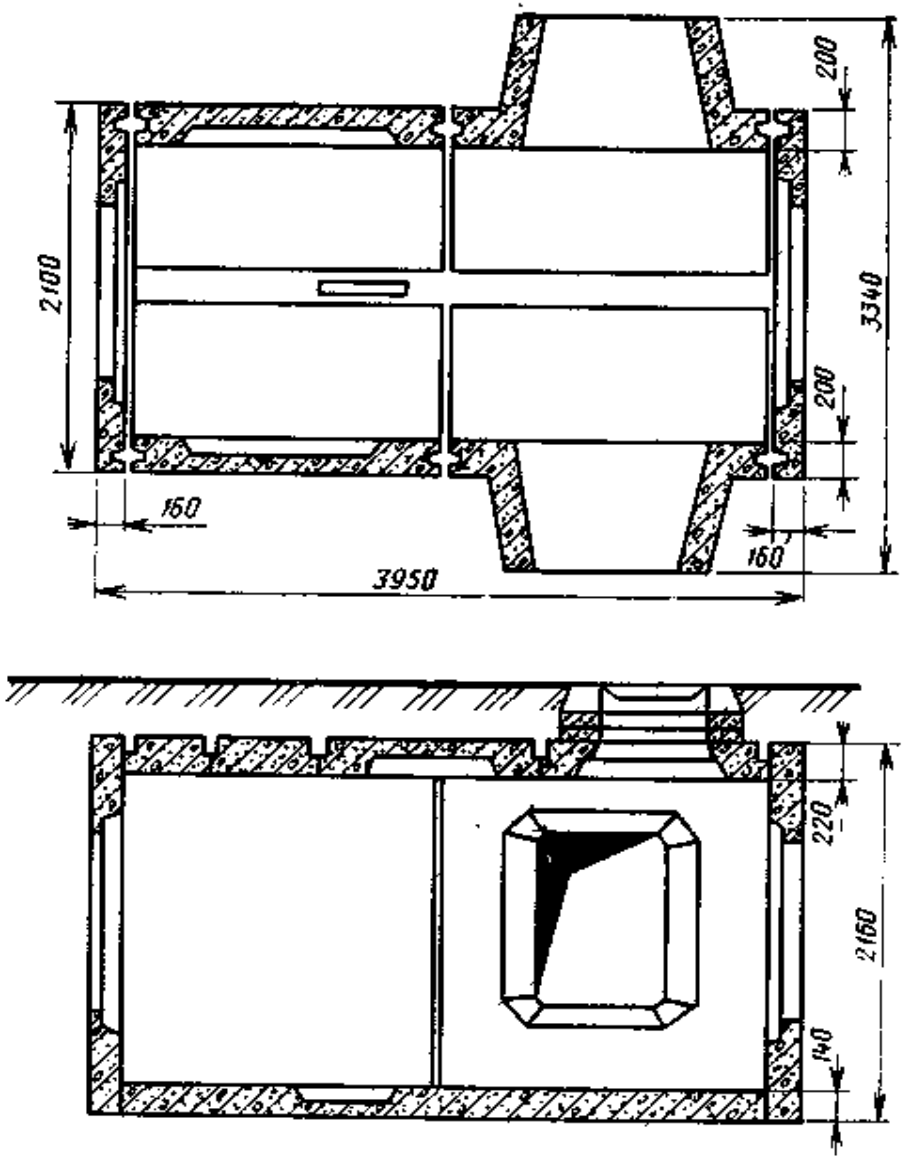


Рис. 5.26. Разветвительный сборный железобетонный колодец специального типа ККССр-1

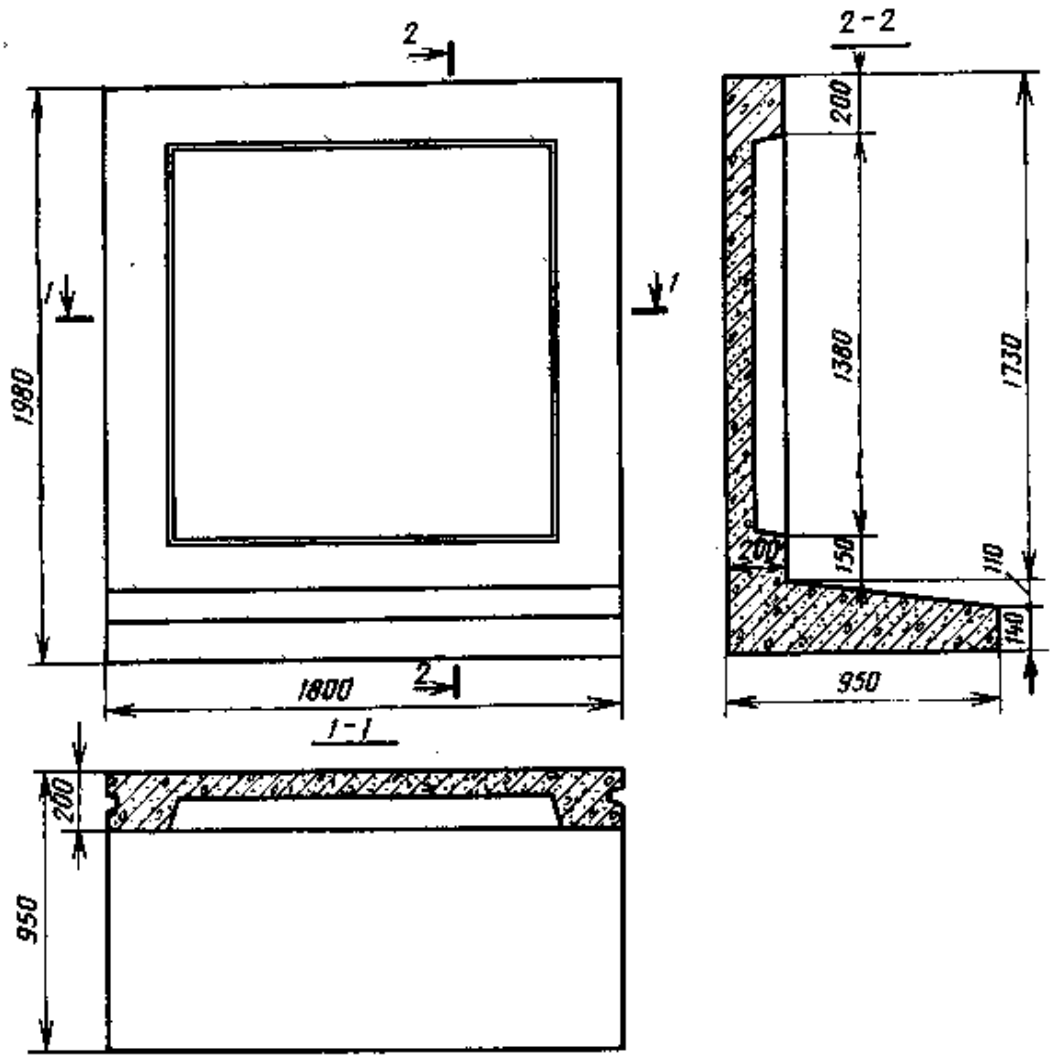


Рис. 5.27. Блок СБ-1 (глухой) для боковых стенок проходных колодцев ККСС-1 и ККСС-2 специального типа

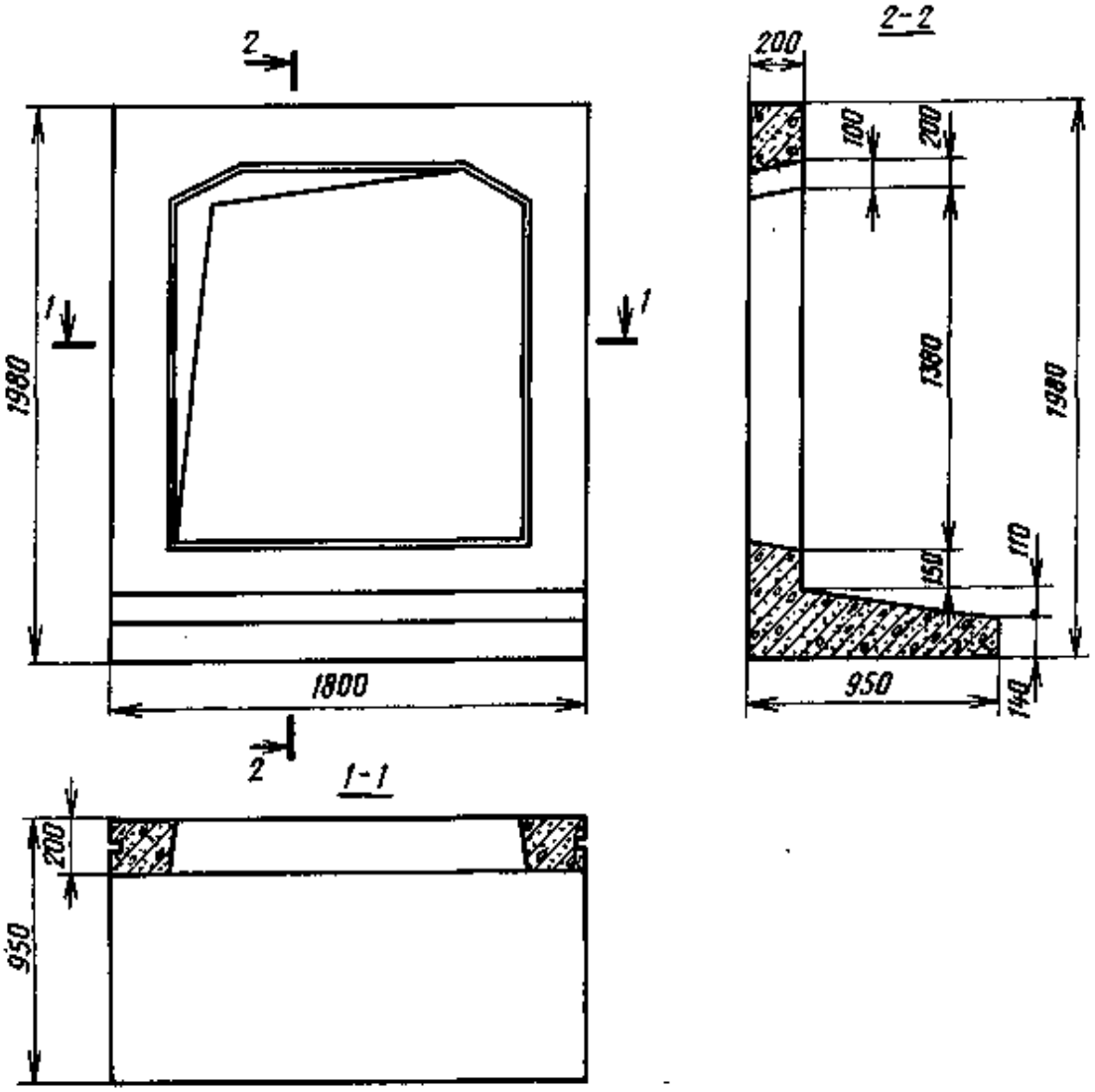


Рис. 5.28. Блок Сб-2 со сквозными окнами для ввода пакетов труб в угловых и разветвительных колодцах специального типа

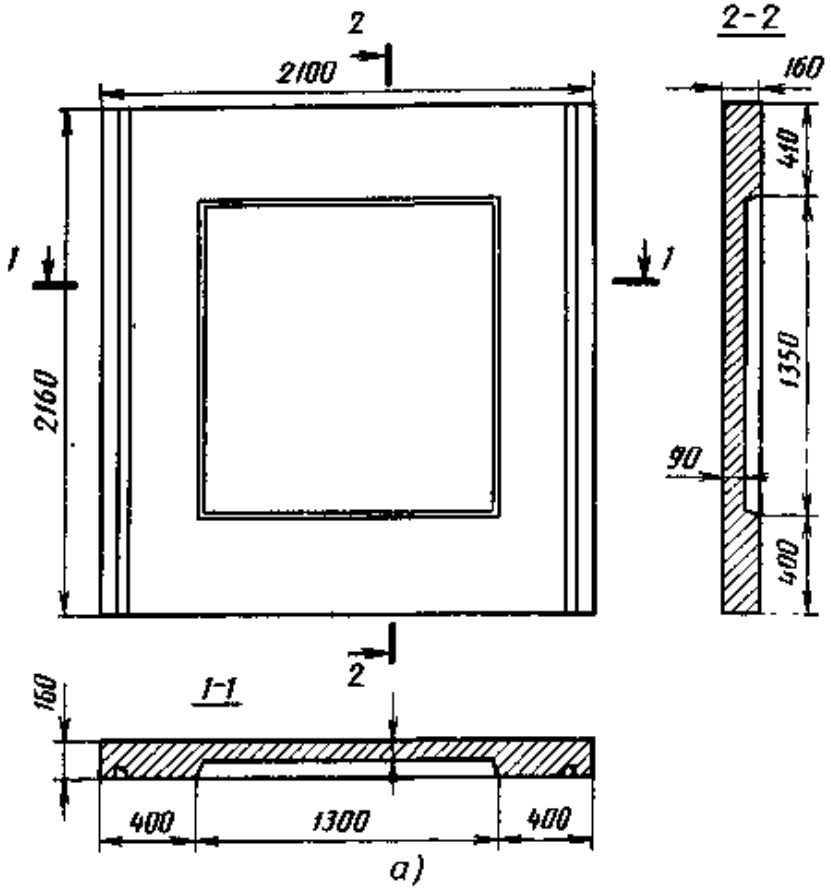


Рис. 5.29. Торцевые стенки сборных железобетонных колодцев специального типа: *а* — блок СБ-4 — глухой; *б* — блок СБ-3 со сквозным окном для ввода пакета труб

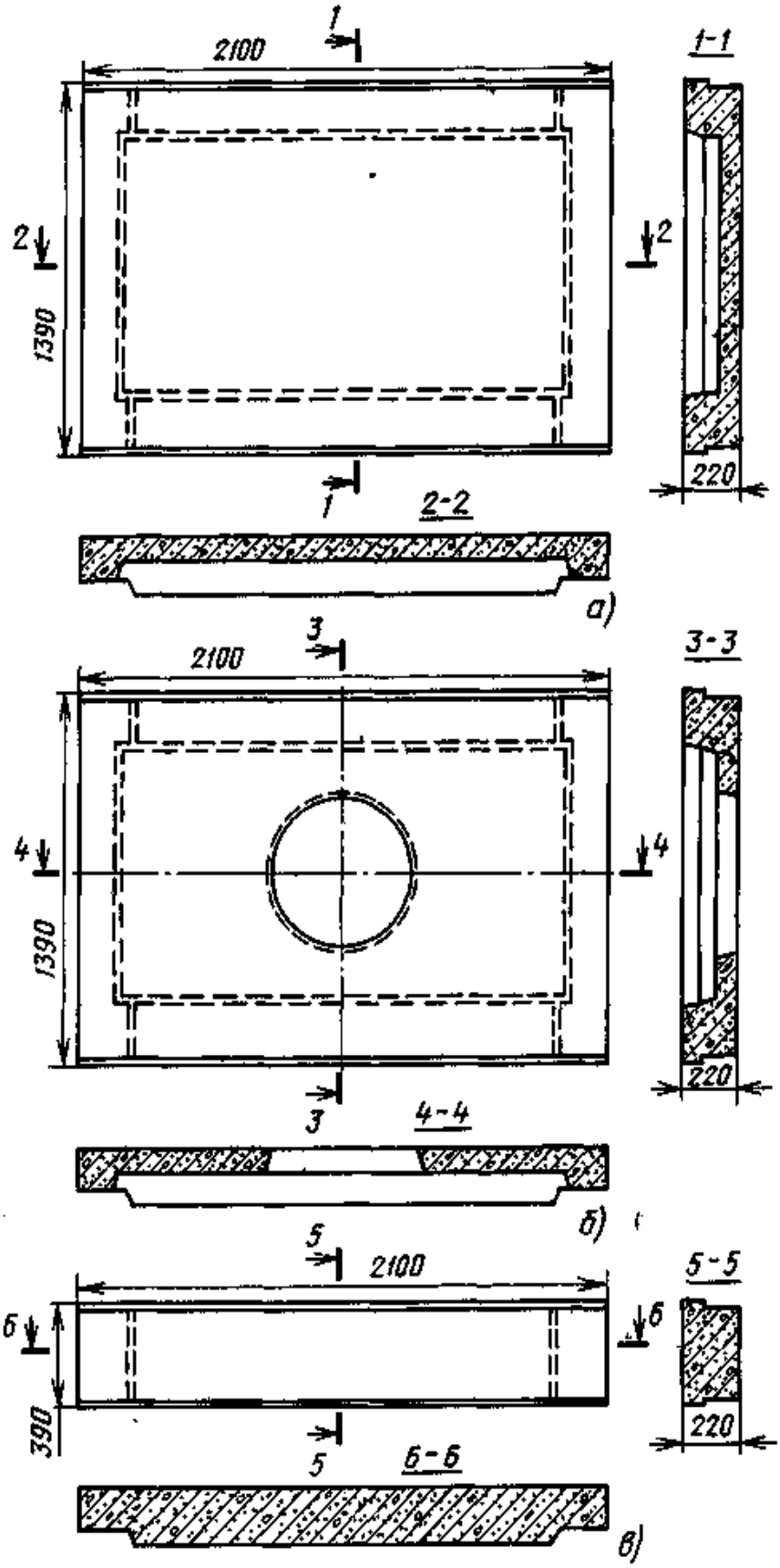


Рис. 5.30. Плиты покрытий колодцев специального типа:

а — плита П-1; *б* — плита П-2; *в* — плита П-3

Вставки к проходным колодцам для образования угловых и разветвительных

Независимо от условий сборки (на заводе или на объекте) вставки для типовых колодцев ККС-5, ККС-4, ККС-3 изготовляются из двух частей — верхней и нижней. При сборке на заводе вставки к колодцам ККС-4 и ККС-3, кроме того, могут изготовляться цельными, не разделенными на две части.

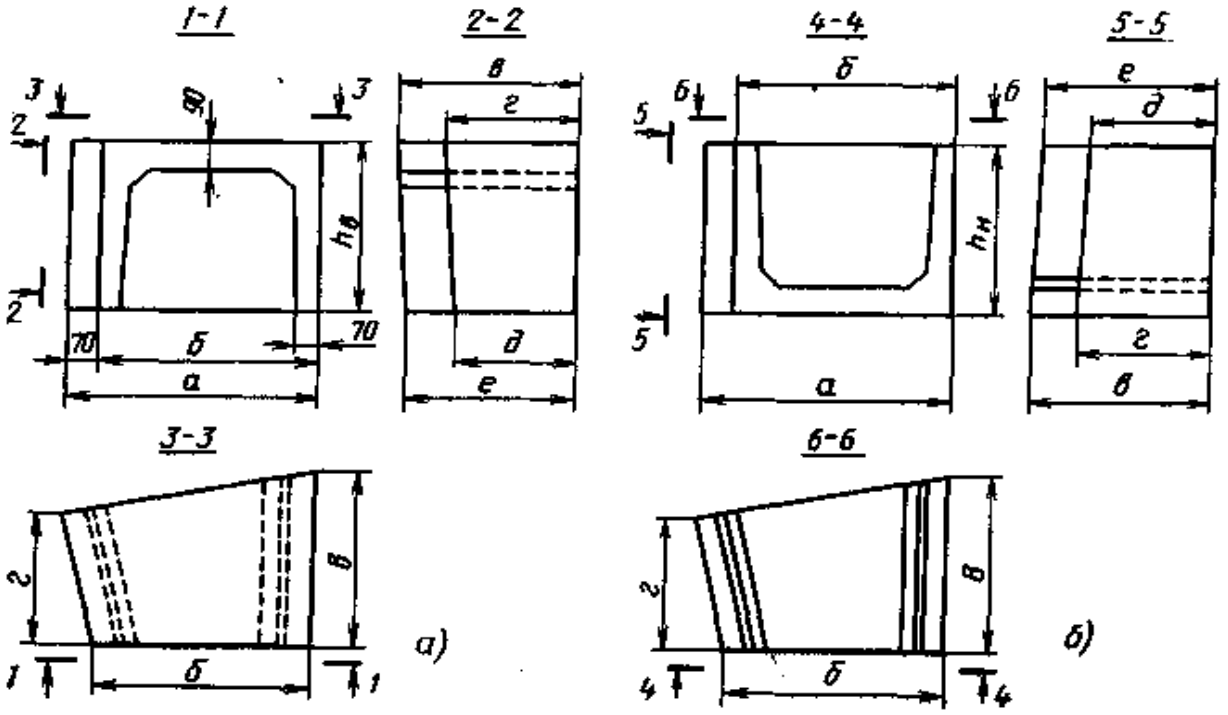


Рис. 5.31. Двухэлементные угловые вставки к сборным железобетонным колодцам ККС-5-80(10), ККС-4-80(10), ККС-3-80(10):
а — верх (ККС-3-В1); *б* — низ (ККС-3-В2).

Конструкции двухэлементных угловых вставок к типовым сборным железобетонным колодцам ККС-5-80(10), ККС-4-80(10), ККС-3-80(10) показаны на рис. 5.31, а одноэлементных вставок к колодцам ККС-4-80(10) и ККС-3-80(10) — на рис. 5.32. Основные размеры этих угловых вставок даны в табл. 5.29.

Таблица 5.29

Основные размеры угловых вставок, мм

Колодец	Номер рисунка	*а*	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*	*Н*	$h_н$	$h_в$
Двухэлементные вставки (верх и низ)										
ККС-5-80(10)	5.31	810	710	585	435	400	550	—	570	570
ККС-4-80(10)	5.31	725	625	470	330	300	440	—	570	570
ККС-3-80(10)	5.31	565	465	550	340	300	510	—	470	470
Одноэлементные (цельные)										
ККС-4-80(10)	5.32	725	625	470	330	300	440	1150	575	575
ККС-3-80(10)	5.32	565	465	550	340	300	510	950	475	425

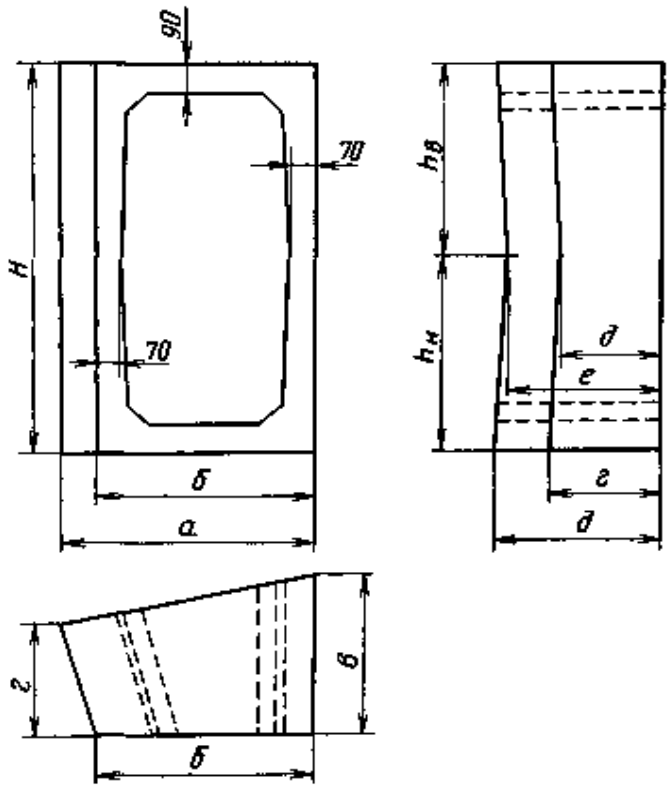


Рис. 5.32. Одноэлементные угловые вставки к сборным железобетонным колодцам ККС-4-80(10) и ККС-3-80(10)

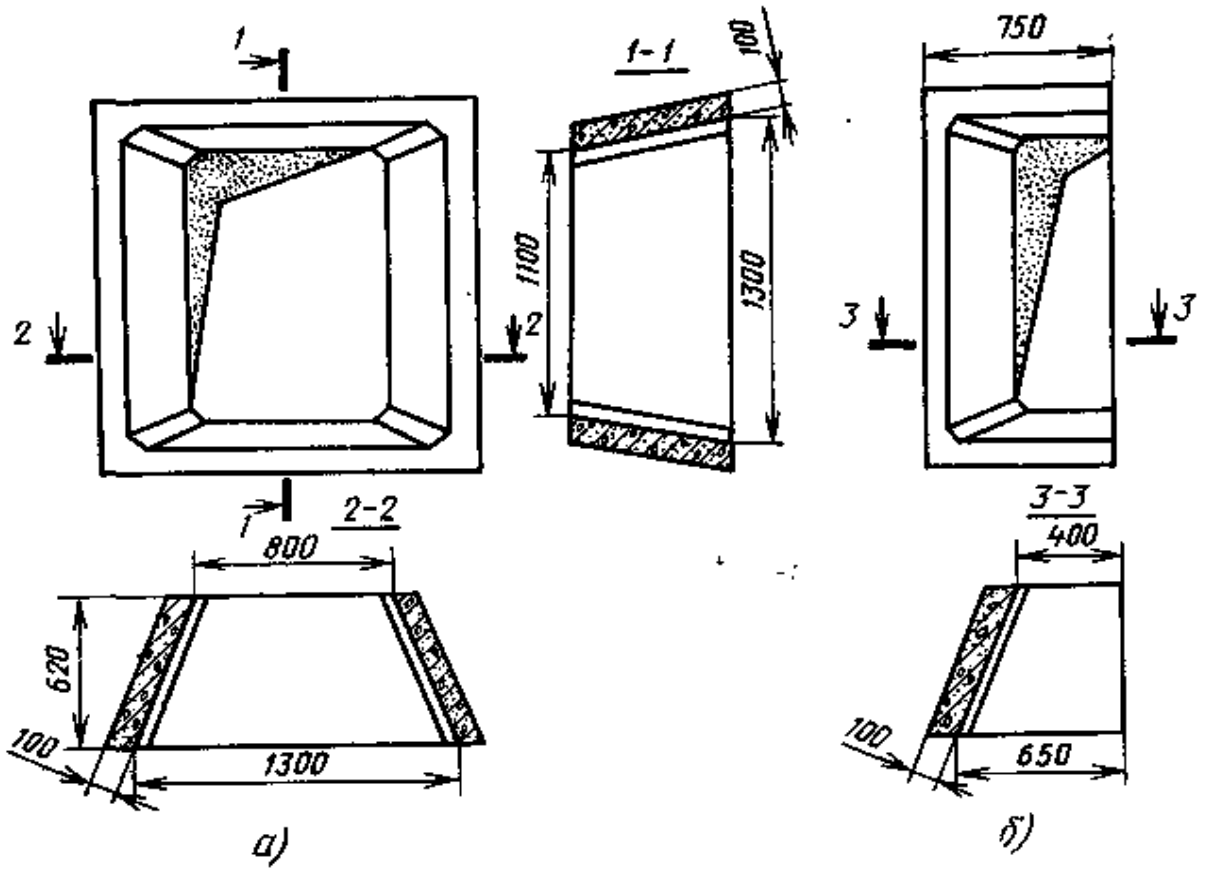


Рис. 5.33. Угловые вставки к сборным железобетонным колодцам специального типа: *а* — цельная (В-1); *б* — двухэлементная (В-1-1)

Конструкции и основные размеры цельных и двухэлементных (при установке на существующем блоке) угловых вставок к сборным железобетонным колодцам специального типа приведены на рис. 5.33.

5.15. Типовые железобетонные станционные колодцы

Как указывалось выше, определились четыре типоразмера станционных железобетонных колодцев: для станций емкостью 3; 6; 10 и 20 тыс. номеров. Конструкция станционных железобетонных колодцев показана на рис. 5.34. Основные их размеры даны в табл. 5.30.

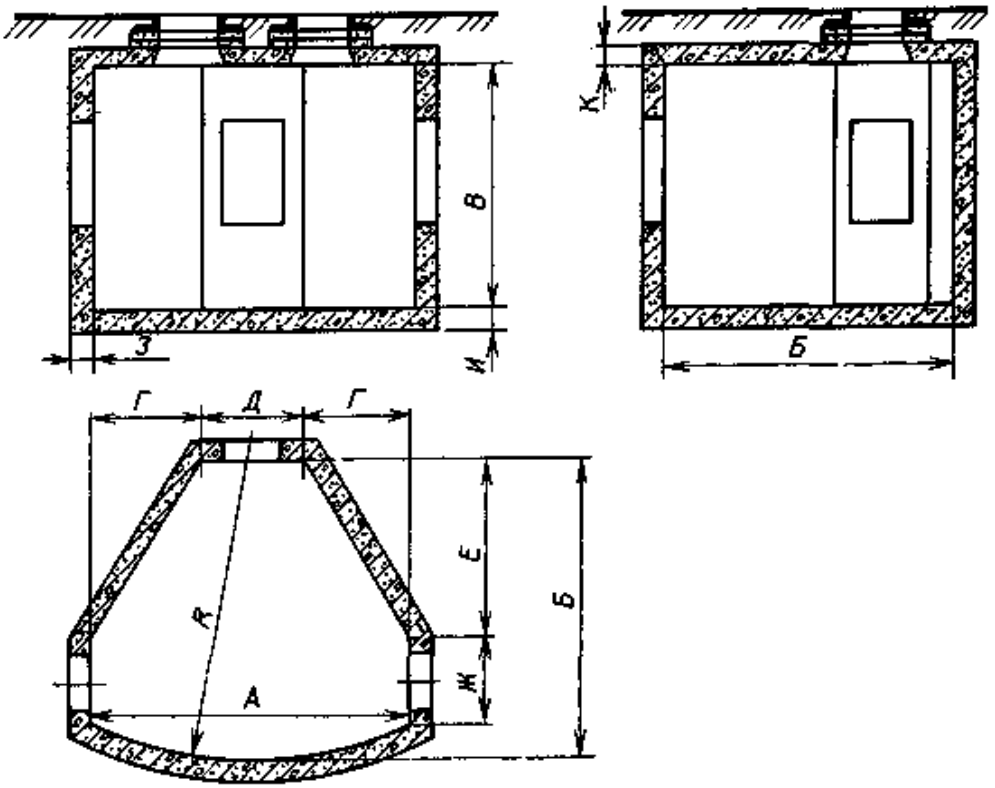


Рис. 5.34. Станционный железобетонный колодец

Для станционных колодцев ТУ 45—83 предусмотрены типовые сборные железобетонные покрытия, основные размеры, объем и масса бетона которых приведены на рис. 5.35.

Таблица 5.30

Основные размеры, мм, монолитных железобетонных колодцев станционного типа для станций на 3; 6; 10 и 20 тыс. номеров

Емкость станции, номеров	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*	*З*	*И*	*R*
3000	2000	2125	1800	875	750	1250	750	130	120	6 300
6000	4300	2600	2200	1650	1000	1620	750	180	130	10 400
10 000	5000	3000	2200	2000	1000	1650	1000	200	130	9 100
20 000	6000	3000	2200	2250	1500	1650	1000	200	130	12 400

Примечание. На колодцы для станций емкостью 3000 номеров ставится один люк, на другие — по два люка.

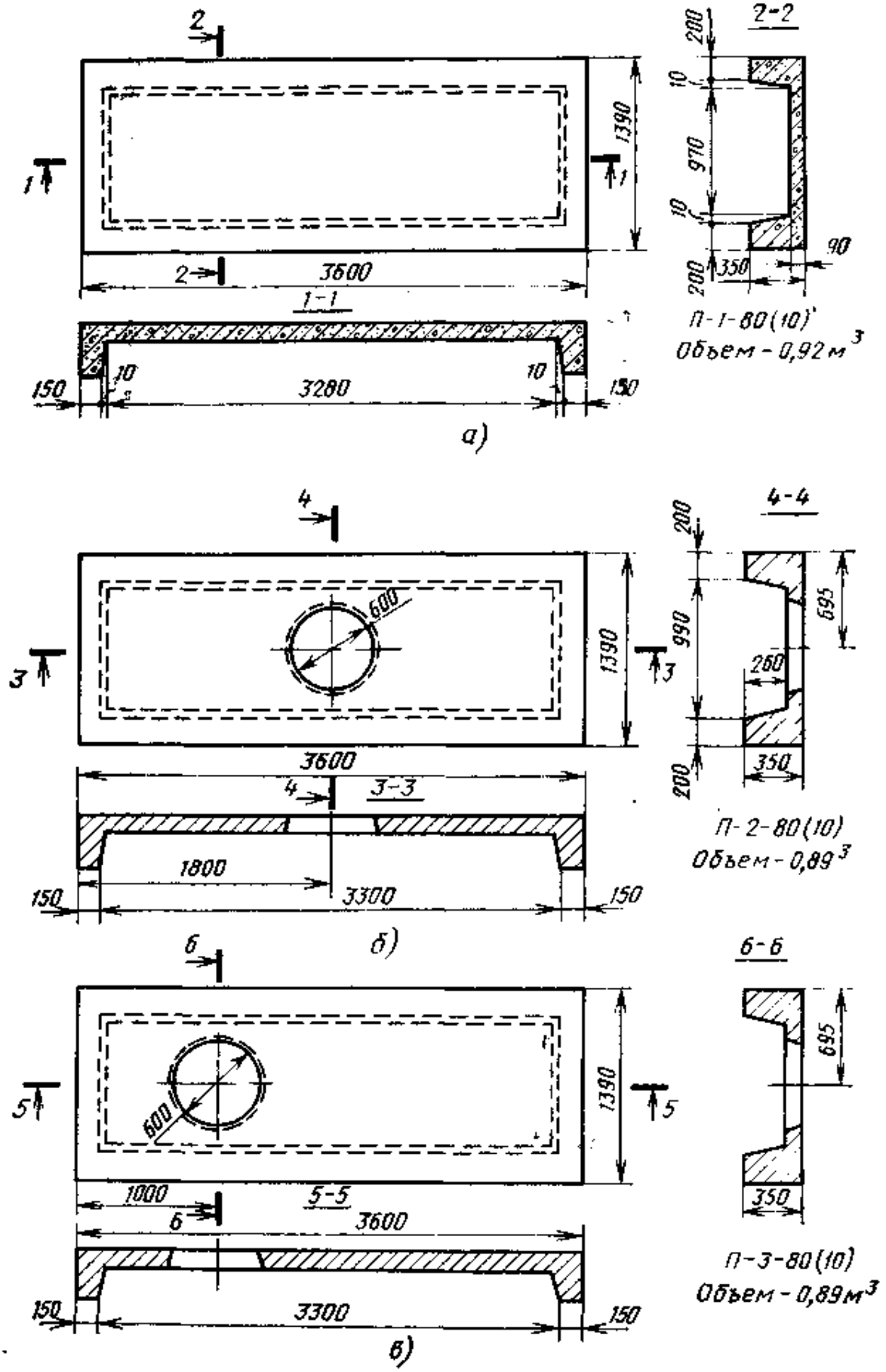


Рис. 5.35. Типовые сборные железобетонные покрытия для станционных колодцев по (ТУ 45—83)

а — плита П-1-80(10); *б* — плита П-2-80(10); *в* — плита П-3-80(10)

5.16. Объемы и массы железобетонных колодцев

В табл. 5.31 приведены объемы и массы типовых сборных железобетонных колодцев.

Объемы и массы бетона сборных железобетонных колодцев специального типа ККСС приведены в табл. 5.32.

Таблица 5.31

Объемы и массы сборных железобетонных колодцев

Колодец	Внутренний объем, м³	Объем/масса бетона, м³/кг						Номер рисунка
		колодца в целом	в том числе					
			нижней части колодца	верхней части колодца	угловых вставок			
					составных		цельных	
					нижней части	верхней части		
ККС-5-80	6,5	1,955 / 4990	0,885 / 2210	1,07 / 2680	—	—	—	5.18
ККС-5-10	6,5	1,748 / 4470	0,885 / 2210	0,863 / 2160	—	—	—	5.18
ККСу-5-80	6,9	2,145 / 5370	0,885 / 2210	1,07 / 2680	0,075 / 190	0,075 / 190	—	5.21
ККСу-5-10	6,9	1,885 / 4720	0,859 / 2150	0,837 / 2090	0,075 / 190	0,075 / 190	—	5.21
ККСр-5-80	7,3	2,239 / 5610	0,859 / 2150	1,04 / 2600	0,15 / 380	0,15 / 380	—	5.22
ККСр-5-10	7,3	2,036 / 5100	0,859 / 2150	0,837 / 2090	0,15 / 380	0,15 / 380	—	5.22
ККС-4-80	4,0	1,319 / 3300	0,650 / 1630	0,629 / 1570	—	—	—	5.18
ККС-4-10	4,0	1,229 / 3170	0,56 / 1570	0,629 / 1570	—	—	—	5.18
ККСу-4-80	4,2	1,313 / 3450	0,56 / 1570	0,601 / 1500	0,056 / 140	0,056 / 140	0,112 / 280	5.21
ККСу-4-10	4,2	1,293 / 3230	0,54 / 1350	0,601 / 1500	0,056 / 140	0,056 / 140	0,112 / 280	5.21

Окончание табл. 5.31

Колодец	Внутренний объем, м³	Объем/масса бетона, м³/кг						Номер рисунка
		колодца в целом	в том числе					
			нижней части колодца	верхней части колодца	угловых вставок			
					составных		цельных	
					нижней части	верхней части		
ККСр-4-80	4,4	1,493 / 3730	0,628 / 1570	0,601 / 1500	0,112 / 280	0,112 / 280	0,224 / 560	5.22
ККСр-4-10	4,4	1,405 / 3510	0,54 / 1350	0,601 / 1500	0,112 / 280	0,112 / 280	0,224 / 560	5.22
ККС-3-80	2,7	0,99 / 2450	0,49 / 1200	0,46 / 1150	—	—	—	5.18
ККС-3-10	2,7	0,84 / 2070	0,41 / 1000	0,39 / 970	—	—	—	5.18
ККСу-3-80	2,9	1,068 / 2620	0,46 / 1180	0,45 / 1100	0,049 / 120	0,049 / 120	0,098 / 240	5.21
ККСу-3-10	2,9	0,918 / 2220	0,40 / 980	0,38 / 800	0,049 / 120	0,049 / 120	0,098 / 240	5.21
ККСр-3-80	3,0	1,166 / 2860	0,48 / 1180	0,45 / 1100	0,098 / 240	0,098 / 240	0,196 / 480	5.22
ККСр-3-10	3,0	1,016 / 2460	0,40 / 980	0,38 / 900	0,098 / 240	0,098 / 240	0,196 / 480	5.22
ККС-2-80	1,3	0,62 / 1550	0,30 / 750	0,28 / 700	—	—	—	5.19
ККС-2-10	1,3	0,62 / 1550	0,30 / 750	0,28 / 700	—	—	—	5.19
ККС-1-10	0,21	0,18 / 450	—	—	—	—	—	5.20

Примечания: 1. В объемы и массы колодцев в целом (кроме 1-го типа) входят также объем и масса двух опорных железобетонных колец (0,04 м³ и 100 кг соответственно).

2. В объемы и массы колодцев в целом включены угловые вставки либо составные (графы 6 и 7), либо цельные (графа 8).

3. Для угловых колодцев учитывается либо одна цельная вставка (графа 8), либо одна верхняя и одна нижняя части составной (см. графы 6 и 7). Для разветвительных колодцев учитываются либо две цельные вставки, либо две верхние и две нижние части составных.

Таблица 5.32

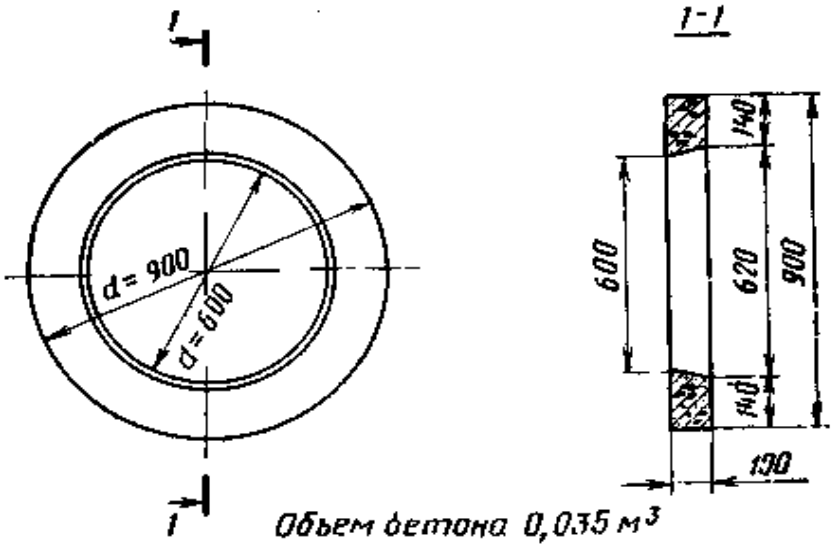
Объемы, м³, и массы, кг, бетона сборных железобетонных колодцев специального типа и их элементов

Элемент колодца	Объем / масса элемента	Число элементов в колодце типа											
		ККСС-1	ККСС-1-1	ККССу-1	ККССу-1-1	ККССр-1	ККССр-1-1	ККСС-2	ККСС-2-1	ККССу-2	ККССу-2-1	ККССр-2	ККССр-2-1
Стеновой блок:													
СБ-1	0,72 / 2400	4	4	3	3	2	2	6	6	5	5	4	4
СБ-2	0,54 / 2200	—	—	1	—	2	—	—	—	1	—	2	—
СБ-3	0,52 / 1370	2	—	1	—	2	—	2	—	1	—	2	—
СБ-4	0,60 / 1490	—	—	1	1	—	1	—	—	1	1	—	—
СБ-2-1	0,27 / 1130	—	—	—	1	—	2	—	—	—	1	—	2
СБ-2-2	0,27 / 1130	—	—	—	1	—	2	—	—	—	1	—	2
СБ-3-1	0,26 / 690	—	2	—	1	—	2	—	2	—	1	—	2
СБ-3-2	0,26 / 690	—	2	—	1	—	2	—	2	—	1	—	2

Окончание табл. 5.32

Элемент колодца	Объем / масса элемента	Число элементов в колодце типа											
		ККСС-1	ККСС-1-1	ККССу-1	ККССу-1-1	ККССр-1	ККССр-1-1	ККСС-2	ККСС-2-1	ККССу-2	ККССу-2-1	КККССр-2	ККССр-2-1
Плита покрытия:													
П1	0,41 / 1030	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
П2	0,37 / 930	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
П3	0,18 / 450	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Вставка:													
В1	0,33 / 820	—	—	1	—	2	—	—	—	1	—	2	—
В1-1	0,16 / 410	—	—	—	2	—	4	—	—	—	2	—	4
Опорное кольцо	0,02 / 50	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Объем, м³		5,1*	5,1	5,33	5,33	5,4	5,39	7,13	7,13	7,36	7,36	7,43	7,42
масса бетона колодца, кг		15300	15300	16040	16110	16540	16680	21580	21600	22320	22390	22820	22960
Общий внутренний объем колодцев, м³		11,1	11,1	11,8	11,8	12,5	12,5	16,7	16,7	17,4	17,4	18,1	18,1

Рис. 5.36. Опорное железобетонное кольцо под люк колодца



В качестве опор для чугунных люков, устанавливаемых на перекрытиях колодцев, применяются железобетонные опорные кольца ОК-1, конструкция и размеры которых приведены на рис. 5.36. В зависимости от глубины заложения перекрытия колодца под дорожным покрытием люк может иметь одно или два опорных железобетонных кольца.

5.17. Типовые кирпичные колодцы

Устройство кирпичных колодцев в сравнении со сборными железобетонными требует больших трудовых затрат и времени непосредственно на месте их строительства 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, в частности при:

устройстве нетиповых колодцев;

переустройстве старых, загруженных кабелями колодцев;

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 издалека нерентабельна;

устройстве станционных колодцев, если их требуется всего один-два на объект;

устройстве разветвительных и даже угловых колодцев всех типов, если общее потребное количество их на объекте невелико.

Для типовых проходных, угловых и разветвительных кирпичных колодцев ККС-2, ККС-3, ККС-4 и ККС-5 допускается только одна овальная форма. Типовые станционные кирпичные колодцы на 3; 6; 10 и 20 тыс. номеров строятся смешанной (многогранно-овальной) формы.

Для кирпичных колодцев, как правило, применяются готовые железобетонные перекрытия. Допускается устройство перекрытий из набора готовых стандартных железобетонных плит. В станционных, разветвительных и нетиповых колодцах допускается бетонирование перекрытий на месте с устройством опалубок. Днища кирпичных колодцев бетонируются на месте.

5.18. Типовые проходные кирпичные колодцы

Конструкция типовых проходных кирпичных колодцев ККС-5, ККС-4, ККС-3 и ККС-2 показана на рис. 5.37, а основные размеры приведены в табл. 5.33.

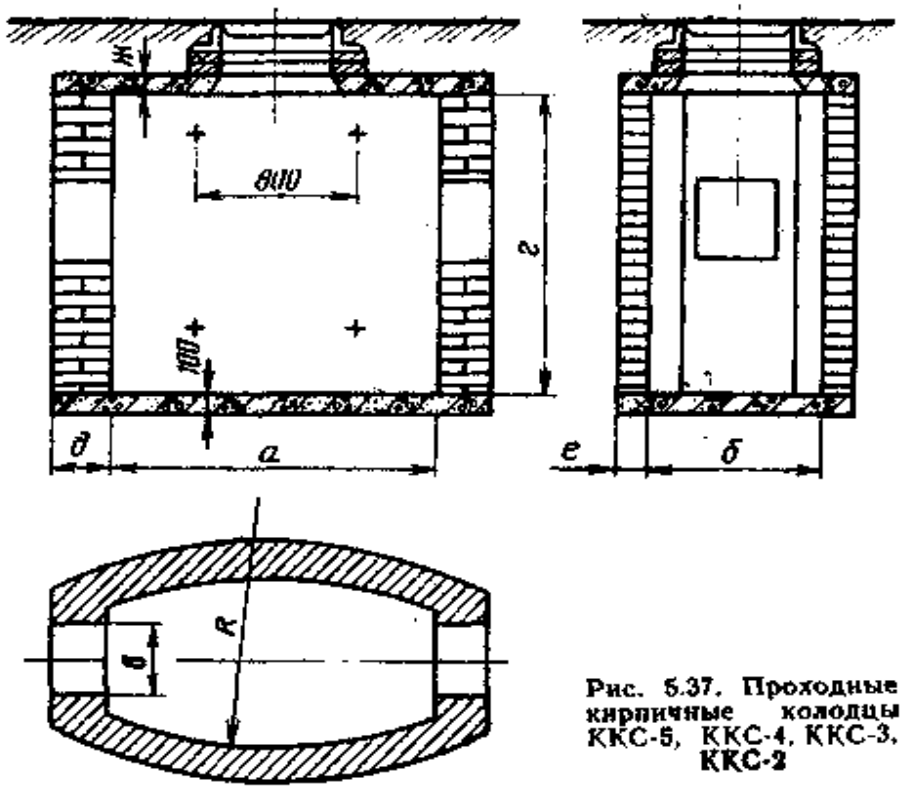


Рис. 5.37. Проходные кирпичные колодцы ККС-5, ККС-4, ККС-3, ККС-2

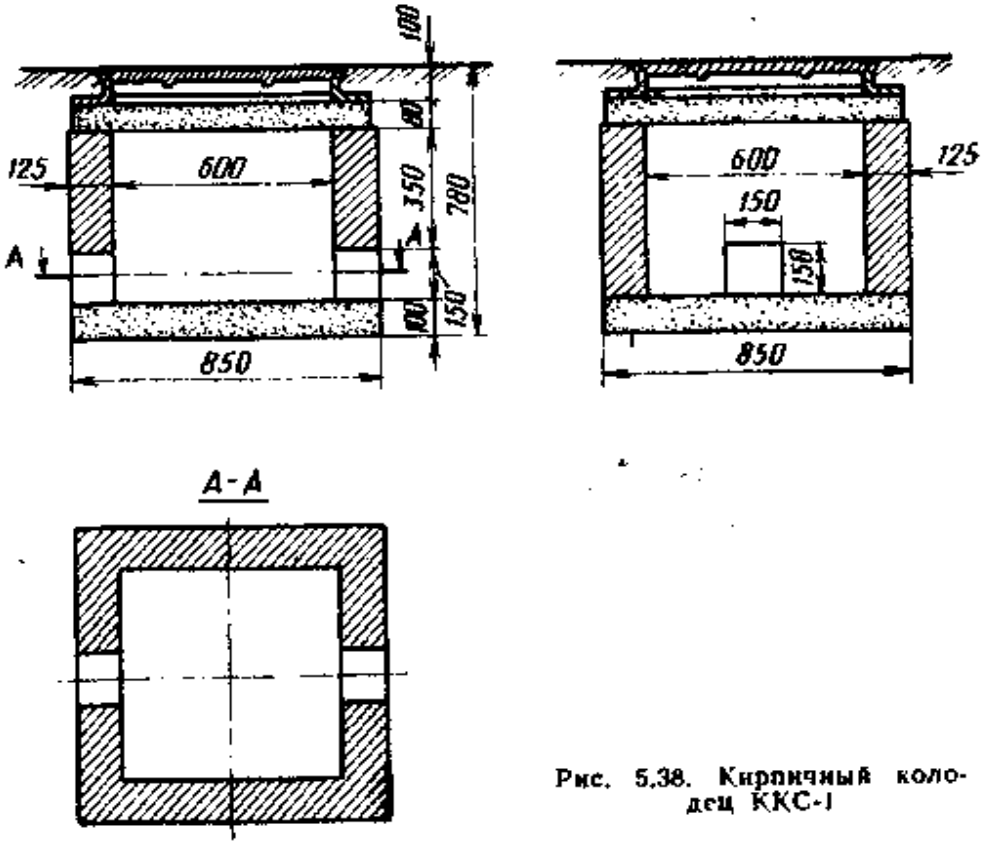


Рис. 5.38. Кирпичный колодец ККС-1

Таблица 5.33

Основные размеры, мм, проходных кирпичных колодцев

Колодец	*а*	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*	*ж*	*R*	*Д*	*Е*
									в кирпичах	
ККС-5	2800	1400	900	1800	250	250	100/120	4000	1	1
ККС-4	2200	1100	700	1800	250	250	100	3000	1	1
ККС-3	1800	1000	600	1600	250	125/250	100	2000	1	0,5/1
ККС-2	1200	900	550	1400	250	125/250	80	1150	1	0,5/1

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, а в знаменателе — для проезжей части.

Конструкция и основные размеры кирпичных колодцев ККС-1 приведены на рис. 5.38.

5.19. Типовые угловые кирпичные колодцы

Конструкция типовых угловых кирпичных колодцев ККСу-5, ККСу-4, ККСу-3 показана на рис. 5.39, а основные размеры приведены в табл. 5.34.

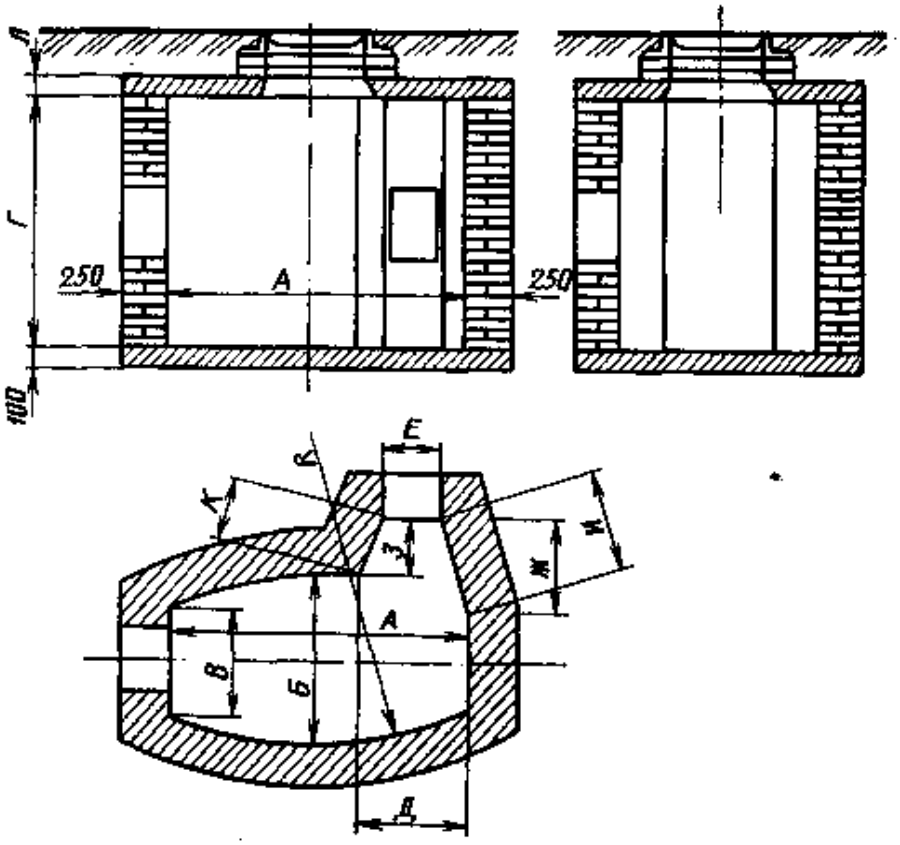


Рис. 5.39. Угловые кирпичные колодцы ККСу-5, ККСу-4, ККСу-3

Таблица 5.34

Основные размеры, мм, типовых угловых кирпичных колодцев

Колодец	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*	*З*	*И*	*К*	*Л*	*R*
ККСу-5	2800	1400	900	1800	1060	740	550	315	565	375	100/180	4000
ККСу-4	2200	1100	700	1800	820	500	450	260	470	330	100	3000
ККСу-3	1800	1000	600	1600	620	300	450	260	470	330	100	2000

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.

5.20. Типовые разветвительные кирпичные колодцы

Конструкция типовых разветвительных кирпичных колодцев ККСр-5, ККСр-4 и ККСр-3 показана на рис. 5.40, а основные размеры приведены в табл. 5.35.

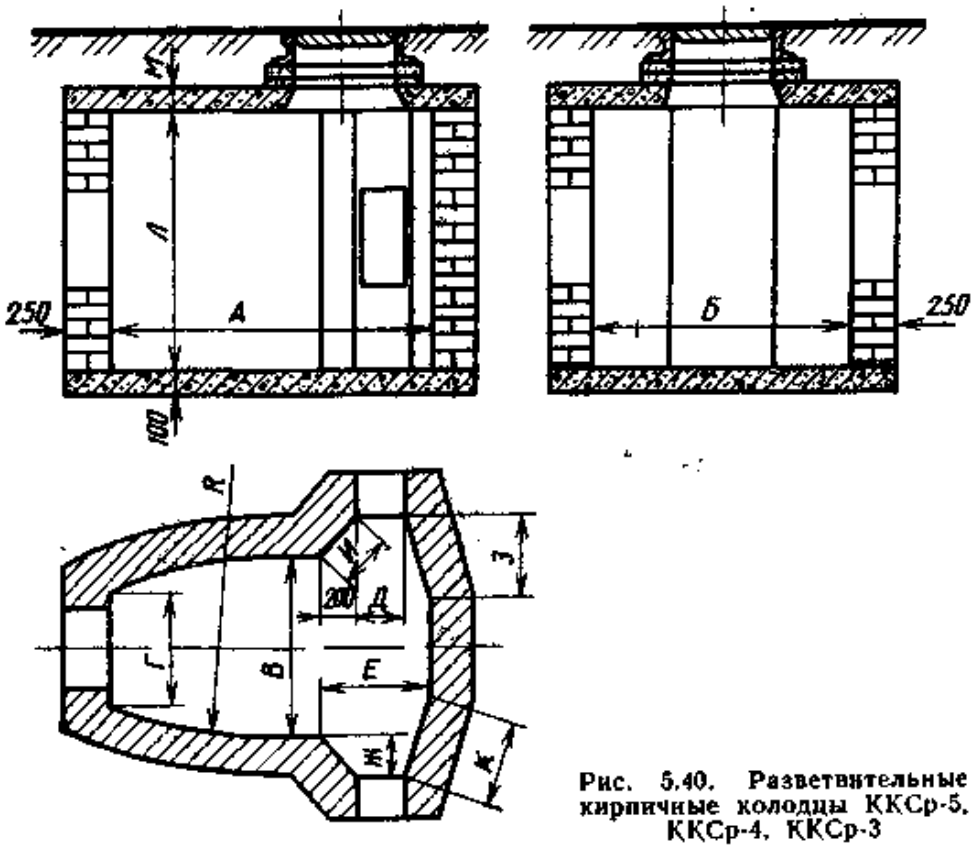


Рис. 5.40. Разветвительные кирпичные колодцы ККСр-5, ККСр-4, ККСр-3

Таблица 5.35

Основные размеры, мм, типовых разветвительных кирпичных колодцев

Колодец	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*	*З*	*И*	*К*	*Л*	*М*	*R*
ККСр-5	2800	2000	1400	900	740	1060	315	550	375	565	1800	100/120	4000
ККСр-4	2200	1600	1100	700	500	820	260	450	330	470	1800	100	3000
ККСр-3	1800	1500	1000	600	300	620	260	450	330	470	1600	100	2000

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.

5.21. Станционные кирпичные колодцы

Конструкция станционных кирпичных колодцев показана на рис. 5.41, а основные размеры приведены в табл. 5.36.

Таблица 5.36

Основные размеры, мм, станционных кирпичных колодцев

Емкость станции, тыс. номеров	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*	*З*	*И*	*К*	*Л*	*М*	*Н*	*R*
20	6000	3000	1000	2730	2250	1500	1650	350	2200	375	130	200	850	12 400
10	5000	3000	1000	2600	2000	1000	1650	350	2200	375	130	200	850	9 100
6	4300	2600	750	2300	1650	1000	1620	230	2200	250/375	130	200	750	10 400
3	2500	2125	750	1525	875	750	1250	125	1800	250/375	120	150	0	6 300

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, в знаменателе — для проезжей части.

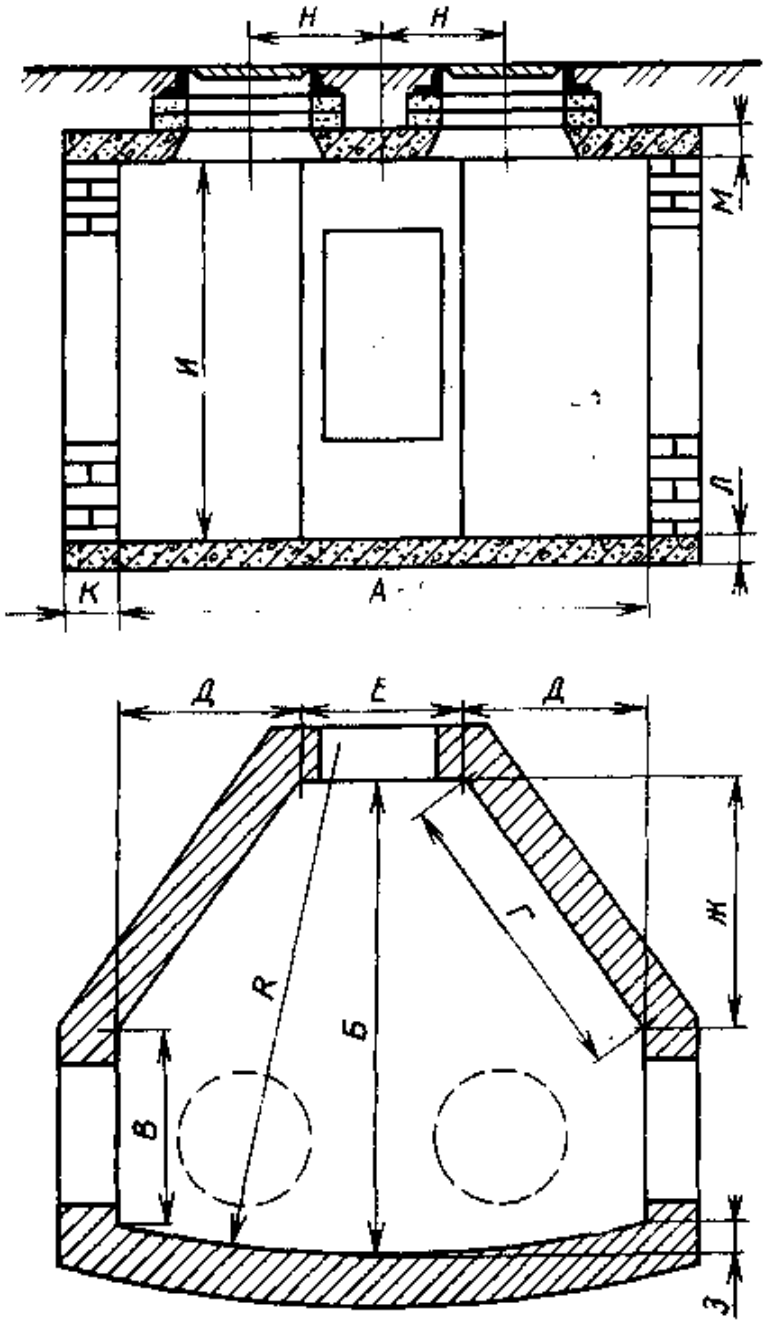


Рис. 5.41. Станционные кирпичные колодцы

5.22. Перекрытия для типовых кирпичных колодцев

Перекрытие для типовых проходных кирпичных колодцев ККС-5, ККС-4, ККС-3 и ККС-2 показано на рис. 5.42, а для угловых кирпичных колодцев ККСу-5, ККСу-4 и ККСу-3 — на рис. 5.43. Основные размеры перекрытий для этих колодцев приведены соответственно в табл. 5.37 и 5.38.

Один из возможных вариантов сборного железобетонного перекрытия для типовых кирпичных разветвительных колодцев представлен на рис. 5.44. Размеры таких перекрытий приведены в табл. 5.39.

Для станционных кирпичных колодцев могут применяться готовые сборные железобетонные перекрытия, предусмотренные ТУ 45—83 для железобетонных станционных колодцев (см. рис. 5.35). Допускается также применение изготов-

Таблица 5.37

Основные размеры, мм, железобетонных перекрытий для проходных кирпичных колодцев (см. рис. 5.42)

Колодец	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*R*
ККС-5	3300	1900	1230	335	4250
ККС-4	2700	1600	1010	300	3250
ККС-3	2300	1250 / 1500	570 / 870	340 / 315	2125 / 2250
ККС-2	1700	1150 / 1400	510 / 835	320 / 285	1300 / 1350

Примечание. В числителе для пешеходной части, в знаменателе — для проезжей.

Таблица 5.38

Основные размеры, мм, железобетонных перекрытий для угловых кирпичных колодцев (см. рис. 5.43)

Колодец	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*	*З*	*И*	*К*	*Л*	*R*
ККСу-5	3300	1900	1230	335	2200	1050	815	1880	160	1080	315	4250
ККСу-4	2700	1600	1000	295	1850	880	675	1505	200	815	260	3250
ККСу-3	2300	1500	870	315	1750	760	675	1305	200	615	260	2250

Таблица 5.39

Размеры, мм, железобетонных сборных перекрытий для разветвительных кирпичных колодцев (см. рис. 5.44)

Колодец	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*	*З*
ККСр-5	3300	1900	1235	335	2500	870	815	1880
ККСр-4	2700	1600	1000	300	2100	750	675	1505
ККСр-3	2300	1500	870	315	2000	650	675	1305

Окончание табл. 5.39

Колодец	*И*	*К*	*Л*	*М*	*Н*	*О*	*R*
ККСр-5	160	1080	315	1500	1800	1900	4250
ККСр-4	200	815	260	1350	1350	1600	3250
ККСр-3	200	615	260	1300	1000	1450	2250

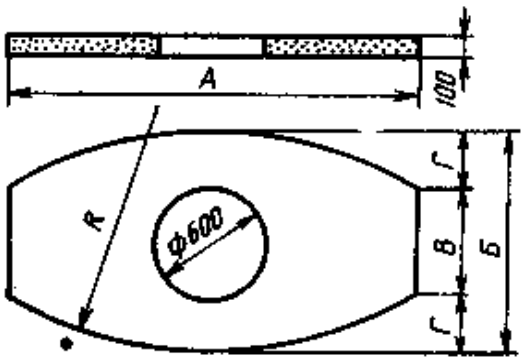


Рис. 5.42. Железобетонные покрытия для проходных кирпичных колодцев ККС-5, ККС-4, ККС-3, ККС-2

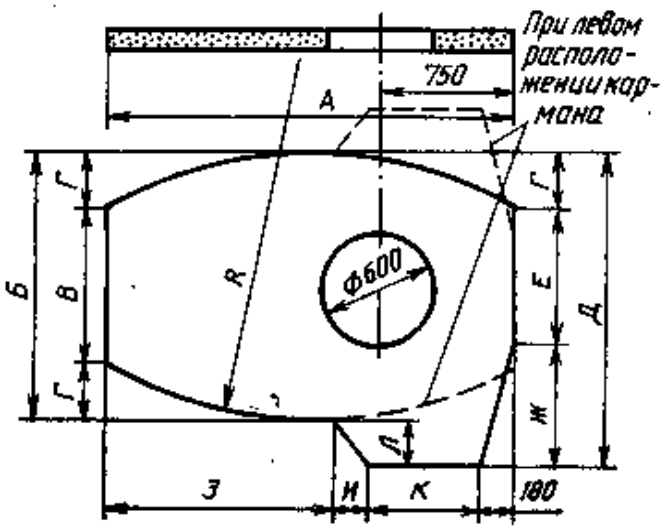


Рис. 5.43. Железобетонные покрытия для угловых кирпичных колодцев ККСу-5, ККСу-4, ККСу-3

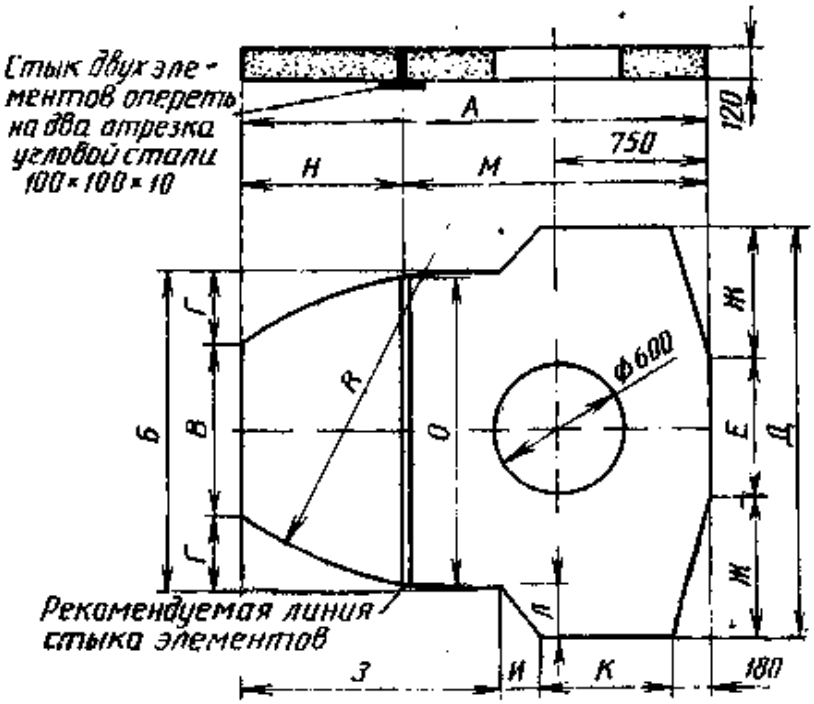


Рис. 5.44. Сборные железобетонные покрытия для разветвительных кирпичных колодцев ККСр-5, ККСр-4, ККСр-3

ляемых на стройплощадке сборных железобетонных покрытий, показанных на рис. 5.45 для станционных колодцев на 3 тыс. номеров и на рис. 5.46 на 6, 10 и 20 тыс. номеров. Размеры последних приведены в табл. 5.40.

Для кирпичных станционных, а иногда и разветвительных колодцев при малом их числе на объекте допускается также бетонирование перекрытий на месте по деревянным опалубкам с закладкой соответствующих арматурных каркасов.

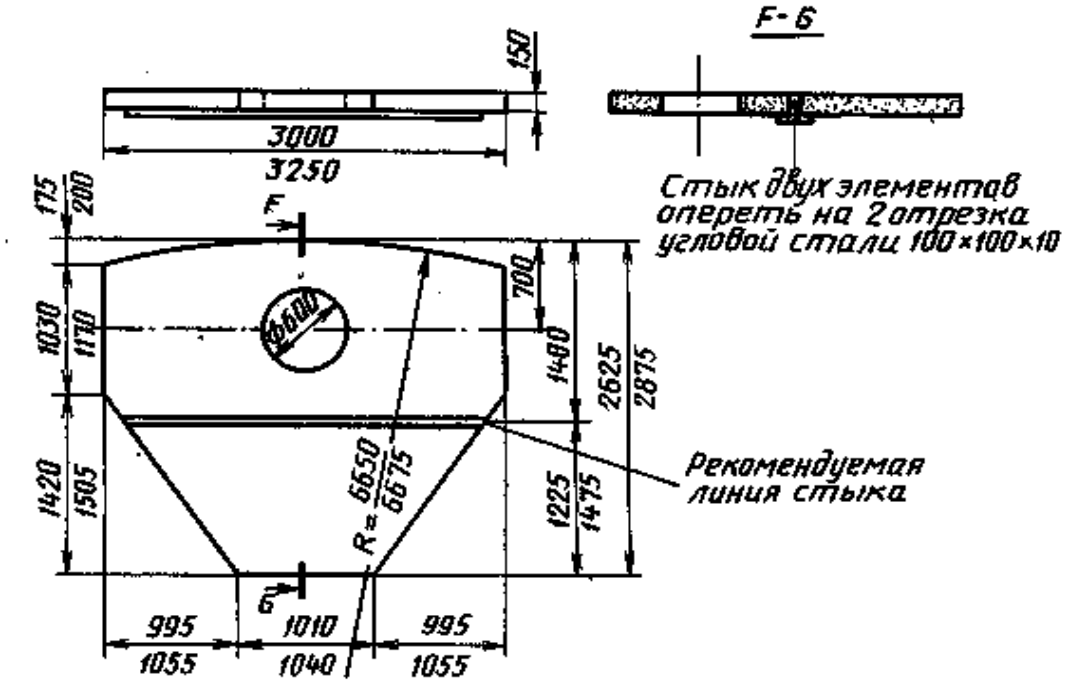


Рис. 5.45. Сборные железобетонные покрытия для кирпичных станционных колодцев на 3 тыс. номеров (один из возможных вариантов)

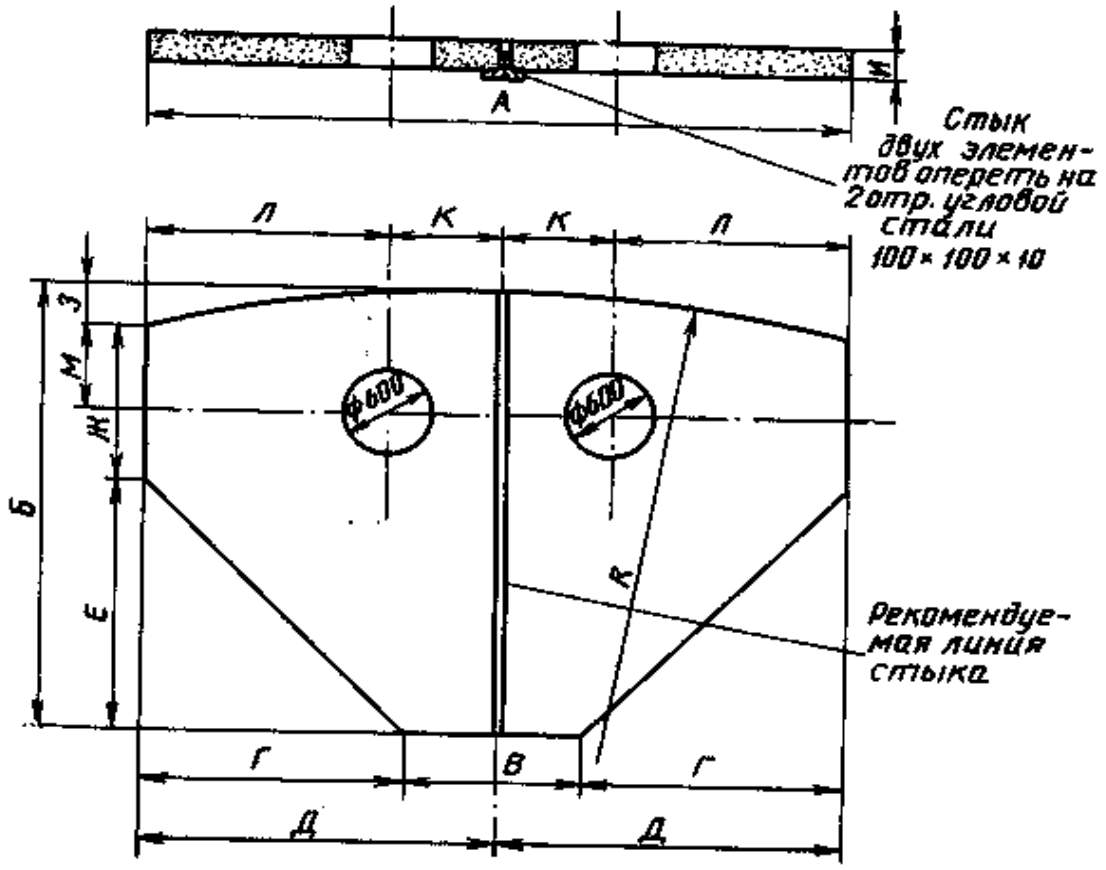


Рис. 5.46. Варианты сборных железобетонных покрытий для кирпичных станционных колодцев на 6, 10 и 20 тыс. номеров

Таблица 5.40

Размеры, мм, сборных железобетонных перекрытий для станционных кирпичных колодцев

Емкость станции, тыс. номеров	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	R
6	4800	3100	1200	1800	2400	1770	1050	280	200	750	1650	525	10 650
	5050	3350	1310	1870	2525	1840	1205	305			1775	600	10 775
10	5750	3750	1270	2240	2875	1850	1455	445	200	850	2025	730	9 475
20	6760	3760	1760	2500	3380	1815	1500	445	200	850	2530	700	12 775

Примечание. В числителе даны размеры для пешеходной части улиц и проездов, а в знаменателе — для проезжей части.

5.23. Площади, объемы и массы кирпичных колодцев

В табл. 5.41 приводятся площади,объемы и массы кирпичных колодцев.

Таблица 5.41

Конструктивные данные кирпичных колодцев

Колодец	Площадь стен, м²		Объем, м³		Объем/масса бетона, м³/кг			Объем кирпичной кладки	
						в том числе			
	внутренней	наружной	внутренний	по наружному обмеру	всего	днища	перекрытия	м³	штук кирпичей
Проходные									
ККС-5-10	13,5	18,5	6,28	11,21	1,09 2725	0,56 1400	0,53 1325	3,61	1490
ККС-5-80	13,5	18,7	6,29	11,32	1,19 2975	0,56 1400	0,63 1575	3,61	1490
ККС-4-80(10)	10,6	15,2	4,05	7,71	0,73 1825	0,38 950	0,35 875	2,79	1210
ККС-3-10	7,9	10,8	2,63	4,32	0,45 1125	0,24 600	0,21 625	1,12	510

Продолжение табл. 5.41

Колодец	Площадь стен, м²		Объем, м³		Объем/масса бетона, м³/кг			Объем кирпичной кладки	
	внутренней	наружной	внутренний	по наружному обмеру	всего	в том числе: днища	в том числе: перекрытия	м³	штук кирпичей
ККС-3-80	7,9	11,8	2,63	5,45	0,57 / 1425	0,3 / 750	0,27 / 675	2,13	915
ККС-2-10	5,1	7,49	1,36	2,78	0,27 / 675	0,16 / 400	0,11 / 275	0,91	355
ККС-2-80	5,1	8,44	1,36	3,36	0,35 / 875	0,21 / 525	0,14 / 350	1,55	605
ККС-1	1,4	2,3	0,21	0,48	0,101 / 253	0,072 / 180	0,029 / 73	0,18	70
									Марка – 3,5
Угловые									
ККСу-5-10	14,6	19,7	7,0	12,63	1,23 / 3075	0,63 / 1575	0,6 / 1500	3,98	1645
ККСу-5-80	14,6	19,8	7,01	12,75	1,35 / 3375	0,63 / 1575	0,72 / 1800	3,98	1645
ККСу-4-80(10)	11,4	16,2	4,5	8,67	0,83 / 2075	0,43 / 1075	0,40 / 1000	3,09	1340
ККСу-3-80(10)	8,6	12,6	2,92	6,15	0,65 / 1625	0,34 / 850	0,31 / 775	2,38	1030
Разветвительные									
ККСр-5-10	15,7	20,9	7,72	14,05	1,37 / 3425	0,7 / 1750	0,67 / 1675	4,35	1800
ККСр-5-80	15,7	20,9	7,73	14,18	1,51 / 3775	0,7 / 1750	0,81 / 2025	4,35	1800
ККСр-4-80(10)	12,2	17,2	4,95	9,63	0,93 / 2325	0,48 / 1200	0,45 / 1125	3,39	1470
ККСр-3-80(10)	9,3	13,4	3,21	6,85	0,73 / 1825	0,38 / 950	0,35 / 875	2,65	1145

Окончание табл. 5.41

Колодец	Площадь сети, м²		Объем, м³		Объем/масса бетона м³/кг			Объем кирпичной кладки	
						в том числе			
	внутренних	наружных	внутренний	по наружному обмеру	всего	днища	перекрытия	м³	штук кирпичей
Станционные									
На 3000 номеров: в пешеходной части	14,1	19,8	7,46	13,12	1,65 / 4125	0,75 / 1875	0,9 / 2250	3,92	1670
в проезжей части	14,1	21,6	7,47	15,68	1,99 / 4975	0,9 / 2250	1,09 / 2725	6,16	2550
На 6000 номеров: в пешеходной части	25,2	33,4	18,06	28,55	3,6 / 9000	1,46 / 3650	2,14 / 5350	6,75	2800
в проезжей части	25,2	35,6	18,06	38,9	4,17 / 10425	1,69 / 4225	2,48 / 6200	10,54	4370
На 10 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	29,2	40,1	24,53	42,01	5,35 / 13375	2,15 / 5375	3,2 / 8000	12,0	5000
на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	31,8	43,5	29,9	45,1	6,38 / 15 950	2,55 / 6375	3,83 / 9575	13,3	6950

5.24. Котлованы для подземных колодцев

На рис. 5.47—5.49 показаны формы котлованов для железобетонных и кирпичных колодцев. Размеры этих котлованов применительно к каждому типу колодцев приведены в табл. 5.42. Размеры рассчитаны на механизированную выемку основной массы грунта из котлованов экскаватором. Подрезка, выравнивание, планировка и подчистка котлованов после работы экскаватора обычно осуществляются вручную.

На рис. 5.47 показаны котлованы для трех видов колодцев: проходных ККС и ККСС; угловых сборных железобетонных колодцев ККСу и ККССу, составленных из проходного колодца и угловой вставки; специально угловых кирпичных и монолитных железобетонных — типов ККСу.

Таблица 5.42

Размеры, мм, котлованов для колодцев

Колодец	А	Б	В	Г	Д	Е		Ж	З	И
						в пешеходной части	в проезжей части			
Проходные										
Сборные железобетонные (рис. 5.47, *а*): ККС-5	3,6 / 3,8	2,2 / 2,4	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
ККС-4	3,0 / 3,2	1,9 / 2,1	—	—	—	2,25	2,3	—	—	—
ККС-3	2,6 / 2,8	1,8 / 2,0	—	—	—	2,05	2,1	—	—	—
ККС-2	2,0 / 2,2	1,7 / 1,9	—	—	—	1,8	1,9	—	—	—
ККС-1	1,2 / 1,4	1,2 / 1,4	—	—	—	0,8	—	—	—	—
Монолитные железобетонные (рис. 5.47, *а*) ККС-5	4,2 / 4,4	2,8 / 3,0	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
ККС-4	3,6 / 3,8	2,5 / 2,7	—	—	—	2,25	2,3	—	—	—
ККС-3	3,2 / 3,4	2,4 / 2,6	—	—	—	2,05	2,1	—	—	—
ККС-2	2,6 / 2,8	2,3 / 2,5	—	—	—	1,8	1,9	—	—	—
Кирпичные с наружной штукатуркой стен (рис. 5.47, *а*): ККС-5	4,1 / 4,3	2,7 / 2,9	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
ККС-4	3,5 / 3,7	2,4 / 2,6	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—

Продолжение табл. 5.42

Колодец	А	Б	В	Г	Д	Е		Ж	З	И
						в пешеходной части	в проезжей части			
ККС-3-10	3,1 / 3,3	2,1 / 2,3	—	—	—	2,05	—	—	—	—
ККС-3-80	3,1 / 3,3	2,3 / 2,5	—	—	—	—	2,15	—	—	—
ККС-2-10	2,5 / 2,7	2,0 / 2,2	—	—	—	1,85	—	—	—	—
ККС-2-80	2,5 / 2,7	2,2 / 2,4	—	—	—	—	1,9	—	—	—
ККС-1	1,5 / 1,7	1,5 / 1,7	—	—	—	0,8	—	—	—	—
Кирпичные без наружной штукатурки стен (рис. 5.47, *а*): ККС-5	3,9 / 4,1	2,5 / 2,7	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
ККС-4	3,3 / 3,5	2,2 / 2,4	—	—	—	2,25	2,35	—	—	—
ККС-3-10	2,9 / 3,1	1,9 / 2,1	—	—	—	2,05	—	—	—	—
ККС-3-80	2,9 / 3,1	2,1 / 2,3	—	—	—	—	2,15	—	—	—
ККС-2-10	2,3 / 2,5	1,8 / 2,0	—	—	—	1,85	—	—	—	—
ККС-2-80	2,3 / 2,5	2,0 / 2,2	—	—	—	—	1,9	—	—	—
ККС-1	1,3 / 1,5	1,3 / 1,5	—	—	—	0,8	—	—	—	—

Продолжение табл. 5.42

Колодец	А	Б	В	Г	Д	Е		Ж	З	И
						в пешеходной части	в проезжей части			
Угловые										
Сборный железобетонный, составленный из проходного и угловой вставки (рис. 5.47, *б*): ККСу-5	3,6 / 3,8	2,2 / 2,4	3,4 / 3,6	1,7 / 1,9	—	2,25	2,35	1,8	—	1,2
ККСу-4	3,0 / 3,2	1,9 / 2,1	3,1 / 3,3	1,5 / 1,7	—	2,25	2,3	1,7	2	1,2
ККСу-3	2,6 / 2,8	1,8 / 2,0	3,0 / 3,2	1,2 / 1,4	—	2,05	2,1	1,5	—	1,2
Кирпичный с наружной штукатуркой стен (рис. 5.47, *в*): ККСу-5	4,1 / 4,3	2,7 / 2,9	3,0 / 3,2	—	0,3	2,25	2,35	—	2,2 / 2,4	—
ККСу-4	3,5 / 3,7	2,4 / 2,6	2,7 / 2,9	—	0,3	2,25	2,35	—	2,0 / 2,2	—
ККСу-3	3,1 / 3,3	2,3 / 2,5	2,6 / 2,8	—	0,3	2,05	2,15	—	1,8 / 2,0	—
Кирпичный без наружной штукатурки стен (рис. 5.47, *в*): ККСу-5	3,9 / 4,1	2,5 / 2,7	2,8 / 3,0	—	0,3	2,25	2,35	—	2,0 / 2,2	—
ККСу-4	3,3 / 3,5	2,2 / 2,4	2,5 / 2,7	—	0,3	2,25	2,35	—	1,8 / 2,0	—
ККСу-3	2,9 / 3,1	2,1 / 2,3	2,4 / 2,6	—	0,3	2,05	2,15	—	1,6 / 1,8	—

Продолжение табл. 5.42

Колодец	А	Б	В	Г	Д	Е		Ж	З	И
						в пешеходной части	в проезжей части			
Монолитный железобетонный (рис. 5.47, *в*):										
ККСу-5	4,2 / 4,4	2,8 / 3,0	3,1 / 3,3	—	0,3	2,25	2,35	-	2,4 / 2,6	—
ККСу-4	3,6 / 3,8	2,5 / 2,7	2,8 / 3,0	—	0,3	2,25	2,3	—	2,2 / 2,4	—
ККСу-3	3,2 / 3,4	2,4 / 2,6	2,6 / 2,8	—	0,2	2,05	2,1	—	1,9 / 2,1	—
Разветвительные										
Сборный железобетонный, составленный из проходного и двух угловых вставок (рис. 5.48):										
ККСр-5	3,6 / 3,8	2,2 / 2,4	4,6 / 4,8	1,7 / 1,9	—	2,25	2,35	1,8	—	1,2
ККСр-4	3,0 / 3,2	1,9 / 2,1	4,3 / 4,5	1,5 / 1,7	—	2,25	2,3	1,7	—	1,2
ККСр-3	2,6 / 2,8	1,8 / 2,0	4,2 / 4,4	2,2 / 1,4	—	2,05	2,1	1,5	—	1,2
Кирпичный с наружной штукатуркой стен (рис. 5.49, *а*):										
ККСр-5	4,1 / 4,3	2,7 / 2,9	3,3 / 3,5	—	0,3	2,25	2,35	—	2,2 / 2,4	—
ККСр-4	3,5 / 3,7	2,4 / 2,6	2,9 / 3,1	—	0,25	2,25	2,35	—	2,0 / 2,2	—
ККСр-3	3,1 / 3,3	2,3 / 2,5	2,8 / 3,0	—	0,25	2,05	2,15	—	1,8 / 2,0	—

Продолжение табл. 5.42

Колодец	А	Б	В	Г	Д	Е		Ж	З	И
						в пешеходной части	в проезжей части			
Кирпичный без наружной штукатурки стен (рис. 5.49, *а*):										
ККСр-5	3,9 / 4,1	2,5 / 2,7	3,1 / 3,3	—	0,3	2,25	2,35	—	2,0 / 2,2	—
ККСр-4	3,3 / 3,5	2,2 / 2,4	2,7 / 2,9	—	0,25	2,25	2,35	—	1,8 / 2,0	—
ККСр-3	2,9 / 3,1	2,1 / 2,3	2,6 / 2,8	—	0,25	2,05	2,15	—	1,6 / 1,8	—
Монолитный железобетонный (рис. 5.49, *а*):										
ККСр-5	4,2 / 4,4	2,8 / 3,0	3,4 / 3,6	—	0,3	2,25	2,35	—	2,4 / 2,6	—
ККСр-4	3,6 / 3,8	2,5 / 2,7	3,0 / 3,2	—	0,25	2,25	2,3	—	2,2 / 2,4	—
ККСр-3	3,2 / 3,4	2,4 / 2,6	2,9 / 3,1	—	0,25	2,05	2,1	—	1,9 / 2,1	—
Станционные										
Кирпичный с наружной штукатуркой стен (рис. 5.49, *б*):										
на 3000 номеров в пешеходной части	3,8 / 4,0	2,0 / 2,2	3,4 / 3,6	1,8 / 2,0	1,0	2,3	—	—	—	—
в проезжей части	4,1 / 4,3	2,2 / 2,4	3,7 / 3,9	1,9 / 2,1	1,1	—	2,4	—	—	—
на 6000 номеров в пешеходной части	5,6 / 5,8	2,2 / 2,4	3,9 / 4,1	2,0 / 2,2	1,8	2,8	—	—	—	—
в проезжей части	5,9 / 6,1	2,3 / 2,5	4,2 / 4,4	2,1 / 2,3	1,9	—	2,9	—	—	—

Продолжение табл. 5.42

Колодец	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*		*Ж*	*З*	*И*
						в пешеходной части	в проезжей части			
на 10 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	6,6 / 6,8	2,7 / 2,9	4,6 / 4,8	2,1 / 2,3	2,25	2,8	2,9	—	—	—
на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	7,6 / 7,8	2,8 / 3,0	4,6 / 4,8	2,6 / 2,8	2,5	2,9	2,9	—	—	—
Кирпичный без наружной штукатурки стен (рис. 5.49, *б*):										
на 3000 номеров в пешеходной части	3,6 / 3,8	1,8 / 2,0	3,2 / 3,4	1,6 / 1,8	1,0	2,3	—	—	—	—
в проезжей части	2,9 / 4,1	2,0 / 2,2	3,5 / 3,7	1,7 / 1,9	1,1	—	2,4	—	—	—
на 6000 номеров:										
в пешеходной части	5,4 / 5,6	2,0 / 2,2	3,7 / 3,9	1,8 / 2,0	1,8	2,8	—	—	—	—
в проезжей части	5,7 / 5,9	2,1 / 2,3	4,0 / 4,2	1,9 / 2,1	1,9	—	2,9	—	—	—
на 10 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	6,4 / 6,6	2,5 / 2,7	4,4 / 4,6	1,9 / 2,1	2,25	2,8	2,9	—	—	—
на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	7,4 / 7,6	2,6 / 2,8	4,4 / 4,6	2,4 / 2,6	2,5	2,9	2,9	—	—	—
Монолитный железобетонный (рис. 5.49, *б*) на 3000 номеров в пешеходной части	3,9 / 4,1	2,2 / 2,4	3,6 / 3,8	2,1 / 2,3	0,9	2,3	—	—	—	—

Окончание табл. 5.42

Колодец	А	Б	В	Г	Д	Е		Ж	З	И
						в пешеходной части	в проезжей части			
в проезжей части	4,0 / 4,2	2,3 / 2,5	3,6 / 3,8	2,1 / 2,3	0,95	—	2,4	—	—	—
на 6000 номеров в пешеходной части	5,7 / 5,9	2,4 / 2,6	4,1 / 4,3	2,3 / 2,5	1,7	2,8	—	—	—	—
в проезжей части	5,9 / 6,1	2,5 / 2,7	4,2 / 4,4	2,4 / 2,6	1,75	—	2,9	—	—	—
на 10 000 номеров в пешеходной части	6,5 / 6,7	2,8 / 3,0	4,5 / 4,7	2,3 / 2,5	2,1	2,8	—	—	—	—
в проезжей части	6,6 / 6,8	2,9 / 3,1	4,6 / 4,8	2,4 / 2,6	2,1	—	2,9	—	—	—
на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	7,6 / 7,8	3,0 / 3,2	4,6 / 4,8	2,8 / 3,0	2,4	2,9	2,9	—	—	—
Специального типа										
Проходной (рис. 5.47, *а*):										
ККСС-1	4,6	2,7	—	—	—	2,5	2,5	—	—	—
ККСС-2	6,4	2,7	—	—	—	2,5	2,5	—	—	—
Угловой (рис. 5.47, *б*):										
ККСу-1	4,6	2,7	3,6	2,4	—	2,5	2,5	2,1	—	0,9
ККССу-2	6,4	2,7	3,6	2,4	—	2,5	2,5	2,1	—	0,9
Разветвительный (рис. 5.48):										
ККССр-1	4,6	2,7	4,0	2,4	—	2,5	2,5	2,1	—	0,9
ККССр-2	6,4	2,7	4,0	2,4	—	2,5	2,5	2,1	—	0,9

Примечание. В числителе даны размеры котлованов без крепления стен, в знаменателе — с креплением.

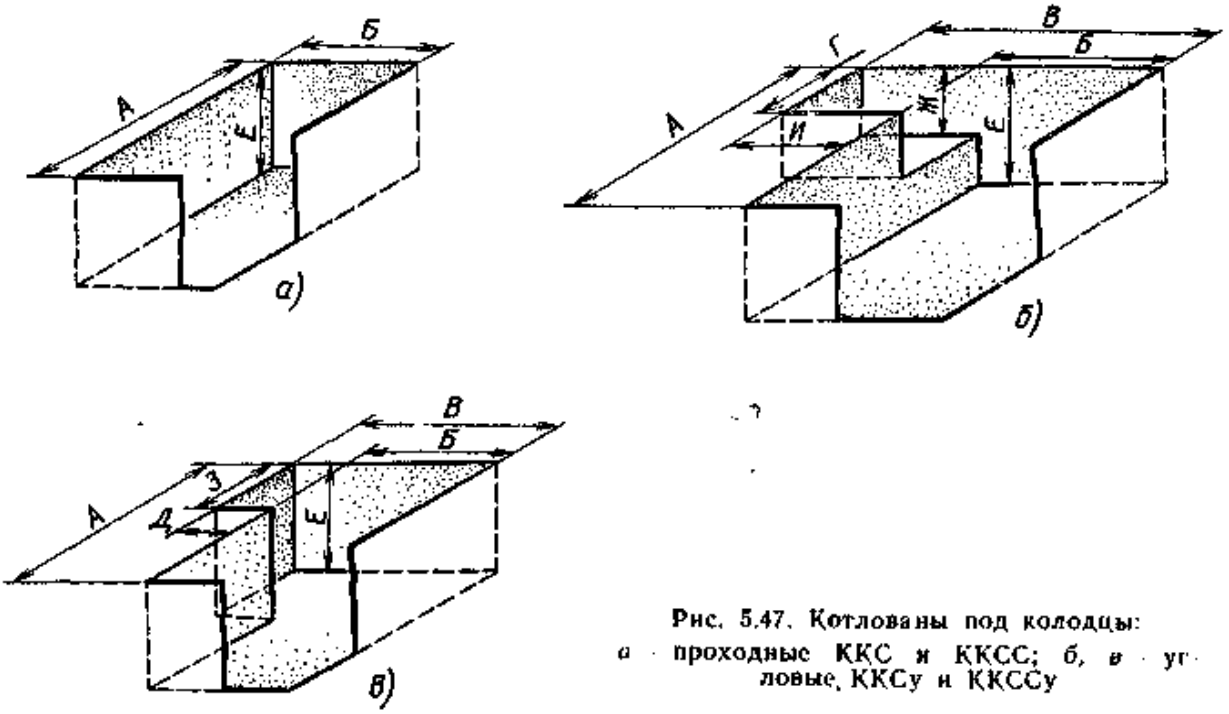


Рис. 5.47. Котлованы под колодцы:
а — проходные ККС и ККСС; *б*, *в* — угловые, ККСу и ККССу

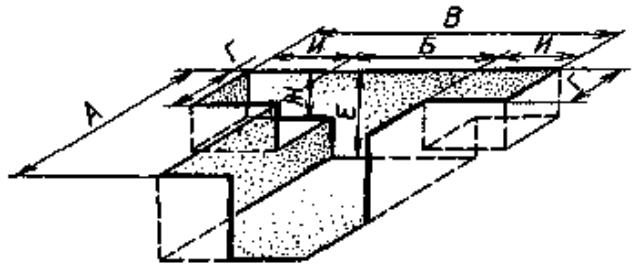


Рис. 5.48. Котлованы под разветвительные колодцы ККСр и ККССр

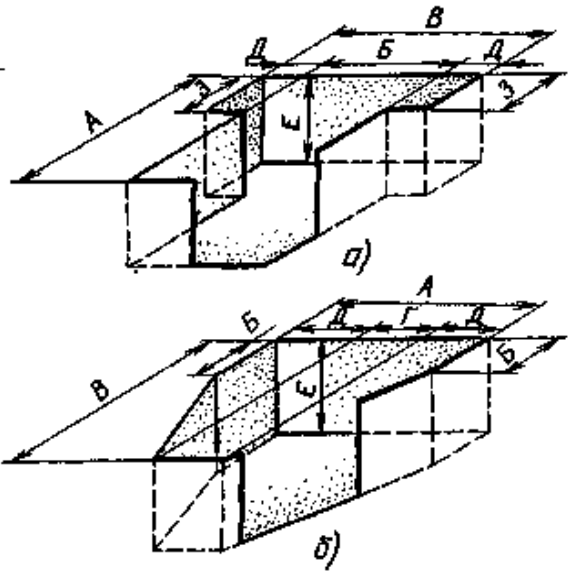


Рис. 5.49. Котлованы под кирпичные и монолитные железобетонные колодцы:
а — разветвительные; *б* — станционные

На рис. 5.48 показаны котлованы для двух разновидностей разветвительных колодцев ККСр и ККССр: составленных из проходного колодца и двух угловых вставок; из углового колодца (обычно существующего, кирпичного) и одной угловой вставки.

На рис. 5.49, а, б показаны соответственно котлованы: для кирпичных и монолитных железобетонных разветвительных колодцев типа ККСр; кирпичных и монолитных железобетонных станционных колодцев.

5.25. Объемы земляных работ и площади вскрываемого и восстанавливаемого замощения при разработке котлованов для колодцев

Для разметки вскрытия покровов при рытье котлованов следует пользоваться данными табл. 5.42, прибавляя к указанным в ней размерам 0,1 м с каждой стороны для асфальта и 0,2 м для штучного камня.

Таблица 5.43

Объемы земляных работ и площади замощения при разработке котлованов для типовых колодцев

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
Проходные							
Сборный железобетонный (рис. 5.47, *а*): ККС-5-10	17,8 20,5	9,0 11,7	8,8	9,1 10,4	10,4 11,8	9,8 11,1	11,8 13,2
ККС-5-80	18,6 21,4	9,7 12,6	8,9	9,1 10,4	10,4 11,8	9,8 11,1	11,8 13,2
ККС-4-10	12,8 15,1	7,0 9,3	5,8	6,7 7,8	7,8 9,0	7,3 8,4	9,0 10,3
ККС-4-80	13,1 15,5	7,3 9,7	5,8	6,7 7,8	7,8 9,0	7,3 8,4	9,0 10,3
ККС-3-10	9,6 11,5	5,7 7,6	3,9	5,6 6,6	6,6 7,7	6,1 7,1	7,7 8,8
ККС-3-80	9,8 11,8	5,9 7,9	3,9	5,6 6,6	6,6 7,7	6,1 7,1	7,7 8,8
ККС-2-10	6,1 7,5	3,9 5,3	2,2	4,2 5,0	5,0 6,0	4,6 5,5	6,0 7,0
ККС-2-80	6,5 7,9	4,2 5,7	2,2	4,2 5,0	5,0 6,0	4,6 5,5	6,0 7,0
КС-1-10	1,2 1,6	0,6 1,0	0,6	2,0 2,6	2,6 3,2	2,3 2,9	3,2 4,0
Монолитный железобетонный (рис. 5.47, *б*): ККС-5-10	26,5 29,7	17,7 20,9	8,8	13,2 14,7	14,7 16,3	14,0 15,5	16,3 18,0
ККС-5 80	27,6 31,0	18,8 22,1	8,9	13,2 14,7	14,7 16,3	14,0 15,5	16,3 18,0

Продолжение табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
ККС-4-10	20,3 23,1	14,5 17,3	5,8	10,3 11,6	11,6 13,0	10,9 12,3	13,0 14,5
ККС-4-80	20,7 23,6	14,9 17,8	5,8	10,3 11,6	11,6 13,0	10,9 12,3	13,0 14,5
ККС-3-10	15,7 18,1	11,9 14,2	3,9	8,8 10,1	10,1 11,4	9,5 10,7	11,4 12,8
ККС-3-80	16,1 18,6	12,2 14,7	3,9	8,8 10,1	10,1 11,4	9,5 10,7	11,4 12,8
ККС-2-10	10,8 12,6	8,5 10,4	2,2	7,0 8,1	8,1 9,3	7,5 8,7	9,3 10,5
ККС-2-80	11,4 13,3	9,1 11,1	2,2	7,0 8,1	8,1 9,3	7,5 8,7	9,3 10,5
Кирпичный с наружной штукатуркой стен (рис. 5.47, *а*):							
ККС-5-10	24,9 28,1	13,5 16,7	11,4	12,5 14,0	14,0 15,5	13,2 14,7	15,5 17,2
ККС-5-80	26,0 29,3	14,5 17,8	11,5	12,5 14,0	14,0 15,5	13,2 14,7	15,5 17,2
ККС-4-10	18,9 21,7	11,0 13,7	7,9	9,6 10,9	10,9 12,3	10,3 11,6	12,3 13,8
ККС-4-80	24,9 28,1	13,5 16,7	11,4	9,6 10,9	10,9 12,3	10,3 11,6	12,3 13,8
ККС-3-10	13,4 15,6	8,8 11,0	4,5	7,6 8,8	8,8 10,0	8,2 9,4	10,0 11,3
ККС-3-80	15,3 17,7	9,7 12,1	5,7	8,3 9,5	9,5 10,7	8,8 10,1	10,7 12,1
ККС-2-10	9,3 11,0	6,3 8,0	3,0	5,9 7,0	7,0 8,1	6,4 7,5	8,1 9,2

Продолжение табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
ККС-2-80	10,5 12,3	6,9 8,8	3,6	6,5 7,5	7,5 8,7	7,0 8,1	8,7 9,9
ККС-1-10	1,8 2,3	1,1 1,6	0,7	2,9 3,6	3,6 4,4	3,2 4,0	4,4 5,3
Кирпичный без наружной штукатурки стен (рис. 5.47, *а*):							
ККС-5-10	21,9 24,9	10,5 13,5	11,4	11,1 12,5	12,5 14,0	11,8 13,2	14,0 15,5
ККС-5-80	22,9 26,0	11,4 14,5	11,5	11,1 12,5	12,5 14,0	11,8 13,2	14,0 15,5
ККС-4-10	16,3 18,9	8,4 11,0	7,9	8,4 9,6	9,6 10,8	9,0 10,3	10,9 12,3
ККС-4-80	17,1 19,7	9,2 11,8	7,9	8,4 9,6	9,6 10,9	9,0 10,3	10,9 12,3
ККС-3-10	11,3 13,4	6,8 8,8	4,5	6,5 7,6	7,6 8,8	7,0 8,2	8,8 10,3
ККС-3-80	13,1 15,3	7,4 9,7	5,7	7,1 8,3	8,3 9,5	7,7 8,8	8,5 10,5
ККС-2-10	7,7 9,3	4,7 6,3	3,0	5,0 5,9	5,9 7,0	5,5 6,4	7,0 8,1
ККС-2-80	8,7 10,5	5,2 6,9	3,6	5,5 6,5	6,5 7,5	6,0 7,0	7,5 8,7
КК-1-10	1,4 1,4	0,7 1,1	0,7	2,3 2,9	2,9 3,6	2,6 3,2	3,6 4,4

Продолжение табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
Угловые							
Сборный железобетонный, составленный из проходного и угловой вставки (рис. 5.47, *б*): ККСу-5-10	21,5 24,6	12,1 15,2	9,4	11,4 12,9	12,9 14,6	12,2 13,7	14,6 16,2
ККСу-5-80	22,3 25,5	12,8 16,1	9,5	11,4 12,9	12,9 14,6	12,2 13,7	14,6 16,2
ККСу-4-10	15,9 18,6	9,7 12,4	6,2	8,7 10,1	10,1 11,5	9,5 10,8	11,5 13,1
ККСу-4-80	16,2 18,9	10,0 12,7	6,2	8,7 10,1	10,1 11,5	9,5 10,8	11,5 13,1
ККСу-3-10	11,8 14,0	7,6 9,9	4,2	7,3 8,5	8,5 9,9	7,9 9,1	9,9 11,2
ККСу-3-80	12,0 14,3	7,8 10,1	4,2	7,3 8,5	8,5 9,9	7,3 9,1	9,9 11,2
Кирпичный с наружной штукатуркой стен (рис. 5.47, *в*): ККСу-5-10	26,4 29,7	13,6 16,9	12,8	13,2 14,7	14,7 16,4	14,0 15,5	16,3 18,1
ККСу-5-80	27,6 31,0	14,6 18,1	13,0	13,2 14,7	14,7 16,4	14,0 15,5	16,3 18,1
ККСу-4-10	20,3 23,1	11,4 14,3	8,9	10,3 11,6	11,6 13,1	11,0 12,4	13,1 14,6
ККСу-4-80	21,2 24,2	12,3 15,3	8,9	10,3 11,6	11,6 13,1	11,0 12,4	13,1 14,6
ККСу-3-10	15,7 18,1	9,4 11,8	6,3	8,9 10,1	10,1 11,5	9,4 10,8	11,4 12,9

Продолжение табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
ККСу-3-80	16,5 19,0	10,1 12,7	6,3	8,9 10,1	10,1 11,5	9,4 10,8	11,4 12,9
Кирпичный без наружной штукатурки стен (рис. 5.47, *в*): ККСу-5-10	23,3 26,4	10,5 13,6	12,8	11,7 13,2	13,2 14,7	12,5 14,0	14,8 16,3
ККСу-5-80	24,3 27,6	11,4 14,6	13,0	11,7 13,2	13,2 14,7	12,5 14,0	14,8 16,3
ККСу-4-10	17,6 20,3	8,7 11,4	8,9	9,0 10,3	10,3 11,6	9,6 11,0	11,6 13,1
ККСу-4-80	18,3 21,2	9,5 12,3	8,9	9,0 10,3	10,3 11,6	9,6 11,0	11,6 13,1
ККСу-3-10	13,5 15,7	7,1 9,4	6,4	7,7 8,9	8,9 10,1	8,3 9,4	10,2 11,4
ККСу-3-80	14,1 16,5	7,8 10,1	6,4	7,7 8,9	8,9 10,1	8,3 9,4	10,2 11,4
Монолитный железобетонный (рис. 5.47, *в*): ККСу-5-10	28,1 31,5	18,3 21,7	9,8	14,0 15,6	15,6 17,2	14,8 16,4	17,2 19,0
ККСу-5-80	29,3 32,9	19,4 23,0	9,9	14,0 15,6	15,6 17,2	14,8 16,4	17,2 19,0
ККСу-4-10	21,7 24,7	15,4 18,3	6,4	11,0 12,4	12,4 13,9	11,7 13,1	13,8 15,4
ККСу-4-80	22,2 25,3	15,8 18,9	6,4	11,0 12,4	12,4 13,8	11,7 13,1	13,8 15,4
ККСу-3-10	16,5 19,0	12,2 14,7	4,3	9,3 10,5	10,5 11,9	9,9 11,2	11,9 13,3

Продолжение табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
ККСу-3-80	16,9 19,5	12,6 15,2	4,3	9,3 10,5	10,5 11,9	9,9 11,2	11,9 13,3
Разветвительные							
Железобетонный, составленный из проходного и двух угловых вставок (рис. 5.48): ККСр-5-10	25,2 28,7	15,2 18,8	10,0	13,7 15,4	15,4 17,3	14,6 16,4	17,3 19,2
ККСр-5-80	26,0 29,7	15,9 19,6	10,1	13,7 15,4	15,4 17,3	14,6 16,4	17,3 19,2
ККСр-4-10	19,0 22,1	12,3 15,4	6,7	10,8 12,6	12,6 14,0	11,6 13,2	14,0 15,8
ККСр-4-80	19,2 22,4	12,6 15,8	6,6	10,8 12,6	12,6 14,0	11,6 13,2	14,0 15,8
ККСр-3-10	13,9 16,5	9,5 12,1	4,4	9,0 10,4	10,4 12,0	9,7 11,2	12,0 13,6
ККСр-3-80	14,2 16,8	9,7 12,4	4,4	9,0 10,4	10,4 12,0	9,7 11,2	12,0 13,6
Кирпичный с наружной штукатуркой стен (рис. 5.49, *а*); ККСр-5-10	27,9 31,3	13,6 17,1	14,3	13,9 15,6	15,6 17,2	14,7 16,3	17,2 19,0
ККСр-5-80	29,1 32,7	14,7 18,3	14,4	13,9 15,6	15,6 17,2	14,7 16,3	17,2 19,0
ККСр-4-10	21,2 24,1	11,3 14,3	9,8	10,7 12,1	12,1 13,6	11,5 12,9	13,6 15,2
ККСр-4-80	22,1 25,2	12,3 15,4	9,8	10,7 12,1	12,1 13,6	11,5 12,9	13,6 15,2

Продолжение табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
ККСр-3-10	16,5 19,0	9,4 11,9	7,1	9,3 10,6	10,6 11,8	9,9 11,3	11,9 13,4
ККСр-3-80	17,3 19,9	10,2 12,8	7,1	9,3 10,6	10,6 11,9	9,9 11,3	11,9 13,4
Кирпичный без наружной штукатурки стен (рис. 5.49, *а*):							
ККСр-5-10	24,6 27,9	10,4 13,6	14,3	12,4 13,9	13,9 15,6	13,2 14,7	15,6 17,2
ККСр-5-80	25,7 29,1	11,4 14,7	14,4	12,4 13,9	13,9 15,6	13,2 14,7	15,6 17,2
ККСр-4-10	18,4 21,2	8,5 11,3	9,9	9,4 10,7	10,7 12,1	10,1 11,5	12,1 13,6
ККСр-4-80	19,2 22,1	9,4 12,3	9,8	9,4 10,7	10,7 12,1	10,1 11,5	12,1 13,6
ККСр-3-10	14,1 16,5	7,1 9,4	7,1	8,0 9,3	9,3 10,6	8,7 9,9	10,6 11,9
ККСр-3-80	14,8 17,3	7,8 10,2	7,1	8,0 9,3	9,3 10,6	8,7 9,9	10,6 11,9
Монолитный железобетонный (рис. 5.49, *а*):							
ККСр-5-10	29,7 33,2	18,9 22,4	10,8	14,8 16,4	16,4 18,1	15,6 17,2	18,1 19,9
ККСр-5-80	31,0 34,7	20,1 23,8	10,9	14,8 16,4	16,4 18,1	15,6 17,2	18,1 19,9
ККСр-4-10	22,7 25,8	15,7 18,8	7,0	11,5 12,9	12,9 14,4	12,2 13,7	14,4 16,0
ККСр-4-80	23,2 26,4	16,2 19,4	7,0	11,5 12,9	12,9 14,4	12,2 13,7	14,4 16,0

Продолжение табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
ККСр-3-10	17,7 21,3	13,0 16,6	4,7	9,9 11,3	11,3 12,7	10,6 11,9	12,7 14,2
ККСр-3-80	18,1 20,8	13,4 16,1	4,7	9,9 11,3	11,3 12,7	10,6 11,9	12,7 14,2
Станционные							
Кирпичный с наружной штукатуркой стен (рис. 5.49, *б*): на 3000 номеров в пешеходной части	26,5 29,9	13,2 16,6	13,3	13,0 14,6	14,6 16,2	13,7 15,4	16,2 17,9
в проезжей части	32,5 36,3	16,6 22,4	15,9	15,1 16,8	16,8 18,6	16,0 17,7	18,6 20,4
на 6000 номеров в пешеходной части	52,6 58,0	23,8 29,3	28,8	20,7 22,7	22,7 24,9	21,8 23,8	24,9 27,0
в проезжей части	61,4 67,4	28,3 34,3	33,1	23,3 25,4	25,4 27,6	24,3 26,5	27,6 29,9
на 10 000 номеров в пешеходной части	73,1 79,4	30,8 37,2	42,2	28,4 30,7	30,7 33,2	29,5 31,9	33,2 35,7
в проезжей части	75,7 82,3	33,5 40,1	42,2	28,4 30,7	30,7 33,2	29,5 31,9	33,2 35,7
на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	88,3 95,5	43,2 50,4	45,1	32,7 35,3	35,0 37,7	33,8 36,4	37,2 40,0
Кирпичный без наружной штукатурки стен (рис. 5.49, *б*): на 3000 номеров в пешеходной части	23,3 26,5	10,0 13,2	13,3	11,5 13,0	13,0 14,6	12,3 13,7	14,6 16,2

Продолжение табл. 5.48

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
в проезжей части	28,8 / 32,5	12,9 / 16,6	15,9	13,5 / 15,1	15,1 / 16,8	14,4 / 16,0	16,8 / 18,6
на 6000 номеров в пешеходной части	47,4 / 52,6	18,6 / 23,8	28,8	18,8 / 20,7	20,7 / 22,7	19,7 / 21,8	22,7 / 24,9
в проезжей части	55,7 / 61,4	22,6 / 28,3	33,1	21,2 / 23,3	23,3 / 25,4	22,2 / 24,3	25,4 / 27,6
на 10 000 номеров в пешеходной части	65,9 / 73,1	23,7 / 30,8	42,2	26,1 / 28,4	28,4 / 30,7	27,3 / 29,5	30,7 / 33,2
в проезжей части	69,3 / 75,7	27,1 / 33,5	42,2	26,1 / 28,4	28,4 / 30,7	27,3 / 29,5	30,7 / 33,2
на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	81,4 / 88,3	36,3 / 43,2	45,1	30,2 / 32,7	32,4 / 35,0	31,1 / 33,8	34,6 / 37,2
Монолитный железобетонный (рис. 5.49, *б*): на 3000 номеров в пешеходной части	23,4 / 32,9	12,9 / 22,4	10,5	14,3 / 16,0	16,0 / 17,6	15,1 / 16,8	17,6 / 19,4
в проезжей части	31,6 / 35,0	20,5 / 23,9	11,1	14,7 / 16,4	16,4 / 18,1	15,6 / 17,2	18,1 / 19,9
на 6000 номеров в пешеходной части	57,3 / 62,9	32,7 / 38,3	24,6	22,4 / 24,6	24,6 / 26,7	23,5 / 25,7	26,7 / 29,0
в проезжей части	63,3 / 69,2	36,8 / 42,7	26,5	23,9 / 26,0	26,0 / 28,3	25,0 / 27,1	28,3 / 30,5
на 10 000 номеров в пешеходной части	71,9 / 75,6	39,0 / 42,7	32,9	27,9 / 30,3	30,3 / 32,6	29,1 / 31,4	22,6 / 35,1

Окончание табл. 5.43

Колодец	Объемы земляных работ, м³			Площади замощения, м²			
				вскрываемого		восстанавливаемого	
	Рытье	Засыпка	Отвозка	Асфальт	Штучный камень	Асфальт	Штучный камень
в проезжей части	77,7 84,3	42,3 48,9	35,4	29,1 31,4	31,4 33,9	30,3 32,6	33,9 36,4
на 20 000 номеров в пешеходной и проезжей частях	90,3 97,5	52,5 59,7	37,8	33,4 36,0	35,7 38,3	34,5 37,0	38,0 40,6
Специального типа							
Проходные (рис. 5.47, *а*): ККСС-1	31,1	12,6	18,5	13,9	15,5	14,7	17,2
ККСС-2	43,2	16,5	26,7	19,1	21,1	20,1	23,1
Угловой (рис. 5.47, *б*): ККССу-1	35,6	16,3	19,3	16,5	18,6	17,5	20,5
ККССу-2	47,7	20,2	27,5	21,7	24,2	22,9	26,4
Разветвительный (рис. 5.48): ККССр-1	40,2	20,1	20,1	19,1	21,7	20,3	23,8
ККССр-2	52,3	24,0	28,3	24,3	27,3	25,7	29,7

Объемы восстановления покровов, указанные в табл. 5.43, определены исходя из того, что для асфальта размеры восстановления превышают размеры вскрытия на 0,05 м с каждой стороны, а для штучного камня на 0,1 м.

В табл. 5.43 приведены объемы земляных работ (рытья, засыпки, отвозки) и площади вскрываемого и восстанавливаемого покровов (асфальта и штучного камня) при разработке котлованов для типовых колодцев. Объемы земляных работ исчислены для грунта в плотном теле (не разрыхленного).

5.26. 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 ККС-2 и ККС-1 оборудуются консольными крючьями, вмазываемыми непосредственно в стенки. В колодцах ККС-2 устанавливается по два крюка с каждой стороны, а в колодцах ККС-1 — по одному.

Колодцы ККС-3, ККС-4 и ККС-5 оборудуются кронштейнами, изготовленными по ГОСТ 8487—73. При этом с каждой стороны в колодцах ККС-3 и ККС-4 устанавливается по два кронштейна, а в колодцах ККС-5 — по три. Кронштейны крепятся ершами, вмазываемыми в стенки колодцев. На кронштейны устанавливаются чугунные консоли, изготовляемые по ГОСТ 8850—73.

Число 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 серьгами для крепления блоков, используемых при затяжке кабелей в каналы.

5.27. 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 колодцам подземной кабельной канализации.

В зависимости от места установки, числа входящих и исходящих труб и каналов такие коробки, как и подземные колодцы, подразделяются на проходные, угловые, разветвительные и изготовляются применительно к местным условиям из листовой стали, дерева, пластмасс. Коробки имеют плотно пригнанные по размерам крышки, покрытые тем же материалом, что и полы помещений (пластиком, линолеумом, паркетом), что делает их незаметными.

Строгого регламента для конструкций и размеров подпольных коробок и каналов пока практически не установлено.

5.28. 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).

Стоимость строительства коллекторов и туннелей высока, поэтому сооружать их пока целесообразно на участках большого сосредоточения подземных коммуникаций одинакового или разного назначения. Причем поскольку стоимость указанных сооружений в значительной степени зависит от площади их поперечного сечения, то проектируются они минимально необходимых размеров с учетом наиболее компактного расположения в них коммуникаций.

---

* 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 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.

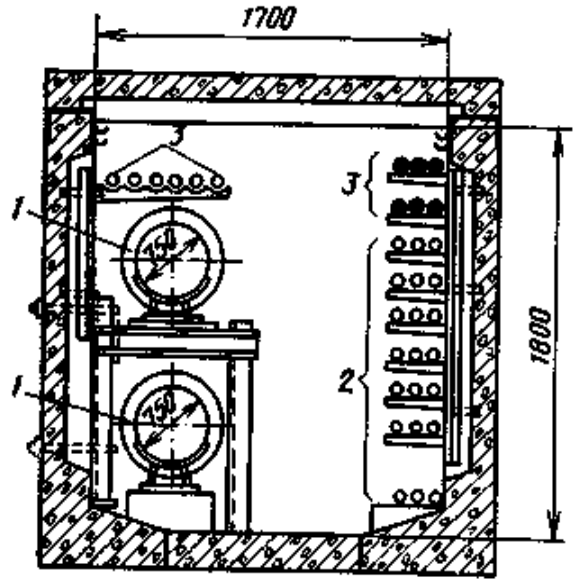


Рис. 5.50. Разрез прямоугольного коллектора для 27 кабелей связи, шести силовых электрокабелей и двух труб теплосети:

1 — трубы теплосети; *2* — кабели связи; *3* — силовые электрокабели

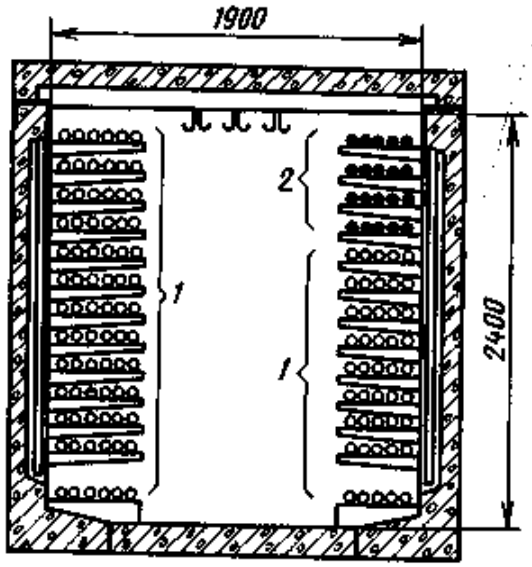


Рис. 5.51. Разрез прямоугольного коллектора на 123 кабеля связи и 20 силовых электрокабелей:

1 — кабели связи;; *2* — силовые электрокабели

В коллекторах допускается совместное размещение кабелей связи, силовых, контрольных, и также водопроводов, теплопроводов, паропроводов, воздухопроводов, труб канализации. Находят применение как чисто кабельные, так и смешанного назначения коллекторы разных сечений с различным набором и взаиморасположением коммуникаций.

На рис. 5.50—5.52 приведены схематические разрезы и основные размеры типичных в нашей стране крупных коллекторов прямоугольного сечения. На

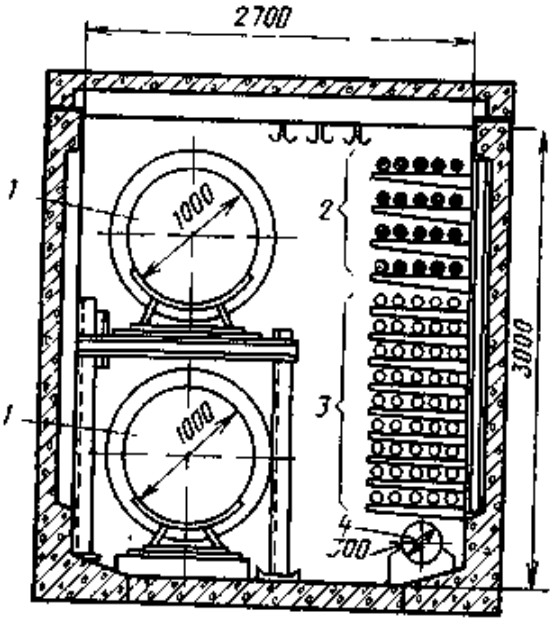


Рис. 5.52. Разрез прямоугольного коллектора на 45 кабелей связи, 20 силовых электрокабелей, две крупные трубы теплосети и одну трубу водопровода.

1 — труба теплосети; *2* — силовые электрокабели; *3* — кабели связи; *4* — труба водопровода

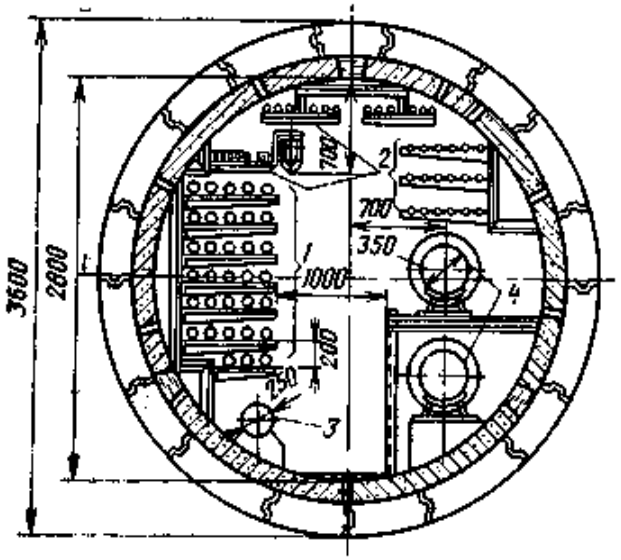


Рис. 5.53. Разрез круглого коллектора на 33 кабеля связи, 36 силовых электрокабелей, одну водопроводную трубу и две трубы теплосети:

1 — кабели связи; *2* — электрокабели; *3* — водопроводная труба; *4* — трубы теплосети

рис. 5.53 показан разрез крупного коллектора круглого сечения, обычно сооружаемого закрытым щитовым способом. На сильно загруженных трассах иногда сооружаются двухсекционные коллекторы (рис. 5.54).

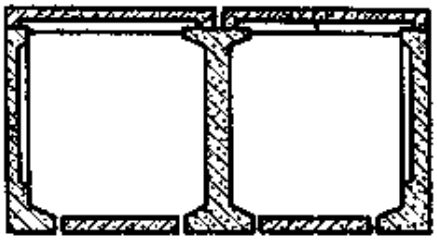


Рис. 5.54. Разрез прямоугольного двухсекционного коллектора

Широкое распространение в настоящее время получают так называемые сцепки, представляющие собой (рис. 5.55) 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 (сцепках) 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.

Коллекторы (как прямоугольные, так и круглые) обычно представляют собой сборную железобетонную конструкцию, отдельные элементы которой видны на рис. 5.50—5.55.

Коллекторы обеспечиваются надежной защитой от проникновения воды, что обычно достигается соответствующей гидроизолирующей обработкой наружной поверхности ограждающих конструкций. Соединительные швы между сборными элементами уплотняются и заделываются раствором на расширяющемся цементе. На случай же прорыва воды коллекторы оборудуются насосами с электродвигателями, запуск которых и выключение осуществляются автоматически при срабатывании и отпускании поплавкового реле. Поплавок помещается в специальный приямок (углубление), который заполняется поступающей в коллектор

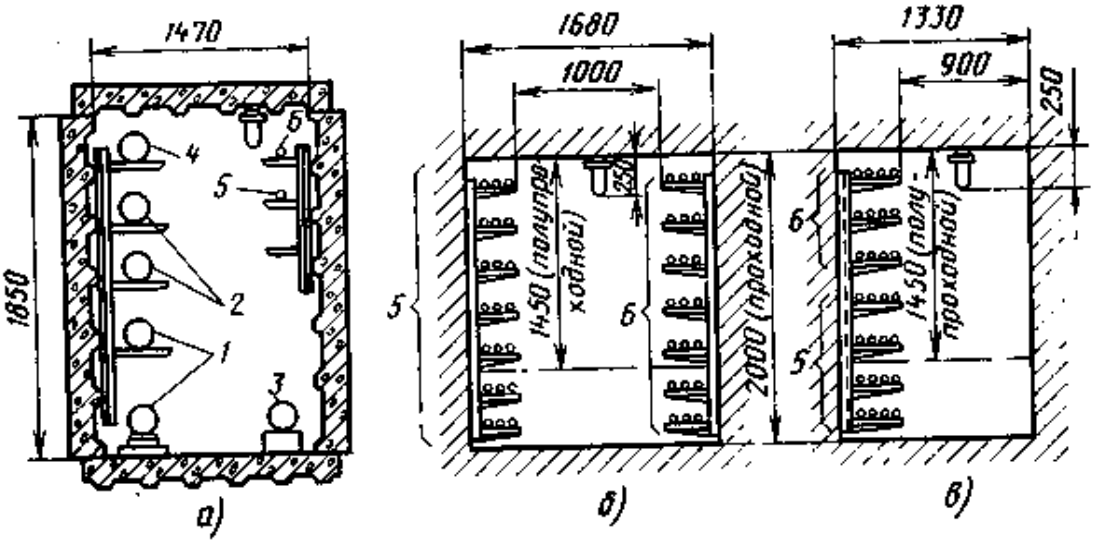


Рис. 5.55. Коллекторы малого сечения (сцепки):

а — двусторонний смешанного назначения; *б* — двусторонний кабельный проходного (h=2000 мм) и полупроходного (h=1450 мм) типа; *в* — односторонний кабельный проходного (h=2000 мм) и полупроходного (h = 1450 мм) типов:

1 — трубы теплосети; *2* — трубы горячего водоснабжения; *3* — труба водопровода; *4* трубы газопровода; *5* — кабели связи и контрольные; *6* — силовые электрокабели

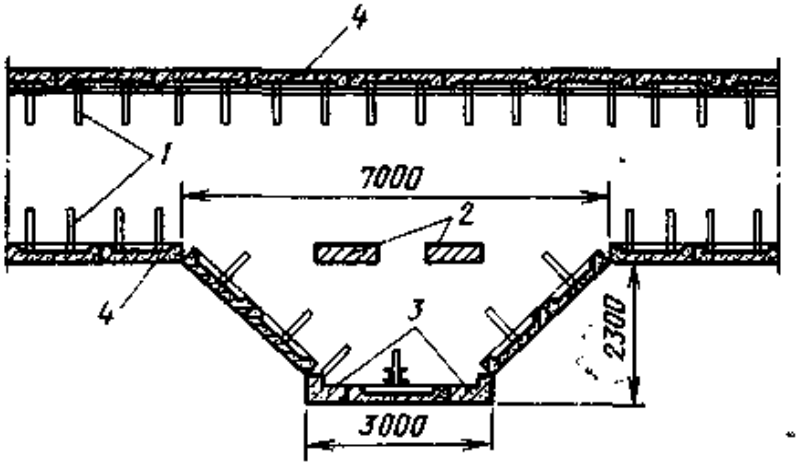


Рис. 5.56. Камера для ввода коммуникаций в крупный коллектор:

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

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 осуществляется через специальную камеру (рис. 5.56). 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 переносными трансформаторами 220/12 В, включаемыми 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 выемок для кабелей до шести. Расстояние между консолями по вертикали для кабелей связи должно составлять не менее 150...180 мм. При совместном расположении различных кабелей в одной вертикальной плоскости кабели связи должны размещаться под силовыми.

5.29. 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) станции. В шахту из двух станционных колодцев обычно с разных направлений 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.

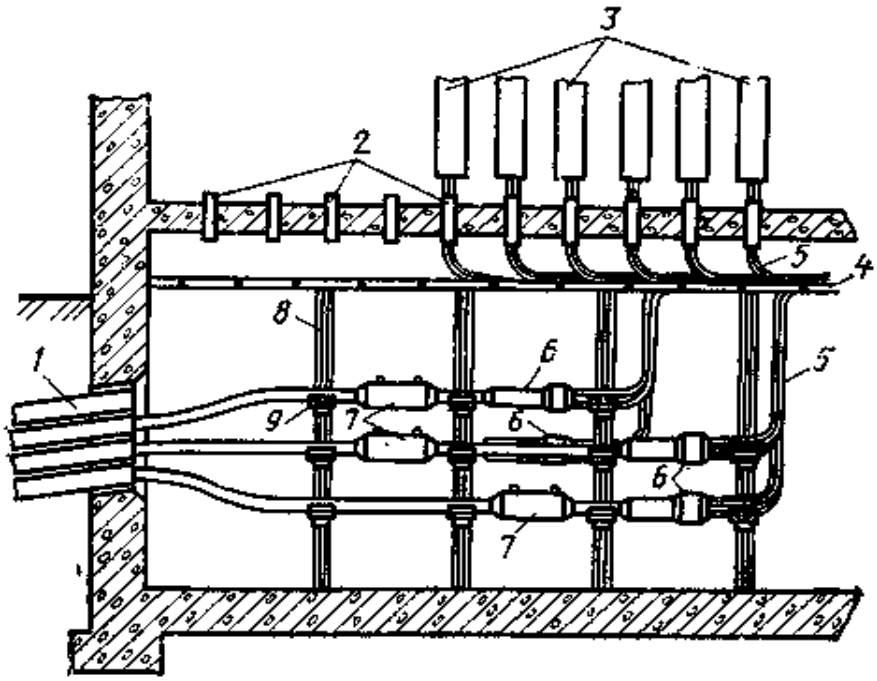


Рис. 5.57. Кабельная шахта с горизонтальным расположением станционных разветвительных муфт:

1 — ввод труб кабельной канализации; *2* — патрубки в перекрытии для пропуска кабелей в помещение кросса; *3* — защитные полосы кросса; *4* — желоб (кабельрост) для пакетов кабелей; *5* — кабели 100×2; *6* — станционные разветвительные муфты; *7* — газонепроницаемые муфты; *8* — кронштейны каркаса шахты; *9* — кабельные консоли

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 специальном помещении над шахтой (перчаточной) кабели крупной емкости распаиваются в горизонтальных (рис. 5.57) или вертикальных (рис. 5.58) разветвительных муфтах (перчатках) на более мелкие кабели, обычно 100-парные. Последние собираются в пакеты, прокладываемые по каркасу шахты и металлическим желобам (кабельростам), пропускаются индивидуально, парами или тройками через патрубки, вмонтированные в междуэтажное перекрытие под помещением кросса, где включаются в защитные полосы абонентских или рамки соединительных линий. Патрубки изготовляются из труб диаметром 38...63 мм. Длина патрубков должна быть такой, чтобы края их выступали на 30...50 мм из потолка шахты и на 100...150 мм над полом по-

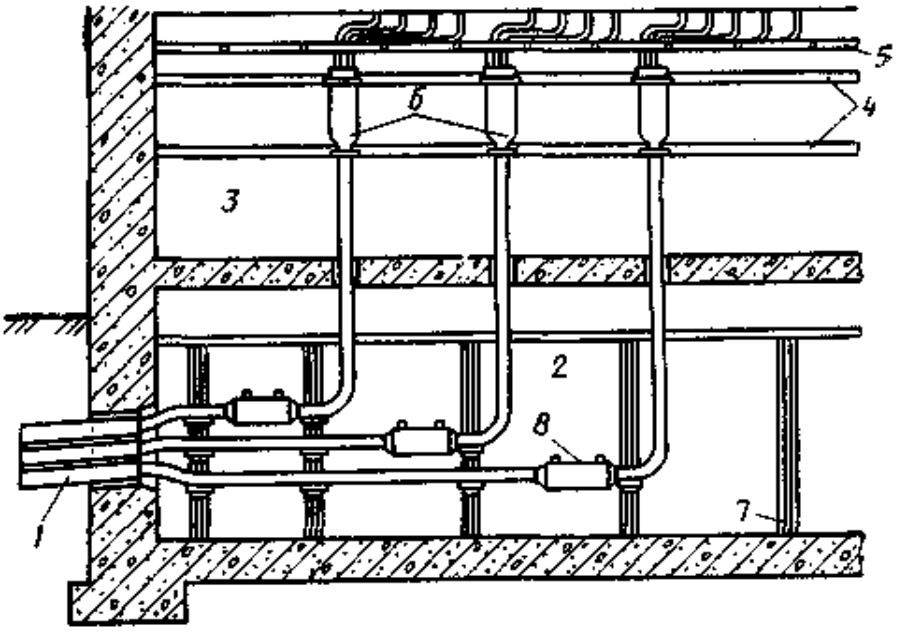


Рис. 5.58. Кабельная шахта и перчаточная с вертикальным расположением станционных разветвительных муфт (перчаток):

1 — ввод труб кабельной канализации; *2* — шахта; *3* — перчаточная; *4* — каркас крепления разветвительных муфт (перчаток); *5* — желоб (кабельрост) для пакетов кабелей; *6* — вертикальные разветвительные муфты (перчатки); *7* — кронштейны с кабельными консолями; *8* — газонепроницаемые муфты

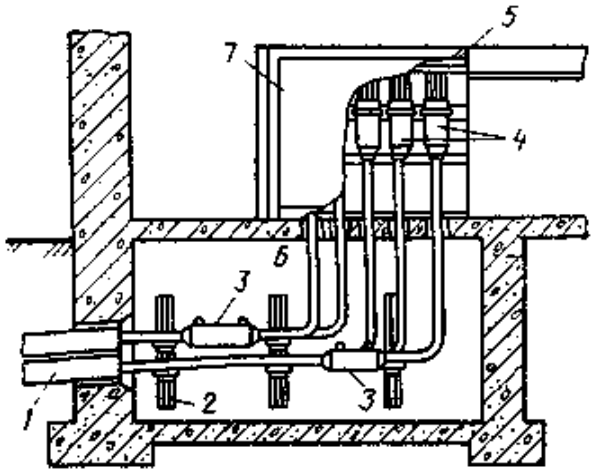


Рис. 5.59. Приямок для ввода и распайки кабелей на телефонных станциях малой емкости:

1 — ввод труб кабельной канализации; *2* — кронштейны с консолями; *3* — газоне проницаемые муфты; *4* — разветвительные станционные муфты (перчатки); *5* — пакет кабелей в кросс; *6* — приямок; *7* — вводный шкаф

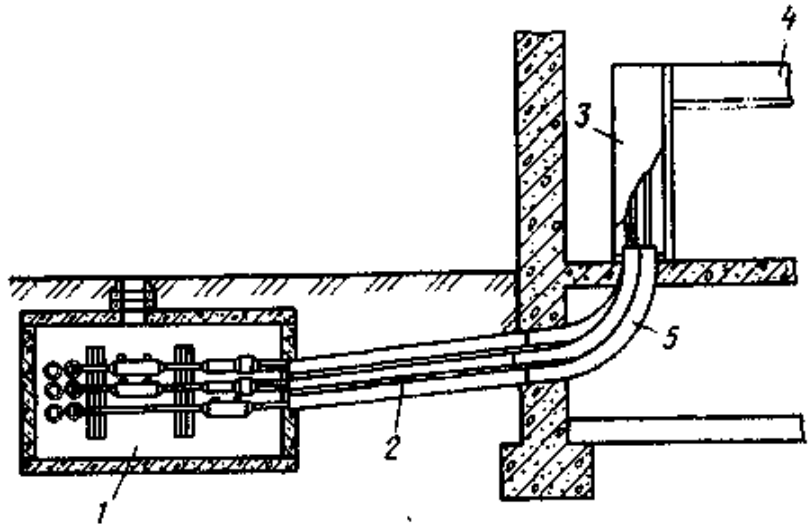


Рис. 5.60. Ввод кабелей в телефонные станции малой емкости с распайкой в станционном колодце:

1 — станционный колодец; *2* — вводный блок труб; *3* — желоб закрытый кожухом; *4* — желоб. с пакетом кабелей в кросс; *5* — изогнутые трубы

мещения кросса. Между рядами консолей на каркасе по вертикали должно оставаться не менее 150 . . . 180 мм.

На станциях малой емкости вместо шахты для ввода и распайки кабелей устраиваются так называемые приямки (рис. 5.59). Иногда распайка кабелей вообще переносится в станционный колодец (рис. 5.60), из которого мелкие кабели по изогнутым трубам подаются непосредственно к кабельным оконечным устройствам станции.

5.30. 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 самостоятельный разд. 4. Рекомендации данного раздела относятся лишь непосредственно к сооружению трубопроводов и смотровых устройств кабельной канализации. Технические характеристики рекомендуемых машин и механизмов приведены в разд. 16.

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 и другие с прицепами и без них. Асбестоцементные, полиэтиленовые, поливинилхлоридные (винилитовые) 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, ЗИЛ-ММЗ-555 и др.

Сборные железобетонные колодцы и их отдельные элементы транспортируются на бортовых автомобилях приведенных выше марок, грузоподъемностью в зависимости от общей массы перевозимых элементов. Для этой цели удобны также полуприцепы с седельными тягачами, например 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, СМК-10 и др. 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 1-В-20/5, НШН-600 и ВНМ-18 с приводом от двигателя базовой автомашины.

При строительстве закладных устройств скрытой проводки в зданиях используются:

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 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, скреп и т. д.;

бороздофрезы для образования борозд в стенах;

труборезы МУПМР;

различные трубогибы гидравлические (РТГ-2″ и ТРГ-3/4″);

ножовки механические НМ-009А;

станки отрезные СА-35 для резки труб и др.

Раздел 6

Прокладка и подвеска кабелей связи

6.1. Общие сведения

На местных сетях связи СССР преимущественное применение находят сейчас кабели с медными жилами в полиэтиленовой изоляции типа ТП и с медными жилами в бумажной (трубчато- и пористо-бумажной) изоляции типа Т. Кабели типа ТП применяются 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; от 10 до 1200 (5...600 четверок) при жилах диаметром 0,4 и 0,5 мм и до 2400 (1200 четверок) при жилах диаметром

0,32 мм. Кабели типа Т имеют жилы диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм парной (повивной и пучковой) скрутки с числом пар от 10 до 1200.

Для прокладки в каналах подземных трубопроводов применяются кабели типа Т в свинцовых оболочках (ТГГ) и ограниченно в стальных гофрированных оболочках с защитным полиэтиленовым шлангом (ТСШп). Кабели типа ТП, прокладываемые в каналах подземных трубопроводов, имеют полиэтиленовую оболочку (ТПП) или стальную гофрированную с внешним защитным полиэтиленовым шлангом (ТПСШп). Для прокладки непосредственно в грунте применяются кабели с дополнительной защитой двумя стальными лентами и антикоррозионным покровом (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, предназначены кабели 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 с частотными (КРР, КАМА) и временными системами передачи преимущественно используются кабели с кордельно-полистирольной изоляцией жил четверочной скрутки (МКС). На этих направлениях прокладываются и монтируются симметричные высокочастотные кабели в свинцовой (МКСГ, МКСБ) и алюминиевой оболочках с внешним полиэтиленовым защитным шлангом (МКСАШп, МКСАБпШп), главным образом 4×4×1,2 и 7×4×1,2. В последнее время для этих же целей используются в опытном порядке симметричные высокочастотные кабели в стальной гофрированной оболочке с внешним полиэтиленовым шлангом МКССтШп 4×4×1,2 и 7×4×1,2.

На сетях связи для соединительных линий, вставок, вводов находят применение кабели с кордельно-бумажной изоляцией жил звездной скрутки в свинцовой оболочке (ТЗГ, ТЗБ) с жилами диаметром 0,8; 0,9 и 1,2 мм и числом четверок от 3 до 114 и в алюминиевой оболочке (ТЗАВГ, ТЗАБВ) с поливинилхлоридным шлангом, жилами диаметром 0,9 и 1,2 мм и числом четверок от 3 до 37. Находят здесь также применение комбинированные кабели ТДС (см. разд. 3) с кордельно-бумажной изоляцией медных жил и в свинцовой оболочке. Особенностью этих кабелей являются сложные сердечники, состоящие из комбинаций различных конструктивных групп жил четверочной и парной скруток диаметром 0,8; 0,9; 1,2 и 1,4 мм, группируемых в кабеле в один или два повива. Основными элементами конструкции таких кабелей являются: пара, усиленная пара, экранированная пара, четверка звездная, четверка звездная усиленная, шестерка.

По конструктивным и эксплуатационным особенностям городскую телефонную сеть иногда принято делить на абонентскую, распределительную, магистральную и межстанционную (соединительные линии).

Для абонентской сети (проводки), к которой относится участок от телефонного аппарата 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 (ТРП или ТРВ 1×2×0,5).

На распределительной сети, к которой относится участок от распределительных коробок или кабельных ящиков до распределительных шкафов, применяются кабели с числом пар от 10 до 100, в канализации — только ТПП или ТГ, а по стенам зданий и подвесные на опорах — ТПП и ТПВ.

На магистральных участках городской сети — от распределительных шкафов до кросса телефонной станции используются кабели ТПП и ТГ.

На межстанционной сети при отсутствии многоканальных систем передачи кроме упомянутых выше высокочастотных симметричных кабелей 4×4 и 7×4 используются кабели марки ТГ и с некоторыми ограничениями марки ТПП (ТСШп, ТПСШп) емкостью 200...600 пар с жилами преимущественно диаметром 0,7 мм.

В последнее время в СССР ведется интенсивная подготовка к внедрению на межстанционных сетях ГТС световодных (оптических) кабелей. Построены опытные линии с такими кабелями.

На магистральной и внутризоновой сетях СССР сейчас главным образом применяются:

1. Симметричные кабели с кордельно-полистирольной изоляцией медных жил диаметром 1,2 мм четверочной, звездной скрутки. Преимущественно используются кабели 4×4 и реже 7×4.

Для прокладки непосредственно в земле применяются кабели в свинцовых оболочках с защитной броней из стальных лент или 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 (МКССт), покрытые сверху полиэтиленовыми шлангами для защиты от коррозии.

2. Коаксиальные кабели КМ-4, КМ-8/6 со стандартными коаксиальными парами 2,6/9,4 и 1,2/4,6 мм. Число коаксиальных пар может быть от 4 до 14.

На магистральных и внутризоновых линиях в настоящее время ведется подготовка к строительству световодных кабельных магистралей. Первые такие магистрали уже строятся.

На сетях зоновой связи применяются симметричные кабели КСПП, ЗКП, ЗКАШп-1×4- и 4×4 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 ВКПАП 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.

6.2. Кабельные барабаны

По своим основным размерам отечественные деревянные барабаны для электрических кабелей и проводов (ГОСТ 5151—79) делятся на 25 номеров. Конструкция, основные размеры, масса и объем древесины этих барабанов приведены на рис. 6.1 и в табл. 6.1.

Осевые отверстия барабанов от № 12 и выше оснащаются чугунными или стальными втулками, данные о которых приведены на рис. 6.2 и в табл. 6.2.

Для размотки при прокладке и подвеске кабеля барабаны устанавливаются на стальные оси, размеры и масса которых приведены в табл. 6.3.

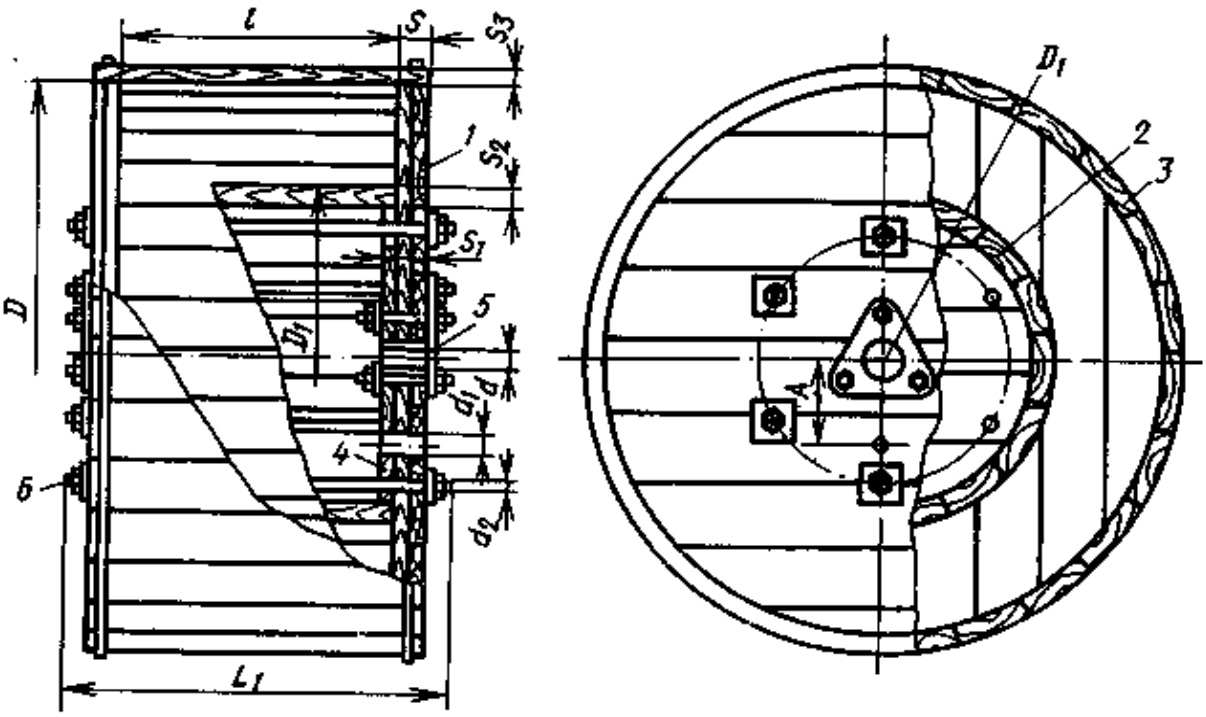


Рис. 6.1. Кабельные барабаны по ГОСТ 5151—79:
1 — щека; *2* — шейка; *3* — обшивка; *4* — круг шейки; *5* — втулка; *6* — шпилька

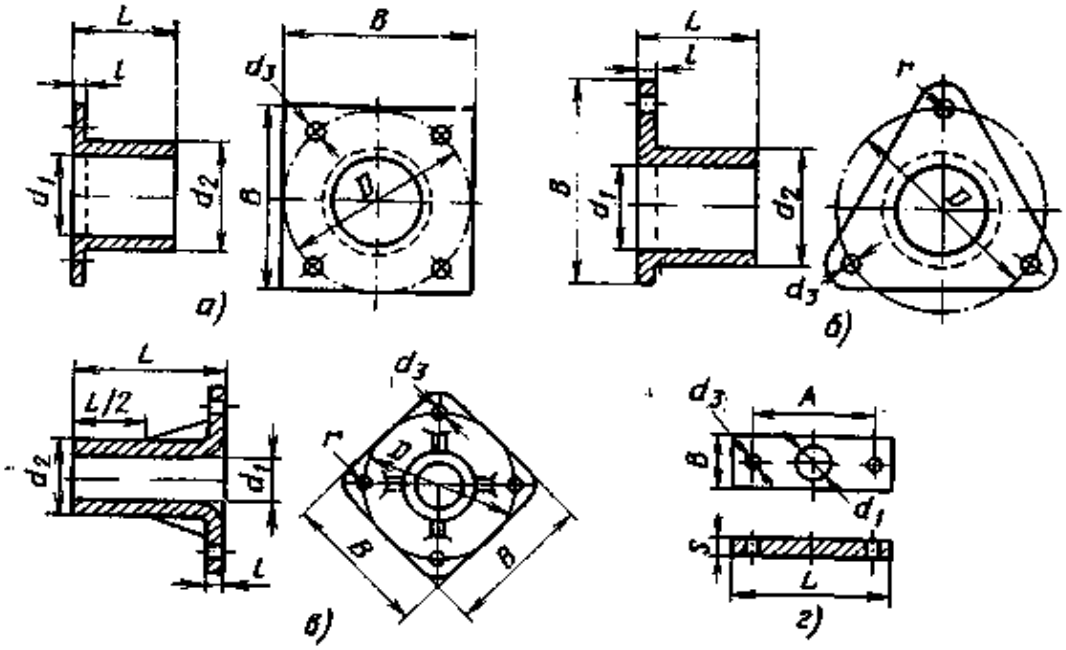


Рис. 6.2. Втулки для кабельных барабанов:
а, *б* — № 17—22; *в* — № 25—30; *г* — № 12—14а

Таблица 6.1

Размеры деревянных барабанов для электрических кабелей и проводов

Номер барабана	Диаметр, мм		Длина шейки L, мм	Толщина, мм				Диаметр отверстия, м		Расстояние от оси барабана до оси поводкового отверстия A, мм	Шпилька, мм			Масса, кг		Объем древесины, м³	
	щеки D	шейки D_1		щеки S	круга шейки S_1	шейки S_2	обшивки S_3, не менее	осевого d	поводкового d_1		диаметр d_2	длина l_1	число, шт.	барабана с обшивкой	обшивки	барабана без обшивки	обшивки
5	500	200	230	38	25	16	16	35	35	60	12	350	3	18	5	0,022	0,008
6	600	200	250	38	25	19	16	35	35	60	12	370	3	25	6	0,032	0,01
8	800	450	230	38	25	19	16	50	50	150	12	350	4	43	8	0,053	0,013
8а	800	450	400	38	25	19	16	50	50	150	12	515	4	51	11	0,065	0,019
8б	800	450	500	38	25	19	16	50	50	150	12	615	4	53	12	0,081	0,024
10	1000	545	500	50	25	22	19	50	50	150	12	650	4	56	22	0,113	0,037
12	1220	650	500	50	25	22	19	70	50	250	12	650	4	132	27	0,155	0,045
12а	1220	650	710	50	25	22	19	70	50	250	16	860	4	151	36	0,220	0,064
14	1400	750	710	58	25	28	19	70	50	250	16	875	6	217	41	0,248	0,069
14а	1400	900	500	58	25	22	19	70	50	250	16	665	6	200	31	0,223	0,051
14б	1400	1000	600	58	25	28	19	70	50	250	16	765	6	234	36	0,261	0,059
16	1600	1200	600	58	32	30	25	70	50	300	16	765	6	308	47	0,343	0,077
17	1700	900	750	70	32	28	25	80	50	300	16	950	6	367	73	0 42	0,121
17а	1700	900	900	70	32	28	25	80	50	300	16	1100	6	390	78	0,446	0,129
18	1800	1120	900	80	40	36	25	80	50	300	20	1120	6	535	92	0,655	0,153
18а	1800	900	900	80	40	36	25	80	50	300	20	1120	6	494	85	0,59	0,141
20	2000	1220	1000	90	50	36	32	80	50	300	20	1250	6	763	157	1,003	0,26
20а	2000	1000	1060	90	50	36	32	80	50	300	20	1320	6	725	159	0,944	0,265
20б	2000	1500	1000	90	50	36	32	80	50	400	20	1250	6	941	206	1,226	0,343
22	2200	1320	1000	118	50	46	32	100	50	400	20	1250	8	965	211	1,258	0,351
22а	2200	1480	1050	118	50	46	32	100	50	400	20	1300	8	1029	225	1,341	0,374
22б	2200	1680	1100	118	50	46	32	100	50	400	20	1350	8	1110	243	1,446	0,404
25	2500	1500	1300	130	60	56	40	120	50	400	24	1600	8	1540	313	2,337	0,522
26	2650	1500	1500	140	60	56	40	120	50	400	24	1800	8	1812	386	2,491	0,644
30	3000	1800	1800	180	60	56	40	150	50	400	24	2180	10	2334	429	3,209	0,715

Таблица 6.2

Размеры втулок для кабельных барабанов, мм

Номер барабана	Номер рисунка	d_1	d_2	d_3	D	B	r	L	l	S	A
12...14а	6.2, *г*	70	—	13	—	110	—	300	—	6	250
17...20а	6.2, *а*	80	90	17	160	150	—	85	4	—	—
17...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, 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	Номер барабана	Диаметр оси, мм	Минимальная длина оси, мм	Масса, кг
4...6	25	1300	5,0	18	70	2100	63
8...10	35...40	1300	10...13	20...22	75	2500	86
12...14а	50	1700	26	25...26	75...100	3000	103...184
17	60...70	2000	44...60	30	100	3500	215

6.3. Максимальная длина кабелей 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 данного типа, зависит от допустимой высоты намотки h. Эта высота определяется с учетом необходимости оставления свободного промежутка 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 (рис. 6.3, *а*), по формуле

$$L = 3{,}14 \frac{Bh\,(h + D_1)}{d^2\,1000}; \qquad (6.1)$$

для случая, когда оси витков последующего ряда находятся в вертикальной плоскости, проходящей через границу между двумя соседними витками предыдущего ряда (рис. 6.3, *б*), по формуле

$$L = 3{,}63 \frac{B\,(h - 0{,}135)\,(h + D_1)}{d^2 \cdot 1000}. \qquad (6.2)$$

Во втором случае можно с достаточным приближением вести расчет по упрощенной формуле

$$L = 3{,}63\,\frac{Bh\,(h + D_1)}{d^2\,1000}. \qquad (6.3)$$

В приведенных формулах L — длина кабеля, намотанного на барабан, м; B — ширина барабана между щеками, мм; D_1 — наружный диаметр кабеля, мм; h — высота намотки, мм:

$$h = (D - D_1)/2 - a, \qquad (6.4)$$

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.

В табл. 6.4 приведены максимальные длины кабелей на барабанах, рассчитанные по (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 формуле (6.1).

При расчете по формулам (6.2) и (6.3) применительно к рис. 6.3, *б* 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. 6.3, *б* на барабан заданного номера достаточно умножить соответствующее этим данным число, приведенное в табл. 6.5, на коэффициент 1,16 [исходя из соотношения формул (6.3) и (6.1)].

При расчете максимальных длин кабелей барабаны должны подбираться с учетом того, чтобы диаметры их шеек обеспечивали радиусы изгиба не меньше допустимых для кабеля того типа, который подлежит намотке на данный барабан.

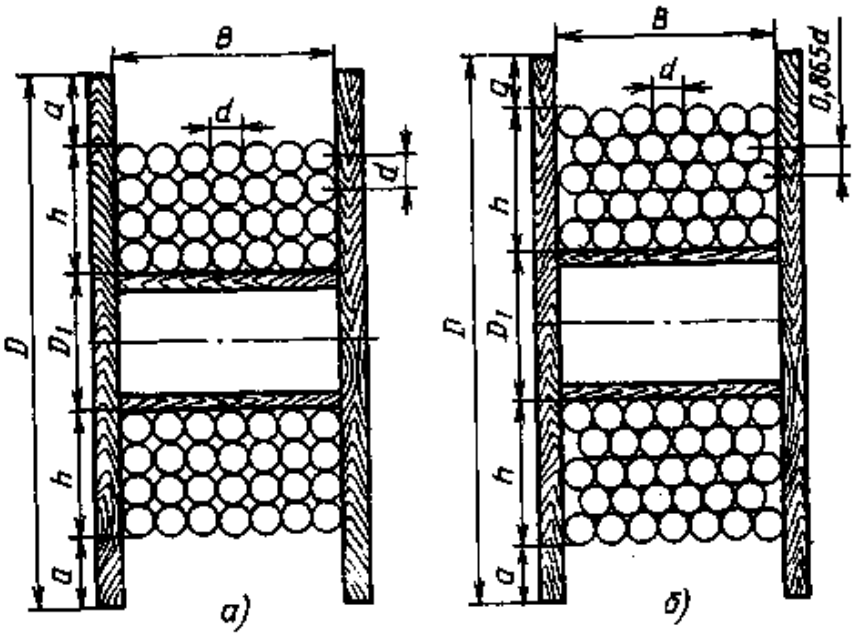


Рис. 6.3. Способы намотки кабеля на барабаны:
а — оси витков последующего и предыдущего рядов находятся в одной вертикальной плоскости; *б* — оси витков последующего ряда проходят через границу между двумя соседними витками предыдущего ряда

Расчетная максимальная

Наружный диаметр кабеля, мм	Номер											
	5	6	8	8а	8б	10	12	12а	14	14а	14б	16
5	865	1650	2075	3610	5215	—	—	—	—	—	—	—
6	600	1140	1440	2500	3620	—	—	—	—	—	—	—
7	440	840	1060	1840	2660	—	—	—	—	—	—	—
8	335	645	810	1410	2035	3090	—	—	—	—	5840	—
9	265	510	640	1115	1610	2440	—	—	—	—	4635	5445
10	215	410	520	945	1305	1980	3005	—	—	—	3755	4410
11	175	340	430	710	1075	1635	2480	3830	—	—	3105	3645
12	150	285	360	595	905	1375	2025	3220	—	—	2605	3060
13	125	245	310	560	770	1170	1775	2745	—	—	2220	2610
14	110	210	265	460	665	1010	1530	2365	—	—	1915	2250
15	95	185	230	385	580	880	1370	2060	2690	1490	1670	1960
16	—	160	200	370	510	770	1205	1810	2365	1270	1465	1720
17	—	145	180	295	450	685	1040	1605	2095	1130	1300	1525
18	—	125	160	275	400	610	900	1430	1865	1065	1160	1360
19	—	115	145	250	360	550	855	1285	1740	950	1040	1220
20	—	105	130	225	325	490	805	1160	1570	865	935	1100
21	—	—	120	115	160	285	495	780	1005	535	540	640
22	—	—	110	100	145	260	465	710	965	450	495	585
23	—	—	100	95	135	235	385	650	810	430	450	535
24	—	—	—	85	120	215	380	595	790	410	415	490
25	—	—	—	80	115	200	360	550	770	395	380	450
26	—	—	—	—	105	185	290	510	655	310	350	415
27	—	—	—	—	95	170	275	470	625	300	325	385
28	—	—	—	—	—	160	270	440	615	290	305	360
29	—	—	—	—	—	150	265	410	510	280	285	335
30	—	—	—	—	—	140	205	380	490	275	265	315
31	—	—	—	—	—	130	200	360	470	205	245	295
32	—	—	—	—	—	120	195	335	470	205	230	275
33	—	—	—	—	—	115	195	315	385	195	220	260
34	—	—	—	—	—	110	190	295	370	190	205	245
35	—	—	—	—	—	100	185	280	360	185	195	231
36	—	—	—	—	—	95	140	265	350	185	180	215
37	—	—	—	—	—	90	130	250	340	170	175	205
38	—	—	—	—	—	85	130	240	330	170	165	195
39	—	—	—	—	—	80	130	225	265	120	155	185
40	—	—	—	—	—	—	125	215	260	120	150	175
41	—	—	—	—	—	—	—	205	255	115	140	165
42	—	—	—	—	—	—	—	195	250	115	135	160
43	—	—	—	—	—	—	—	185	245	115	125	150
44	—	—	—	—	—	—	—	175	240	110	120	145
45	—	—	—	—	—	—	—	170	235	105	115	135
46	—	—	—	—	—	—	—	160	180	105	110	130
47	—	—	—	—	—	—	—	155	175	100	105	125
48	—	—	—	—	—	—	—	150	170	100	100	120
49	—	—	—	—	—	—	—	145	170	100	100	115
50	—	—	—	—	—	—	—	135	165	100	95	110
51	—	—	—	—	—	—	—	110	—	—	—	80

Таблица 6

длина кабеля, м, на барабанах

барабана												
17	17а	18	18а	20	20а	20б	22	22а	22б	25	26	30
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	5580	—	—	—	—	4820	—	—	—	—	—	—
—	4960	—	5875	—	—	4270	—	—	—	—	—	—
—	4110	—	5240	—	—	3805	—	—	—	—	—	—
—	3955	—	4705	—	—	3415	—	5855	4390	—	—	—
2575	3570	2915	4245	—	—	3085	—	5285	3960	—	—	—
1880	2665	2640	3240	—	4275	2035	—	3910	2665	—	—	—
1640	2430	2410	2950	—	3850	1855	—	3560	2425	—	—	—
1600	2220	2205	2700	—	3525	1695	—	3260	2220	—	—	—
1410	2040	2025	2480	—	3235	1560	—	2990	2040	—	—	—
1355	1880	1475	2285	2260	2985	1435	—	2755	1880	—	—	—
1175	1740	1365	2110	1965	2760	1325	—	2550	1735	—	—	—
1135	1610	1265	1960	1900	2560	1230	—	2365	1610	—	—	—
990	1500	1175	1820	1660	2380	1145	—	2195	1495	—	—	—
965	1395	1095	1700	1610	2215	1065	—	2050	1395	—	—	—
940	1305	1025	1585	1570	2075	995	1875	1915	1305	3445	4910	—
805	1220	960	1485	1350	1940	935	1820	1790	1220	3230	4525	—
790	1145	900	1395	1325	1820	875	1585	1680	1145	3030	4315	—
760	1080	845	1310	1270	1715	825	1550	1580	1075	2850	4060	—
645	1015	795	1235	1075	1615	775	1515	1490	1015	2680	3820	—
635	960	750	1165	1060	1520	730	1480	1405	960	2530	3605	—
615	905	710	1100	1025	1440	690	1280	1330	905	2390	3410	—
605	855	675	1045	1010	1360	655	1235	1260	855	2265	3225	—
505	810	640	990	845	1290	620	1215	1190	810	2145	3060	—
420	770	605	940	820	1225	590	1190	1130	770	2040	2905	—
485	735	575	890	815	1165	560	1010	1075	735	1935	2760	—
475	695	550	850	790	1110	530	985	1025	695	1845	2625	—
470	665	520	810	785	1055	505	975	975	665	1755	2505	—
460	635	500	770	765	1010	485	965	930	635	1675	2390	—
375	605	475	735	630	965	460	935	890	605	1600	2280	—
365	580	455	705	615	920	440	780	850	580	1530	2180	—
360	555	435	675	600	880	420	770	815	555	1465	2085	—
360	530	415	645	600	845	405	765	780	530	1405	2000	—
355	510	400	620	590	810	390	745	745	510	1345	1915	—
345	485	385	595	575	775	370	730	715	490	1290	1840	—
340	470	370	570	565	745	355	725	690	470	1240	1765	2600
265	405	310	500	450	660	280	590	590	375	1175	1590	2260

Наружный диаметр кабеля, мм	Номер											
	5	6	8	8а	8б	10	12	12а	14	14а	14б	16
52	—	—	—	—	—	—	—	105	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—
55	—	—	—	—	—	—	—	95	—	—	—	—
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 6.5

Средние расчетные значения величины a

Диаметр кабеля, мм	5...20	21...50	51...60	61...75	76...85	86...100
a, мм	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

$$R_{min} = nd, \qquad (6.5)$$

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.

Ниже приведены значения n, принятые для основных типов и марок кабелей связи.

Кабели местной связи в оболочке:
свинцовой:
ТГ . . . . . 6—7
ТБ, ТК 15

барабана

17	17а	18	18а	20	20а	20б	22	22а	22б	25	26	30
265	390	300	480	440	635	270	580	565	360	1130	1525	2230
260	375	290	460	435	610	260	580	545	345	1085	1470	2175
255	360	280	445	425	590	250	570	525	335	1045	1415	2150
250	345	270	430	420	565	240	560	505	320	1010	1365	1840
250	335	260	415	415	545	235	550	490	310	975	1315	1825
245	325	250	400	410	530	225	435	470	300	940	1270	1785
180	310	240	385	305	510	215	430	455	290	905	1225	1770
180	300	230	370	305	495	210	425	440	280	875	1185	1730
180	290	225	360	300	475	205	420	425	270	850	1145	1720
120	220	165	275	200	370	135	300	320	185	625	910	1370
—	190	145	240	190	320	115	265	275	160	540	785	1075
—	165	125	205	180	280	100	265	240	140	470	685	1015
—	125	—	165	170	225	65	180	180	90	375	560	775
—	110	—	145	—	200	—	170	160	80	335	495	740
—	80	—	115	—	160	—	160	120	50	270	405	540
—	—	—	100	—	140	—	—	110	45	245	365	520
—	—	—	90	—	125	—	—	100	—	220	330	495

полиэтиленовой:	
ТПП, ТППэП	12
ТППБ, ТППБГ, ТППБП	15
стальной гофрированной ТПСШп, ТСШп	10
Кабели зоновой связи в оболочке:	
пластмассовой	
ЗКВ, ЗКВБ, ЗКП, ЗКПБ	20
КСПП, КСППБ, КСППК	15
алюминиевой ЗКАШп	20
коаксиальные ВКПАШп, ВКПАШпт	20
Кабели дальней связи низко- и высокочастотные в оболочке:	
свинцовой ТЗГ, ТЗБ, ТЗК, ТДСГ, ТДСБ, ТДСК, МКСГ, МКСБ, МКСК	12,5
алюминиевой МКСАШп, ТЗА и т. д. при диаметре по оболочке, мм:	
до 30	15
более 30	20
Кабели симметричные высокочастотные в стальной оболочке МКССШп	15
Кабели коаксиальные в оболочке:	
свинцовой КМГ, КМБ, КМК, МКТС	12,5
алюминиевой МКТАШп, КМА	15
Световодные кабели	20

Минимально допустимый радиус изгиба имеет особое значение при выкладке кабелей в смотровых устройствах кабельной канализации, габариты и форма которых в значительной степени определяются этими радиусами. В табл. 6.6—6.9 приведены минимально допустимые радиусы изгиба кабелей: многопарных мест-

Таблица 6.6

Минимально допустимые радиусы изгиба, мм, основных кабелей местных сетей связи

Тип или марка кабеля	Диаметр жилы, мм	Число пар в кабеле															
		10	20	30	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	2400
ТГ	0,4	60	70	85	95	130	155	190	240	270	300	325	360	375	400	425	455	—
ТГ	0,5	70	75	90	110	150	175	200	255	280	310	340	370	390	415	435	470	—
ТГ	0,7	85	110	135	160	215	260	295	360	410	450	490	—	—	—	—	—	—
ТБ	0,4	250	280	300	360	440	510	570	650	720	800	860	—	—	—	—	—	—
ТБ	0,5	260	290	335	380	470	540	600	700	780	860	920	—	—	—	—	—	—
ТБ	0,7	300	350	390	460	600	680	780	920	1030	1140	1230	—	—	—	—	—	—
ТК	0,4	—	380	430	480	550	630	675	760	885	960	1030	—	—	—	—	—	—
ТК	0,5	—	435	465	510	600	660	720	825	950	1030	1080	—	—	—	—	—	—
ТК	0,7	—	465	510	585	705	870	945	1080	1190	1300	1400	—	—	—	—	—	—
ТПП	0,32	110	130	155	200	270	325	365	415	460	510	550	—	—	—	—	720	960
ТПП	0,4	120	135	170	220	295	360	400	470	540	600	660	—	—	—	—	—	—
ТПП	0,5	135	170	205	265	360	420	470	565	650	720	780	—	—	—	—	—	—
ТПП	0,7	170	220	275	350	455	550	620	745	850	945	—	—	—	—	—	—	—
ТППБ (БГ)	0,4	255	285	330	395	490	585	630	700	800	875	945	—	—	—	—	—	—
ТППБ (БГ)	0,5	270	315	380	450	570	660	710	825	940	1025	1105	—	—	—	—	—	—
ТППБ (БГ)	0,7	315	390	465	565	695	825	900	1050	1190	1310	—	—	—	—	—	—	—
ТППБП	0,4	—	360	405	485	590	690	735	805	920	995	—	—	—	—	—	—	—
ТППБП	0,5	—	390	470	550	670	765	815	945	1060	1145	—	—	—	—	—	—	—
ТППБП	0,7	—	480	565	665	800	945	1020	1170	1310	1430	—	—	—	—	—	—	—
ТПСП	0,4	—	—	—	—	310	—	390	460	515	560	595	640	670	695	725	780	—
ТПСП	0,5	—	—	—	—	350	—	470	550	605	660	705	755	805	—	—	—	—
ТПСП	0,7	—	—	—	—	469	—	595	705	790	—	—	—	—	—	—	—	—
ТСП	0,4	—	—	—	—	285	—	363	420	485	540	570	640	640	670	695	755	—
ТСП	0,5	—	—	—	—	330	—	420	515	580	625	670	745	745	790	—	—	—
ТСП	0,7	—	—	—	—	420	—	570	670	755	815	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. 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 6.7

Минимально допустимые радиусы изгиба, мм, симметричных высоко- и низкочастотных кабелей связи

Марка кабеля	Диаметр жил, мм	Емкость кабеля						
		1×4	4×4	7×4	14×4	19×4	27×4	37×4
МКСГ, МКСБ, МКСК	1,2	150	270	310	—	—	—	—
МКСАШп, МКСАБпШп, МКСАБп, МКСАБпГ, МКСАКпШп	1,2	180	300	380	—	—	—	—
МКСАСтпШп	1,2	—	350	—	—	—	—	—
МКГ, МКБ, МКК	1,2	—	290	360	—	—	—	—
МКССШп	1,2	—	330	410	—	—	—	—
ЗКАШп, ЗКАБп	1,2	260	—	—	—	—	—	—
ЗКАКп	1,2	260	—	—	—	—	—	—
ЗКП, ЗКПБ, ЗКВ, ЗКВБ, ЗКВК, КСПП, КСППБ, КСППК	0,9; 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
ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗЭК	0,8	—	220	260	350	410	470	580
	0,9	—	230	280	360	420	500	590
	1,2	—	260	330	430	510	590	700
ТЗАШп, ТЗАБп	0,9	—	230	270	340	400	460	550
	1,2	—	270	310	410	470	540	650
ТЗПАШп, ТЗПАБп, ТЗПАКп	0,9	—	280	320	420	460	—	—
	1,2	—	315	370	500	560	—	—

Таблица 6.8

Минимально допустимые радиусы изгиба комбинированных кабелей ТДС

Число и сочетание элементов кабелей, диаметры токоведущих жил, мм	Минимально допустимый радиус изгиба, мм	Число 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			

ной связи, симметричных и коаксиальных магистральных и внутризоновых, а также комбинированных.

Кабели с пластмассовой изоляцией и оболочкой в тех случаях, когда габариты и форма существующих смотровых устройств кабельной канализации не позволяют выдержать указанные в табл. 6.6 и 6.7 радиусы изгиба, допускается выкладывать с уменьшением радиусов в пределах 30%. При этом должен быть обеспечен постепенный и глубокий прогрев кабелей до температуры 70...80 °С

Таблица 6.9

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-4	12,5	440	МКТА-4	15	360
КМЭБ-4	15	470	ВКПАП	20	360
КМА-4	20	640	КРК	—	200

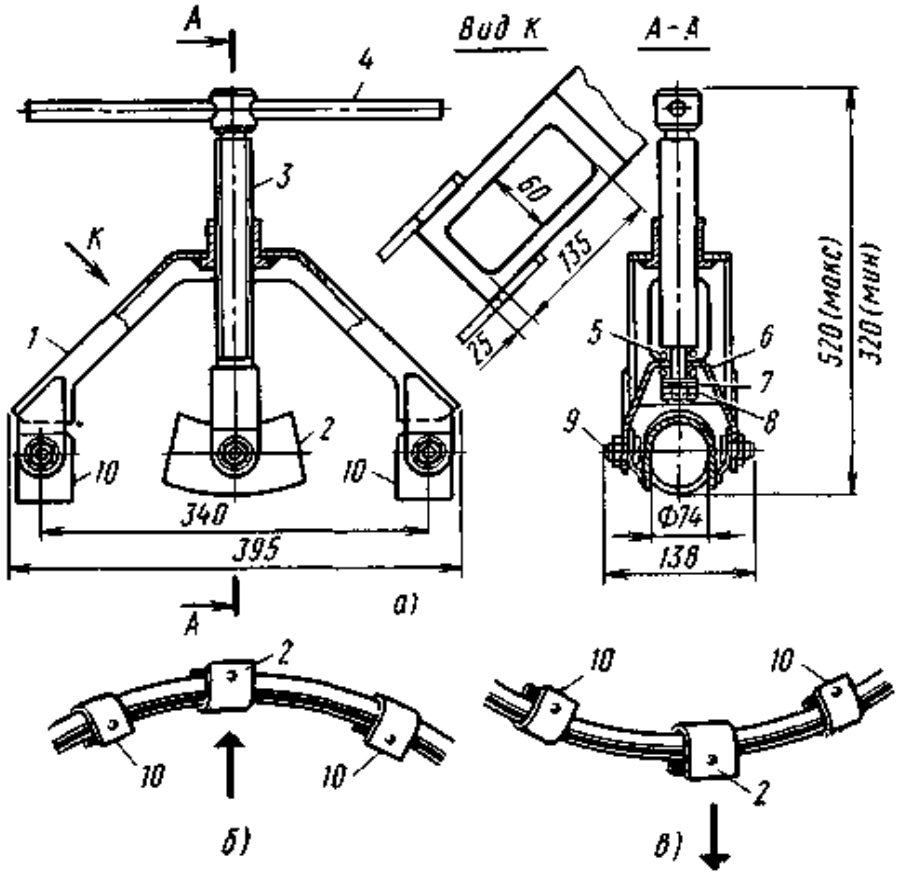


Рис. 6.4. Один из вариантов приспособления для изгибания кабелей: *а* — конструкция приспособления; *б* — схема изгибания кабеля «от себя»; *в* — схема изгибания кабеля «на себя»; *1* — корпус; *2* — вкладыш средний; *3* — винт; *4* — ручка; *5* — подшипник; *6* — скоба; *7* — шайбы; *8* — гайки; *9* — ось; *10* — вкладыши боковые

для снятия возникающих при крутом изгибе недопустимых внутренних механических напряжений. Изгибание кабеля в данном случае должно производиться медленно, желательно с применением специального изгибающего приспособления. Один из вариантов такого устройства показан на рис. 6.4.

Минимально допустимые радиусы изгиба световодных (оптических) кабелей, выпускаемых по ТУ 16-705.296—86 наружным диаметром 15,5 мм, с числом волокон 4 и 8, должны соответствовать 20 наружным диаметрам кабеля и составлять 310 мм.

6.5. Максимальные тяговые усилия и длина пролетов, допустимые при прокладке кабелей

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 числом жил, материалом и площадью сечения оболочек, изоляции жил, поясной изоляции и других защитных покровов, а также допустимым изменением параметров кабеля под воздействием деформации. 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, МПа (кгс/мм^2), на отдельные элементы кабеля:

медные жилы	50(5)
свинцовую оболочку	11(1,1)
полиэтиленовую оболочку и изоляцию жил	9(0,9)

Таблица 6.10

Расчетные максимально допустимые тяговые усилия, Н, для многопарных кабелей местных сетей связи

Число пар жил в кабеле	Кабели:					
	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	440	540	930	540	685	1 175
20	685	835	1 520	735	980	1 765
30	885	1 130	2 160	885	1 375	2 600
50	1325	1 715	3 190	1275	2 160	3 975
100	2255	2 990	5 835	2405	4 315	8 390
150	3285	4 315	8 390	4905	6 375	12 360
200	4220	4 955	9 710	5395	7 110	13 980
300	5885	7 260	13 930	7605	10 790	20 700
400	7160	9 515	17 907	10 055	13 245	24 870
500	8390	11 230	20 060	11 770	16 185	28 940
600	9710	12 900	21 975	12 755	17 905	30 410
700	10 595	14 175	—	—	—	—
800	11 525	15 255	—	—	—	—
900	12 360	16 135	—	—	—	—
1000	13 245	17 365	—	—	—	—
1200	14 715	19 375	—	—	—	—

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 таблицы экспериментально не проверялись.
3. Для пересчета в кгс указанные в таблице значения следует разделить на 9,81.

Расчетные максимально допустимые тяговые усилия, полученные на основе указанных выше исходных данных, приведены: в табл. 6.10 — для многопарных кабелей местных сетей связи, в табл. 6.11 — для основных типов и марок симметричных кабелей магистральной и зоновой связи, в табл. 6.12 — для основных типов и марок коаксиальных кабелей.

Тяговые усилия для световодных кабелей, выпускаемых по ТУ 16-705.296—83, не должны превышать 1200 Н (120 кгс).

Для многих кабелей связи максимально допустимые тяговые усилия в ГОСТ и ТУ не оговорены. В связи с этим в табл. 6.11 и 6.12 соответственно для симметричных и коаксиальных кабелей магистральной и зоновой связи в числителе приведены обязательные, оговоренные ГОСТ и ТУ, максимально допустимые тяговые усилия, а в знаменателе — определенные чисто расчетным путем на основании исходных данных, приведенных выше, не подвергавшихся экспериментальной проверке.

Фактические величины тяговых усилий при прокладке кабелей связи в каналах трубопроводов определяются массой единицы длины кабеля, длиной пролета между колодцами (начальным и конечным) и коэффициентом трения. В каждом отдельном случае ожидаемые тяговые усилия могут быть рассчитаны по формуле $F_0 = Plf$, где P — масса единицы длины кабеля, кг; l — длина затягиваемого пролета кабеля, м; f — коэффициент трения. Коэффициент трения f, в свою очередь, зависит от материала оболочек затягиваемых кабелей. Значения коэффициента трения f для традиционных материалов оболочек и труб кабельной канализации приведены в табл. 6.13.

Таблица 6.11

Максимальио допустимые растягивающие усилия, Н, для основных типов и марок симметричных кабелей магистральной и зоновой связи

Тип и марка кабеля	Диаметр жил, мм	Емкость кабеля				
		1×4	4×4	7×4	19×4	37×4
МКСГ, МКГ	1,2	— 690	— 1720	— 2600	—	—
МКСБ, МКБ	1,2	— 880	— 1960	— 2845	—	—
МКСАШп	1,2	785 1325	1375 2745	— 3925	—	—
МКСАБпШп	1,2	— 2210	— 3925	— 5100	—	—
МКССтШп	1,2	— 2600	2945 5005	3925 6720	—	—
ЗКП, ЗКВ	1,2	490 1865	—	—	—	—
ЗКПБ, ЗКВБ1	1,2	490 2355	—	—	—	—
ЗКАШп	1,2	785 1325	—	—	—	—
КСПП	0,9	590 835	980 2455	—	—	—
КСПП	1,2	885 1225		—	—	—
КСППБ	0,9	590 1080	980 3140	—	—	—
КСППБ	1,2	885 1570	—	—	—	—
КСППК	1,2	1960 —	1960 —	—	—	—
ТЗГ	0,8	—	— 930	— 1325	— 3040	— 5590
ТЗГ	0,9	—	— 1130	— 1670	— 3875	— 7115
ТЗГ	1,2	—	— 1570	— 2455	— 5885	— 11035

Окончание табл. 6.11

Тип и марка кабеля	Диаметр жил, мм	Емкость кабеля				
		1×4	4×4	7×4	19×4	37×4
ТЗБ	0,8	—	—/1080	—/1470	—/3435	—/6230
ТЗБ	0,9	—	—/1225	—/1865	—/4315	—/7850
ТЗБ	1,2	—	—/1815	—/2700	—/6620	—/12265

Примечания. 1. Для пересчета в кгс указанные в таблице значения следует разделить на 9,81.

2. В числителе приведены данные по ГОСТ и ТУ, в знаменателе данные, определенные расчетом (без экспериментальной проверки).

Таблица 6.12

Максимально допустимые тяговые усилия для основных типов и марок коаксиальных кабелей

Тип и марка кабеля	Диаметры внутренних и внешних проводников, мм, и емкость	Максимально допустимые тяговые усилия, Н
КМГ-4	2,6/9,4×4	—/8830
КМБ-4	2,6/9,4×4	4905/10790
КМГ-8/6	2,6/9,4×8+1,2/4,6×6	—/17660
КМБ-8/6	2,6/9,4×8+1,2/4,6×6	4905/20600
МКТАШп-4	1,2/4,6×4	1275/4905
МКТАБп-4	1,2/4,6×4	1275/5885
МКТАБпШп-4	1,2/4,6×4	1275/5885
МКТСГ-4	1,2/4,6×4	—/2455
МКТСБ-4	1,2/4,6×4	785/2945
ВКПАШп	2,1/9,7	980/1960
ВКПАШпт	2,1/9,7	6865/8830
МКТСК-4	1,2/4,6×4	2945/—

Примечания. 1. Официальной нормой являются значения, приведенные в числителе; значения в знаменателе могут служить лишь для ориентировки.

2. Для пересчета в кгс указанные в таблице значения следует разделить на 9,81.

Таблица 6.13

Значения коэффициента трения f в зависимости от материалов труб и оболочек кабелей

Материал оболочки кабеля (или защитного покрова)	Трубы		
	бетонные	асбестоцементные	полиэтиленовые
Полиэтилен	0,38	0,32	0,29
Свинец	0,50	0,42	0,38
Поливинилхлорид	0,56	0,48	0,43
Пропитанная пряжа	0,83	0,71	0,63

Исходя из значений максимально допустимых тяговых усилий (см. табл. 6.10—6.12), соответствующих коэффициентов трения (см. табл. 6.13) и масс кабелей (см. разд. 3) могут быть определены предельные длины кабелей (см. табл. 6.14), допустимые для затяжки транзитом через промежуточные колодцы без остановки процессы последних и последующего монтажа в них соединительных муфт. При этом следует учитывать, что затяжка кабелей транзитом допустима, как правило, при условии расположения примерно на одной прямой в горизонтальной и вертикальной плоскости каналов входа в колодец и выхода из него. Отклонение от этого правила требует применения специальных приспособлений и устройств. Предельная длина кабеля для затяжки транзитом в каналы трубопроводов может быть рассчитана по формуле

$$L_{пр} = F_{max}/Pf,$$

где $L_{пр}$ — предельная длина кабеля для затяжки транзитом в каналы трубопроводов, м; F_{max} — максимально допустимое тяговое усилие, Н (кгс); P — масса единицы длины кабеля, кг/м; f — коэффициент трения.

Рассчитанные по этой формуле предельные длины многопарных кабелей местной связи для затяжки транзитом в каналы трубопроводов приведены в табл. 6.14. Данные этой таблицы относятся только к кабелям в свинцовой оболочке (ТГ). Расчетные максимальные длины кабелей в полиэтиленовой оболочке (ТПП) в связи со значительно меньшими их массами и пониженным (в сравнении со свинцом) коэффициентом трения в несколько раз превышают предельные длины кабелей в свинцовой оболочке и по всей номенклатуре емкостей и диаметров жил могут составлять более 1000 м. Такие длины многопарных кабелей практически затягиваться транзитом не могут, поэтому в таблицах не приводятся.

Таблица 6.14

Расчетная предельная длина, м, кабеля марки ТГ для затяжки транзитом в каналы трубопроводов

Число пар жил кабеля	Трубопроводы								
	бетонные			асбестоцементные			полиэтиленовые		
	Диаметр жил, 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.

Расчетные предельные длины, м, симметричных кабелей магистральной и в каналы

Марка кабеля	Диаметр жил, мм	Трубопроводы									
		бетонные					асбестоцементные				
		Число жил									
		1×4	4×4	7×4	19×4	37×4	1×4	4×4	7×4	19×4	37×4
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	—	—
МКССтШп	1,2	Более 1000					Более 1000				
ЗКП	1,2	495	—	—	—	—	585	—	—	—	—
ЗКВ	1,2	420	—	—	—	—	500	—	—	—	—
ЗКАШп	1,2	530	—	—	—	—	665	—	—	—	—
КСПП	0,9	665	830	—	—	—	785	965	—	—	—
КСПП	1,2	>1000	—	—	—	—	>1000	—	—	—	—
ТЗГ	0,8	—	270	300	320	380	—	320	360	380	450
ТЗГ	0,9	—	285	310	375	415	—	340	370	445	480
ТЗГ	1,2	—	330	375	405	425	—	395	445	490	505

Примечания: 1. Имеются в виду свободные исправные каналы.
2. Для тех кабелей, по которым в ГОСТ и ТУ оговорены максимально допустимые длины определены исходя из этих усилий; в остальных случаях за основу взяты расчет

Расчетные предельные для затяжки транзитом длины симметричных кабелей магистральной и зоновой связи приведены в табл. 6.15, а коаксиальных — в табл. 6.16.

Таблица 6.16

Расчетные предельные длины, м, основных типов коаксиальных кабелей, затягиваемых транзитом в каналы трубопроводов

Марка кабеля	Диаметры внутреннего и внешнего проводников, мм, и емкость	Трубопроводы		
		бетонные	асбестоцементные	полиэтиленовые
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
МКТС-4	1,2/4,6×4	— 410	— 490	— 540
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 знаменателе — исходя из расчетных предельных тяговых усилий (см. табл. 6.12).

Таблица 6.15

зоновой связи, затягиваемых транзитом трубопроводов

полиэтиленовые кабеля				
1×4	4×4	7×4	19×4	37×4
320	395	450	—	—
—	310	320	—	—
665	835	>1000	—	—
Более 1000				
650	—	—	—	—
550	—	—	—	—
725	—	—	—	—
850	>1000	—	—	—
>1000	—	—	—	—
—	355	400	420	500
—	375	410	490	545
—	435	490	530	560

тяговые усилия (см. табл. 6.12), предельные
ные максимальные усилия.

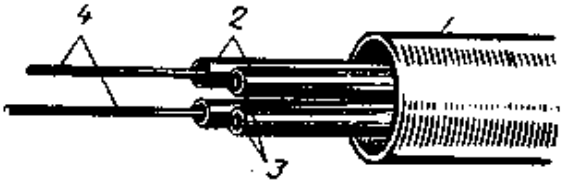


Рис. 6.5. Прокладка оптических кабелей в полиэтиленовых трубках малого диаметра, закладываемых в каналы подземных трубопроводов:

1 — труба подземной кабельной канализации; *2* — полиэтиленовые трубки малого диаметра (25 . . . 27 мм); *3* — резервные трубки; *4* — оптические кабели

Особое значение имеет вопрос о предельных длинах световодных кабелей, затягиваемых транзитом в каналы подземных трубопроводов. Здесь каждый новый сросток строительных длин (муфта) вносит в линию дополнительное затухание (около 0,3 дБ) и представляет собой трудоемкий, кропотливый, требующий особой тщательности и точности выполнения технологический процесс. В связи с этим существует тенденция к максимально возможному увеличению строительной длины световодного кабеля, затягиваемого транзитом. Данные о зарубежном опыте указывают на примеры прокладки в канализации световодных кабелей длиной 2; 2,5 и даже 5,0 км без промежуточных муфт. В СССР намечается довести в ближайшие годы строительную длину световодных кабелей, затягиваемых в канализацию, до 2 км. При этом, опираясь, на зарубежный опыт предполагается прокладывать световодный кабель не непосредственно в трубе кабельной канализации, а в полиэтиленовых трубках малого диаметра (25 ... 27 мм), предварительно затягиваемых в каналы подземных трубопроводов (рис. 6.5). При этом существенно понижается коэффициент трения полиэтиленовой оболочки световодного кабеля о стенки трубки (в данном случае тоже полиэтиленовой), что позволяет увеличить общую длину кабеля, затягиваемого транзитом. Так, для отечественного световодного кабеля, выпускаемого по ТУ 16-705.293—88 с допускаемым максимальным тяговым усилием 1200 Н (120 кгс), массой 0,15 кг/м, при коэффициенте трения полиэтилена о полиэтилен (см. табл. 6.13) $f=0{,}29$ предельная длина кабеля составит $L_{\text{пред}}=120\times0{,}15\times0{,}29=2760$ м.

Дальнейшее увеличение строительной длины кабеля до 5 км достигается за рубежом за счет использования специальных смазок из микроскопических пластмассовых шариков, снижающих коэффициент трения до очень малых значений.

Применение для световодных кабелей дополнительных полиэтиленовых трубок малого диаметра, закладываемых (в количество от одной до четырех) в канал подземного трубопровода диаметром 100 мм, обеспечивает одновременно ряд других преимуществ: повышается эффективность использования дорогих каналов подземной кабельной канализации; появляется резерв каналов для новых световодных кабелей, что исключает необходимость производства земляных работ; улучшаются условия прокладки и эксплуатации световодных кабелей. При этом следует иметь в виду, что специфика эксплуатации световодных кабелей требует отдельного канала для прокладки каждого из них.

Дальнейшее развитие идеи применения полиэтиленовых трубок малого диаметра для световодных кабелей заключается в наложении трубки на кабель непосредственно на кабельном заводе. Кабель в трубке наматывается большими длинами на барабаны и доставляется к месту прокладки. Прокладка может производиться как затяжкой в подземный трубопровод, так и обычной кабелеукладочной колонной на линиях магистральной и зоновой связи. При прокладке непосредственно в земле трубка на кабеле служит упрочняющим конструкцию фактором, защитой от грызунов и грозовых разрядов.

6.6. Температурные условия хранения, транспортировки и прокладки кабелей

Минимально допустимая температура воздуха, при которой без опасности нарушения физико-механических параметров кабеля могут осуществляться транспортировка, хранение, прокладка и монтаж его без специального прогрева, должна соответствовать данным табл. 6.17. В условиях, требующих прокладки и подвески кабелей связи при температурах ниже указанных в табл. 6.17, кабели должны быть предварительно прогреты.

Прогрев целесообразнее всего осуществлять с помощью передвижных тепловоздуходувок (калориферов) с автономным двигателем внутреннего сгорания, например портативного подогревателя типа ПП-85 с бензиновым двигателем от пилы «Дружба». При отсутствии калориферов кабель может прогреваться пропусканием электрического тока по металлической оболочке или экрану и жилам

Таблица 6.17

Температура окружающей среды, при которой допускается транспортировка, хранение и прокладка кабелей связи

Тип и марка кабеля	Допустимая температура, °С					
	транспортировки		хранения		прокладки и монтажа	
	минимальная	максимальная	минимальная	максимальная	минимальная	максимальная
КМ-8/6	—30	40	—50	40	—10	40
КМ-4, КМЭБ-4, КРК	—40	40	—50	40	—10	—
МКТС-4, МКТАШп	—30	50	—40	50	—10	—
КТС	—30	50	—30	50	—	—
ВКПАП	—40	50	—50	50	—10	—
МКС, МКСАШп, МКССтШп	—30	40	—50	40	—15	40
МКСАСБпШп, МКСАСБп	—	—	—	—	—10	40
ЗКАШп, ЗКАБп	—30	—	—50	40	—10	—
КСПП	—	—	—50	50	—10	—
ЗКВ, ЗКП	—30	—	—40	50	—10	—
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
СВ	—	—	—	—	—10	—

его сердечника или в специально приспособленных передвижных тепляках, обогреваемых жаровнями или иными отопительными средствами. Однако следует учесть, что при морозе до 20 °С, например, на прогрев кабеля до положительной температуры подогревателем ПП-85 тратится не более 1 ч, а в тепляках — до 30 и даже 40 ч.

6.7. 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. 6.18.

Таблица 6.18

Минимальное расстояние от кабельных линий связи до других подземных и наземных сооружений

Объект сближения, характеристика габарита	Минимальное расстояние (в свету), м	
	по горизонтали	по вертикали (при пересечении)
Мосты магистральных автомобильных и железных дорог общегосударственного и республиканского значений через:		
внутренние водные пути, судоходные реки, каналы и водохранилища	1000	
сплавные реки	300	—
несудоходные и несплавные реки	50 ... 100	—
Мосты автомобильных и железных дорог областного и местного значений через:		
судоходные реки и каналы	200	—
остальные реки	50 ... 100	—
Автомобильные и железные дороги	5 (от края подошвы насыпи)	1 (ниже полотна автодороги или подошвы рельса и 0,8 ниже дна кювета *)
Канализация:		
кабельная (от трубопровода и колодца)	0,25	0,1
городская	0,5	0,25/0,15
Газопроводы высокого давления до 5,5 МПа (55 кгс/см²), нефтепроводы и трубопроводы на загородной трассе	10	0,5/0,15

Продолжение табл. 6.18

Объект сближения, характеристика габарита	Минимальное расстояние (в свету), м	
	по горизонтали	по вертикали (при пересечении)
Газопроводы давлением:		
5 кПа ... 1,2 МПа (0,05 ... 12 кгс/см²) на городской трассе при сближении и пересечении с кабелем	1	0,5/0,15
0,6 ... 1,2 МПа (6 ... 12 кгс/см²) на городской трассе при сближении или пересечении с кабельной канализацией	3	0,15
0,3 ... 0,6 МПа (3 ... 6 кгс/см²)	2	0,15
5 кПа ... 0,3 МПа (0,05 ... 3 кгс/см²)	1,5	0,15
до 5 кПа (0,05 кгс/см²)	1	0,15
5 кПа (0,05 кгс/см²), проложенные по стенам зданий	1	—
Водопроводы разводящей сети диаметром, мм:		
до 300 мм при сближении и пересечении:		
с кабелем	0,5	0,25/0,15
с кабельной канализацией	0,5	0,15
свыше 300 мм при сближении и пересечении:		
с кабелем	1	0,25/0,15
с кабельной канализацией	1	0,25/0,15
Теплосети	1	0,25/0,15
Коллекторы общие для подземных сетей	0,5	—
Здания в городах и поселках городского типа (от красной линии)	0,6	—
Бортовой камень улицы	1,5	—
Стены или опоры тоннелей и путепроводов (на уровне или ниже основания)	0,5	—
Насыпи или бровки каналов (от подошвы насыпи или бровки канала)	1	—
Оросительные каналы (от бровки канала)	1,5	—
Стволы деревьев в городах	1,5	—

Продолжение табл. 6.18

Объект сближения, характеристика габарита	Минимальное расстояние (в свету), м	
	по горизонтали	по вертикали (при пересечении)
Кабели силовые напряжением до 220 кВ	0,5**	0,5***
Опоры (подземная часть) высоковольтных линий (ВЛ) переменного тока напряжением 750 кВ или ближайшие электроды их заземлителей при удельном сопротивлении земли, Ом·м:		
до 100	15*4	—
101 ... 500	25*4	—
501 ... 1000	40*4	—
свыше 1000	50*4	—
То же, напряжением 110 ... 500 кВ или ближайшие электроды их заземлителей при удельном сопротивлени земли Ом·м:		
до 100	15*5	—
101 ... 500	25*5	—
501 ... 1000	40*5	—
свыше 1000	50*5	—
От ближайшего провода ВЛ переменного тока напряжением 750 кВ (его проекции на горизонтальную плоскость) до подземного кабеля ЛС (кабельной канализации) при удельном сопротивлении земли, Ом·м:		
до 500	30	—
501 ... 1000	40	—
свыше 1000	50	—
От проводов ВЛ напряжением 400 ... 500 кВ до вершины кабельной опоры ЛС и РС (при пересечении)	20	—
Опоры ВЛ напряжением 1 ... 35 кВ или ближайшие электроды их заземлителей при удельном сопротивлении земли ρ, Ом·м:		
до 100	$0{,}83\sqrt{\rho}$*5	—
101 ... 500	10*5	—
501 ... 1000	11*5	—
свыше 1000	$0{,}35\sqrt{\rho}$*5	—

Продолжение табл. 6.18

Объект сближения, характеристика габарита	Минимальное расстояние (в свету), м	
	по горизонтали	по вертикали (при пересечении)
Заземлители деревянных опор или незаземленные железобетонные опоры ВЛ с неизолированными проводами напряжением до 1 кВ при пересечении с подземным или подвесным кабелем ЛС и РС:		
в населенной местности	3*6	—
в ненаселенной местности	10*6	—
Опоры незаземленные деревянные ВЛ с неизолированными проводами напряжением до 1 кВ при пересечении с подземным или подвесным кабелем:		
в населенной местности	2	—
в ненаселенной местности	5	—
в стесненных условиях	1*7	—
От основания кабельной опоры ЛС до ближайшего рельса эл. ж. д. (по перпендикуляру к полотну ж. д.) при угле пересечения (в плане) подземного кабеля ЛС с осью полотна дороги:		
90°	20	—
85°	30	—
80°	40	—
75°	50	—
Опоры контактных сетей наземного электротранспорта напряжением от 1 до 35 кВ при пересечении с подземным кабелем ЛС при удельном сопротивлении земли ρ, Ом·м:		
до 100	$0{,}83\sqrt{\rho}$	—
101 ... 500	10	—
501 ... 1000	11	—
свыше 1000	$0{,}35\sqrt{\rho}$	—
Опоры контактных сетей наземного электротранспорта напряжением до 1 кВ при пересечении с подземным кабелем ЛС (для всех значений ρ):		
в населенной местности	3	—
в ненаселенной местности	10	—
От места пересечения подземного кабеля ЛС с эл. ж. д. до стрелок, крестовин и мест присоединения отсасывающих кабелей	10	—

Окончание табл. 6.18

Объект сближения, характеристика габарита	Минимальное расстояние (в свету), м	
	по горизонтали	по вертикали (при пересечении)
То же, при пересечении трамвайных путей	3	—
От опор контактных сетей при пересечении эл. ж. д. до колодцев кабельной канализации	15	—
Трамвайные пути	2 (от ближайшего рельса)	1* (ниже подошвы рельса)
Кабели связи	0,5*8	0,25/0,15*9
Кабели радиотрансляционных сетей I класса	1,0	0,5/0,25*9
То же, II класса	0,5	0,5/0,25*9
Заземлители молниеотводов воздушных линий связи	25	—
Опоры, подпоры, оттяжки воздушных линий связи:		
в населенной местности	1	—
в ненаселенной местности	По расчету	—

Примечания: 1. В числителе указаны расстояния при прокладке кабелей непосредственно в грунте в знаменателе — в трубах, а при отсутствии дроби — для обоих случаев.

2. Кабели и кабельная канализация прокладываются выше канализационных и водопроводных сетей, выше или ниже действующих кабелей связи, силовых кабелей, газопроводов, нефтепроводов и теплосетей.

* При защите кабеля в кювете кирпичом, бетонными плитами и т. п. это расстояние может быть уменьшено до 0,5 м.

** При сближении низкочастотных кабелей связи с силовыми кабелями напряжением до 10 кВ допускается 0,25 м при условии защиты кабелей (прокладка в трубах, установка несгораемых перегородок и т. п.).

*** При пересечении с силовыми кабелями напряжением до 35 кВ в стесненных условиях допускается 0,15 м при условии разделения кабелей на всем участке пересечения плюс 1 м в каждую сторону плитами или трубами из бетона или другого равнопрочного материала; при этом кабель связи должен быть расположен выше силового кабеля.

*4 При прокладке кабеля в стальной трубе или покрытии его швеллером по длине, равной расстоянию между крайними проводами ВЛ плюс 15 м с каждой стороны от крайних проводов, допускается уменьшение этих расстояний до 10 м.

*5 При прокладке кабеля в стальной трубе или покрытии его швеллером по длине, равной расстоянию между крайними проводами ВЛ плюс 10 м с каждой стороны от крайних проводов, допускается уменьшение этих расстояний до 5 м.

*6 Эти расстояния могут быть уменьшены соответственно до 2 и 5 м при прокладке кабеля в стальной трубе или покрытии его швеллером либо угловой сталью по длине в обе стороны относительно опоры не менее 3 м в населенной местности и 9 м — в ненаселенной местности.

*7 При этом кабель должен быть проложен в стальной трубе или покрыт швеллером либо угловой сталью по длине в обе стороны от опоры не менее 3 м.

*8 Норма дана для кабелей ЛС и кабельной канализации.

*9 При пересечении кабеля РС с кабелями ЛС и РС это расстояние должно быть не менее 0,5 м; при этом прокладываемый кабель РС на всем участке пересечения плюс 1 м с каждой стороны от него должен быть заключен в трубу.

6.8. 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);

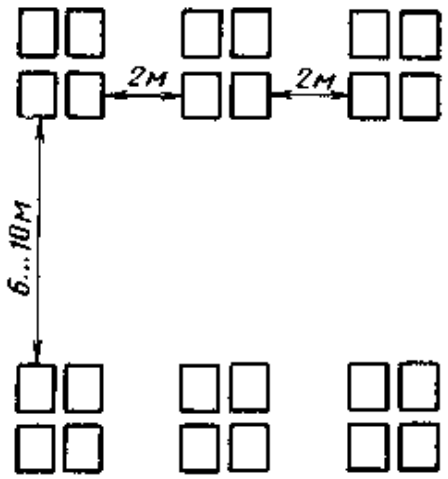


Рис. 6.6. Схема расположения барабанов на кабельной площадке

наличие дорог от пунктов разгрузки до площадки и от последней 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 потравы на посевных площадях.

Размеры кабельных площадок определяются из расчета потребности 10 м² площади на один барабан. Размещение барабанов на кабельной площадке должно соответствовать рис. 6.6.

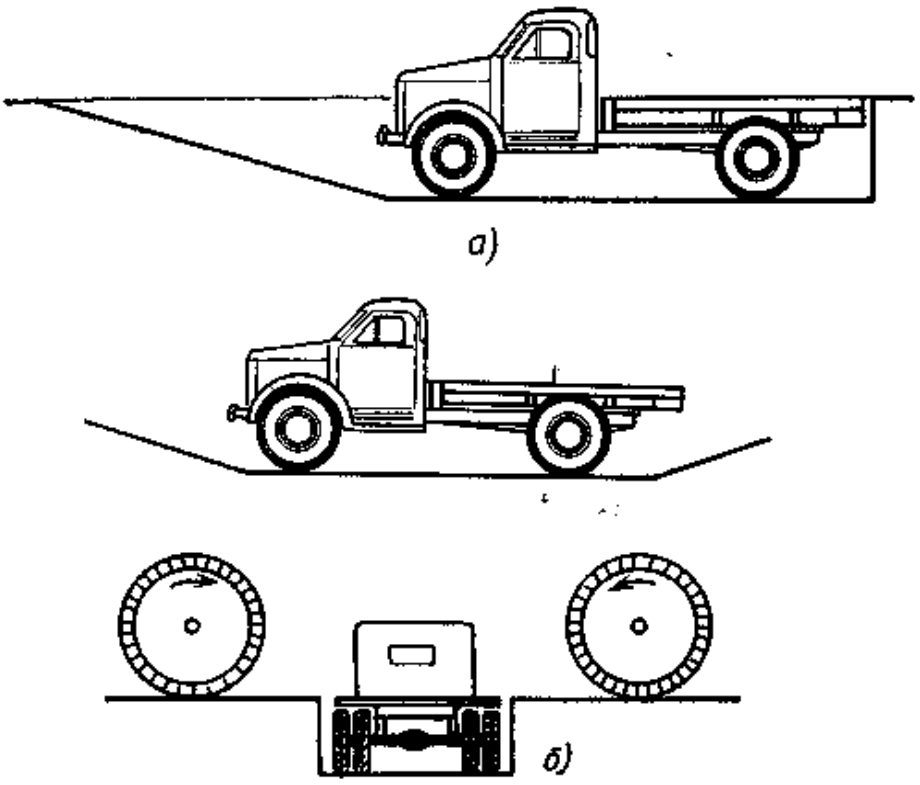
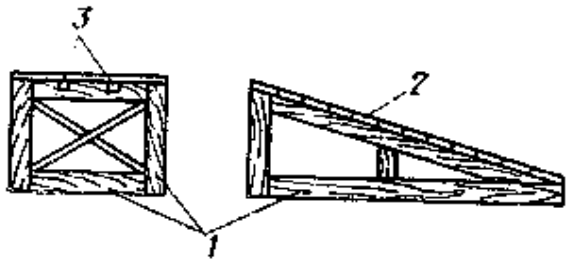


Рис. 6.7. Аппарели:
а — односторонняя; *б* — двусторонняя

Рис. 6.8. Передвижная деревянная платформа:
1 — брусья 200×100 мм; *2* — доски толщиной 60 мм; *3* — брусья 100×80 мм



При отсутствии специальных погрузо-разгрузочных средств (автокранов, автопогрузчиков и т. п.) на площадке должны быть оборудованы аппарели (рис. 6.7) или передвижные деревянные платформы (рис. 6.8).

6.9. 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. Кроме того, в кузове машины (прице-

Рис. 6.9. Укрепление барабана на автомашине:
1 — постоянный упор; *2* — съемный упор

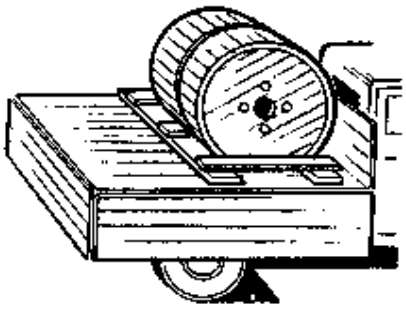


Рис. 6.10. Укрепление двух барабанов на автомашине

на) устанавливается постоянный упор высотой 30...40 мм, а после погрузки барабанов — съемный упор (рис. 6.9). Оба упора скрепляются продольными брусьями с помощью строительных скоб. На рис. 6.10 показано укрепление на автомашине двух барабанов.

6.10. Испытания кабеля и оборудования перед прокладкой и установкой

Строительные длины кабеля, пупиновские ящики, удлинители, оборудование для содержания кабеля под избыточным давлением, цистерны и контейнеры НУП (НРП), оконечные кабельные устройства и т. д. по мере поступления на объект подвергаются входному контролю качества в составе, приведенном в табл. 6.19.

Таблица 6.19

Состав испытаний кабеля и оборудования перед прокладкой и установкой

Объект испытаний	Состав испытаний
Все типы кабелей и оборудование	Внешний осмотр: комплектность, исправность цистерн, контейнеров, шкафов, каркасов, барабанов, обшивки, болтов, втулок, верхних витков и концов кабеля, наличие вентилей, заводских паспортов; состояние защитных покровов на концах кабелей и цистернах НУП
Симметричные кабели с металлической оболочкой, поступившие: под избыточным давлением без избыточного давления	 Проверка герметичности оболочки Измерение электрического сопротивления изоляции жил; проверка целости жил и экранов; проверка герметичности оболочки
Коаксиальные кабели, поступившие: под избыточным давлением без избыточного давления	 Проверка герметичности оболочки; испытание изоляции коаксиальных пар (КП) напряжением Измерение электрического сопротивления изоляции токопроводящих элементов, испытание напряжением КП; проверка целости проводников и экранов; проверка герметичности оболочки
Коаксиальные кабели ВКПА	Измерение электрического сопротивления изоляции; испытание напряжением изоляции КП; проверка целости проводников
Симметричные и коаксиальные кабели при наличии вмятин, пережимов и т. п., а также строительные длины кабелей, подлежащие прокладке через реки, болота и другие труднодоступные места	Проверка герметичности оболочки; измерение электрического сопротивления изоляции и испытание напряжением изоляции проводников (жил) и экранов
Симметричные кабели без металлических оболочек типа ЗКП, ЗКВ и т. п.	Измерение электрического сопротивления изоляции; испытание напряжением изоляции жил; проверка целости жил и экранов
Кабели всех типов, бронированные со шланговыми защитными покровами	Измерение электрического сопротивления изоляции между металлической оболочкой (экраном) и броней (кроме испытаний, указанных выше)

Окончание табл. 6.19

Объект испытаний	Состав испытаний
Многопарные кабели местной связи емкостью 100 пар и более, поступившие: под избыточным давлением без избыточного давления	 Проверка герметичности оболочки Измерение электрического сопротивления изоляции; проверка герметичности оболочки
Ящики с катушками индуктивности, удлинители (в ящиках), поступившие: под избыточным давлением без избыточного давления	 Проверка герметичности Измерение электрического сопротивления изоляции; проверка герметичности
Устройства оконечные кабельные УОК	Измерение электрического сопротивления изоляции; испытание напряжением изоляции; проверка целости проводников (прозвонка между концом кабеля и разъемами)
Устройства оконечные КАЕ	Проверка герметичности
Контейнеры НУП систем К-3600, К-1020, телемеханики (ТМ) и служебной связи; контейнеры VLT-1920 и аппаратуры ИКМ, муфты ААЕ	» »

6.11. Группирование кабелей и пупиновских ящиков

Строительные длины кабелей в пределах усилительного участка перед прокладкой подлежат группированию по следующим параметрам:

все типы кабелей — по конструктивным данным и размерам строительных длин;

симметричные высокочастотные кабели — по переходному затуханию на ближнем конце и средним значениям рабочей емкости;

коаксиальные кабели — по волновому сопротивлению коаксиальных пар.

При группировании строительных длин кабелей выполняются следующие требования:

1. В пределах одного усилительного участка прокладываются кабели, изготовленные, как правило, одним заводом и имеющие одинаковые материал и диаметр жил, материал изоляции, расцветку жил и элементов, скрутку, число четверок и пар. Защитные покровы шлангового типа должны быть однородными (полиэтилен или поливинилхлорид и т. п.).

Коаксиальные кабели, кроме того, группируются таким образом, чтобы на секции между двумя смежными питающими пунктами были проложены кабели,

изготовленные по одинаковым техническим условиям (стандартам) и имеющие одинаковые электрические характеристики. Если предприятие-поставщик не изготавливает кабели данного типа необходимых марок (например, с проволочной броней для прокладки на речных переходах и в зоне больших растягивающих нагрузок; с повышенным экранирующим действием для прокладки в зонах влияния ЛЭП и эл. ж. д.; со специальными защитными покровами для защиты от коррозии и т. п.), допускается прокладка кабелей, изготовленных разными заводами (зарубежными и отечественными) по разным техническим условиям, при этом не менее чем на 75% усилительных участков данной секции должен быть проложен кабель одного завода, а на остальных участках — другого завода. Коаксиальные кабели отечественных заводов, изготовленные по одинаковым техническим условиям (стандартам) и с одинаковым типом изоляции симметричных цепей, допускается прокладывать в любом сочетании числа усилительных участков в пределах секции.

2. Группирование по размерам длин должно учитывать: расстояния между НУП или НРП (НУП-ОУП); подбор одинаковых длин при двухкабельной системе передачи; соблюдение шагов пупинизации; расстояние между смотровыми устройствами кабельной канализации; особенности трассы: пересечения рек, водоемов, оврагов, дорог и других препятствий.

Короткомерные длины кабелей, а также строительные длины коаксиальных кабелей I и V групп прокладываются ближе к середине усилительного участка.

Отклонение от принятой в проекте длины шага пупинизации низкочастотных кабелей в процессе группирования не должно превышать 0,5%. В коаксиальных кабелях отклонение от принятой в проекте длины шага пупинизации симметричных пар не должно превышать 3%; допускается на секции ОУП-ОУП в 10% шагов увеличение, а в 25% шагов уменьшение их длины в пределах до 100 м; в 5% шагов допускается уменьшение длины до 400 м. Полушаги пупинизации (на подходе к ОУП, ОП) укороченной длины не допускаются.

Недостающие до номинального шага длины дополняются параллельным включением конденсаторов, электрическая емкость которых должна быть равна электрической емкости недостающей длины пары.

Укороченные более чем на 100 м шаги пупинизации размещаются на одной трети секции ОУП-ОУП, находящейся в середине. Допускается установка катушек индуктивности не на стыках строительных длин.

3. Переходное затухание на ближнем конце трех — пяти строительных длин симметричного высокочастотного кабеля, прилегающих к усилительному пункту, должно быть не менее 65,1 дБ (7,5 Нп).

Примечание. В кабелях типа МКС, МКСА на щеке барабана ставится знак: $>$7,5 Нп (65 дБ), что облегчает подбор строительных длин, прокладываемых на подходах к НУП (ОУП).

4. Среднее значение рабочей емкости строительных длин высокочастотных симметричных кабелей, подлежащих вводу в усилительный пункт (НУП, ОУП), не должно отличаться от номинального, а средние значения рабочей емкости смежных длин не должны отличаться друг от друга более чем на 0,2 нФ/км.

Примечание. На щеке барабанов кабелей МКС, а также в протоколе заводских испытаний указывается номер группы по среднему значению рабочей емкости, что облегчает группирование по данному параметру. Необходимо стремиться к тому, чтобы максимальное число длин с одинаковыми номерами групп были проложены одна за другой.

5. Разность концевых значений волнового сопротивления, Ом, на стыках коаксиальных пар типа 2,6/9,4 не должна превышать следующих величин:

2,6/9,4	0,45
1,2/4,6	1,2
ВКПАП 2,1/9,7	2,4
ВКПАП-10, БВКПАП-10	1,6

Конец кабеля, подлежащий вводу в усилительный пункт, должен иметь следующее волновое сопротивление, Ом, любой коаксиальной пары:

2,6/9,4	75∓0,35
1,2/4,6 и 2,1/9,7 (кабель ВКПА)	7,5±0,6

Группирование строительных длин производится по концевым значениям волнового сопротивления, указанным в заводских паспортах.

Примечание. 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 КМ-8/6 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 сопротивлений конца строительной длины отличаются друг от друга на величину, большую, чем предусмотрено в группе, то рядом с цифрой ставится знак «0», например $\frac{II—0—3}{III—2—0}$.

В табл. 6.20 приведены средние значения волнового сопротивления коаксиальных пар в строительных длинах кабелей КМ-8/6, КМ-4 и МКТ-4. В табл. 6.21 приведены концевые значения волнового сопротивления строительных длин кабеля ВКПА при группировании их на заводе.

При прокладке коаксиального кабеля в кабельной канализации строительные длины должны соответствовать длинам пролетов между колодцами. В случае, если строительная длина предназначена для прокладки в нескольких смежных пролетах кабельной канализации, то в промежуточных колодцах кабель при необходимости разрезается, оставляется запас для монтажа соединительных

Таблица 6.20

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	75,91 ... 76,50

Таблица 6.21

Группирование кабеля ВКПА 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

муфт и при этом подбор волновых сопротивлений на стыке отрезков кабеля не требуется.

Если в колодце соединяются концы разных строительных длин с неизвестными величинами волнового сопротивления, последние должны быть определены путем измерений.

В отдельных случаях допускается группирование строительных длин по ориентировочно найденным возможным максимальным величинам волнового сопротивления, которые могут быть определены для любой точки любой коаксиальной пары по формуле, Ом

$$Z = (Z_А + Z_Б)/2 \pm 150P_{max},$$

где $Z_А Z_Б$ — измеренные значения волнового сопротивления коаксиальной пары по концам строительной длины (заводские данные); P_{max} — максимальное значение неоднородности данной пары, ‰.

Аналогично следует поступать в случае необходимости устройства вынужденных кабельных вставок. При этом разность волновых сопротивлений соединяемых в колодце или на вставке коаксиальных пар не должна превышать значений, указанных выше.

Пупиновские ящики в пределах низкочастотного усилительного участка (одного) для каждого кабеля должны быть по возможности одинакового типа и одного и того же завода. Группирование пупиновских ящиков осуществляется по средним значениям индуктивности катушек. Установка пупиновских ящиков производится таким образом, чтобы рядом находилось по возможности большее число ящиков одинаковой группы. Не допускается расположение рядом ящиков не смежных групп. На шагах пупинизации кабеля с наименьшей рабочей емкостью устанавливаются ящики с наименьшей индуктивностью, а на шагах пупинизации кабеля с наибольшей рабочей емкостью — ящики с наибольшей индуктивностью.

На основании проведенного группирования составляются укладочные ведомости, в соответствии с которыми производится прокладка кабеля и установка пупиновских ящиков.

6.12. Заготовка каналов трубопровода перед затягиванием кабеля

Затягиванию кабеля в каналы трубопровода предшествует процесс, называемый заготовкой канала. Заготовка канала может осуществляться с помощью:

1) 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 непригодны;

2) тонкого, упругого стекловолоконного прутка диаметром 8...11 мм, длиной до 200 м, в защитной полиэтиленовой оболочке. Пруток намотан на вращающийся тамбур диаметром не более 1,2 м (рис. 6.12). На тамбуре предусмотрено устройство, препятствующее самопроизвольной размотке прутка. Использование такого прутка на тамбуре является в настоящее время самым прогрессивным способом заготовки каналов кабельной канализации;

3) упругой ленты, имеющей в поперечном сечении форму желобка (рис. 6.13). Этот способ удобен и достаточно производителен, но получил ограниченное рас-

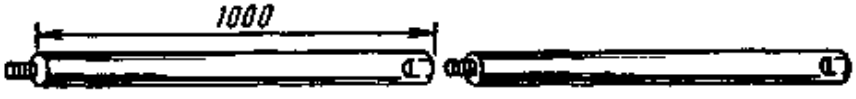


Рис. 6.11. Винтовые палки

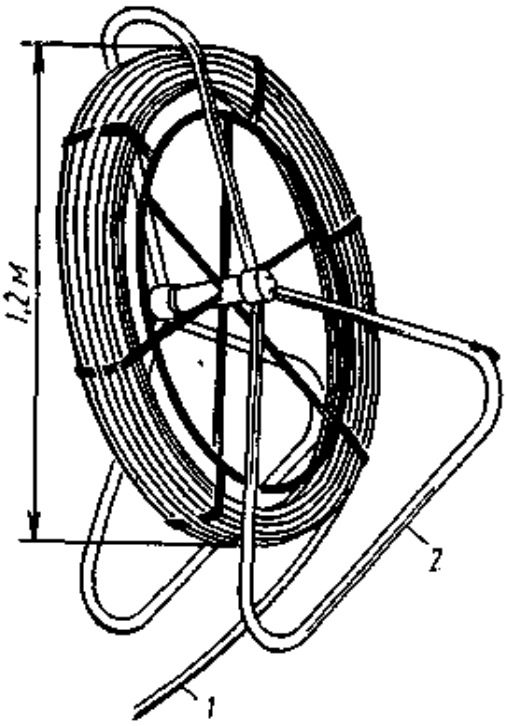
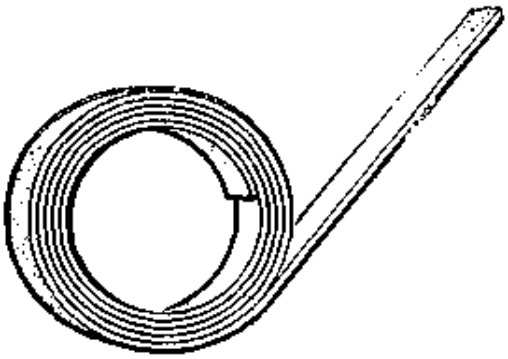


Рис. 6.12. Упругий стекловолокониый пруток на тамбуре для заготовки канализации:

1 — пруток; *2* - тамбур

Рис. 6.13. Упругая стальная лента для заготовки каналов небольшой длины



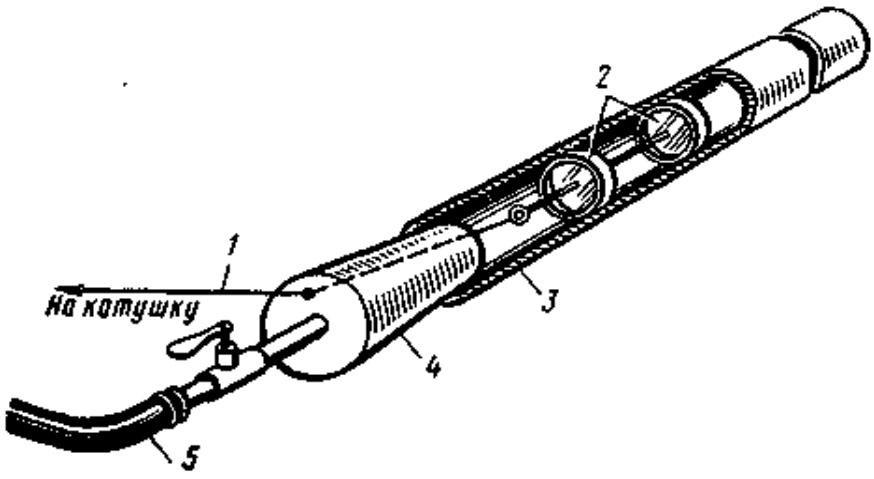


Рис. 6.14. Примерная схема пневмоканалопроходчика:

1 — крученый шнур длиной 160 м, диаметром 2 . . . 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

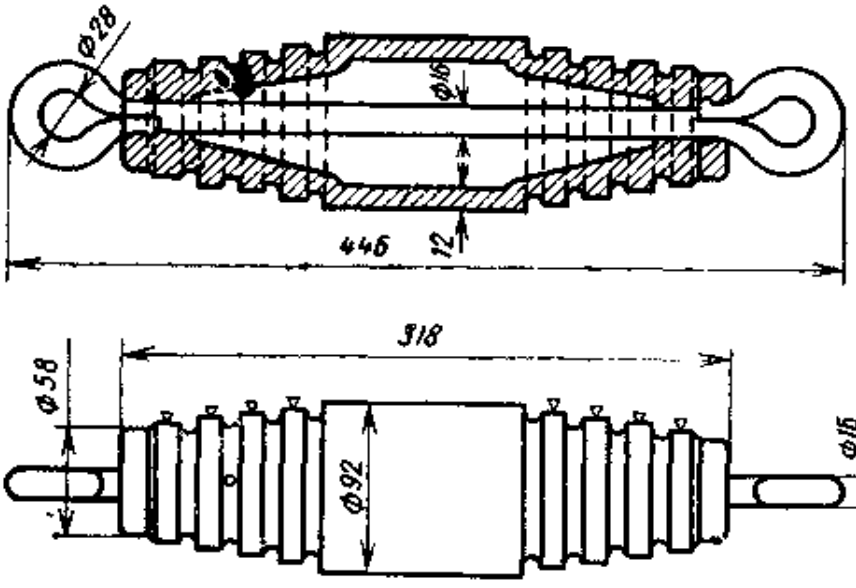


Рис. 6.15. Пробный цилиндр

пространение, так как применим только в совершенно чистых каналах с длиной пролета не более 70 м;

4) упругой стальной проволоки диаметром 5...6 мм. Такой проволокой можно выполнять «заготовку» в чистых каналах коротких пролетов (не более 30...35 м);

5) пневмоканалопроходчика, примерная схема которого приведена на рис. 6.14. Для работы пневмоканалопроходчика требуется передвижная компрессорная станция, обеспечивающая подачу сжатого воздуха под избыточным давлением 590...690 кПа (6...7 кгс/см^2) при расходе 5...7 м^3/мин.

Пневмоканалопроходчик выгодно использовать при массовой заготовке каналов и особенно при проверке исправности большого числа каналов на участке ограниченной длины.

В нашей стране пневмоканалопроходчики широкого распространения пока не получили.

Для проверки исправности каналов применяется показанный на рис. 6.15 специальный цилиндрический ребристый шаблон, называемый пробным цилиндром.

6.13. Прокладка кабелей в подземных трубопроводах

В каналах подземных трубопроводов прокладываются линейные кабели всех видов проводной связи, не имеющие поверх оболочки броневых защитных покрытий. Предельный диаметр этих кабелей обычно не превышает 72...73 мм. Применительно к кабелям с воздушно-бумажной изоляцией жил парной скрутки марки ТГ это соответствует емкости 1200×2 при диаметре жил 0,5 мм или 600×2 при диаметре жил 0,7 мм. При меньших диаметрах в одном канале трубопровода может быть проложено несколько кабелей.

Максимально допустимая загрузка 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 число кабелей, прокладываемых в одном канале, не должно превышать пяти, а применительно к кабелям МКСГ-7×4, уплотняемым однотипной ВЧ аппаратурой, при одинаковых уровнях и направлениях передачи — не более трех-четырех. Прокладка световодных кабелей требует отдельного канала для каждого кабеля.

В последние годы наметилась тенденция к увеличению предельного диаметра кабеля, затягиваемого в каналы с внутренним диаметром 100 мм, до 85 мм при одновременном уменьшении диаметра жил и толщины изоляции на них. Это позволяет увеличить предельное число пар жил в одном кабеле до 3000 и более. Исходя из этого кабельные заводы СССР стали выпускать кабели ГТС в полиэтиленовой оболочке (ТПП) с медными жилами диаметром 0,32 мм в полиэтиленовой изоляции с числом пар жил 2400. В последние годы ведется прокладка таких кабелей в подземной кабельной канализации.

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. 6.22). Практически необходимый запас кабеля в каждом отдельном случае может отличаться от приведенных в табл. 6.22.

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;

Таблица 6.22

Средние расчетные запасы кабеля в колодцах

Колодец	Запас кабеля на пролет (два конца), м	Колодец	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		

запас кабеля после выкладки его в колодцах должен 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 29,4 кН (3000 кгс) и предназначен для затягивания кабелей с массой 1 км до 6000 кг (применительно к марке ТГ — до 400 пар включительно). Канат диаметром 11 мм выдерживает тяговое усилие до 56 кН (5700 кгс) и предназначен 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 кабеля затягиваются с помощью пеньковых канатов диаметром 25 мм. Крепление каната к затягиваемому кабелю осуществляется стальными кабельными чулками через карабин. В последнее время вместо пеньковых канатов используются стальные канаты в полиэтиленовых защитных шлангах.

На рис. 6.16 показаны три типа стальных кабельных чулок:

концевые (рис. 6.16, *а*), которые надеваются только на крайние точки кабеля и передвигаться по нему не могут. Чулки этого типа применяются чаще всего. С их помощью во всех случаях ведется затяжка кабеля до момента выхода его из канала в колодец;

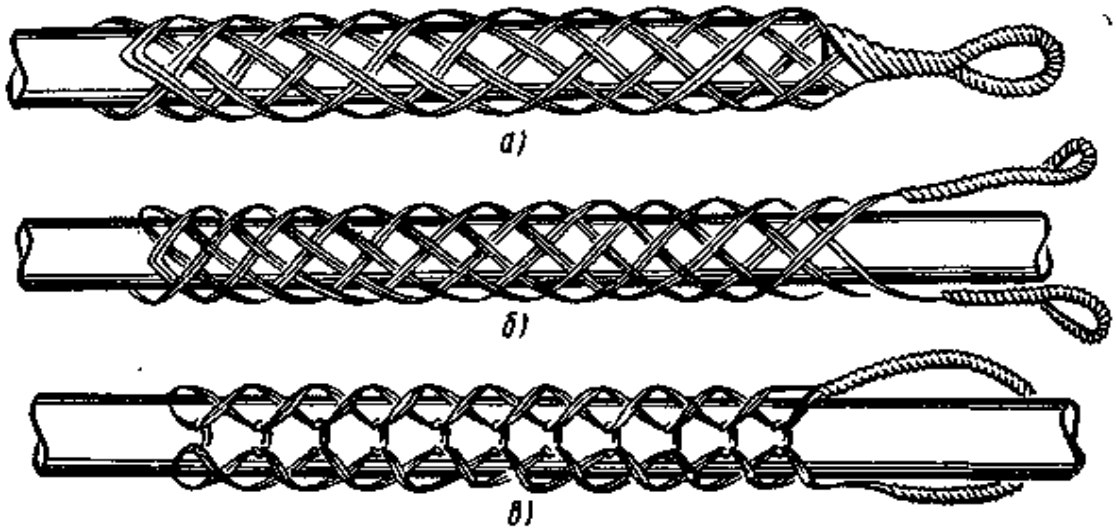


Рис. 6.16. Стальные кабельные чулки:
а — концевой; *б* — сквозной; *в* — разрезной

Таблица 6.23

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, кН (кгс)
16	50×2×0,5 20×2×0,7	0,3	180	19,6 (2000)
21	100×2×0,5 30×2×0,7	0,4	180	29,4 (3000)
28	150×2×0,5	0,5	200	49 (5000)
38	300×2×0,5 150×2×0,7	0,6	220	68,7 (7000)
50	500×2×0,5 200×2×0,7	0,7	250	98,1 (10 000)
63	800×2×0,5 400×2×0,7	0,8	260	127,5 (13 000)
73	1200×2×0,5 600×2×0,7	0,9	280	166,8 (17 000)

Карабин для крепления каната к чулку через компенсатор кручения показан на рис. 6.19. Компенсатор кручения (рис. 6.20) предохраняет кабель от воздействия крутящих усилий, возникающих при тяжении.

Для предохранения затягиваемого кабеля и тягового каната (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. 6.21). Такие же кабельные колена наряду с приспособлением, показанным на рис. 6.4, используются для выгибания кабеля при выкладке его по форме колодца.

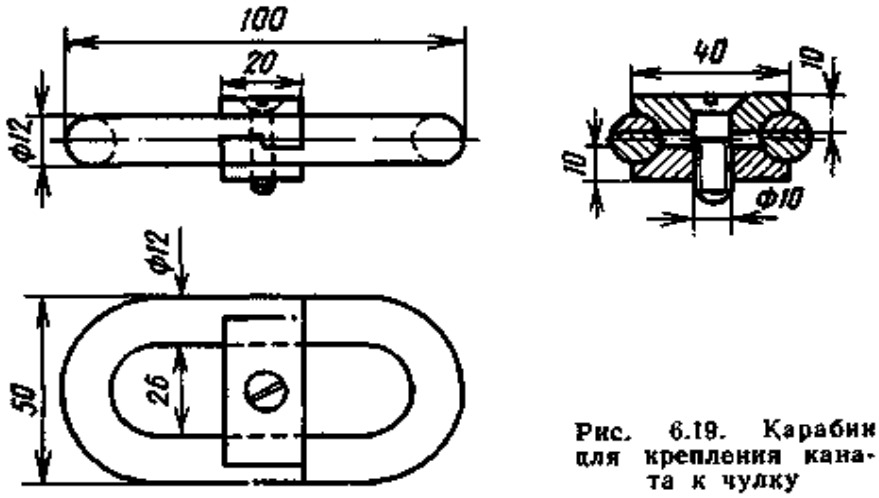


Рис. 6.19. Карабин для крепления каната к чулку

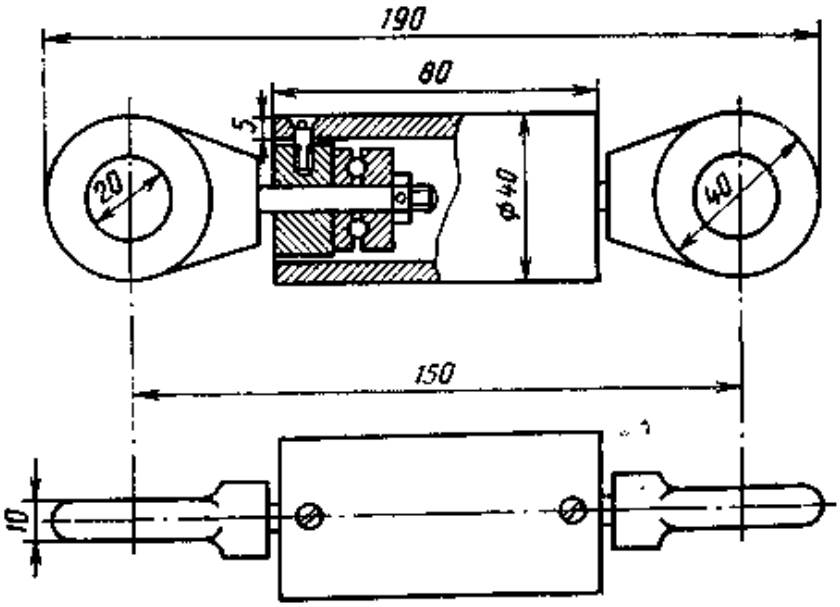


Рис. 6.20. Компенсатор кручения

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. 6.22. Использование этого приспособления значительно уменьшает трение, снижает необходимые тяговые усилия и удлиняет 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. 6.23. Кабель, масса 1 км которого составляет 1500 кг и более (применительно к марке ТГ — от 100×2×0,5 или 50×2×0,7 и более), следует затягивать механизированным способом с применением ка-

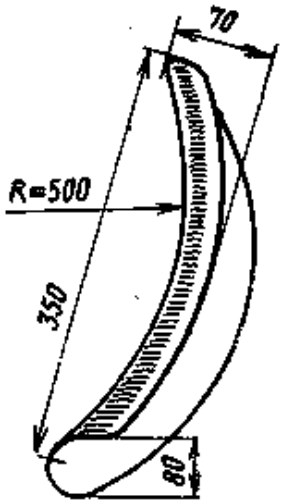


Рис. 6.21. Кабельное колено

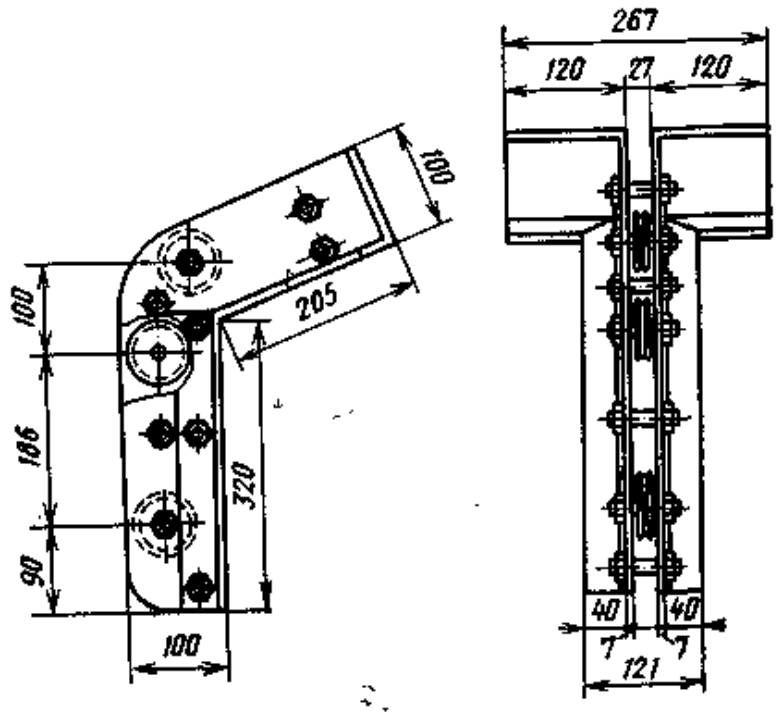


Рис. 6.22. Колено блочное

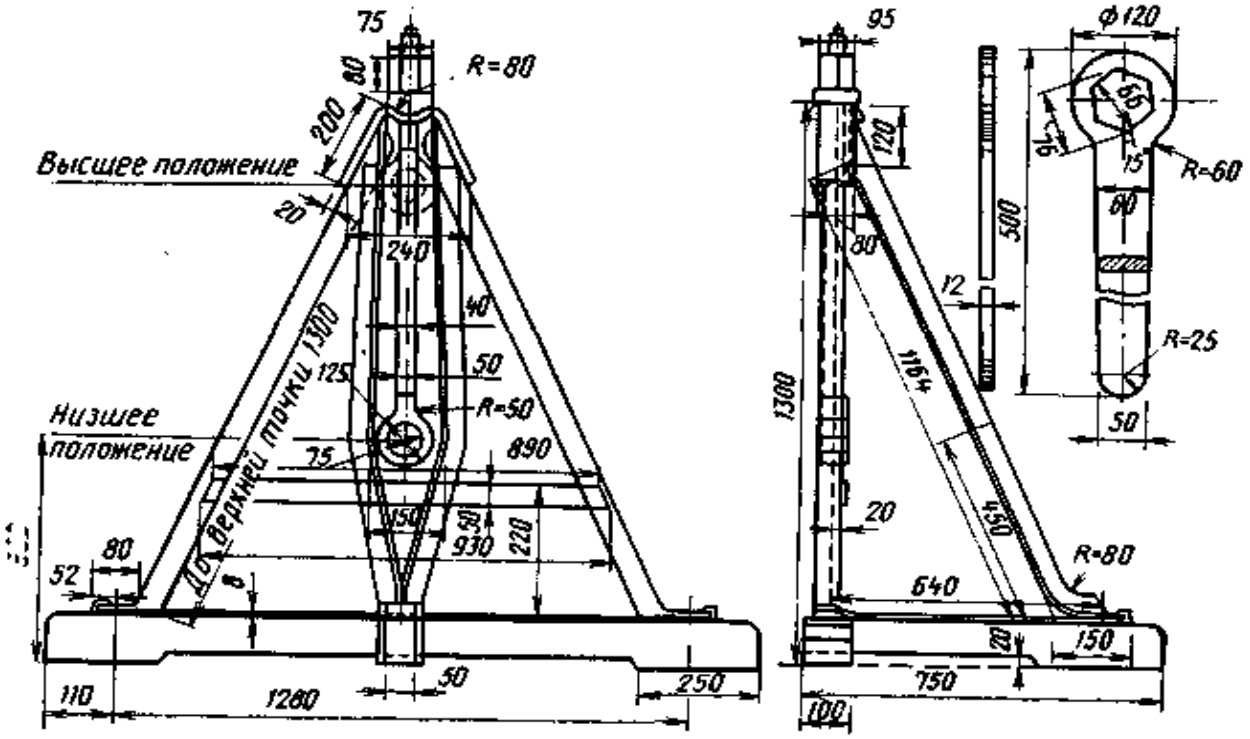


Рис. 6.23. Козлы-домкраты

бельных машин 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 29,4 кН (3000 кгс). При затяжке в исправные каналы кабеля, масса 1 км которого составляет менее 1500 кг (применительно к марке ТГ — менее 100×2×0,5 или 50×2×0,7), 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. 6.24). По коленам и блокам с изгибами и через люк можно в данном случае пропускать только канат, а не кабель. Выполнение этого условия можно обеспечить различными способами с применением различных приспособлений. Некоторые из приспособлений показаны на рис. 6.25.

Простейшие способы предполагают наличие в колодцах так называемых серег — специальных ушек, за которые можно закрепить блочные устройства. При отсутствии серег, что часто имеет место, приходится применять дополнительные приспособления в виде специальных блочных колонок, телескопических

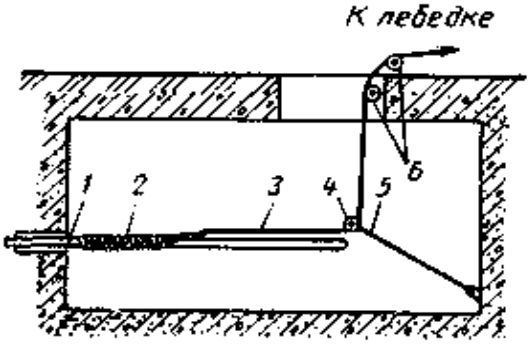


Рис. 6.24. Подтягивание запаса кабеля в колодце:

1 — конец подтягиваемого кабеля; *2* — сквозной кабельный чулок; *3* — тяговый канат; *4* — блок; *5* — крепление блока к серьге; *6* — колено блочное

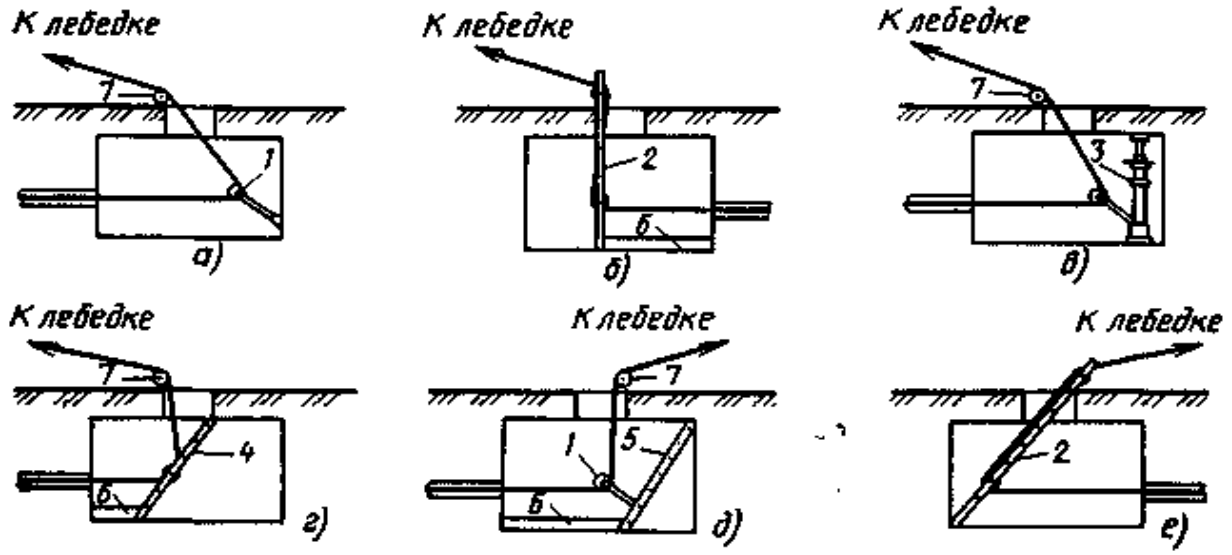
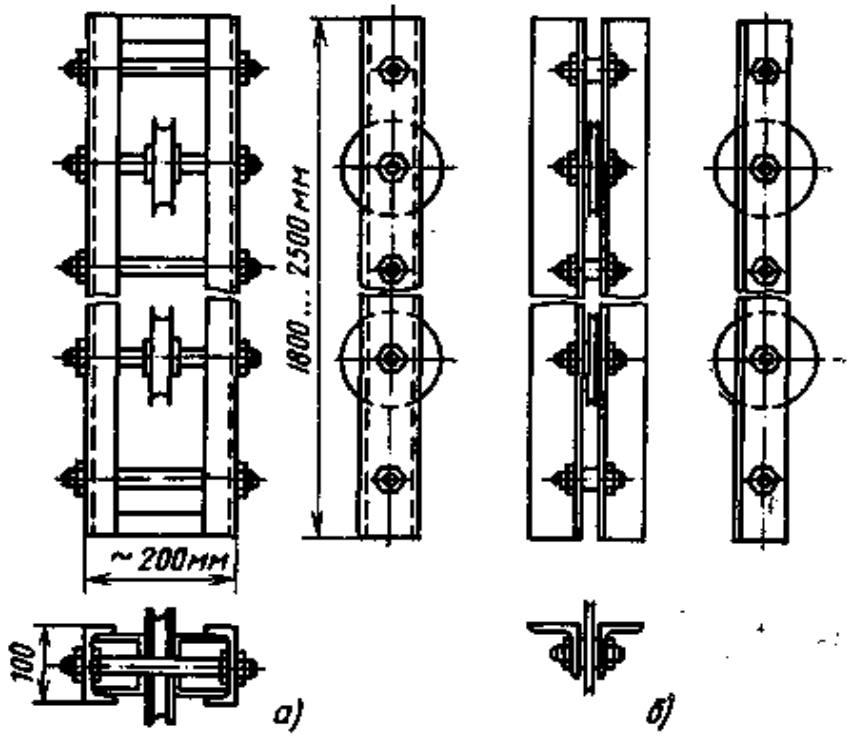


Рис. 6.25. Приспособления для вытяжки кабеля из канала в колодец:
а — с блоком, крепящимся к серьге; *б* — с вертикально установленной блочной колонкой; *в* — с выносным блоком, крепящимся к распорной телескопической трубе (домкрату); *г* — с одноблочной колонкой, упирающейся в край лаза и распорку; *д* — с выносным блоком, крепящимся к распорной колонке; *е* — с наклонно установленной двухблочной колонки; *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



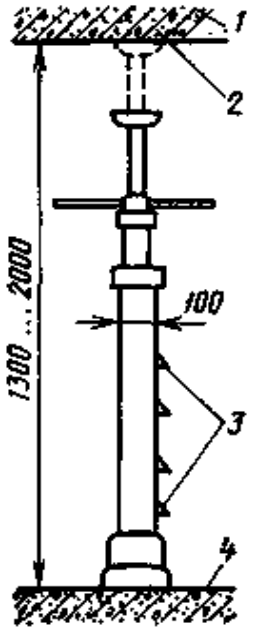


Рис. 6.26

Рис. 6.27

Рис. 6.26. Примерные конструкции опорных блочных колонок:
а — из швеллерной стали; *б* — из угловой стали

Рис. 6.27. Примерный общий вид распорной телескопической трубы (домкрата) для крепления выносного блока:
1 — люк; *2* — перекрытие колодца; *3* — ушки для крепления блока; *4* — днище колодца

труб — домкратов, распорных устройств с выносными блоками. Примерное устройство блочной колонки показано на рис. 6.26, а телескопической трубы — домкрата — на рис. 6.27. В качестве распорного устройства с выносным блоком домкрат может применяться как в вертикальном, так и в горизонтальном положениях.

6.14. 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 с помощью концевого кабельного чулка и длинного тягового каната, наматываемого на барабан лебед-

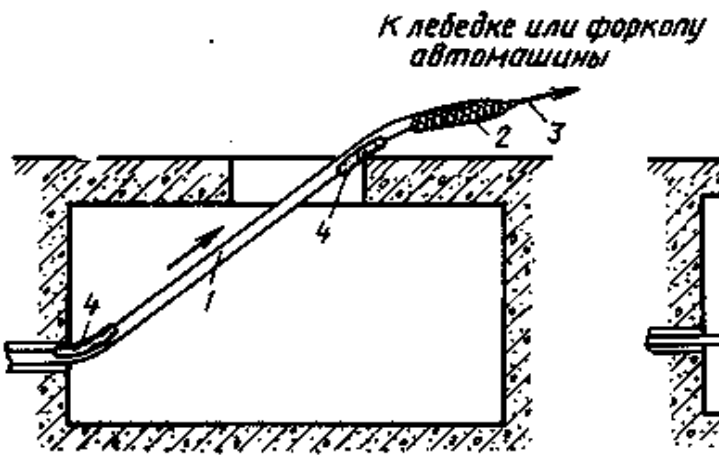


Рис. 6.28. Схема извлечения из канала негодного кабеля, подлежащего сдаче в утиль:

1 — извлекаемый кабель; *2* — концевой кабельный чулок; *3* — тяговый канат; *4* — колена кабельные

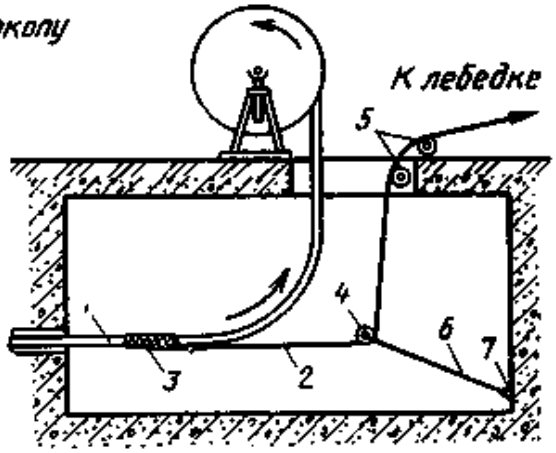


Рис. 6.29. Схема извлечения из канала кабеля, подлежащего повторному использованию:

1 — извлекаемый кабель; *2* — тяговый канат; *3* — сквозной кабельный чулок; *4* — выносной блок; *5* — колено блочное; *6* — крепление выносного блока; *7* — серьга

ки, установленной в отдалении, либо короткого каната, прикрепленного к автомашине, перемещающейся по трассе (рис. 6.28).

Вытяжка из канала кабеля, подлежащего повторному использованию, производится по схеме, приведенной на рис. 6.29.

6.15. Прокладка подземных кабелей

Подземные кабели могут прокладываться специальными кабелеукладочными колоннами, комплексно выполняющими все основные процессы работ — рытье траншей (щелей), размотку и укладку кабеля, засыпку траншей и планировку трассы, либо в траншеи, предварительно разработанные механизмами или вручную.

Разработка траншей для прокладки кабеля допускается только на участках, где невозможно использование кабелеукладочных механизмов из-за 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 от базы до места производства работ, приведенными в табл. 6.24.

Таблица 6.24

Минимальные длины прокладки кабеля механизированным способом и предельные расстояния переброски механизированной колонны

Протяженность трассы, км	Предельное расстояние, км, переброски механизированной колонны	
	малой	большой
5	10	—
7	15	—
10	50	50
15		120
20		180

При объемах работ меньше указанных в табл. 6.24 значений траншеи должны разрабатываться землеройными машинами или вручную. При наличии на этих участках водных преград, через которые кабель может быть проложен кабелеукладчиком 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 длины трасс суммируются 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 и не должна отклоняться от принятого значения (табл. 6.25) более чем на ±10 см.

Ширина траншей при ручной разработке указана в табл. 6.26. При разработке механизмами она определяется шириной рабочего органа (ковша, фрезы).

Таблица 6.25

Глубина продкладки кабелей связи в грунтах различных групп

Группа грунта	Тип кабеля	Глубина прокладки, м
I—IV	Симметричные и коаксиальные с парами 1,2/4,6	0,9
	Коаксиальные с парами 2,6/9,4	1,2
V и выше при выходе скалы на поверхность, а также IV при разработке взрывным способом или отбойными молотками при тех же условиях	Любые	0,4 (глубина траншеи 0,5)
V и выше при наличии над скальной породой растительного слоя различной мощности, а также IV при разработке взрывным способом или отбойными молотками при тех же условиях	»	0,6 * (глубина траншеи 0,7)
Вечномерзлые и с глубоким сезонным промерзанием	»	По проекту

* Заглубление в скальную породу не более 0,4 м (глубина траншеи 0,5 м).

Таблица 6.26

Ширина траншей, разрабатываемых вручную

Глубина траншей, м	Ширина траншей, м, по верху							
	без креплений				с креплениями			
	при числе 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

Примечания. 1. Ширина траншей по низу должна быть на 0,1 м меньше ширины траншеи по верху.

2. Ширина траншей в скальных и мерзлых грунтах при предварительном их рыхлении взрывным способом определяется принятой технологией буровзрывных работ.

Число и длина асбестоцементных труб, прокладываемых на пересечении с другими сооружениями, определяются проектом. Асбестоцементные трубы, в которых прокладывается кабель связи на пересечениях с силовыми кабелями, 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 пересечении 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.

На местности с уклонами свыше 30° траншеи на подъемах и спусках отрываются зигзагообразно (змейкой) с отклонением от средней линии на 1,5 м и длиной отклонения 5 м (рис. 6.30). При этом на уклонах от 30 до 45° прокладываются кабели с нормальной броней, а на уклонах свыше 45° с усиленной броней (типа «К»).

В пределах усилительного (регенерационного) участка (СЛ, кабельной вставки) строительные длины симметричных кабелей прокладываются концами А в одну сторону, а концами Б в противоположную, т. е. на стыке должны быть концы А и Б. Для коаксиальных кабелей это требование относится к участку ОУП-ОУП (ОРП-ОРП). На стыке строительных длин концы кабелей должны перекрывать друг друга. Величины перекрытия указаны ниже.

Кабели	*Перекрытие, м*
Симметричные МКСБ, МКБ, ТЗБ, ТДСБ	1,25
То же, с пластмассовыми оболочками ЗКП, ЗКВ	2,8
В алюминиевых и стальных оболочках и коаксиальные КМБ, КМБл-4, МКТСБ	1,8
Симметричные и коаксиальные с круглой проволочной броней (кроме КМК-8/6 и морских)	1,8
Коаксиальные КМБл-8/6 и КМКл-8/6	3,0
То же, ВКПА	2,0
ГТС (местной связи)	1,5
СТС типа КСПП	3,6
РС	1,0...1,5

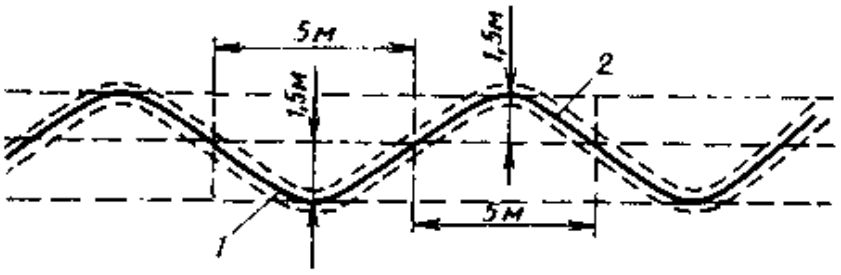


Рис. 6.30. Зигзагообразная траншея при уклоне 30 ... 45°

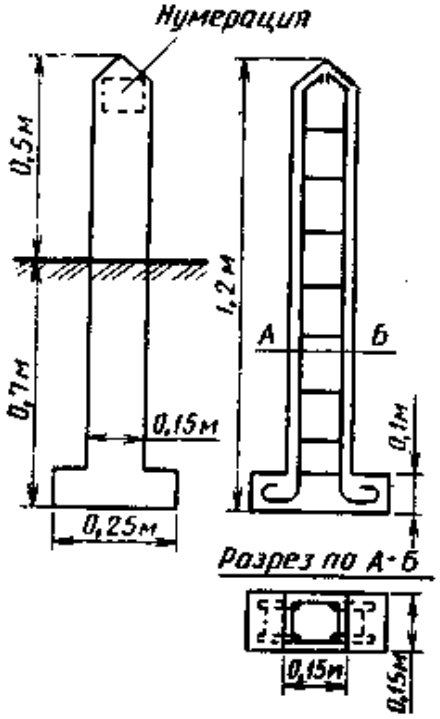


Рис. 6.31. Замерный столбик

На пересечениях с электрифицированными ж. д. (кроме подземных линий метрополитена) кабели укладываются в асбестоцементные трубы с покрытием из битума (асфальта) или в другие неметаллические трубы. При входе в трубу и выходе из нее на другом конце пересечения кабель на длине 5 ... 7 см следует плотно обмотать кабельной лентой или каболкой во избежание крутых изгибов у краев трубы вследствие возможной осадки грунта. В местах входа кабеля в трубу и выхода из нее необходимо сделать плотную подбивку грунта под кабель. Зазоры между обмотанным кабелем и трубой следует тщательно заделать замазкой.

При двухкабельной системе высокочастотные кабели в стальной и свинцовой оболочках, а также кабели ЗКП, ЗКВ встречных направлений передачи прокладываются в разных каналах кабельной канализации. Как исключение допускается совмещении кабелей в указанных оболочках встречных направлений передачи в одном канале на протяжении не более 1 км. Высокочастотные симметричные кабели в алюминиевой оболочке встречных направлений передачи допускается прокладывать в одном канале независимо от протяженности. Кабели с коаксиальными парами 2,6/9,4 (КМ-4, КМ-8/6) прокладываются только в свободном канале. Кабели с коаксиальными парами 1,2/4,6 и 2,1/9,7 допускается покладывать в одном канале, но не более трех кабелей. Прокладка в одном канале магистральных кабелей первичной сети ЕАСС совместно с кабелями внутризоновых и местных сетей связи, а также радиотрансляционных сетей не допускается.

При определении потребного количества кабелей, прокладываемых в группе или через водоемы, учитывается запас на их укладку в траншее и спайку в размерах, приведенных ниже.

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

Все подземные кабели, муфты, защитные устройства, трубы и т. д. должны иметь привязки к постоянным ориентирам или замерным столбикам. В качестве постоянных ориентиров используются шоссейные и железные дороги, мосты, здания, опоры воздушных линий связи и другие долговременные сооружения.

Общий вид замерного столбика приведен на рис. 6.31. Замерные столбики устанавливаются на расстоянии 0,1 м от оси трассы.

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.

6.16. Прокладка кабелей через водные преграды

Трассу кабельного перехода через водные преграды располагают по возможности на прямолинейных участках реки с неразмываемым руслом и пологими, не подверженными разрушениям берегами, сложенными нескальными грунтами, с наименьшей шириной заливаемой поймы и минимальным числом неизбежных пересечений стариц и протоков. Место перехода, тип кабеля, число створов, величина заглубления кабеля в дно водоема и способ производства работ определяют проектом.

При прокладке кабелей магистральной сети через судоходные и сплавные реки, как правило, оборудуют два створа — основной и резервный. Допускается прокладка одного кабеля по мосту, а второго — в подводную траншею. Трасса кабельных переходов располагается обычно ниже мостов по течению.

При прокладке на переходе через водную преграду двух кабелей (основного и резервного) длина их от одной разветвительной муфты до другой должна быть примерно одинаковой. При невозможности соблюдения этого требования допускаются для створов симметричного высокочастотного кабеля разность затухания на наивысшей частоте 1,74 дБ (0,2 Нп), а для коаксиального кабеля — в пределах допустимой проектной длины усилительного участка. Номинальное расстояние между кабелями основного и резервного створов на судоходных и сплавных реках должно быть не менее 300 м.

При прокладке кабеля в берегах с уклоном более 30° траншеи на протяжении 50 м от уреза воды (граница воды и суши) разрабатываются зигзагообразно с отклонением от средней линии 1,5 м на длине 5 м (см. рис. 6.30). Расстояние от уреза воды до стыка подводного кабеля с подземным должно быть не менее 30 м.

Трассы кабельных переходов должны быть согласованы проектной организацией с предприятиями министерства речного флота, эксплуатирующими водные пути, Управлениями по охране и воспроизводству рыбных запасов Министерства рыбного хозяйства СССР, территориальными предприятиями по регулированию использования и охране вод, организациями, эксплуатирующими мосты, дюкеры, водозаборные устройства, местными Советами народных депутатов (если кабельный переход расположен в населенном пункте) и другими организациями, сооружения которых расположены вблизи проектируемого перехода.

На внутренних водных путях, входящих в Единую глубоководную систему (ЕГС), на всех судоходных и сплавных реках, а также на реках, не используемых для судоходства и сплава, глубиной менее 3 м кабели первичной сети связи прокладывают с заглублением в дно реки.

На озерах и водохранилищах за пределами судового хода, а также на несудоходных и несплавных реках при глубине их более 3 м и отсутствии особых требований согласовывающих организаций о заглублении и благоприятных гидрологических условиях (отсутствии донного льда, резких колебаний уровня воды, заторов, зажоров и т. д) кабели связи прокладываются без заглубления в дно. При этом необходимо иметь согласие организаций, регулирующих судоходство и сплав, а также органов эксплуатации кабельных линий связи.

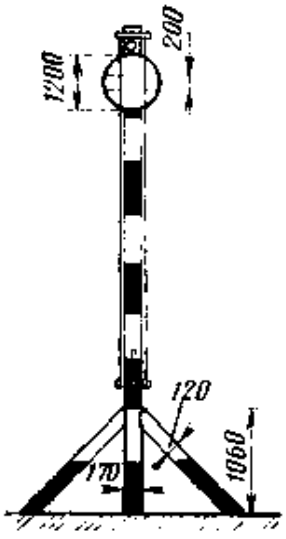


Рис. 6.32. Створный знак

Все кабели связи магистральной сети должны быть заглублены в дно по всей длине перехода. Заглубление кабелей в дно осушительных (оросительных) каналов и арыков является обязательным и должно быть не менее 1,0 м. В пойменной части трассы перехода подводный кабель прокладывают на такую же глубину, как подземный.

Зона выполнения подводных кабельных переходов ограждается на судоходных водных путях предостерегающими знаками судоходной обстановки — «Подводный переход» (рис. 6.32). Указанные знаки (створные столбы) устанавливаются в 100 м выше и ниже по течению от места расположения перехода на обоих берегах. Они должны быть хорошо видны с судов, иметь на своих вершинах диски диаметром 1,2 м, окрашенные в соответствии с ГОСТ 20339—79 (перечеркнутый полосой якорь).

При выполнении работ в ночное время створные знаки должны освещаться огнями, отличными от огней судоходной обстановки.

Кабели связи на переходах через водные преграды могут прокладываться бестраншейным способом или в предварительно разработанные подводные траншеи. Способ прокладки кабелей зависит от инженерно-геологических условий строительства, гидрологических особенностей пересекаемой водной преграды, профиля берегов, глубины заложения кабеля в дно, технических возможностей строительной организации.

Перед разработкой подводной траншеи или прокладкой кабеля через водные преграды шириной более 25 м и глубиной более 1 м кабелеукладчиками производится водолазное обследование трассы кабельного перехода с целью выявления и удаления предметов, могущих помешать прокладке кабелей (корчей, топляков, камней-одинцов, затонувших судов, взрывоопасных предметов и др.).

Переходы кабелей связи через водные преграды шириной до 300 м, глубиной до 6 м со скоростью течения до 1,5 м/с при плавном рельефе дна, сложенного несвязными грунтами не свыше IV группы, не засоренного валунами и топляками, при заглублении кабеля до 1,2 м выполняются бестраншейным способом с помощью прицепных ножевых кабелеукладчиков после проведения водолазного обследования. При этом симметричные кабели на переходах могут прокладываться кабелеукладчиками с удлиненными ножами, с заглублением в грунт на 1,8...2,0 м. Перед прокладкой кабеля кабелеукладчиком производится трехразовая пропорка дна водоема в створе перехода пропорщиком. Прогон пропорщика осуществляется с помощью двух канатов и тракторных лебедок, установленных на противоположных берегах водной преграды или на буксире сцепа тракторов.

Через водоемы глубиной до 0,8 м с пологими берегами и плотным невязким дном кабели прокладывают по ходу механизированной колонны так же, как и по суше. Через водоемы глубиной 0,8...6,0 м кабелеукладчик буксируется тракторной лебедкой или колонной тракторов, предварительно переправленных на противоположный берег водоема.

На реках с илистым дном при слое ила более 0,4 м прокладка кабеля ножевым кабелеукладчиком не допускается.

Прокладка кабелей связи ножевыми кабелеукладчиками на расстоянии менее 100 м от проложенных подводных силовых кабелей и менее 30 м от других действующих подземных сооружений (кабелей связи, докеров, водозаборов и т. п.) не допускается.

Прокладка кабелей через судоходные реки и водохранилища шириной до 700...750 м и глубиной до 25 м при плавном рельефе дна, сложенного несвязными грунтами не свыше IV группы, не засоренного валунами и топляками, при заглублении кабеля в дно до 2,0...2,2 м может быть осуществлена гидравлическими кабелеукладчиками.

В случае невозможности использования кабелеукладчиков кабель укладывается в подводные траншеи, разрабатываемые специальными механизмами. При малых объемах работ (на несудоходных реках) эти траншеи разрабатываются ручными гидромониторами, гидроэлеваторами, грунтососами и т. д., а при больших объемах работ (на судоходных реках) — мощными универсальными подводными гидромониторами, землечерпалками 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.

Прокладка кабеля в подводные траншеи при глубине водной преграды до 0,5 м производится вручную, а при большей глубине — со специально оборудованных плавсредств — пантонов и барж-площадок, на которых устанавливаются для размотки барабаны с кабеля или укладывается «восьмерками» смотанный кабель. При этом кабель прокладывают в траншею вручную с опущенного за борт лотка.

На реках шириной до 200 м со скоростью течения до 1 м/с и глубиной до 6 м кабели прокладывают с плавплощадки, передвигающейся вдоль трассы по натянутому канату. На водных преградах шириной 200...400 м плавплощадка, с которой прокладывают кабель, передвигается в створе перехода папильонированием, а при скоростях течения свыше 2 м/с — способом маятника. На судоходных реках и водохранилищах шириной более 400 м кабель прокладывают с плавсредств, ведомых буксирным судном.

В зимнее время кабель укладывается со льда через прорубь. Прокладка кабеля со льда производится, когда лед становится такой прочности, что позволяет использовать гусеничные и колесные машины. Прорезь во льду (майна) осуществляется ледорезными (льдофрезерными) машинами; ширина прорези не более 0,3 м. Через каждые 20 м прорези во льду оставляют нетронутыми перемычки длиной 0,5...0,7 м.

На крутых и обрывистых берегах кабель заглубляется в берега не менее чем на 0,9...1,2 м, как правило, из условия обеспечения уклона кабеля, соответствующего углу естественного откоса грунта, слагающего берег в водонасыщенном состоянии.

Непосредственно перед прокладкой кабеля на переходах через водные преграды, а также после прокладки необходимо проверить избыточное давление и его соответствие ранее зафиксированным данным. В процессе прокладки давление в кабеле должно быть не более 100...200 кПа.

Засыпка (замывка) подводных траншей производится механизмами, разрабатывающими траншеи. При значительной скорости течения допускается самозасыпка.

По мостам автомобильных дорог прокладываются кабели с полиэтиленовым шланговым покрытием поверх металлической оболочки или брони в асбестоцементных или полиэтиленовых трубах.

Муфты в подводной части перехода необходимо располагать, как правило, вне судового хода и на небольших глубинах, а в береговой части — в незатопляемых местах.

6.17. Особенности производства работ в районах вечной мерзлоты

Вечномерзлые грунты по степени цементации их льдом подразделяются на твердо-, пластично- и сыпучемерзлые. Поверхностный слой грунта, подверженный промерзанию и оттаиванию летом, называют сезонно-мерзлым или деятельным слоем. Кабели связи, прокладываемые в деятельном слое, подвергаются воздействию мерзлотно-грунтовых явлений, наиболее характерными из которых

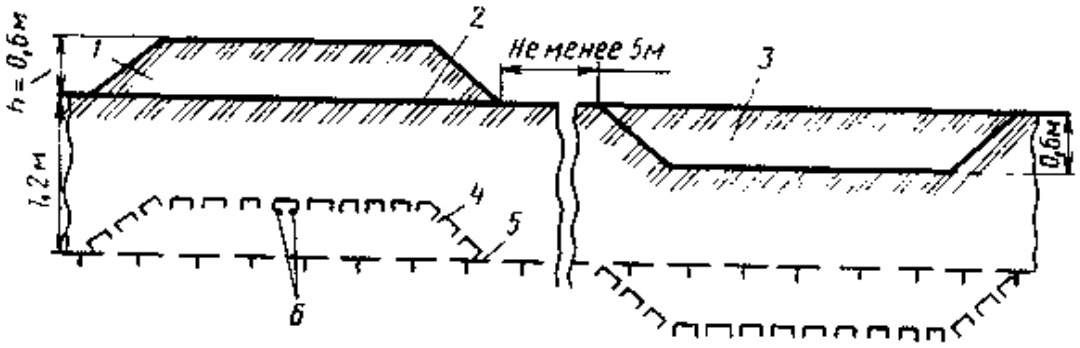


Рис. 6.33. Обваловка трассы проложенных кабелей:
1 — обваловка; *2* — поверхность грунта; *3* — канава, образуемая вдоль трассы после обваловки; *4* — верхняя граница вечной мерзлоты после обваловки; *5* — верхняя граница вечной мерзлоты до обваловки; *6* — кабели связи

являются пучение грунта, морозобойные трещины, просадка грунтов в местах термокарста, оползни.

В качестве основного мероприятия по защите кабелей от воздействия на них мерзлотных явлений считается применение кабелей с броней из круглых проволок. К дополнительным мероприятиям по защите относится:

обваловка трассы проложенного кабеля (рис. 6.33);

засыпка траншей с кабелем сухим песчаным или гравийно-галечным грунтом;

устройство канав глубиной до 0,7 м с обеих сторон трассы на расстоянии 2 . . . 3 м от ее оси;

посев вдоль трассы трав и посадка кустарников;

снегозадержание;

сооружение противофильтрационных мерзлотных поясов, расположенных на расстоянии 20 . . . 40 м от трассы (рис. 6.34);

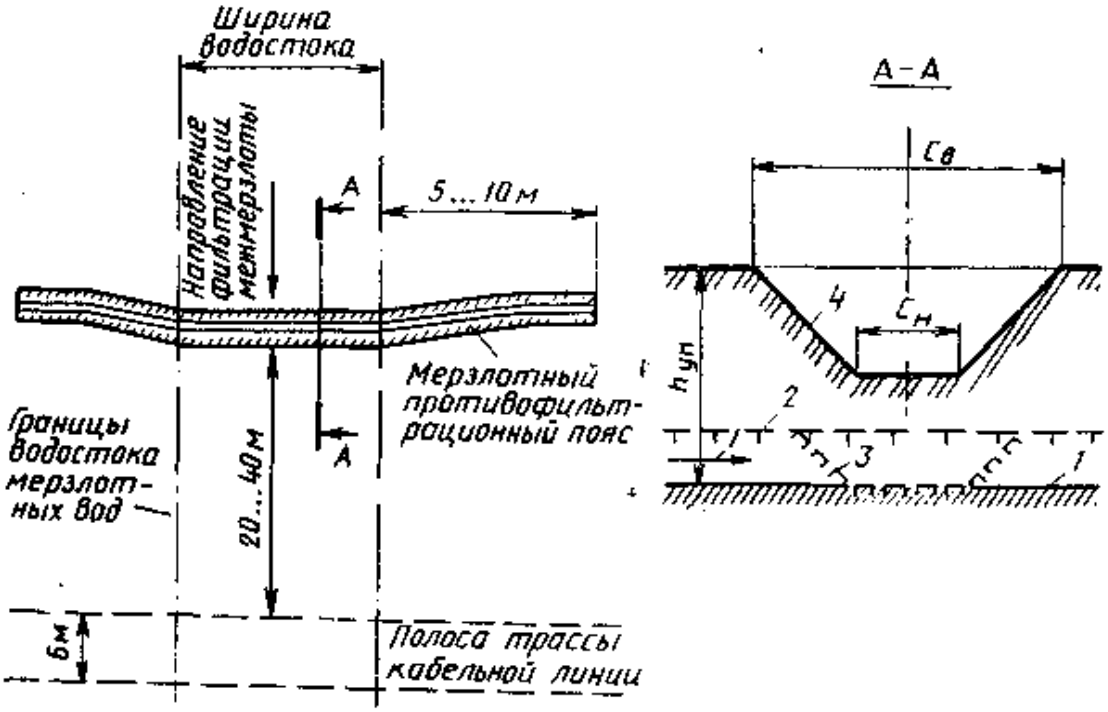


Рис. 6.34. Схема устройства мерзлотного противофильтрационного пояса:
1 — направление потока межмерзлотных грунтовых вод; *2* — граница промерзания до устройства пояса; *3* — граница промерзания после устройства пояса; *4* — поверхность водоупора; *Св* — ширина канавы вверху; *Сн* — ширина канавы внизу; *hуп* — глубина залегания водоупора

безмуфтовое соединение проволочной брони при монтаже муфт;

применение стальных защитных стяжных муфт типа МЗ для кабелей с ленточной броней (ТУ 45-776е);

применение пленочных материалов и пластичных (консистентных) смазок типа БАМ-3, БАМ-4 (ТУ 38-1016—82, ГОИ-54п по ГОСТ 3276—74).

Грунт для обваловки следует брать из мест, удаленных от оси трассы кабеля не менее чем на 5 м. Высота обваловки должна быть не менее 0,6 м, ширина обваловки по верху выбирается в зависимости от мощности деятельного слоя и высоты обваловки в пределах 1,5 ... 3,0 м с откосами крутизной 1 : 1,5. Канава, образуемая при выборке грунта для обваловки вдоль трассы, используется для отвода грунтовых надмерзлотных вод с участков трассы или осушения ее либо как мерзлотный пояс для предотвращения попадания вод на трассу.

В процессе строительства необходимо стремиться к минимальному нарушению дернового, мохового или снегового покрова по трассе прокладки кабелей. Планировка грунта на трассе строительства кабельной линии производится только при крайней необходимости, так как нарушение растительного покрова вследствие планировочных работ может вызвать нежелательные изменения теплового режима вечномерзлых грунтов.

Тип и марка кабеля, глубина и способ его прокладки, а также мероприятия по защите от воздействия на него мерзлотных деформаций определяются проектом в зависимости от мерзлотно-грунтовых условий по трассе прокладки кабеля. *При выполнении работ в районах вечной мерзлоты* следует руководствоваться Техническими указаниями по проектированию, строительству и эксплуатации кабельных линий связи в районах вечной мерзлоты, утвержденными Министерством связи СССР 27.05.81 г.

6.18. 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-проволочные. Воздушно-проволочные 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. 6.35, *а*). 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 бронированным подземным кабелем на наружную стену здания и далее открытой прокладкой по стене на уровне второго этажа с ответвлением вводов на каждую лестничную клетку (рис. 6.35, *б*). По стенам лестничных клеток до стояков кабели прокладываются открыто; переходы между этажами выполняются в специальных стояках или каналах скрытой проводки;

г) через чердак от подвешенного на тросе кабеля по стойкам на крышах зданий (рис. 6.35, *в*). 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 подвешенного на тросе кабеля по столбам ввод в здания чаще всего осуществляется подземным кабелем от ближайшего столба на наружную стену

здания (рис. 6.35, *г*) и далее, как в пункте в), или через подвал, как в пунктах *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 с помощью перемычек от других каблированных зданий этого квартала. Перемычки выполняются либо бронированным подземным кабелем, либо голым кабелем в трубах, либо кабелем, подвешенным на тросе. При длине перемычек до 30 м трубопровод строится без колодцев, при длине 30...50 м у одной из крайних точек строится колодец ККС-1 или ККС-2. В точках излома трассы трубопровода 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. 6.36). На рис. 6.37 показано сопряжение этой трубы с подземной асбестоцементной трубой. Для сопряжения используется бетонная или деревянная переходная пробка, показанная на рис. 6.38.

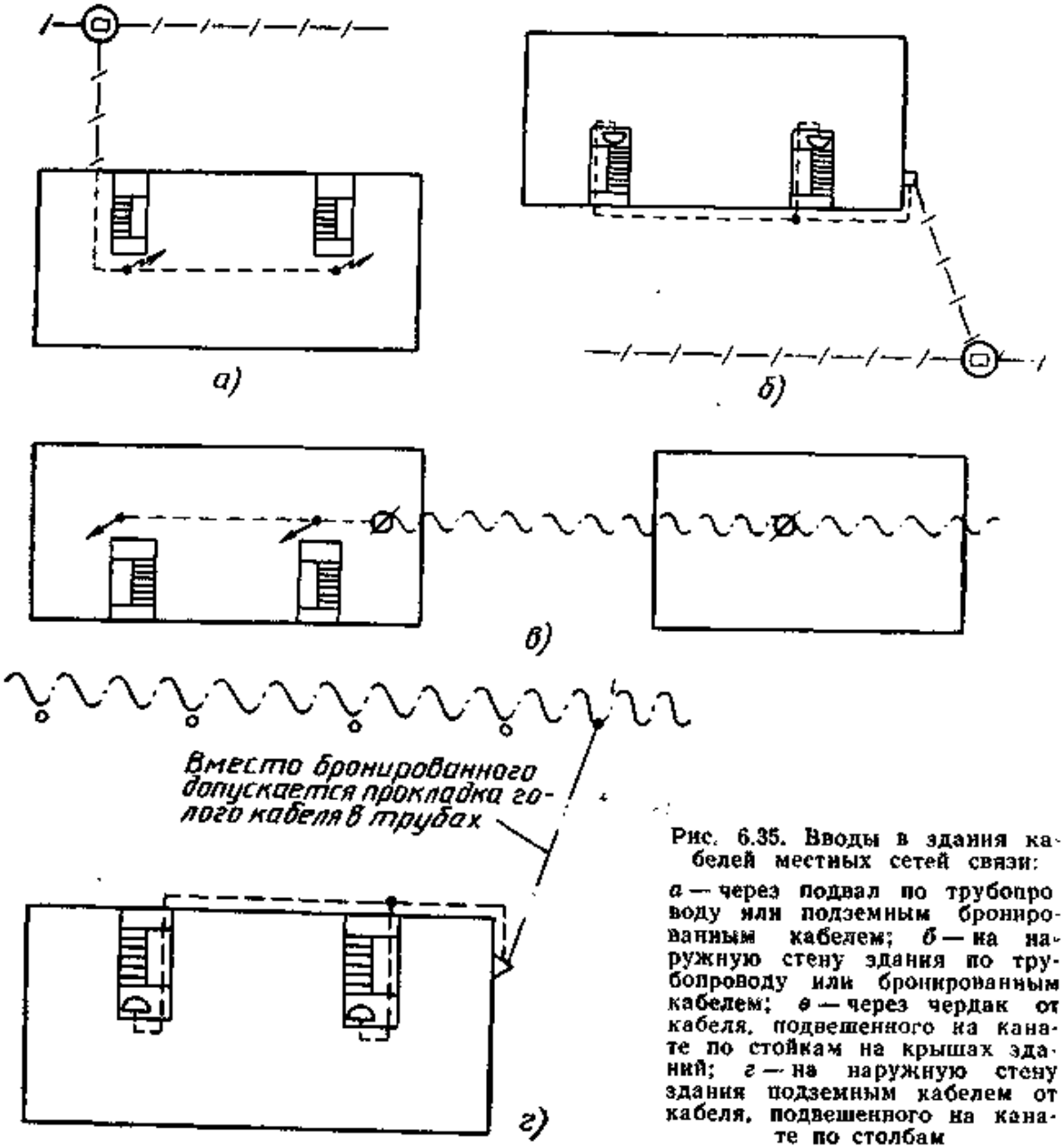
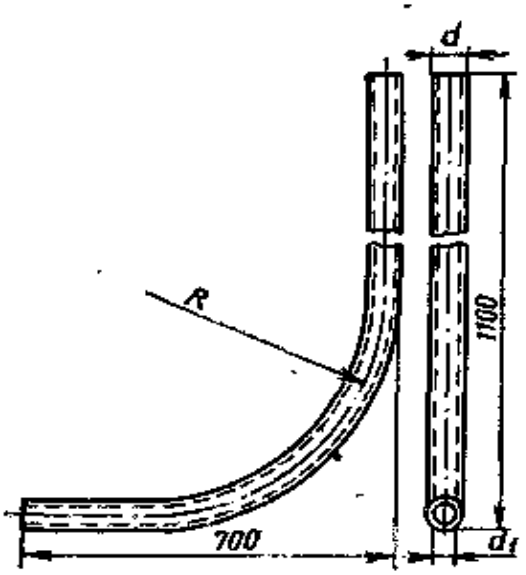


Рис. 6.35. Вводы в здания кабелей местных сетей связи:

а — через подвал по трубопроводу или подземным бронированным кабелем; *б* — на наружную стену здания по трубопроводу или бронированным кабелем; *в* — через чердак от кабеля, подвешенного на канате по стойкам на крышах зданий; *г* — на наружную стену здания подземным кабелем от кабеля, подвешенного на канате по столбам



Размеры, мм		
d	d_1	R
60	53	450
102	96	650

Рис. 6.36. Изогнутая стальная труба для вывода кабеля из подземного трубопровода

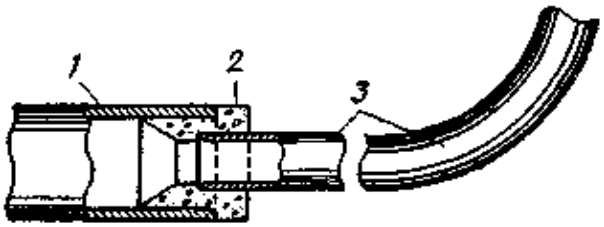


Рис 6.37. Сопряжение стальной изогнутой трубы с асбестоцементной:
1 — асбестоцементная труба; *2* — бетонная переходная пробка; *3* — стальная труба

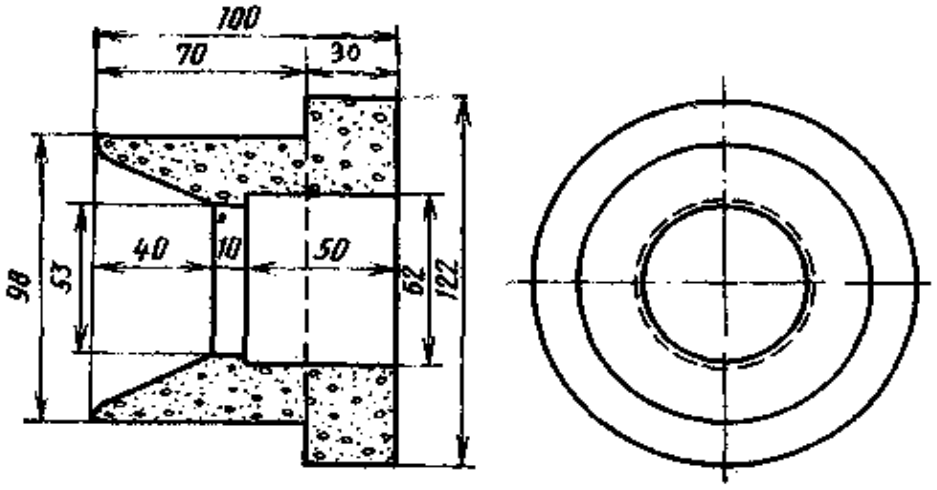


Рис . 6.38. Бетонная или деревянная переходная пробка для вывода кабеля из подземного трубопровода

Общий вид вывода кабеля на наружную стену здания показан на рис. 6.39. Конструктивно вывод кабеля на кирпичную или иную легко поддающуюся штроблению стену несколько отличается от вывода на железобетонную стену или столб. В первом случае труба вштрабливается не менее чем на половину своего диаметра в цокольную часть здания, а нижний конец защитного желоба накладывается на конец трубы и крепится простой накладкой (рис. 6.39). Во втором случае выводная труба не вштрабливается и сопрягается с защитным желобом специальной фигурной накладкой, показанной на рис. 6.40.

В последние годы для подземной кабельной канализации стали применяться и полиэтиленовые трубы (в том числе наружным диаметром 63 мм), поставля-

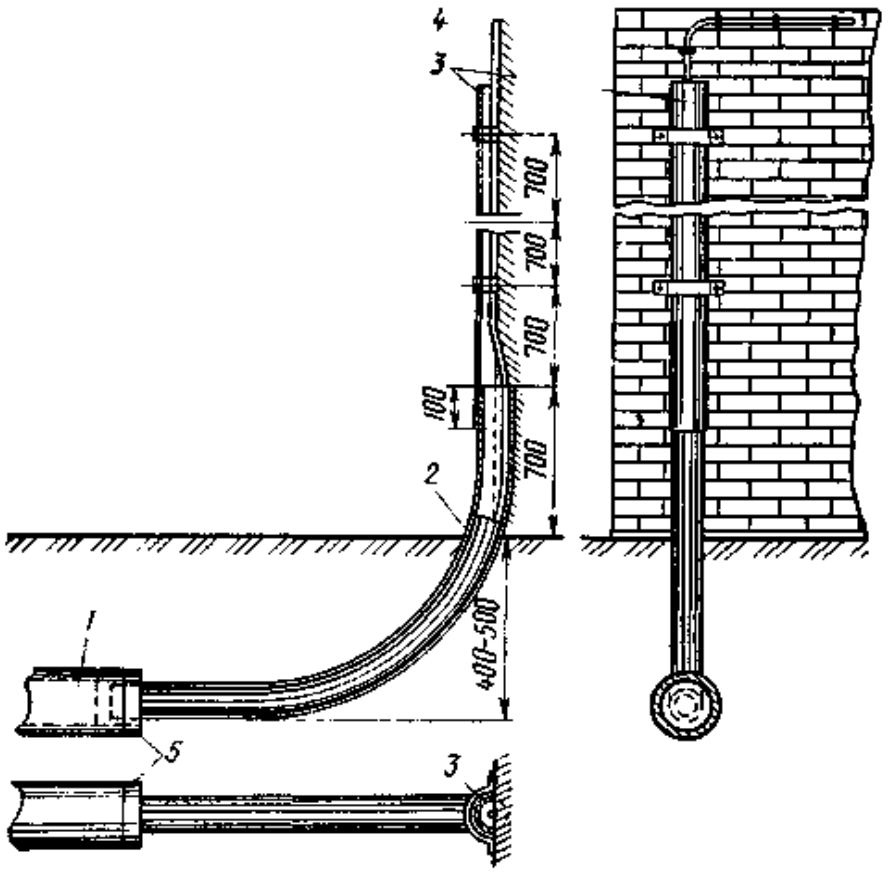


Рис. 6.39. Общий вид выхода кабеля на наружную стену здания:
1 — асбестоцементная труба, *2* — стальная труба (штраблена), *3* — стальной защитный желобок; *4* — кабель; *5* — бетонная (или деревянная) пробка

емые 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 (см. рис. 6.36) и переходных пробках (см. рис. 6.38).

Для распределительных телефонных сетей в зданиях используются кабели марок ТГ, ТПП, ТПВ емкостью до 100 пар с жилами диаметром 0,5 и 0,4 мм. В отдельных случаях применяются кабели других марок, емкостей и диаметров

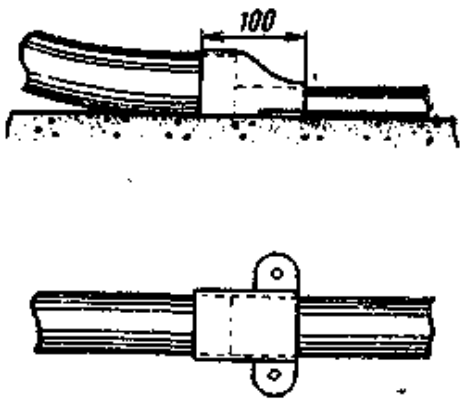


Рис. 6.40. Фигурная накладка

Тип	Размеры, мм		
	b	*a*	*l*
I	26	13	700—1000
II	48	24	700—1000

Рис. 6.41. Защитные стальные желобки

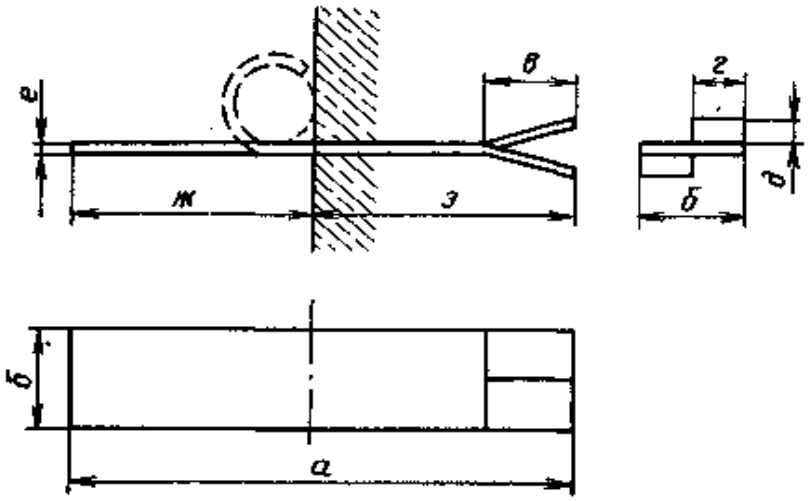


Рис. 6.42. Пластинчатые скрепы

жил. Абонентские проводки от распределительных коробок или кабельных ящиков до телефонных аппаратов выполняются кабелем ТРП или ТРВ 1×2×0,5.

Открытая прокладка распределительных кабелей по наружным стенам зданий ведется на высоте 3...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, необходимо на этом участке обеспечить защиту кабеля стальными желобами (рис. 6.41) 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).

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 проходящим параллельно изолированным проводом осветительной или силовой электропроводки, а также радиотрансляционной сети должно составлять не менее 25 мм.

Кабель емкостью до 30×2 включительно с наружным диаметром до 21 мм при открытой его прокладке по кирпичным и иным стенам (кроме деревянных) крепится пластинчатыми скрепами (рис. 6.42), размеры которых указаны в табл. 6.27.

Таблица 6.27

Размеры пластинчатых скреп, мм, для крепления кабеля на кирпичных и бетонных стенах

Емкость кабеля	Размеры, мм								Масса 1000 шт., кг
	а	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*	*ж*	*з*	
10×2	58,0	12,0	10,0	6,0	3,0	0,6	28,0	30,0	3,7
(20 ... 30)×2	73,5	14,0	10,0	7,0	3,5	0,7	38,5	35,0	6,3

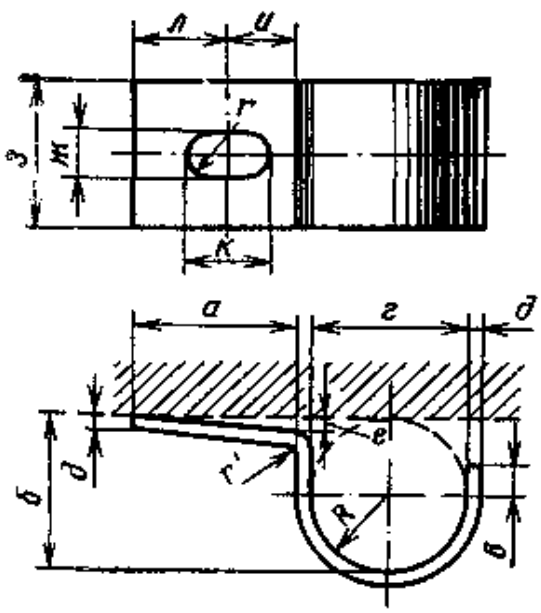


Рис. 6.43. Фигурные скрепы (скобы)

На кирпичных стенах пластинчатые скрепы вмазываются при помощи гипса или алебастра в заготовленные гнезда глубиной 30 мм для кабелей диаметром до 12 мм и массой одного километра до 410 кг (10×2) и 35 мм для кабелей диаметром до 15 мм и массой одного километра до 760 кг (20×2—30×2).

Кабель емкостью до 200×2 с наружным диаметром до 35 мм на любых стенах крепится фигурными скрепами (скобами), показанными на рис. 6.43. Размеры скреп указаны в табл. 6.28. К деревянным стенам фигурные скрепы (скобы) крепятся шурупами длиной 25 ... 30 мм. Допускается также крепление толевыми гвоздями такой же длины.

К кирпичным стенам фигурные скрепы (скобы) крепятся одним из следующих способов:

шурупами на спиралях, вмазываемых на алебастре в заготовленные в стене гнезда (рис. 6.44, *а*);

винтами на дюбелях с распорными гайками в заготовленных гнездах (рис. 6.44, *б*). Размеры дюбелей и гнезд под них указаны в табл. 6.29;

Таблица 6.28

Размеры, мм, фигурных скреп (скоб) для крепления кабеля на любых стенах

Условное обозначение скреп (по числу пар кабеля)	*а*	*б*	*в*	*г*	*е*	*ж*	*ж*	*э*	*и*	*к*	*л*	Масса 1000 шт. кг
С-10×2	11	11	2	11	1+0,25	1	5,5	12	5	6	6	3,2
С-20×2	12	14	3	14	1+0,625	2	5,5	14	5	6	7	4,6
С-30×2	12	16	3	16	1+0,25	2	5,5	16	5	6	7	5,7
С-50×2	20	21	4	20	1,5+0,25	2	5,5	18	8,5	9	11,5	12,5
С-100×2	22	26	5	26	1,5+0,25	2	5,5	20	10	12	12	18,5
С-200×2	24	34	5	34	2+0,25	2	5,5	25	10	12	14	25,4

Таблица 6.29

Размеры дюбелей с распорными гайками и гнезд под них для крепления кабеля к стенам

Тип дюбеля (индекс)	Резьба	Размеры гильз, мм: Длина	Размеры гильз, мм: Диаметр	Длина винта, мм	Среднее усилие выдергивания, кН (кгс)	Масса 1000 шт., кг	Размеры гнезда, мм: Глубина	Размеры гнезда, мм: Диаметр	Диаметр и длина сверла для заготовки гнезд, мм
ДР-8	М-4	20	8	35	3,3(350)	15	45	9	d=9; l=100 ... 150
ДР-9	М-4	30	8	40	5,6(570)	18	50	9	
ДР-10	М-5	30	11	40	5,6(570)	25	50	12	d=12; l=100 ... 150

шурупами на дюбелях с волокнистым наполнителем в заготовленных гнездах (рис. 6.44, *в*). Размеры дюбелей и гнезд приведены в табл. 6.30;

шурупами, ввинчиваемыми в гнезда, заполненные пластикатовыми трубочками или просто свернутыми обрезками пластиката, в частности поливинилхлоридной или полиэтиленовой оболочки, остающейся при монтаже кабелей (рис. 6.44, *г*). Размеры шурупов и гнезд в этом случае такие же, как и для дюбелей с волокнистым наполнителем (см. табл. 6.30).

Основным инструментом для заготовки гнезд в точках крепления кабеля на стенах является облегченная электродрель типа И-90 со сверлами, снабженными наконечниками из высокопрочной стали (например «победит»). В случаях, когда применять электродрель не представляется возможным, гнезда пробиваются вручную с помощью коротких шлямбуров, пробойников или зубил.

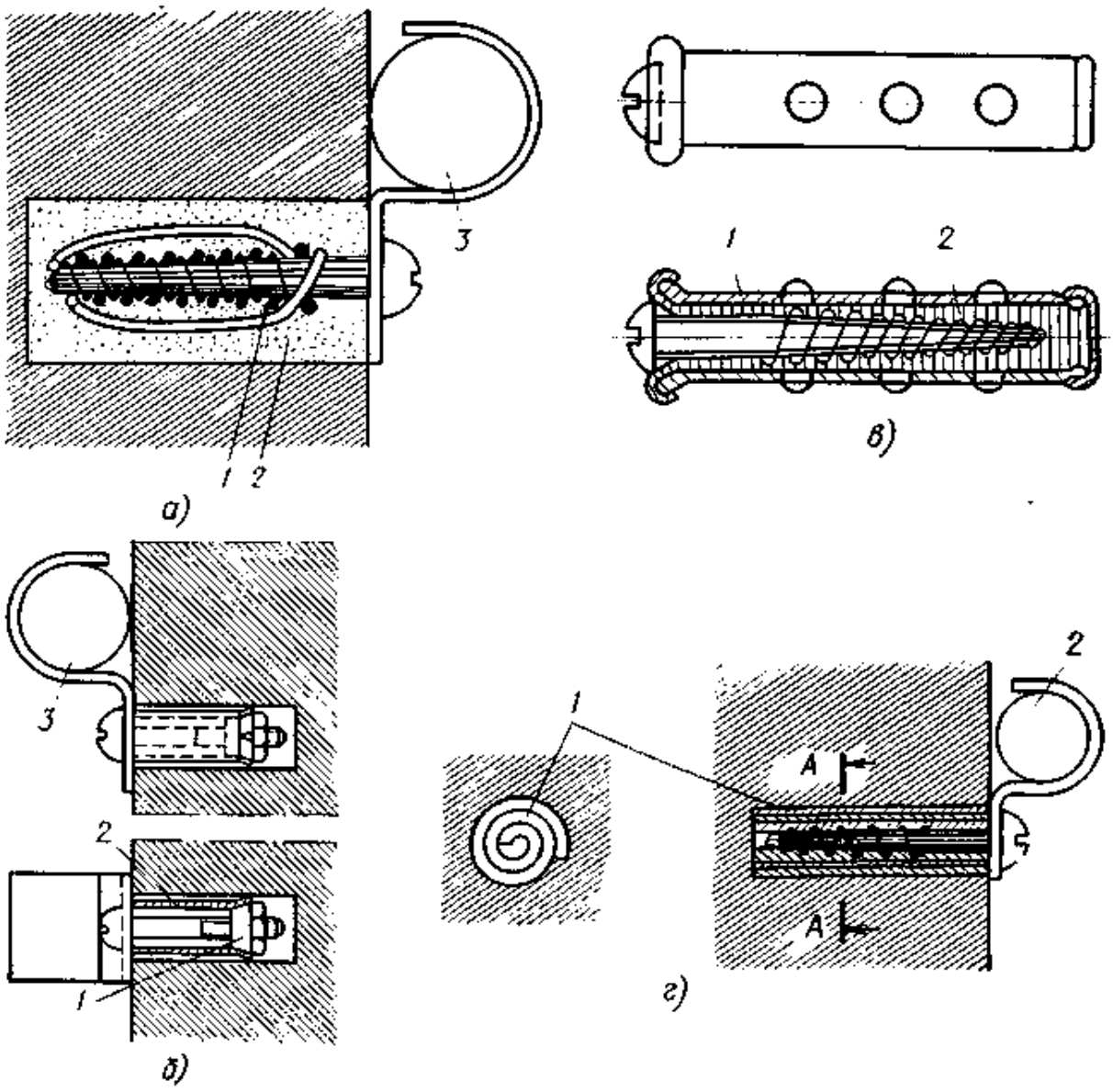


Рис. 6.44. Крепление кабелей к кирпичным стенам фигурными скобами:

а — шурупами на спиралях, вмазываемых на алебастре в заготовленные в стене гнезда (*1* — спираль из мягкой стальной проволоки; *2* — алебастр; *3* — кабель); *б* — винтами на дюбелях с распорными гайками (*1* — распорная гайка; *2* — гильза из жести толщиной 0,8 мм; *3* — кабель); *в* — с помощью дюбелей с волокнистым наполнителем (*1* — гильза из жести толщиной 0,2 мм; *2* — волокнистый наполнитель); *г* — шурупами, ввинчиваемыми в гнезда, заполненные пластиковыми обрезками (*1* — полоска пластиката; *2* — кабель)

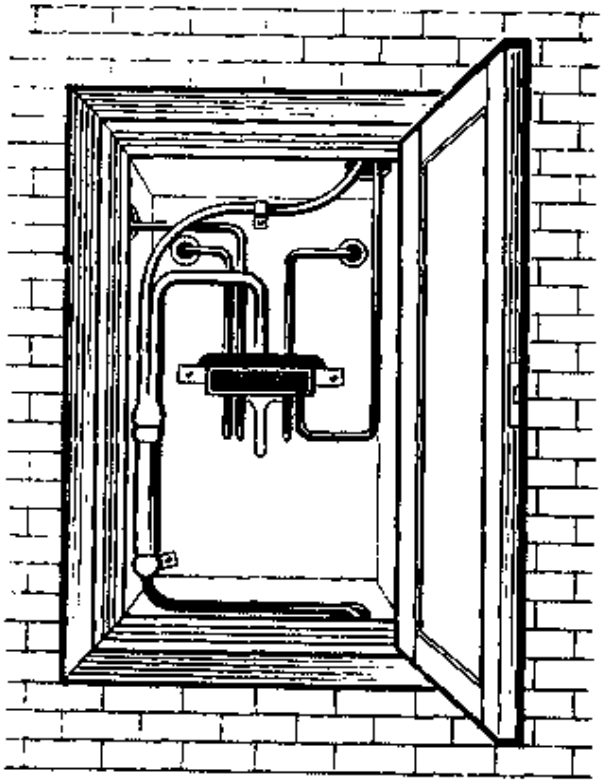


Рис. 6.45. Нишка — шкафчик

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 длинными шлямбурами. Пневмо- и электромолотки применяются также при больших объемах работ по штроблению стен.

Пробивка гнезд в точках крепления кабелей перечисленными выше способами представляет серьезные трудности на стенах из высокопрочных материалов (высокопрочного бетона, железобетона, кирпича-железняка, стальных конструкций и т. п.). В таких случаях рекомендуется использовать строительно-монтажные пистолеты СМП для забивки стальных крепящих деталей типа «гвоздь» или дюбелей с резьбовыми головками. Указанными деталями закрепляются на стене фигурные скрепы. В настоящее время ведутся экспериментальные и опытные прокладки кабеля по стенам с креплением их клеем.

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. 6.45). 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.

Таблица 6.30

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	$d=5{,}5$; $l=100\ldots150$
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	$d=8{,}5$; $l=100\ldots150$
		4,5×40	9,0			
ДВ-7	8×50	4,5×50	12,0	52	8,5	
		4,5×55	13,0			

Примечание. Среднее усилие выдергивания во всех случаях составляет 637 Н (65 кгс).

6.19. Подвеска кабелей на стальных канатах (тросах) 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.

На канатах по столбам в основном подвешиваются кабели марок ТГ, ТПП, ТПВ емкостью (10 ... 100)×2. 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-проволочными 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-проволочными линиями связи.

В зависимости от метеорологических условий, в которых эксплуатируются столбовые линии связи, они делятся на три типа: облегченные, нормальные, усиленные. В табл. 6.31 даны характеристики районов, в которых применяются указанные типы столбовых линий. В настоящее время используются как деревянные, так и железобетонные опоры. Деревянные опоры изготовляются 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. 6.32. Диаметры деревянных опор в верхней их части для линий местных телефонных сетей в зависимости от породы дерева указаны в табл. 6.33. Некоторые данные железобетонных опор приведены в табл. 6.34.

Для изгибающего момента до 17,2 кН·м (1,75 т·м) включительно железобетонная опора в нижней части имеет облегчающую выемку (см. сечение *I—I* на рис. 6.46). При изгибающих моментах 27,0 ... 66,7 кН·м (2,75 ... 6,8 т·м) эта выемка исключается.

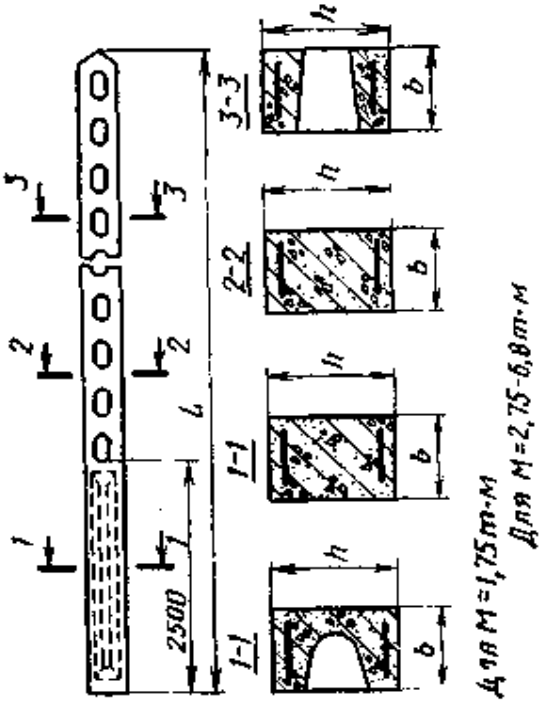


Рис. 6.46. Железобетонные опоры типа ПО и ПОН

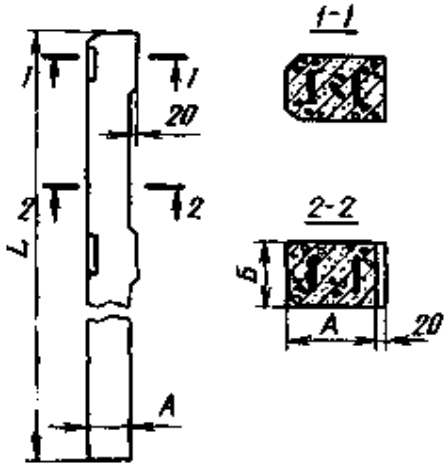


Рис. 6.47. Железобетонные приставки типа ПР

Кроме приведенных выше допускается применение круглых центрифугированных железобетонных опор.

В табл. 6.35 приведены данные железобетонных приставок типа ПР — прямоугольных с ненапряженной стержневой арматурой (рис. 6.47).

Глубины закопок опор в зависимости от числа подвешиваемых кабелей или проводов, категории грунта и высоты самих опор приведены в табл. 6.36. Глубины закопки подпор и отбойных тумб в зависимости от категории грунта приведены в табл. 6.37.

Таблица 6.31

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

Таблица 6.32

Основные размеры деревянных опор для совместной подвески кабелей и проводов

Число проводов	Число подвесных кабелей (общая емкость до 200×2)	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[1]	40	18	Провода подвешены на крюках
12	1—2	8,5	50	17	45	19	40	21	Провода подвешены на четырехштырных траверсах
16—24	1—2	8,5	45	20	45	21	—	—	Провода подвешены на восьмиштырных траверсах
8—16	1—2	8,5	50	20	45	21	40	22	

Примечания: 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 и может составлять 7,5; 8,5; 9,5; 11 и 13 м.

Таблица 6.33

Диаметры, см, в верхней части деревянных опор линий ГТС (местных)

Порода дерева	Высота опоры, 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.

Таблица 6.34

Справочные данные железобетонных опор типа ПО и ПОН (рис. 6.46)

Тип опоры	Расчетный изгибающий момент, кН·м (т·м)	Размеры поперечного сечения, см	Масса опоры, кг, при ее длине, м		
			6,5	7,5	8,5
ПО-1,75 и ПОН-1,75	17,2 (1,75)	24×14	343	390	—
ПО-2,75 и ПОН-2,75	27,0 (2,75)	24×14	410	455	—
ПО-4,4 и ПОН-4,4	43,1 (4,4)	30×18	—	725	810
ПО-6,8 и ПОН-6,8	66,7 (6,8)	30×18	—	—	810

Примечание. ПО — прямоугольная облегченная с предварительно ненапряженной арматурой; ПОН — прямоугольная облегченная с предварительно напряженной арматурой. Число указывает на величину расчетного изгибающего момента в тонно-метрах.

Таблица 6.35

Данные железобетонных приставок типа ПР (рис. 6.47)

Тип приставки	Расчетный изгибающий момент, кН·м				Размеры поперечного сечения, см	Масса приставки, кг, при длине, м			
	перпендикулярно направлению линии при числе приставок		вдоль линии при числе приставок			2,8	3,0	3,2	3,5
	1	2	1	2					
ПР-0,6	6	17,5	5	10	17×14	169	179	—	—
ПР-0,8	8	27,5	5,7	11,4	17×14	—	179	190	—
ПР-1,2	12	44	6,1	12,2	20×14	—	210	224	—
ПР-2,0	20	68	10	20	20×14	—	—	224	245

Примечания: 1. При отсутствии между приставками вкладыша изгибающий момент для спаренных приставок снижается соответственно до 12; 16; 24 и 40 кН вместо 17,5; 27,5; 44 и 68 кН.

2. Для перевода в тонно-метры (т·м) указанные величины следует разделить на 9,81.

Таблица 6.36

Глубина закопки опор в зависимости от числа подвешиваемых кабелей и проводов

Категория грунта	Длина опоры, м	Глубина закопки, м, при подвеске 1—2 кабелей и проводов в количестве		
		6...12	14...24	26...40
I—III	7,5	1,4	1,5	1,7
	8,5...8,5	1,5	1,6	1,8
	11 и 13	1,6	1,7	1,9
IV и каменистый	7,5...9,5	1,1	1,1	1,1
	11 и 13	1,3	1,3	1,3

Таблица 6.37

Глубина закопки подпор и отбойных тумб, м, в грунтах различных категорий

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

Ниже приведены наименьшая допустимая высота подвески проводов и кабелей, а также минимальные расстояния от них до окружающих предметов и сооружений, м:

Между нижним проводом или кабелем одной и верхним кабелем или проводом другой линии связи на их пересечении при минимальной и максимальной температурах	0,6
По вертикали между пересекающимися проводами линии связи или кабелем и проводами электропередачи напряжением не более 1 кВ	1,25
Между самой низкой 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 поверхности дорожного покрытия для троллейбуса	9,0
От земли до нижнего провода линии связи или кабеля на переходах через шоссейные, 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 или прохождения 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 линий связи и сильного тока до ближайшей опоры последних	5,0
Между нижним проводом фидерной цепи РС и верхним проводом линии связи	1,25
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. 6.38. Канат крепится на промежуточных опорах столбовыми консолями по рис. 6.48, *а* — с чугунным литьем или по рис. 6.48, *б* — штампованными, без чугунного литья. На угловых опорах канат крепится:

при подвеске кабеля со стороны внешнего угла (внутренний угол меньше 160°) двумя столбовыми консолями (рис. 6.49);

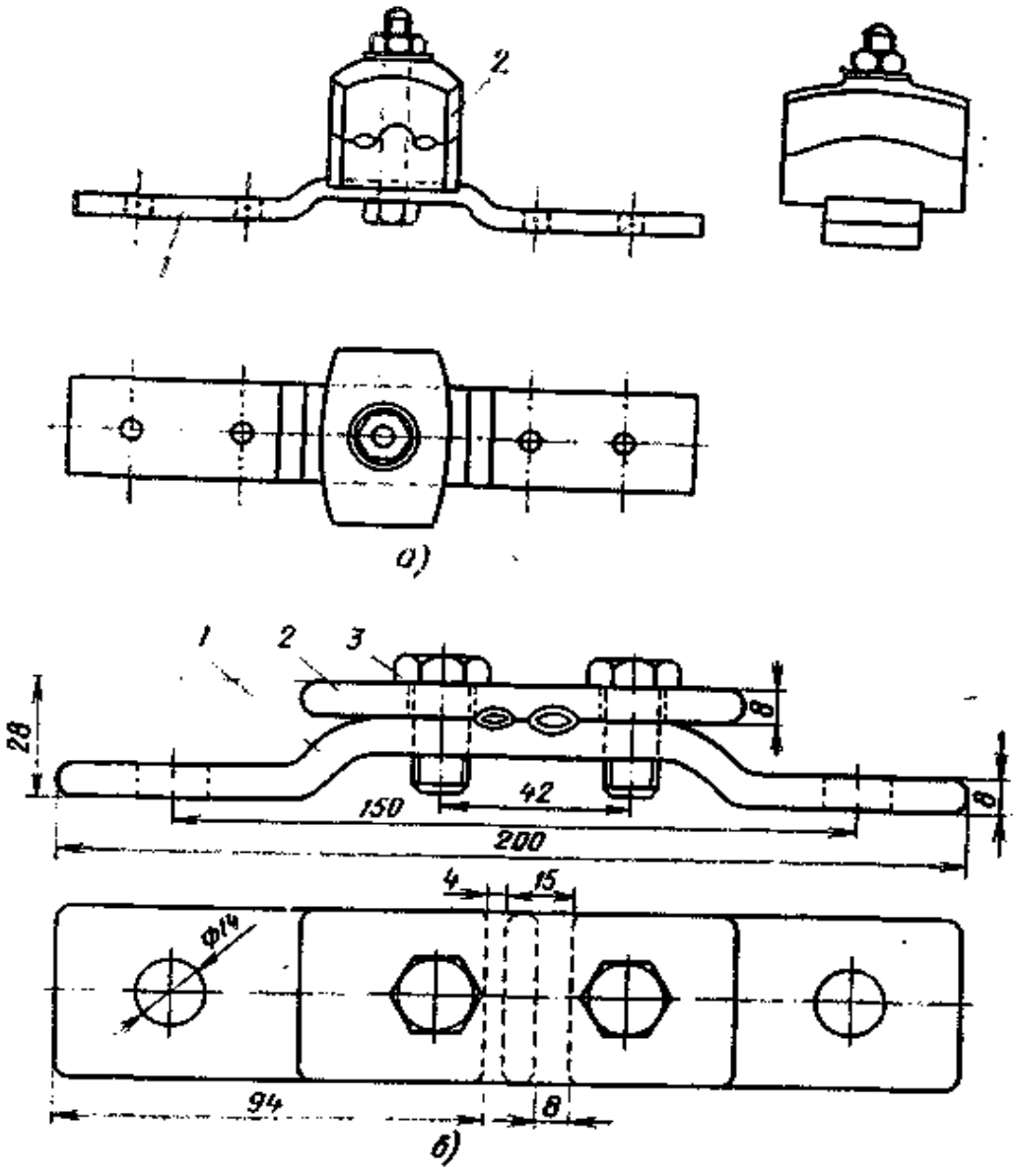


Рис. 6.48. Столбовые консоли:
а — с литой чугунной клеммой; (*1* — скоба; *2* — чугунная клемма); *б* — штампованные из полосовой стали; *1* — скоба; *2* — накладка; *3* — болты

Таблица 6.38

Некоторые данные о канатах для подвески кабелей и заданных для них стрелах провеса

Емкость подвешиваемого кабеля ТГ при диаметре жил, мм			Масса кабеля, кг/м	Тип линии	Тип каната	Заданная стрела провеса каната, см, в пролете длиной											
						40 м						50 м					
						при температуре, °С											
0,5	0,6	0,7				−20	−10	0	+10	+20	+30	−20	−10	0	+10	+20	+30
До подвески																	
10×2	—	—	410	О, Н и У	1×7-4,20-140-1	62	67	72	77	80	84	76	82	88	94	99	103
—	10×2	—	460	О, Н и У	1×7-4,20-140-1	60	64	70	74	78	82	67	74	80	86	92	97
20×2	—	10×2	610	О, Н и У	1×7-4,20-140-1	55	60	65	70	74	78	58	65	71	78	84	90
30×2	20×2	—	760	О и Н	1×7-4,20-140-1	48	53	59	64	69	74	64	71	77	93	89	95
30×2	20×2	—	760	У	1×7-6-140-1	65	70	74	78	82	86	76	82	88	94	94	103
—	30×2	20×2	1035	О, Н и У	1×7-6-140-1	63	68	72	76	80	84	70	76	82	88	99	99
50×2	—	—	1075	О и Н	1×7-6-140-1	59	64	69	73	77	81	65	72	78	84	90	96
50×2	—	—	1075	У	1×7-6-140-1	59	64	69	73	77	81	78	84	90	95	100	105
—	50×2	30×2	1430	О и Н	1×7-6-140-1	45	51	57	62	67	72	43	51	58	65	77	87
—	50×2	30×2	1430	У	1×7-6,6-140-1	58	63	67	72	76	80	59	66	73	79	85	91
100×2	—	50×2	1700	О, Н и У	1×7-6,6-140-1	53	58	63	68	73	77	52	59	66	73	79	85
После подвески																	
Для кабелей любой емкости, массы независимо от типа линии и каната						83	86	89	92	95	98	104	108	111	114	117	120

Примечания: 1. В негололедных районах кабель емкостью до 50×2×0,5 (массой до 1075 кг/км), а в слабо гололедных районах — до 30×2×0,5 (массой до 760 кг/км) допускается подвешивать на стальной оцинкованной проволоке диаметром 5 мм (за исключением переходных пролетов).

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 данной таблице.

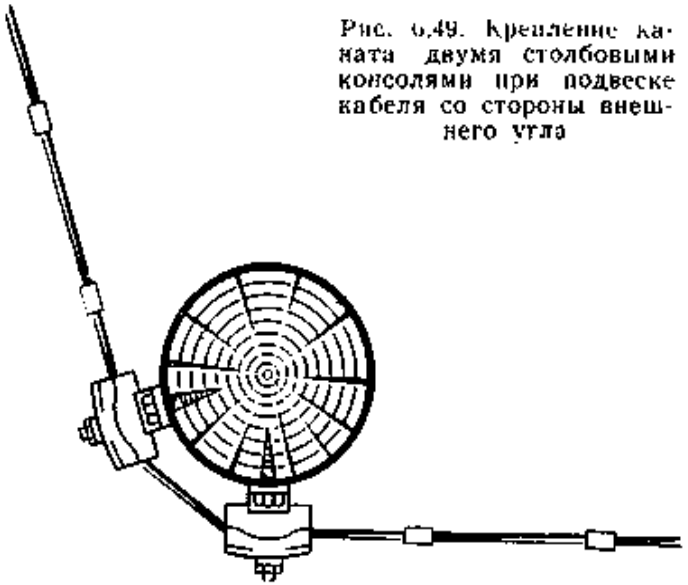


Рис. 6.49. Крепление каната двумя столбовыми консолями при подвеске кабеля со стороны внешнего угла

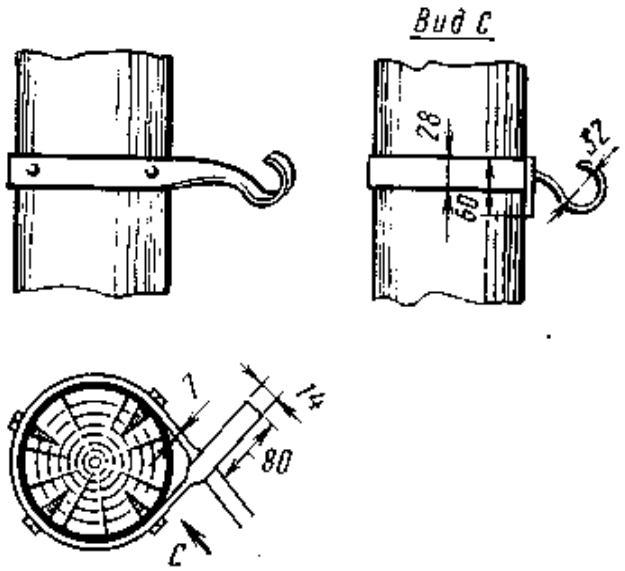


Рис. 6.50. Крепление каната специальной скобой при подвеске кабеля со стороны внутреннего угла

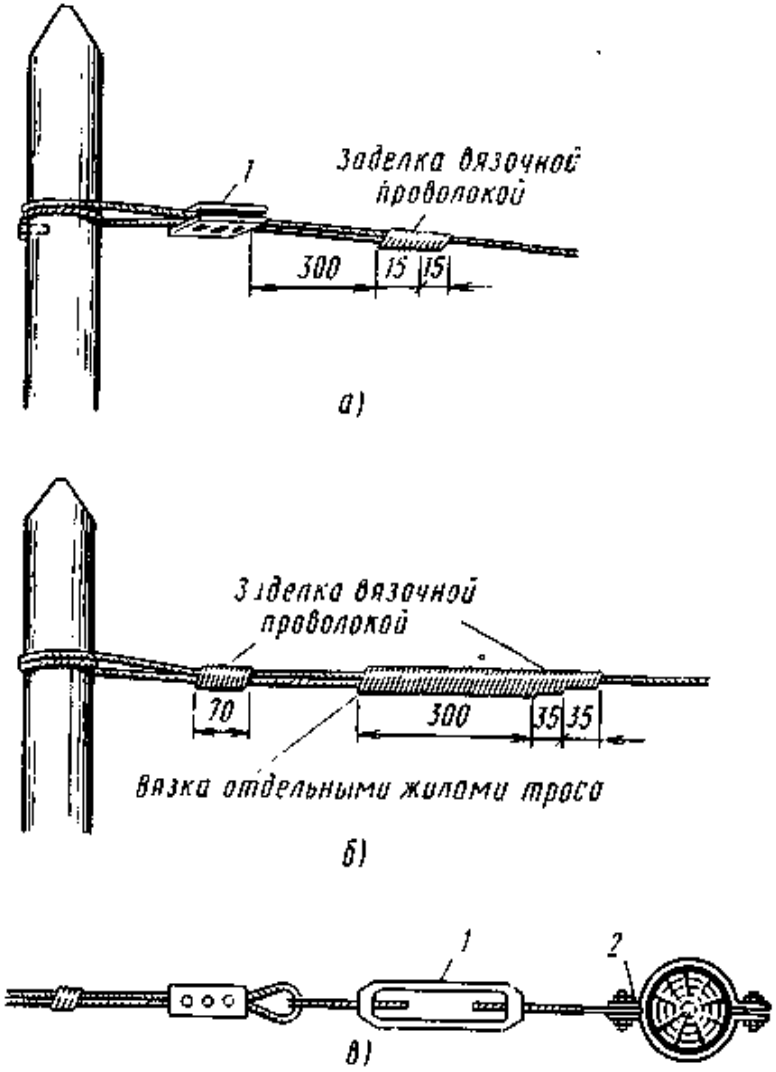


Рис. 6.51. Оконечная заделка каната на оконечных опорах:

а — с применением клемм (*1* — клемма); *б* — без клемм, с заделкой вязочной проволокой; *в* — со струбциной и хомутом (*1* — струбцина; *2* — хомут)

Таблица 6.39

Размеры, мм, и масса стальных оцинкованных подвесов для кабелей связи

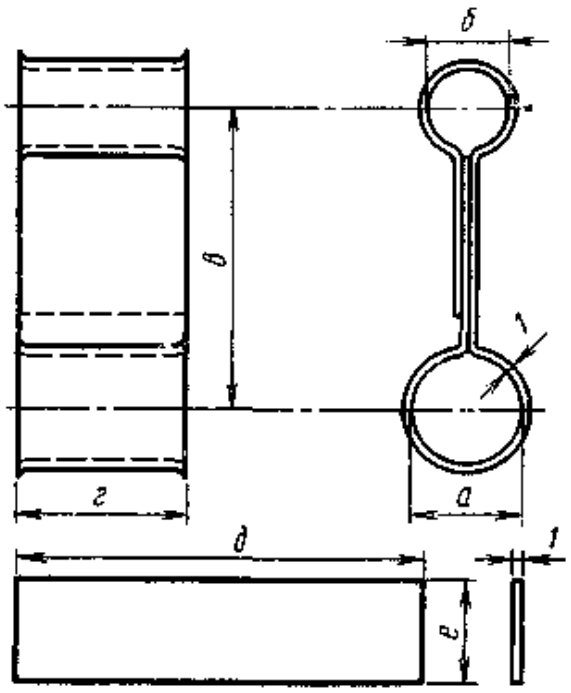


Рис. 6.52. Стальные оцинкованные подвесы для кабелей связи

Тип подвеса	а	б	в	г	д	е	Масса 1000 шт. подвесов с поясками, кг
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

при подвеске кабеля со стороны внутреннего угла (угол имеет 160° и более) специальной скобой (рис. 6.50).

Допускается крепление каната столбовой консолью и со стороны внутреннего угла угловой опоры (угол 160° и более), но консоль 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. Оконечная заделка представляет собой двойную петлю вокруг столба, концы которой зажаты в клемме (рис. 6.51, *а*) или закреплены вязкой без применения клеммы (рис. 6.51, *б*).

Таблица 6.40

Типы подвесов для кабелей марок ТГ, ТПП и ТПВ

Емкость кабеля	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	—

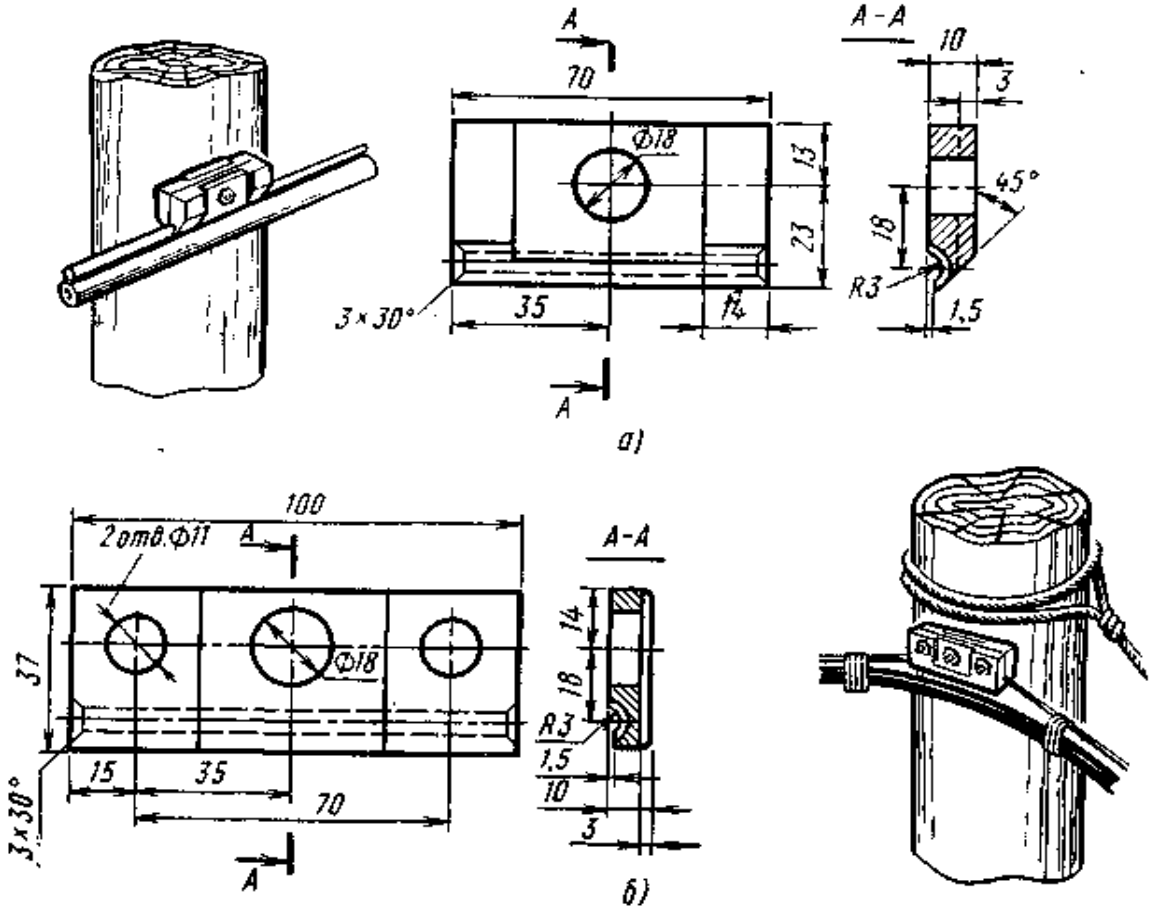


Рис. 6.53 Крепление кабеля с встроенным тросом на опорах:
а — промежуточных; *б* — угловых

На оконечных опорах канат крепится оконечной заделкой. В некоторых случаях для крепления на оконечных опорах применяется заделка каната со струбциной и хомутом (рис. 6.51, *в*).

К канату кабель крепится стальными оцинкованными подвесами по ТУ 4583—70 (рис. 6.52), размеры и масса которых приведены в табл. 6.39. Подбор подвесов для кабелей ТГ, ТПП и ТПВ в зависимости от их емкости и диаметра жил можно производить по табл. 6.40.

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 рис. 6.53. На рис. 6.54 показано крепление такого кабеля к 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. 6.55.

В комплексе работ по подвеске кабеля на канате по столбам большой удельный вес составляют тяжелые и трудоемкие работы; 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 (местных) телефонных сетей объем работ по подвеске кабеля на новых столбовых линиях обычно невелик; и это

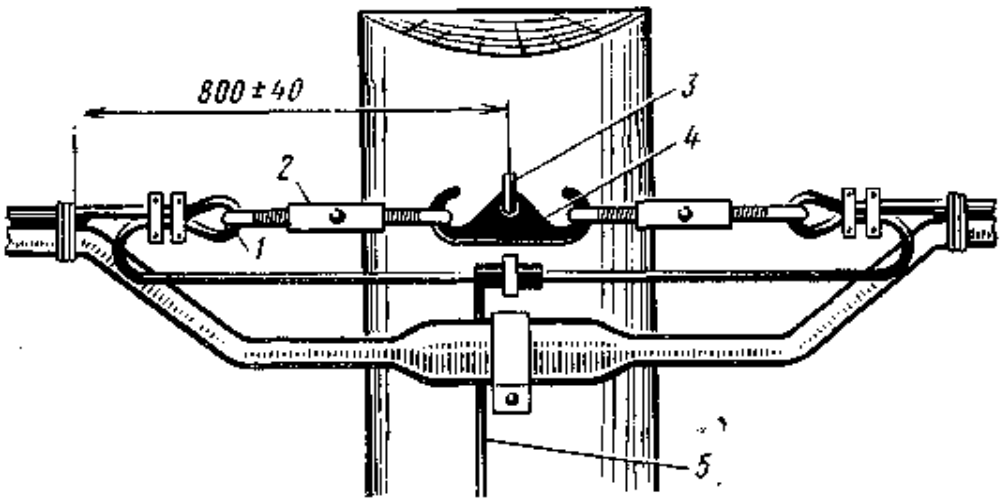


Рис. 6.54. Крепление кабеля с встроенным тросом на опоре, где монтируется муфта: *1* — коуш; *2* — винтовая стяжка; *3* — крюк КН-18; *4* — подвесной крюк; *5* — канат (заземлить)

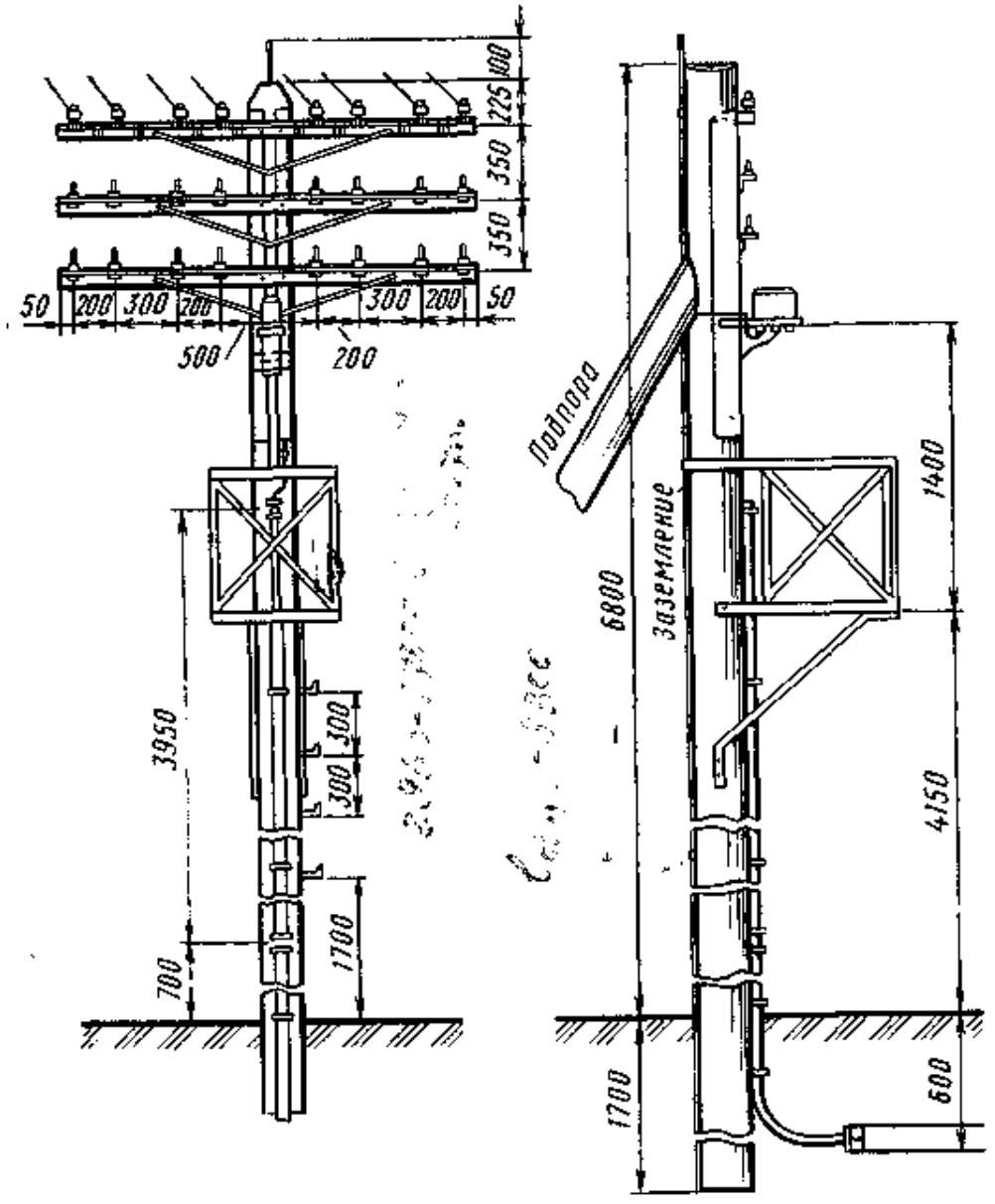


Рис. 6.55. Общий вид кабельной опоры

ограничивает возможности целесообразного использования средств механизации. При наличии достаточно широкого фронта работ, оправдывающего расходы по доставке, эксплуатации и амортизации механизмов, с большой эффективностью используются:

бурильно-крановая машина БКГМ или иная для рытья ям и установки столбов;

автокран для погрузки и выгрузки столбов;

телескопическая вышка-подъемник для подвески каната и кабеля.

Из средств малой механизации можно использовать электропилы для опиловки столбов, электрорубанки для их зачистки, электродрели для сверловки отверстий, тали, блоки, лебедки и др.

6.20. Подвеска кабелей на стальных канатах по стоечным опорам на крышах зданий

На канатах по стоечным опорам на крышах зданий подвешиваются распределительные кабели городских (местных) телефонных сетей марок ТГ, ТПП, ТПВ 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 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 используются трубчатые стойки на десять пар проводов СПТ-10 и шесть пар проводов СПТ-6, показанные соответственно на рис. 6.56 и 6.57. Для вывода кабелей с чердака на канат и обратно применяются выводные трубы, укрепляемые самостоятельно (рис. 6.58) или к стойке с двойным хомутом (рис. 6.59). 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.

Стойки 6×2 крепятся к стропильным балкам одним чугунным хомутом (рис. 6.60). Стойки 10×2 и выводные трубы подвесного кабеля крепятся к стропильным балкам двумя чугунными хомутами. Вместо чугунных хомутов допускается применение иных стяжных хомутов из круглой стали с насечками, резьбой, шайбами и гайками, обеспечивающими надежность фиксации стоек.

Для стоек 6×2 и устанавливаемых самостоятельно выводных труб устраиваются по четыре оттяжки из стальной оцинкованной проволоки диаметром 5 мм, а для 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. 6.52) через каждые 350 мм. В случаях, предусмотренных примечанием 1 к табл. 6.38, 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. 6.38. Размеры подвесов в зависимости от диаметра подвешиваемого кабеля выбираются по табл. 6.39 и 6.40. На каждой стоечной опоре или выводной трубе стальной канат крепится оконечной заделкой.

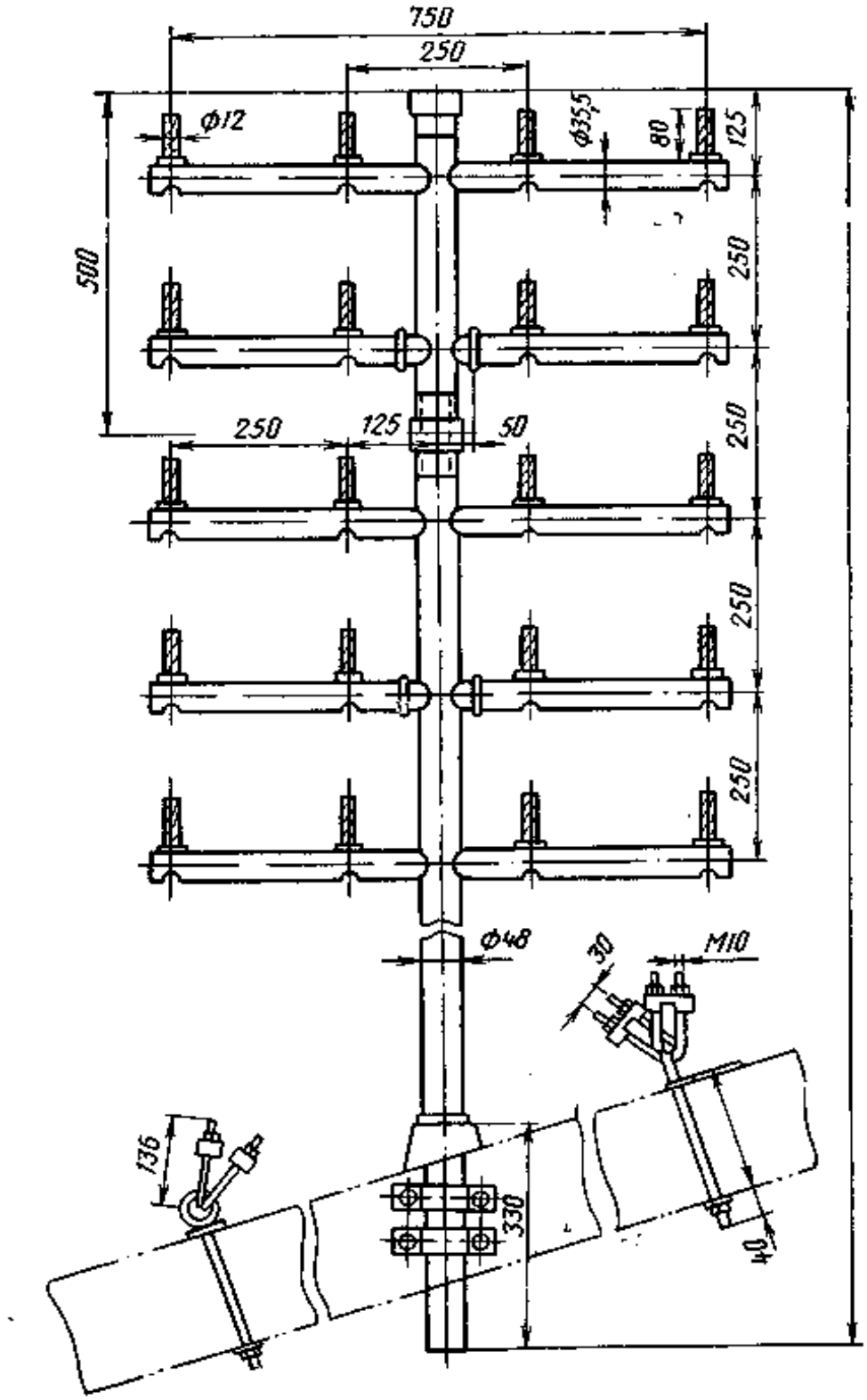


Рис 6.56. Стойка на дясять пар проводов (СПТ-10)

Рис. 6.57. Стойка на шесть пар проводов (СПТ-6)

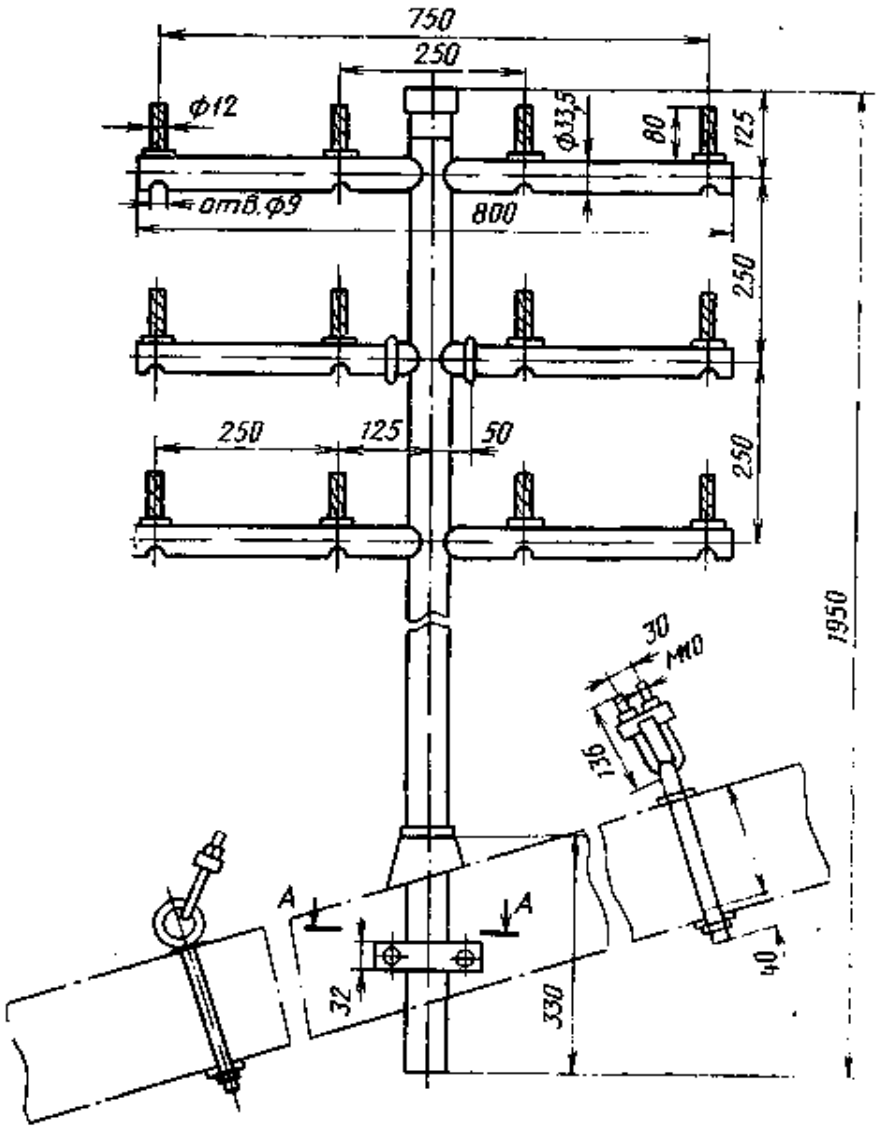


Рис. 6.58. Выводная труба для кабеля на крыше

Рис. 6.59. Двойной хомут для крепления выводной трубы к стойке

Рис. 6.60. Чугунный хомут для крепления основания стойки к стропилам

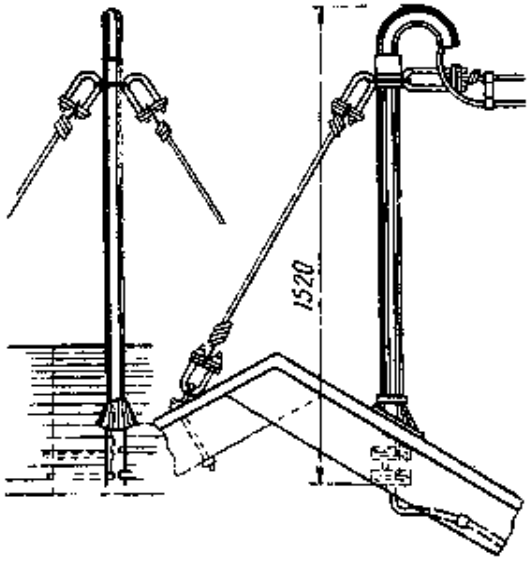


Рис. 6.58

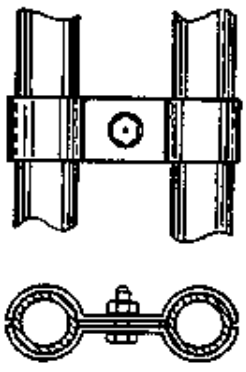


Рис. 6.59

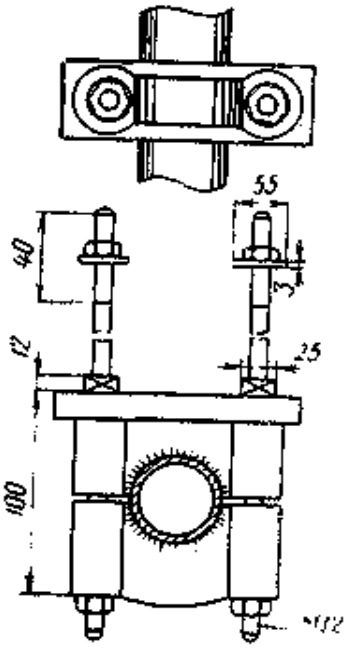


Рис. 6.60

Раздел 7

Монтаж междугородных кабелей

7.1. Общие сведения

Наименование муфт

В практике установились следующие наименования муфт:

прямая — сросток конца одной и начала другой строительной длины, в котором все четверки соединяются напрямое, а жилы — напрямое или по заданному оператору;

дополнительная — сросток на вставке в строительную длину, в котором все элементы монтируются только напрямое;

симметрирующая — сросток 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;

конденсаторная — сросток низкочастотного кабеля, расположенный в середине шага пупинизации или симметрирования, в котором кроме монтажа по операторам производится включение конденсаторов;

пупиновская — сросток низкочастотного кабеля, расположенный на стыке шагов пупинизации, в котором все или часть элементов кабеля соединяются через катушки индуктивности;

удлинительная (удлинитель) — сросток низкочастотного кабеля, расположенный на укороченном шаге или полушаге, в котором пупинизируемые цепи сращиваются через удлинительные элементы;

стыковая — сросток высокочастотного кабеля, расположенный на стыке секций симметрирования, в котором производится концентрированное симметрирование скрещиванием и контурами противосвязи;

разветвительная — сросток, расположенный на стыке линейного кабеля с двумя и более распределительными кабелями;

газонепроницаемая — место, где на кабеле располагается газонепроницаемая пробка, обеспечивающая герметизацию кабеля и его содержание под избыточным воздушным давлением;

изолирующая — место, где на оболочке кабеля образуется изолирующий промежуток;

газонепроницаемая-изолирующая — место, где на кабеле располагается газонепроницаемая пробка и изолирующий промежуток на оболочке кабеля.

Нумерация 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.

В четверке звездной скрутки красная и желтая жилы имеют номера 1 и 2 и образуют первую пару, а синяя и зеленая жилы имеют номера 3 и 4 и образуют вторую пару (рис. 7.1, *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. 7.1, *б*).

В высокочастотных симметричных кабелях принят следующий счет четверок: для кабеля 4×4×1,2 красная четверка считается первой, зеленая — второй, синяя — третьей, желтая — четвертой.

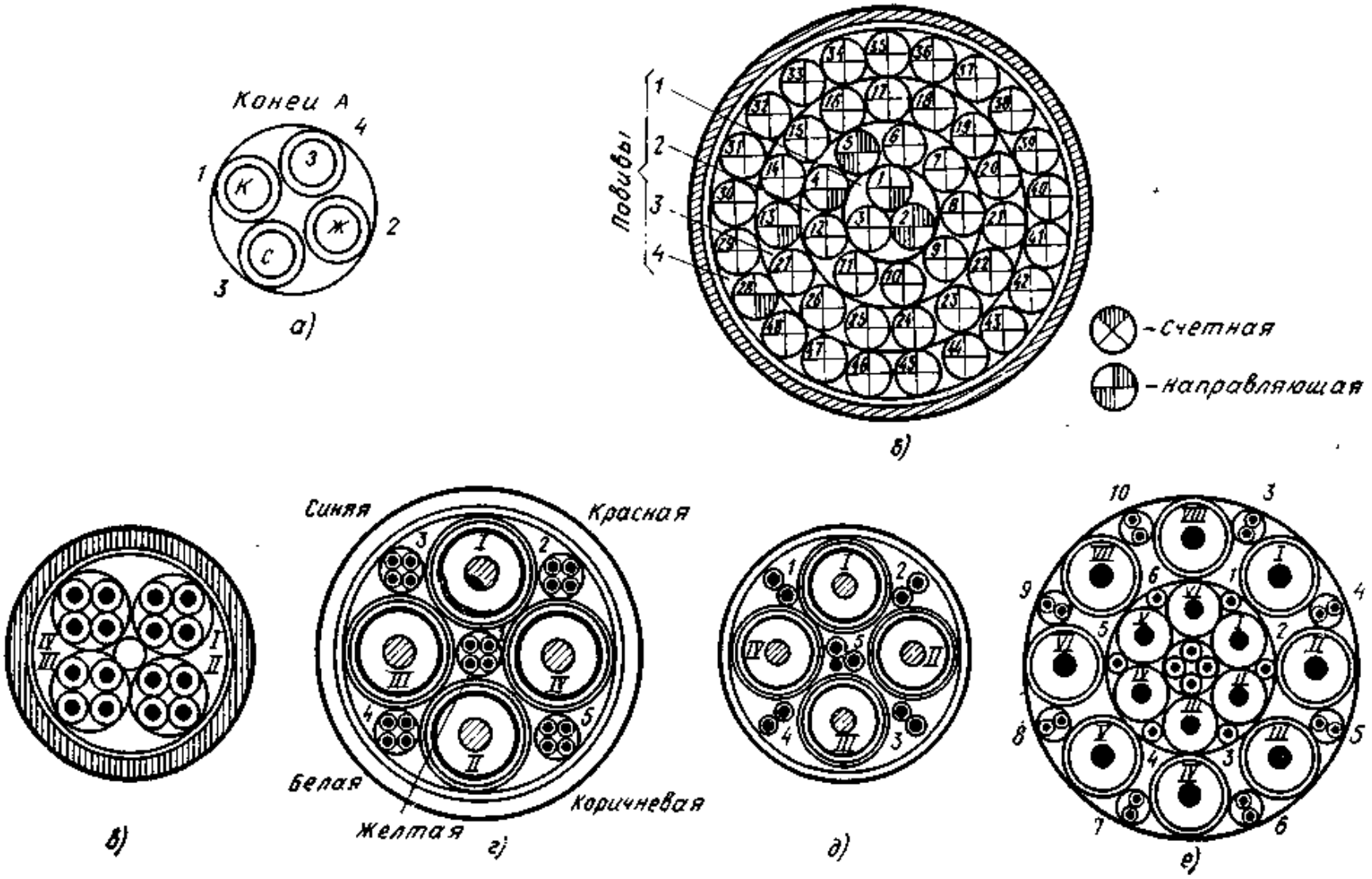


Рис. 7.1. Нумерация элементов кабелей

для кабеля 7×4×1,2 счетная четверка — красная, а четверка направления — зеленая (рис. 7.1, *в*).

В коаксиальном кабеле КМ-4 принят следующий счет элементов: симметричных четверок желтая (центральная) считается первой, красная — второй, синяя или зеленая — третьей; белая — четвертой, коричневая — пятой; 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. 7.1, *г*).

В малогабаритном коаксиальном кабеле 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. 7.1, *д*.

В коаксиальном кабеле 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 1,2/4,6 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 2,6/9,4 расположена между третьей и четвертой симметричными, вторая — между четвертой и пятой, а остальные — по окружности наружного повива (рис. 7.1, *е*).

Обозначения и нумерация 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 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. 7.2, *а*).

Обозначение концов кабеля в котловане или колодце следующее: $А_1$ — конец кабеля, приходящего со стороны станции (пункта) А; $Б_1$ — то же, уходящего в сторону станции Б. При двух и более кабелях обозначения соответственно $А_1$, $А_2$ и т. д., $Б_1$, $Б_2$ и т. д. (рис. 7.2, *б*).

Концы кабеля АРУ имеют следующие обозначения: А′ — конец кабеля, проложенного в сторону станции А; Б′ — то же, в сторону станции Б (рис. 7.2, *в*).

Обозначение концов кабеля по уровням передач: $А_1$, $Б_2$ — концы кабеля низкого уровня; $А_2$, $Б_1$ — то же, высокого уровня (рис. 7.2, *г*).

Концы распределительных кабелей коаксиальных пар обозначаются: $А_I$, $А_{II}$ и т. д. — коаксиальные пары конца $А_1$ магистрального кабеля; $Б_I$, $Б_{II}$ и т. д. — то же, конца $Б_1$.

Шаги пупинизации нумеруются внутри каждого участка по ходу счета усилительных пунктов, а муфты нумеруются внутри каждого шага пупинизации (рис. 7.2, *д*).

Нумерация муфт на непупинизированном высокочастотном симметричном кабеле ведется по ходу счета УП внутри каждого усилительного участка (рис. 7.2, *е*). На комбинированном ВЧ и НЧ симметричном кабеле нумерация всех муфт ведется, как на НЧ кабеле. На коаксиальном кабеле нумерация муфт

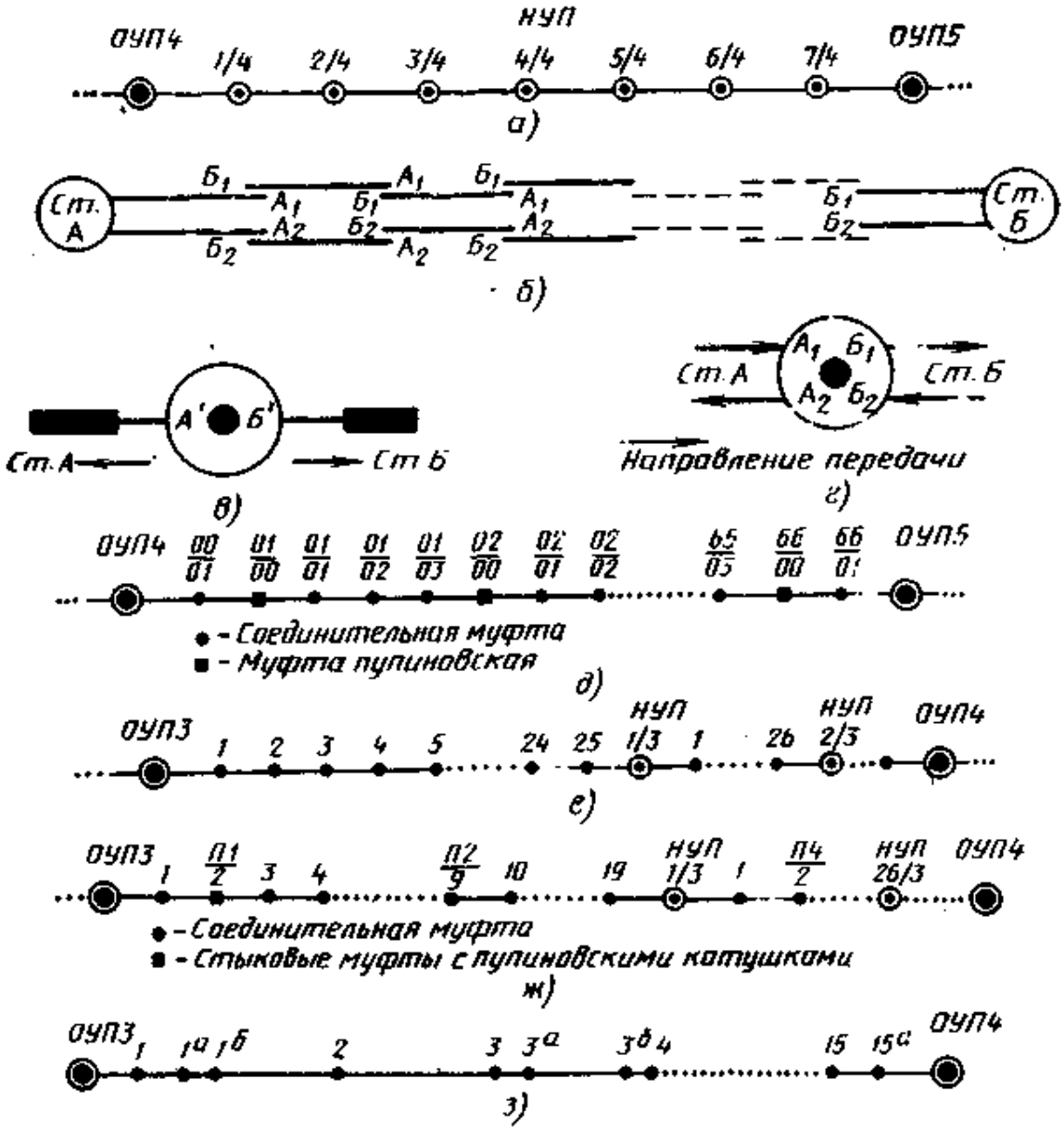


Рис. 7.2. Нумерация элементов кабельной линии

ведется по направлению счета НУП (рис. 7.2, *ж*): пупиновских — между ОУП, а прямых — между каждым НУП. Дополнительным муфтам присваивается номер предыдущей основной муфты с буквенными индексами (рис. 7.2, *з*).

7.2. Приемка в монтаж проложенного кабеля

Проложенный в грунт или кабельную канализацию кабель должен быть принят в монтаж в установленном порядке. При приемке кабеля проверяются:

правильность группирования строительных длин;

соответствие длины усилительного участка проектной;

соответствие длин шагов и полушагов пупинизации (симметрирования) запроектированным;

наличие замерных столбиков на стыках длин и поворотах кабеля;

наличие на столбиках временных надписей нумерации строительных длин;

глубина заложения кабеля в месте стыка длин;

достаточность длины перекрытия концов;

правильность размещения кабеля в котловане (шурфе) или колодце;

герметичность металлической оболочки;

электрическая прочность и сопротивление изоляции коаксиальных пар;

электрическая прочность и сопротивление изоляции симметричного ВЧ кабеля, проложенного в скальном грунте или протянутого в занятом канале кабельной канализации;

сопротивление 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; 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 и размещения запаса кабеля, создаваемого около муфты (рис. 7.3). Глубина котлована должна быть на 10 см больше проектной глубины заложения кабеля. В зависимости от условий местности используют два типа котлованов: для укладки муфт и запаса кабеля по обе стороны от оси трассы (рис. 7.4, *а*) и по одну сторону (рис. 7.4, *б*). Размеры котлованов приведены в табл. 7.1.

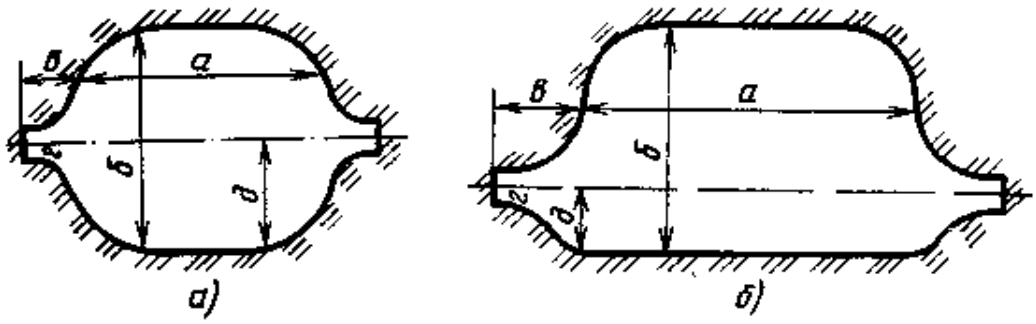


Рис. 7.3. Котлованы для монтажа муфт:
а — по обе стороны от оси трассы; *б* — по одну сторону

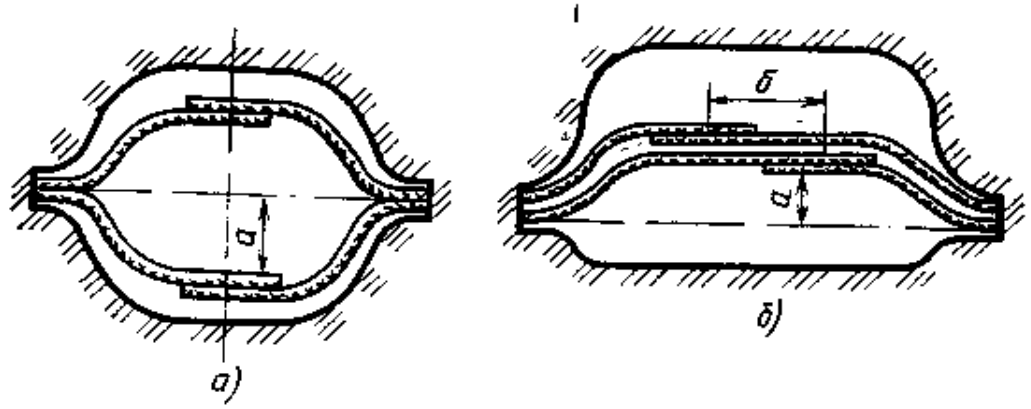


Рис. 7.4. Выкладка запаса кабеля в котлованах:
а — по обе стороны от оси трассы; *б* — по одну сторону

Таблица 7.1

Размеры котлованов для монтажа муфт, м (по дну)

Тип или марка кабеля	Число лифт	Выкладка кабеля											
		по одну сторону от оси трассы (рис. 7.3, *б*)						по обе стороны от оси трассы (рис. 7.3, *а*)					
		а	*б*	*в*	*г*	*д*	Объем грунта, м³	*а*	*б*	*в*	*г*	*д*	Объем грунта, м³
Симметричный	1	1,6	1,4	0,3	0,3	0,45	2,42*h**						
	2	2,2	1,5	0,35	0,3	0,4	3,51*h*	1,6	1,5	0,35	0,3	0,75	2,61*h**
	3	2,2	1,7	0,35	0,3	0,4	3,95*h*	1,6	1,7	0,35	0,3	0,85	2,93*h*
	4	2,2	1,9	0,35	0,35	0,4	4,39*h*	1,6	1,9	0,35	0,35	0,95	3,29*h*
Коаксиальный кабель:													
КМБ-8/6	1	3,2	2,5	0,3	0,3	0,45	8,2*h*	—	—	—	—	—	—
КМБ-4	1	3,0	1,5	0,3	0,3	0,45	4,68*h*	—	—	—	—	—	—
КМА-4	1	3,0	1,5	0,3	0,3	0,45	4,68*h*	—	—	—	—	—	—
МКТ-4	1	2,2	1,5	0,35	0,3	0,4	3,51*h*	—	—	—	—	—	—
МКТА-1	1	3,0	1,5	0,3	0,3	0,45	4,68*h*						
ВКПА	1	1,0	1,0	0,3	0,2	0,3	1,15*h*	—	—	—	—	—	—

* *h* — глубина котлована.

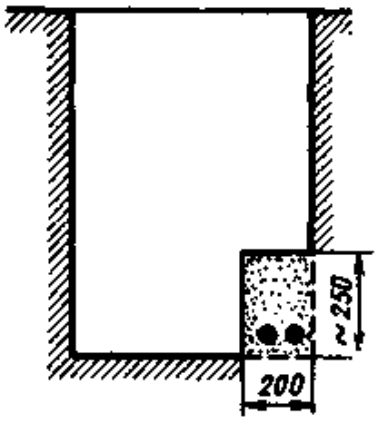


Рис. 7.5. Поперечный разрез котлована в процессе откопки концов кабеля

При разработке котлована следует принять меры, исключающие повреждение концов кабеля, особенно пластмассовых шланговых покровов. Для этого рытье котлована на полную глубину необходимо производить в стороне от оси трассы (рис. 7.5).

7.4. Типы и размеры свинцовых муфт

Для монтажа металлических оболочек магистральных и внутризоновых кабелей связи, как правило, применяются свинцовые муфты цилиндрические следующих типов: МС (рис. 7.6, *а*); МСк с конусным окончанием (рис. 7.6, *б*). МС в комплекте с двумя конусами (рис. 7.6, *в*, *г*).

Размеры муфт и их типы в зависимости от способа монтажа и типа кабеля приведены в табл. 7.2—7.5.

Таблица 7.2

Размеры, мм, цилиндрических свинцовых муфт типа МС (см. рис. 7.6, *а*)

Типоразмер муфты	*D*	*L*	*δ*
МС 27×150	27	150	2,0
МС 30×210	30	210	2,0
МС 37×190	37	190	2,0
МС 45×220	45	220	3,0
МС 45×270	45	270	3,0
МС 65×360	65	360	3,0
МС 65×520	65	520	3,0
МС 70×270	70	270	3,0
МС 82×530	82	530	3,0
МС 125×440	125	440	3,5

Таблица 7.3

Размеры, мм, цилиндрических свинцовых муфт с конусным окончанием типа МСк (см. рис. 7.6, *б*)

Типоразмер муфты	*D*	*L*	*l*	*d*
МСк 65×380	65	380	30	55
МСк 70×540	70	540	40	55
МСк 82×400	92	400	40	55

Примечание. Толщина муфт δ=3,0 мм.

Таблица 7.4

Размеры, мм, свинцовых конусов (см. рис. 7.6, *в*)

Типоразмер конуса	*d*	*D*	l_1	l_2	*L*	*δ*	Типоразмер конуса	*d*	*D*	l_1	l_2	*L*	*δ*
К13×25×20	13	25	20	15	40	2,0	К25×68×25	25	68	35	15	50	2,5
К15×25×20	15	25	20	15	40	2,0	К29×68×10	29	68	10	15	50	2,5
К20×35×25	20	35	25	15	50	2,0	К33,4×63×30	33,4	63	30	25	70	3,0
К20×43×25	20	43	25	15	50	2,0							
К21×43×25	21	43	25	15	55	3,0	К50×120×20	50	120	20	35	90	3,5
К23×43×10	23	43	10	15	50	3,0							

Таблица 7.5

Марки и размеры свинцовых муфт для монтажа высокочастотных кабелей

Марка кабеля	Способ монтажа оболочки	Назначение муфты	Марка муфты (типоразмер муфты и конуса)
МКС-1×4×1,2	Пайка	Прямая и стыковая	МС27×150
МКСА-1×4×1,2	Клеевой		МС27×150; К13×25×20
ЗКА-1×4×1,2			МС30×210; К15×25×20
МКС-4×4×1,2	Пайка	Прямая	МС37×190
МКСА-4×4×1,2		Прямая и стыковая	МС45×270; К20×43×25
МКСАС-4×4×1,2			
МКСА-4×4×1,2	Клеевой	Прямая	МС37×190; К20×35×25
		Стыковая	МС45×270; К20×43×25
МКССт-4×4×1,2	Пайка	Прямая	МС37×190
		Стыковая	МС45×270; К23×43×10
МКС-7×4×1,2		Прямая	МС45×220
		Стыковая	МС70×270; К25×68×25
МКССт-7×4×1,2		Прямая	МС45×220
		Стыковая	МС70×270; К29×68×10
МКСА-7×4×1,2	Клеевой	Прямая	МС45×220; К25×43×25
		Стыковая	МС70×270; К25×68×25

Окончание табл. 7.5

Марка кабеля	Способ монтажа оболочки	Назначение муфты	Марка муфты (типоразмер муфты и конуса)
МКТС-4	Пайка	Прямая	МС45×220
МКТА-4	Клеевой		МС45×220; К21×43×25
КМ-4	Пайка		МСк65×380
		Пупиновская	МСк82×400
		Прямая и пупиновская	МСк70×540*
КМА-4	Клеевой	Прямая	МС65×360; К33,4×63×30
		Пупиновская	МСк82×400; К33,4×63×30
		Прямая	МС65×520; К33,4×63×30 *
		Пупиновская	МС82×530; К33,4×63×30 *
КМ-8/6	Пайка	Прямая и пупиновская	МС125×440; К50×120×20

* При монтаже кабеля, предназначенного для систем передачи в диапазоне 60 МГц.

Муфты, показанные на рис. 7.6, *а, б* применяются во всех случаях, когда имеется возможность надвинуть их на один из концов сращиваемых кабелей до начала монтажа сердечника кабеля. Муфты, изображенные на рис. 7.6, *в, г*, обычно применяются при монтаже симметрирующих (стыковых) муфт высокочастотных кабелей, в случае необходимости многократной распайки, при сращивании оболочек клеевым способом, а также при монтаже кабелей большой емкости, когда диаметр сростка сердечника в 3—4 раза превышает диаметр кабеля по оболочке (например, на кабеле КМ-8/6).

В отдельных случаях могут использоваться нетиповые свинцовые муфты:

с одним продольным швом (рис. 7.6, *д*), когда надвинуть цилиндрическую муфту на конец кабеля невозможно (например, на кабелях с проволочной броней, с экранными проволоками и т. п.), а также при необходимости перемонтажа муфты с конусным окончанием без демонтажа элементов сердечника кабеля;

с поперечным швом (рис. 7.6, е), когда цилиндрическую бесшовную муфту надвинуть на один конец кабеля не представляется возможным.

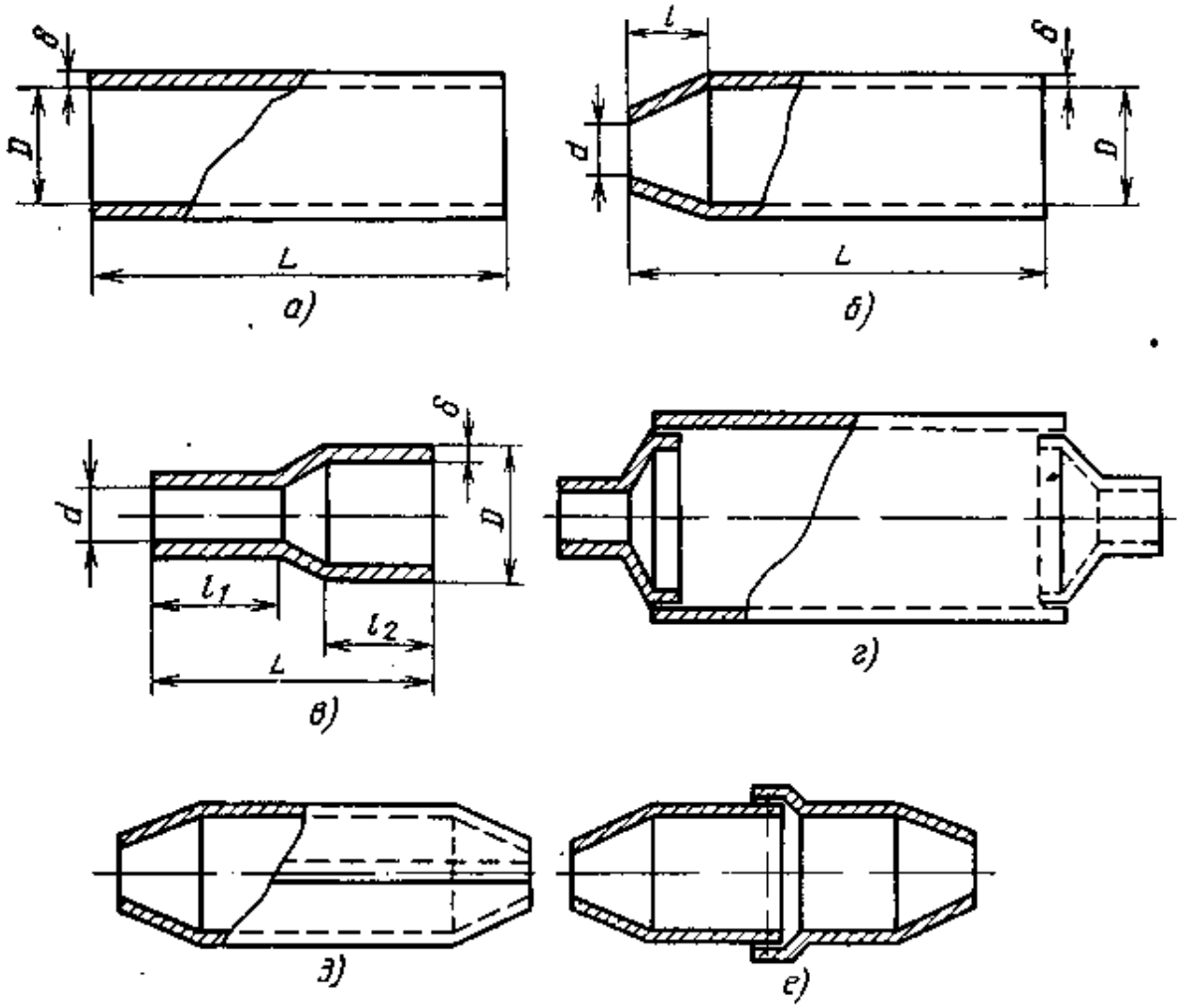


Рис. 7.6. Муфты свинцовые соединительные

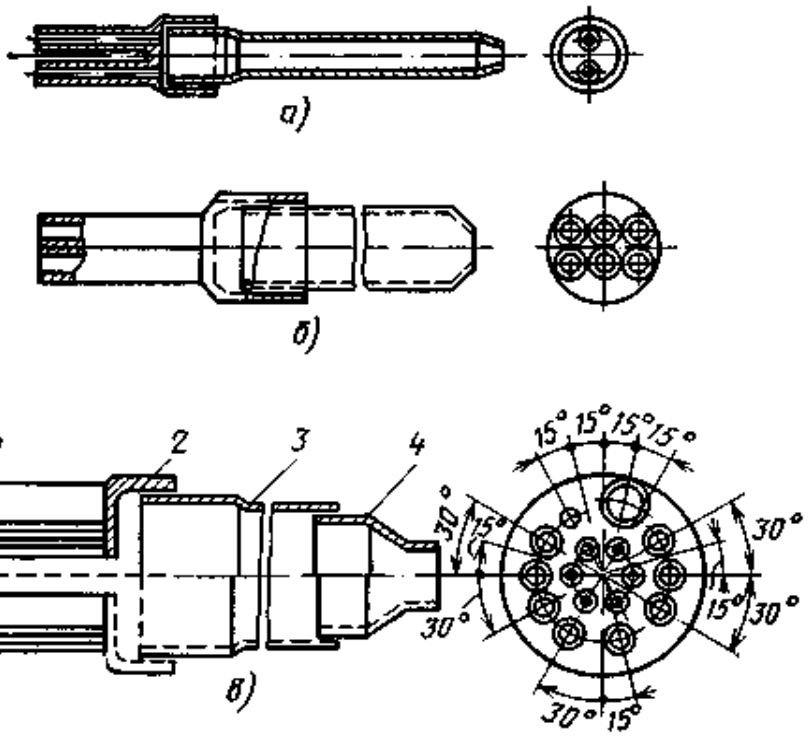


Рис. 7.7. Муфты свинцовые разветвительные:

а — на два ответвления; *б* — на шесть ответвлений; *в* — для кабеля КМ-8/6; *1* — пальцы; *2* — крышка; *3* — корпус; *4* — конус

Таблица 7.6

Свинцовые разветвительные муфты

Марка и емкость кабеля	Тип муфты	Детали муфты	Размеры, мм			Число 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	МСРКм-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
		»	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

Независимо от материала металлической оболочки и способа сращивания применяются свинцовые разветвительные муфты (рис. 7.7), размеры которых приведены в табл. 7.6.

7.5. Подготовка и разделка концов кабеля

Кабели выкладываются по форме котлована или колодца (см. рис. 7.4) таким образом, чтобы сращиваемые концы перекрывали друг друга в соответствии с размерами, приведенными в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Размеры перекрытия и выкладки концов кабелей в котлованах

Марка кабеля	Емкость кабеля	Метод монтажа	Размер перекрытия концов после выкладки, мм, для муфты		Минимальное расстояние от оси трассы линии до продольной оси муфты, мм
			прямой	симметрирующей (стыковой)	
МКС	1×4	Пайка	160	190	350
	4×4		260	—	400
	7×4		300	350	400
МКСА	1×4	Клеевой	200	200	350
		Опрессование	500	500	350
		Пайка	160	190	350
	4×4	Клеевой	220	280	400
		Опрессование	300	400	400
		Пайка	220	310	400
	7×4	Клеевой	300	400	400
		Пайка	300	300	400

Окончание табл. 7.7

Марка кабеля	Емкость кабеля	Метод монтажа	Размер перекрытия концов после выкладки, мм, для муфты		Минимальное расстояние от оси трассы муфты, мм линии до продольной оси
			прямой	симметрирующей (стыковой)	
МКССт	4×4	Пайка	300	400	400
	7×4		300	400	400
ЗКП, ЗКВ	1×4	Сварка	400	400	350
ЗКП, ЗКВ	1×4	Заливка компаунда	3000	3000	1400
ЗКПА		Клеевой	200	200	350
		Опрессование	260	500	
ТЗ, ТЗА	До 7×4	Пайка	300	300	350
	14×4 и более		400	400	400...500
ВКПА		Опрессование	400	—	400
МКТС-4		Пайка	300	—	700
МКТА-4		Клеевой	400	—	700
КМ-4		Пайка	1100	1100	700
КМА-4		Клеевой	1100	1100	750
КМ-8/6		Пайка	1700	1700	1400

Таблица 7.8

Размеры разделки концов кабелей в свинцовой оболочке

Марка кабеля	Назначение муфты	Размеры разделки, мм (рис. 7.8)				Расстояние между обрезами оболочки сращиваемых концов
		от середины сростка до обреза наружного покрова	от обреза наружного покрова до обреза брони	от обреза брони до обреза оболочки	от обреза оболочки до середины сростка	
		а	*б*	*в*	*г*	*д*
МКС-1×4	Прямая и стыковая	135	25	55	55	110
МКС-4×4	Прямая	160	25	55	80	160
	Стыковая	210	25	65	120	240
МКС-7×4	Прямая	195	30	70	95	190
	Стыковая	230	30	80	120	240
МКТС-4	Прямая	180	25	60	95	190
КМ-4	»	350	30	70	250	500
КМ-8/6	Прямая и стыковая	390	50	90	250	500

Расстояние от оси трассы кабеля до продольной оси муфты при одном кабеле должно быть не менее приведенного в табл. 7.7. При расположении в одном котловане нескольких муфт выкладку концов на всех кабелях следует произвести до начала монтажа, при этом вторую и последующие муфты необходимо сместить в направлении от оси трассы на 20 ... 30 см одна от другой. Как правило, муфты должны быть расположены в шахматном порядке, их поперечные оси следует сдвинуть относительно друг друга примерно на 1,2 длины защитной чугунной муфты.

Размеры разделки концов кабеля в зависимости от марки кабеля, типа муфты, метода сращивания оболочки и способа восстановления изолирующего защитного покрова приведены в табл. 7.8 и на рис. 7.8.

Для залуживания брони в процессе разделки концов кабеля используется бескислотная паста (флюс) ПБК-26м, имеющая такой состав (в весовых частях):

Вазелин медицинский ГОСТ 3582—52	480
Диэтиламин солянокислый ГОСТ 13279—67	25
Канифоль сосновая марок А, Б ГОСТ 19113—73	450
Глицерин ГОСТ 6824—54	25
Триэтаноламин ТУ-6-02-916—74	20

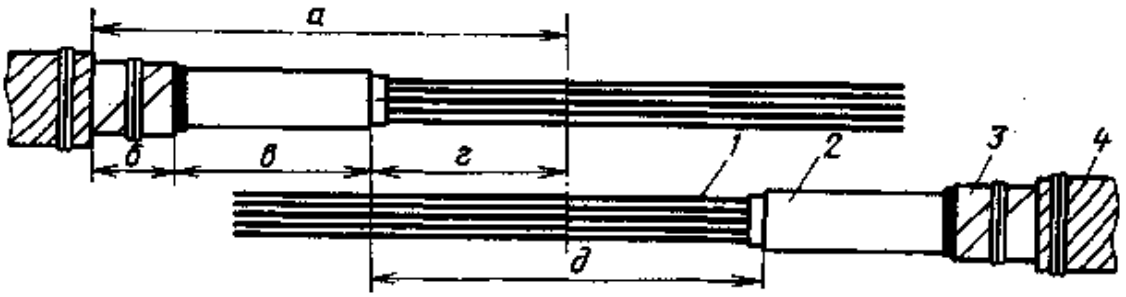


Рис. 7.8. Разделка концов кабеля в свинцовой оболочке:
1 — жилы; *2* — оболочка; *3* — броня; *4* — пряжа

Степень готовности пасты определяется по однородности цвета и отсутствию комков и сгустков. Флюсующие свойства пасты следует проверять путем опытного залуживания брони кабеля.

7.6. Монтаж симметричных кабелей

Сращивание жил

Для соблюдения заданных размеров сростка концы кабеля должны быть уложены и закреплены на монтажных козлах (рис. 7.9) так, чтобы расстояние между обрезами оболочек было зафиксировано и строго соответствовало размерам, приведенным в табл. 7.8.

Сращивание жил диаметром 0,8 ... 1,2 мм выполняется скруткой (рис. 7.10, *а*, *б*) жил диаметром 1,4 мм — медной гильзой с продольным разрезом (рис. 7.10, *в*). Бумажная изоляция жил захватывается двумя витками скрутки (рис. 7.10, *а*), эмалевая изоляция жил удаляется на расстояние 15 ... 20 мм от конца скрутки. Сростки медных жил пропаиваются припоем ПОССу-40-0,5 в стаканчиковом паяльнике (рис. 7.10, *г*).

При пайке медных проводников используются флюсы, марки и состав которых приведены ниже (ОСТ 4 ГО.033.200):

ФКСп, состоящий из канифоли сосновой А или Б от 10 до 60 % (ГОСТ 19113—73) и спирта этилового технического от 90 до 40 % (ГОСТ 17299—78);

ФКСт, состоящий из канифоли сосновой А или Б от 10 до 60 % (ГОСТ 19113—73) и этилацетата от 90 до 40 %.

Сросток жил с бумажной и пластмассовой изоляцией (полиэтиленовой, полистирольной) изолируется полиэтиленовой гильзой (рис. 7.10, *д*), а сросток эмалированной жилы — полиэтиленовой или стеклянной пробиркой, заполненной изолирующей массой типа МКС (рис. 7.10, *е*). Сращенная четверка жил фиксируется двумя групповыми кольцами (рис. 7.10, *ж*). Сростки четверок распределяются равномерно по всей длине сростка кабеля (рис. 7.10, *з*).

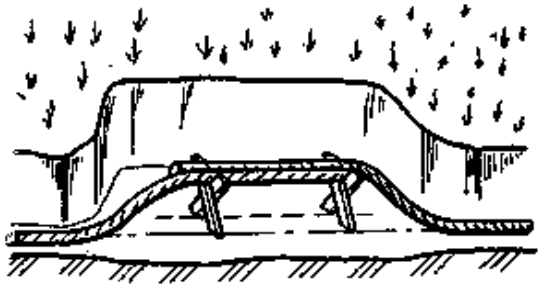


Рис. 7.9. Укладка концов кабеля на монтажные козлы

В сростке прямой муфты все элементы кабеля сращиваются напрямое или по заданному оператору. На каждую прямую муфту заполняется бланк паспорта.

В сростке симметрирующей муфты элементы низкочастотного кабеля соединяются в зависимости от измеренных значений коэффициентов связи и асимметрии. Жилы в четверке сращиваются по операторам

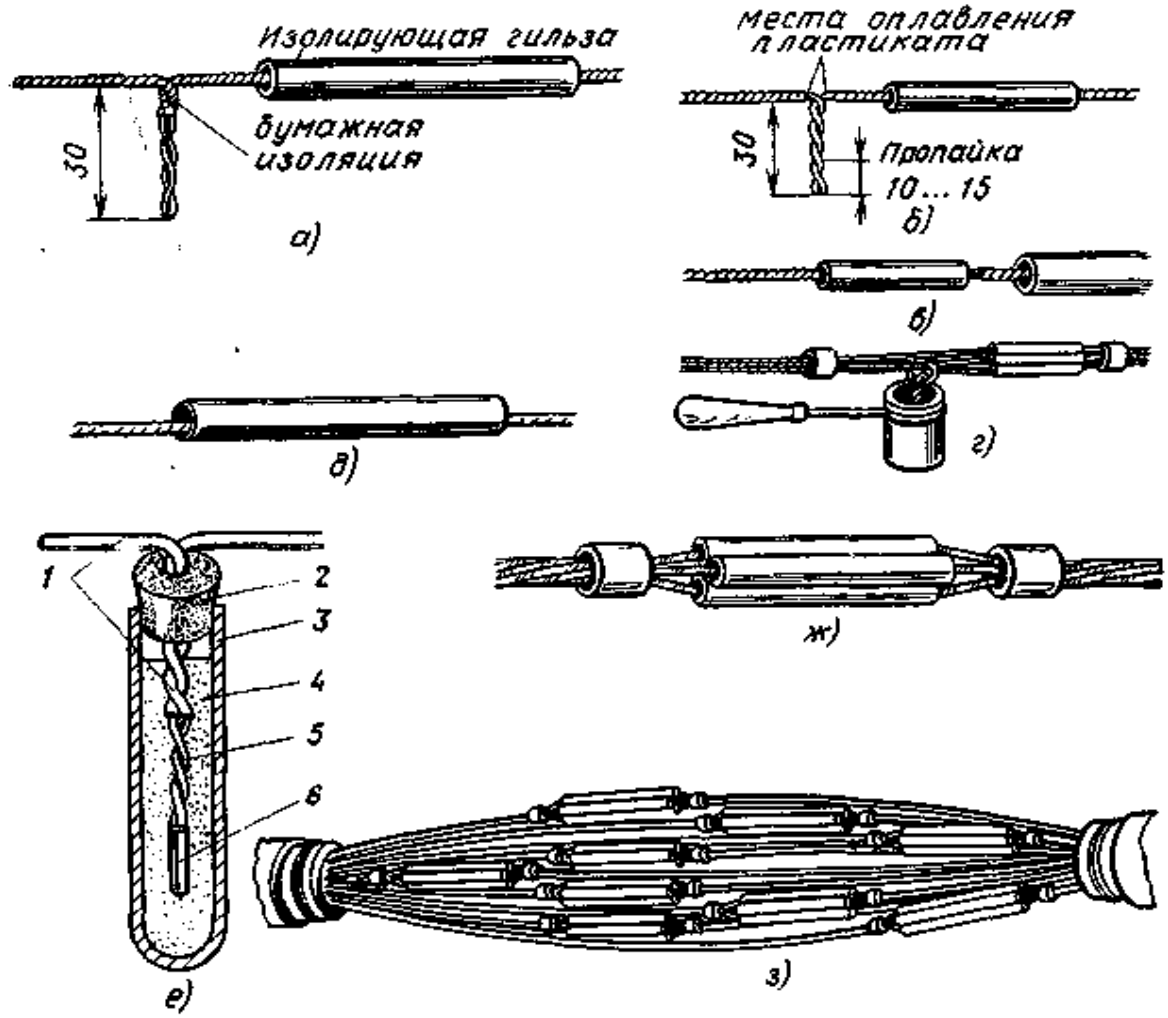


Рис. 7.10. Сращивание жил и изоляция сростка:
1 — изолированная медная жила; *2* — пробка; *3* — полиэтиленовая гильза; *4* — заливочная масса; *5* — жила, покрытая эмалью; *6* — пайка

симметрирования. Выполненные в муфте операторы записываются в бланк паспорта на монтаж сложной муфты.

В сростке конденсаторной муфты (рис. 7.11) элементы низкочастотного кабеля соединяются в зависимости от результатов измерения остаточных коэффициентов связи и асимметрии после монтажа симметрирующих муфт. Четверки сращиваются по операторам симметрирования и, если остаточные коэффициенты

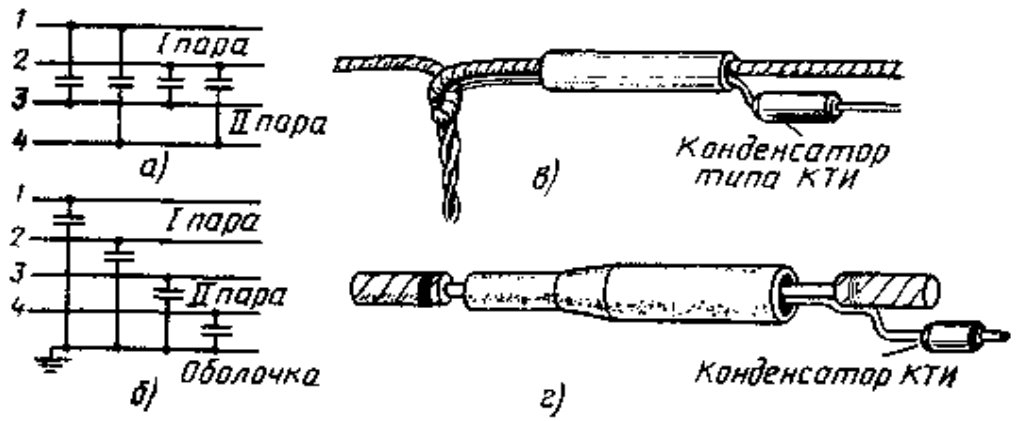


Рис. 7.11. Включение конденсаторов в конденсаторной муфте

не удовлетворяют требуемым нормам, выполняется симметрирование конденсаторами типа КТИ, которые включаются между жилами (рис. 7.11, *а*) и между жилами и оболочкой (рис. 7.11, *б*). Соединение вывода конденсатора со скруткой жил выполняется по рис. 7.11, *в*, а на жилах диаметром 1,4 мм — через редукционную гильзу (рис. 7.11, *г*).

В сростке стыковой муфты (рис. 7.12) монтаж элементов кабеля выполняется по результатам измерения защищенности. Четверки сращиваются напрямое, жилы — по операторам симметрирования. Кроме того, при необходимости включаются контура противосвязи (рис. 7.12, *а*). Для включения контура к каждому сростку жил припаиваются два провода ПМВГ-0,75 по 100 и 250 мм (рис. 7.12, *б*). Провода укладываются вдоль жил четверки (рис. 7.12, *в*), а на кабельном сростке выводятся поверх упаковки (рис. 7.12, *г*). На каждую стыковую муфту заполняется бланк паспорта.

В пупиновской муфте каждая четверка кабеля соединяется с соответствующим выводом от катушек индуктивности (рис. 7.13). В удлинителе (рис. 7.14) элементы кабеля сращиваются с выводными проводниками так же, как в пупиновском ящике, при этом на входе и на выходе соединение производится напрямое.

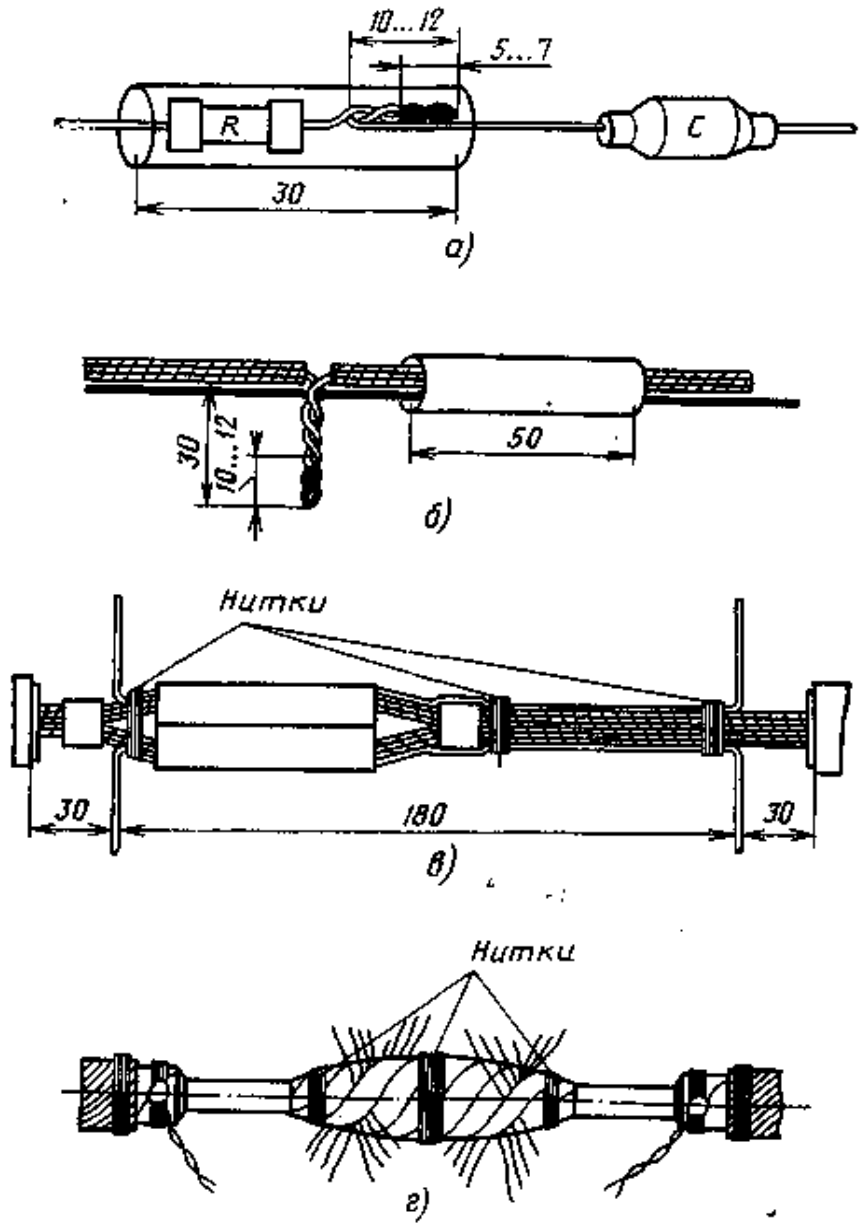


Рис. 7.12. Сросток стыковой муфты

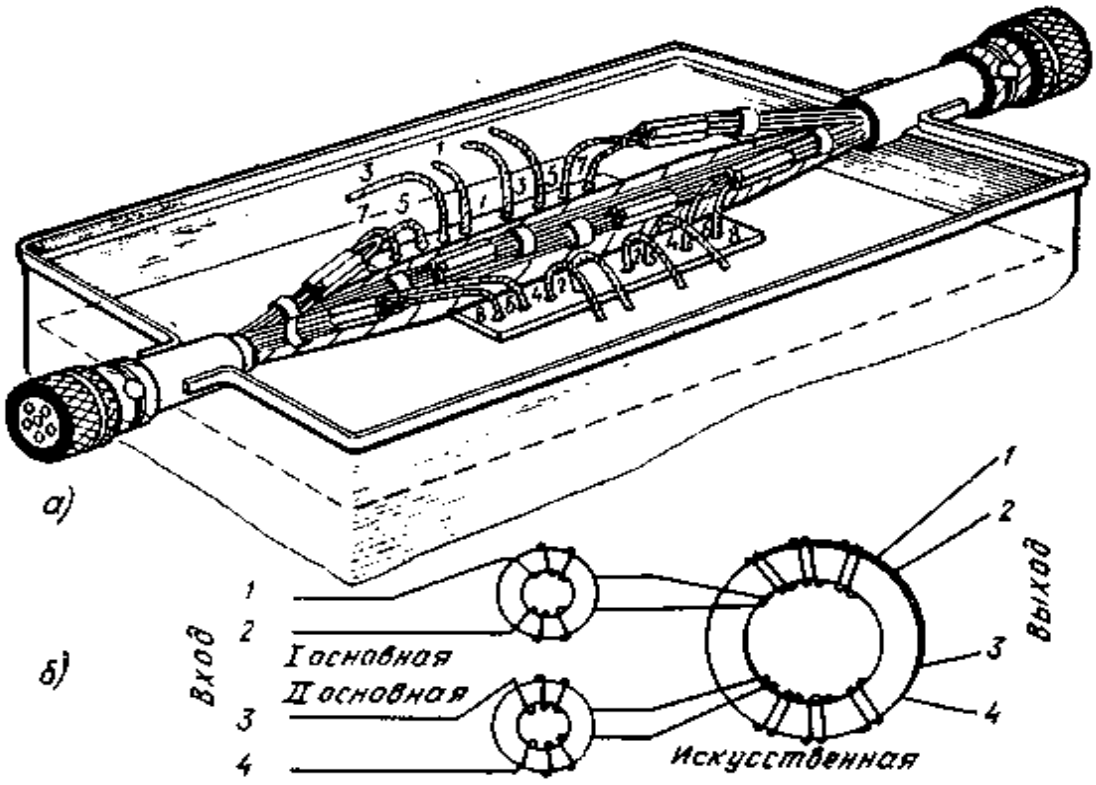


Рис. 7.13. Сращивание жил в пупиновском ящике:
а — общий вид; *б* — схема включения катушки

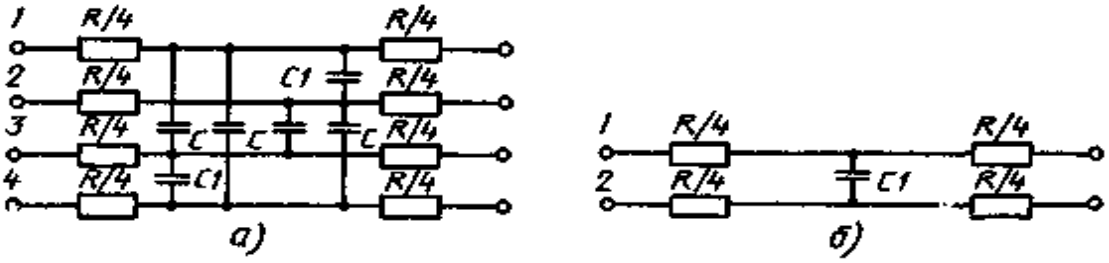


Рис. 7.14. Схемы удлинителей:
а — для четверки; *б* — для пары

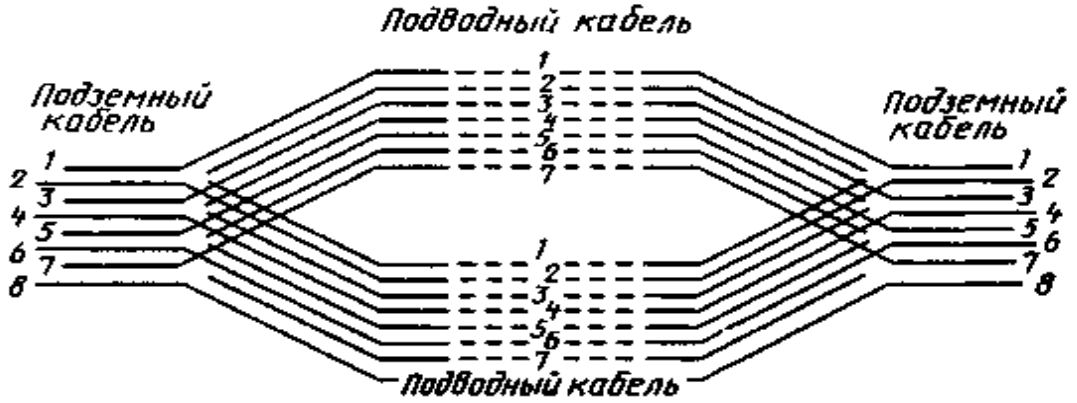


Рис. 7.15. Схема распайки кабеля на два створа в разветвительных муфтах

Разветвительные муфты монтируются в местах, где линейный кабель распаивается на два или более распределительных кабеля, например: на речных переходах, где емкость магистрального кабеля распределяется на два створа (основной и резервный), как показано на рис. 7.15; при монтаже оконечных устройств, где линейный кабель распаивается на несколько распределительных кабелей, и т. п.

Упаковка сростка сердечника кабеля

Сросток кабеля с бумажной изоляцией жил (рис. 7.16) просушивается и обматывается лентой из просушенной кабельной бумаги шириной 40 мм. Сросток

Рис. 7.16. Упаковка сростка

с пластмассовой изоляцией жил упаковывается без просушки. Между последними слоями ленты закладывается паспорт муфты. Сростки пупиновских муфт и удлинителей не упаковываются, а закрываются куском кабельной бумаги.

7.7. Запайка свинцовой муфты

Свинцовая муфта и пупиновский ящик сращиваются со свинцовой оболочкой кабеля способом пайки. Припоем служит ПОССу-30, флюсом — стеарин, источни-

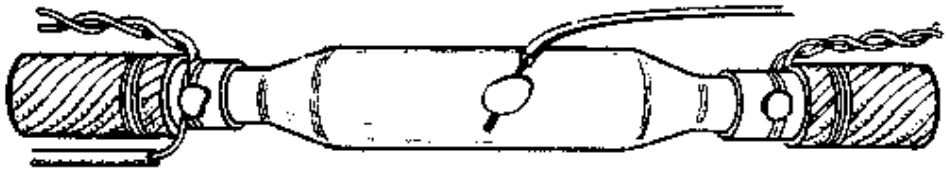


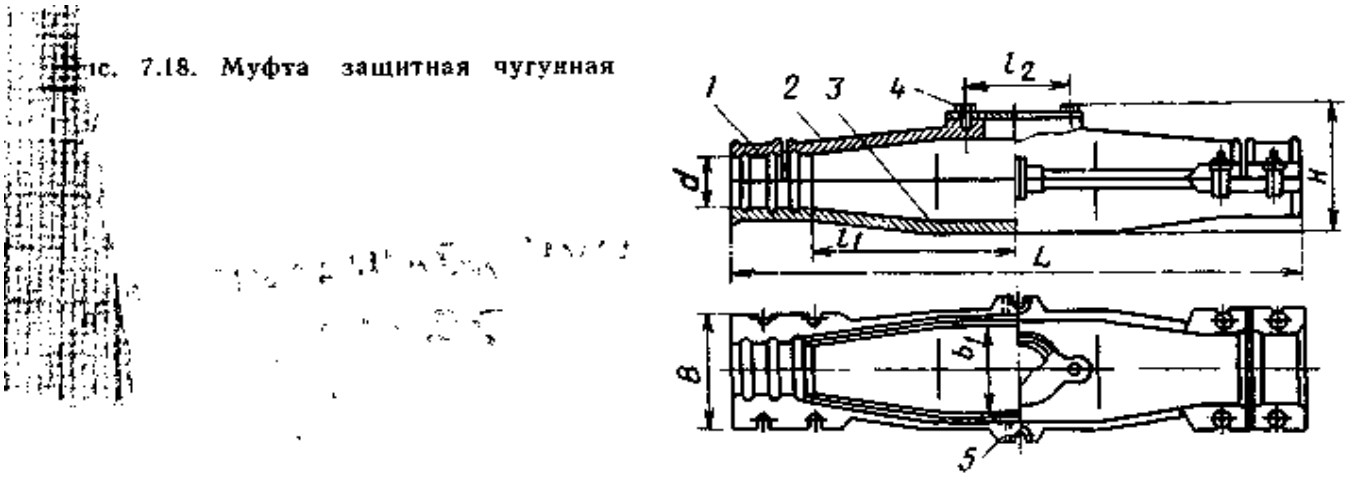
Рис. 7.17. Запайка свинцовой муфты с выводом проводников для КИП

ком тепла — газовая горелка или паяльная лампа (рис. 7.17). После запайки муфта проверяется на герметичность избыточным давлением.

7.8. Установка и монтаж защитной муфты

Сросток проложенного в грунт кабеля защищается от механических повреждений чугунной муфтой типа МЧ или МЧК (табл. 7.9, рис. 7.18). Применяемый 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 типов МЧ-25 — МЧ-65 прилива для болта *5* нет.

Нижний полукорпус чугунной муфты устанавливается на дне котлована, в него укладывается запаянный сросток с выводами для контрольно-испытатель-



ис. 7.18. Муфта защитная чугунная

ного пункта (КИП), затем устанавливаются накладки и верхний полукорпус, после чего детали муфты скрепляются болтами. Разогретый до температуры 120 °С битум № 4 заливается в муфту с доливкой по мере усадки. Все болты, накладки и выходы кабеля обмазываются горячим битумом. Котлован засыпается ранее вынутым грунтом.

Таблица 7.9

Размеры, мм, защитных чугунных муфт

Тип муфты	L	B	H	l_1	l_2	b_1	d	Масса, кг
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

7.9. 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. 7.19, *а*). На двухкабельной линии замерный столбик устанавливается также в 10 см от створа трассы в сторону

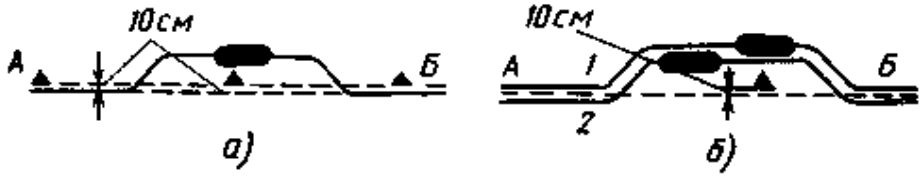


Рис. 7.19. Установка замерного столбика

поля против центра муфты кабеля № 1 (рис. 7.19, *б*). Муфты кабеля № 2 привязываются к замерному столбику в документах фиксации. В населенных пунктах, где замерные столбики не устанавливаются, местоположение муфты привязывается к двух-трем постоянным ориентирам. На муфтах, где сделан вывод КИП, провод протягивается в канал замерного столбика до его установки.

7.10. Особенности монтажа симметричных ВЧ кабелей

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 симметрировании контура противосвязи (см. рис. 7.12, *а*) состоят из конденсатора типа КТИ и резистора типа МЛТ, подключаемых к жилам кабеля непосредственно или с помощью заранее припаянных к ним выводных проводников (см. рис. 7.12, *г*). Длина проводников должна быть минимальной.

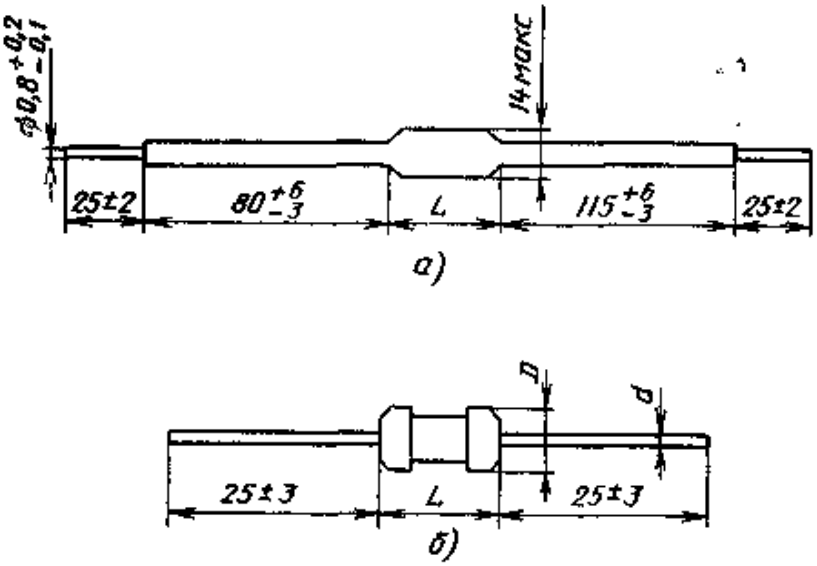


Рис. 7.20. Элементы контура противосвязи: *а* — конденсатор КТИ; *б* — резистор МЛТ

Промышленностью выпускаются два вида симметрирующих конденсаторов: КТИ-1 и КТИ-2. Технические характеристики их приведены в табл. 7.10, а общий вид показан на рис. 7.20, *а*.

Таблица 7.10

Технические характеристики керамических трубчатых конденсаторов типа КТИ

Вид конденсатора	Пределы номинальных значений емкостей, пФ	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 частотой 50 Гц, В действ.	постоянного тока, В				
КТИ-1	2,0...68 75...200	700	1000	300 000*	Переменный ток частотой 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*	Постоянный ток напряжением 2000 В в течение 10 с	30 40 50 60	4 5 5,5 6

* После пребывания в воде — не менее 10 000 МОм.

Таблица 7.11

Допустимые отклонения емкости симметрирующих конденсаторов КТИ и примерная их потребность для одного усилительного участка системы К-60

Номинальная емкость, пФ	Ступень 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	0,2	±0,4 пФ	10	6
2,7 . . . 3,9	0,3			
4,4 . . . 5,1	0,4	±10 %; ±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	2,0			
24 . . . 27	3,0		10	6
30 . . . 39	3,0		5	3
43 . . . 56	4,0		2	3
62 . . . 68	6,0	±5; ±10; ±20 %	2	2
75 . . . 82	7,0			
91 . . . 100	9,0			

110 . . . 130	10,0	±5; ±10; ±20%	—	—
150 . . . 160				
180 . . . 200	20			
220 . . . 240	20	±5; ±10 %		
270 . . . 390	30			
430 . . . 510	40			
560 . . . 680	60			
750 . . . 820	70			
910 . . . 1000	90			

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. 7.11. При монтаже конденсаторов перегиб выводов у основания допускается на расстоянии не менее 20 мм от корпуса.

Пример условного обозначения конденсатора КТИ-1 номинальной емкостью 100 пФ с допускаемым отклонением ±5 %: «Конденсатор КТИ-1-100 ±5 %, ГОСТ 5.1049—71».

На каждом конденсаторе должны быть отчетливо обозначены влагостойкой краской: товарный знак предприятия-поставщика, номинальная емкость в пикофарадах, допускаемое отклонение емкости в процентах, год изготовления.

Применяемые для контуров противосвязи резисторы изготовляются по ГОСТ 7113—77Е. Технические характеристики и размеры их приведены на рис. 7.20, *б*

Тип резистора	[illegible]	Размеры [illegible]			Масса	Номинальное сопротивление, Ом	Допускаемое отклонение, %	Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В
		l	D	d				
МЛТ 0,5	0,5	10,8	4,2	0,8	1,0	$1 \ldots 5{,}1 \cdot 10^6$	±5; ±10; ±20	350
МЛТ 1	1,0	13,0	6,6	0,8	2,0	$1 \ldots 10 \cdot 10^6$		500
МЛТ 2.	2,0	18,5	8,6	1,0	3,5	$1 \ldots 10 \cdot 10^6$		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.

и в табл. 7.12. Номинальные значения сопротивлений в зависимости от конструктивных особенностей резисторов должны выбираться по одному из рядов, указанных в табл. 7.13 (предпочтительно по ряду Е24).

На поверхности каждого резистора несмываемой краской наносятся следующие обозначения: товарный знак предприятия-поставщика, вид резистора, номинальное сопротивление резистора, допускаемое отклонение сопротивления от

Таблица 7.13

Ряды номинальных сопротивлений резисторов (ГОСТ 2825—67)

Обозначение рядов			Обозначение рядов		
Е24	Е12	Е6	Е24	Е12	Е6
Допускаемое отклонение, %			Допускаемое отклонение, %		
±5	±10	±20	±5	±10	±20
1,0	1,0	1,0	3,3	3,3	3,3
1,1			3,6		
1,2	1,2		3,9	3,9	
1,3			4,3		
1,5	1,5	1,5	4,7	4,7	4,7
1,6			5,1		
1,8	1,8		5,6	5,6	
2,0			6,2		
2,2	2,2	2,2	6,8	6,8	6,8
2,4			7,5		
2,7	2,7		8,2	8,2	
3,0			9,1		

Примечание. Величины номинальных сопротивлений с допускаемыми отклонениями ±5, ±10 и ±20% должны соответствовать числам, приведенным в табл. 7.13, и числам, полученным путем умножения этих чисел на 10^n, где n — целое положительное или отрицательное число.

номинального значения 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 не более двух лет. Транспортировать резисторы можно любым видом транспорта при условии защиты их от прямого воздействия атмосферных осадков.

При заказе должны быть указаны номинальные величины сопротивлений: до 910 Ом — в омах (обозначение Ом), от 1000 до 910 000 Ом — в килоомах (обозначение кОм), от 1 000 000 Ом — в мегомах (обозначение МОм). Пример условного обозначения при заказе резистора типа МЛТ-1 сопротивлением 100 000 Ом с допускаемым отклонением 5%: «Резистор МЛТ-100 кОм ±5% ГОСТ 7113—77Е».

7.11. Монтаж коаксиального кабеля КМ-4

Для монтажа кабеля с коаксиальными парами 2,6/9,4 кроме обычных применяются комплекты специальных инструментов МКИ-2 (табл. 7.14, рис. 7.21—7.30) и монтажных деталей КМД-2 (табл. 7.15, рис. 7.31), изготавливаемых по ТУ 45—81. Сращивание пар производится напрямое, 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 кабеля 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.

Таблица 7.14

Перечень специального инструмента для монтажа коаксиальных пар 2,6/9,4

Наименование инструмента	Номер рисунка	Назначение
Шаблон с калибром	7.21, 7.22	Разделка коаксиальных пар
Сжимы универсальные	7.23	Закрепление обжимных колец
Обрезы № 1	7.24	Обрез стальных лент
Обрезы № 2	7.25	Обрез внешнего проводника
Вилка	7.26	Удаление полиэтиленовых шайб
Установщик шайб	7.27	Установка фторопластовых шайб
Пинцет монтажный	—	То же
Вкладыш распорный	7.28	Выкладка коаксиальных пар перед сращиванием
Диск	7.29	Стабилизация положения коаксиальных пар в процессе сращивания
Паяльник фигурный	7.30	Залуживание и пайка деталей при сращивании внутреннего и внешнего проводников
Кусачки боковые КИР-1	—	Обрез внешнего проводника

Таблица 7.15

Перечень специальных деталей для монтажа коаксиальных пар 2,6/9,4 (см. рис. 7.31)

Наименование детали	Количество, шт			Назначение
	на одну пару	на четыре пары	на восемь пар	
Кольцо обжимное № 1 (малое, внутренний диаметр 12 мм)	4	16	32	Обжим коаксиальных пар и медных муфт
То же, № 2 (большое, внутренний диаметр 13 мм)	2	8	16	Обжим стальных муфт
Шайба фторопластовая	8	32	64	Замена полиэтиленовых шайб
Гильза разрезная медная	1	4	8	Сращивание внутреннего проводника
Муфта:				
медная (из двух полумуфт)	1	4	8	Сращивание внешнего проводника
стальная (из двух полумуфт)	1	4	8	Восстановление экрана
полиэтиленовая (из двух полумуфт)	1	4	8	Изоляция сростка коаксиальной пары
Кольцо нумерационное	1	4	8	Нумерация коаксиальных пар

Разделка коаксиальных пар производится по шаблону (см. рис. 7.21). Бумажная изоляция и ленты экрана закрепляются с помощью малых обжимных колец (см. рис. 7.31, *а*) и специальных сжимов (см. рис. 7.23), излишняя длина лент удаляется обрезами (см. рис. 7.24). Затем обрезаются внешний и внутренний проводники. Из каждой пары нагретой специальной вилкой (см. рис. 7.26) удаляют три-четыре полиэтиленовые шайбы и вместо них установщиком шайб (см. рис. 7.27) устанавливают три фторопластовые шайбы (см. рис. 7.31, *в*). Для сращивания внутреннего проводника используется латунная или медная разрезная гильза (см. рис. 7.31, *г*), а внешнего проводника — медные разрезные муфты (см. рис. 7.31, *е*), шейки которых обжимаются малыми медными кольцами (см. рис. 7.31, *а*). Гильзы и концы медных муфт пропаиваются припоем ПОССу-61 с помощью фигурного паяльника (см. рис. 7.30). Экранные ленты сращивают посредством стальной разрезной муфты (рис. 7.31, *ж*) и обжимают большими

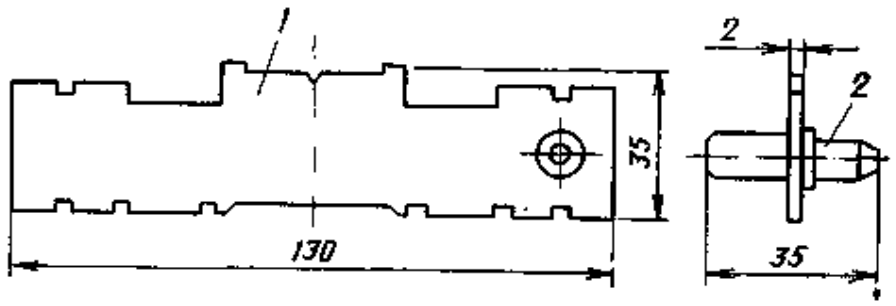


Рис. 7.21. Шаблон с калибром для разделки коаксиальных пар 2,6/9,4:
1 — шаблон; *2* — калибр

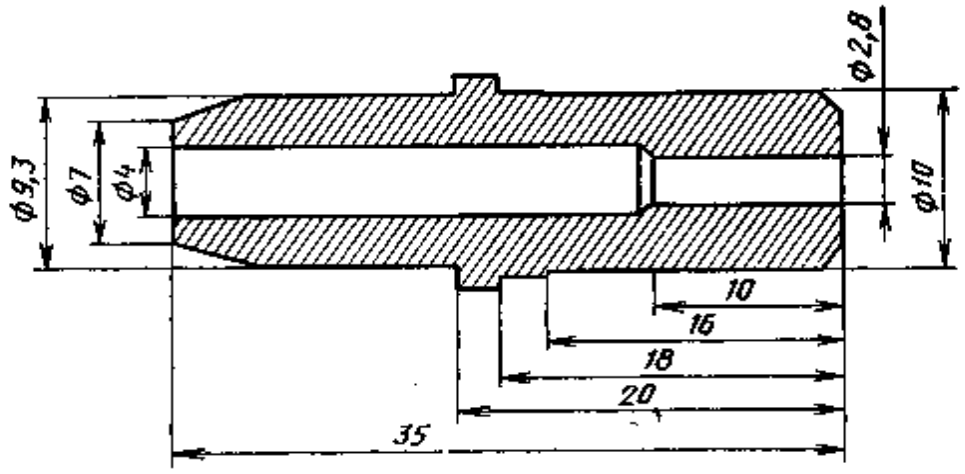


Рис. 7.22. Калибр для коаксиальных пар 2,6/9,4

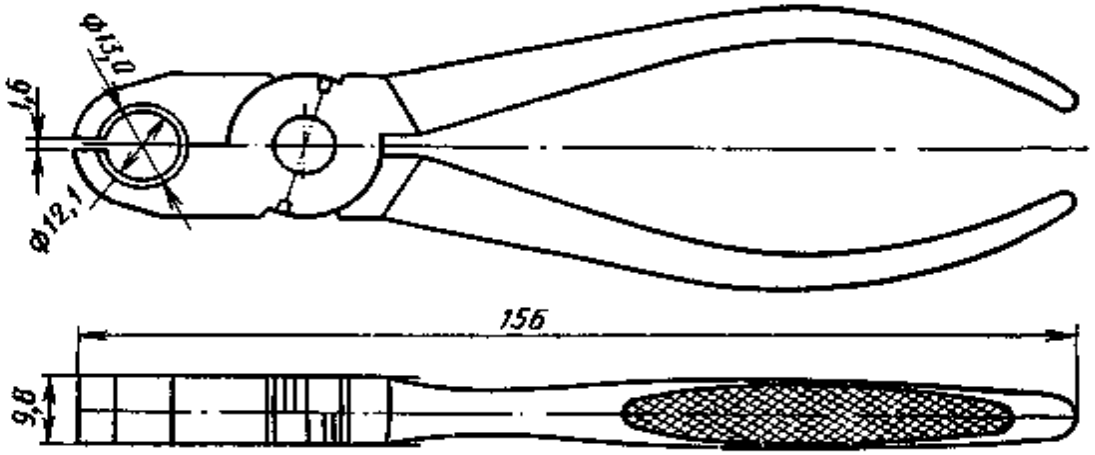


Рис. 7.23. Сжимы универсальные

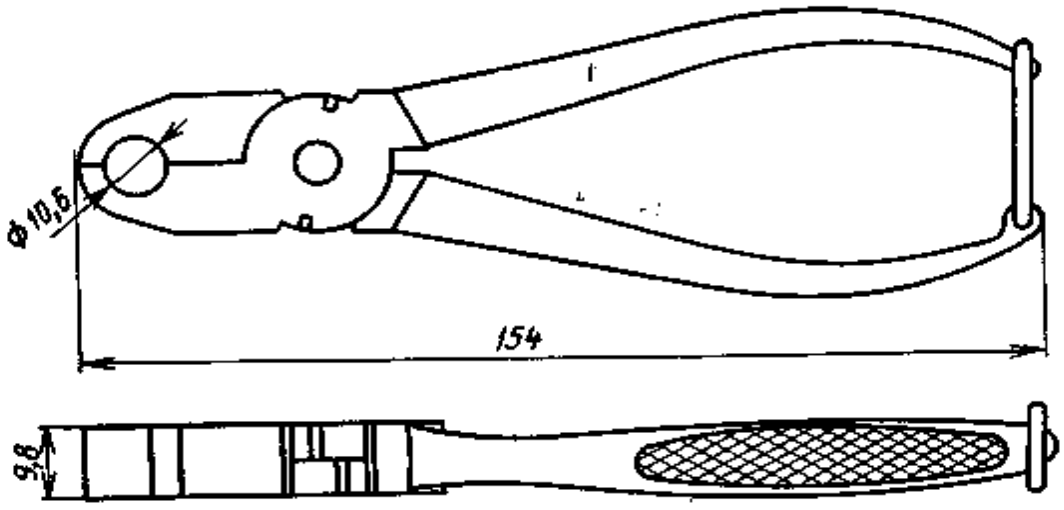


Рис. 7.24. Обрезы № 1

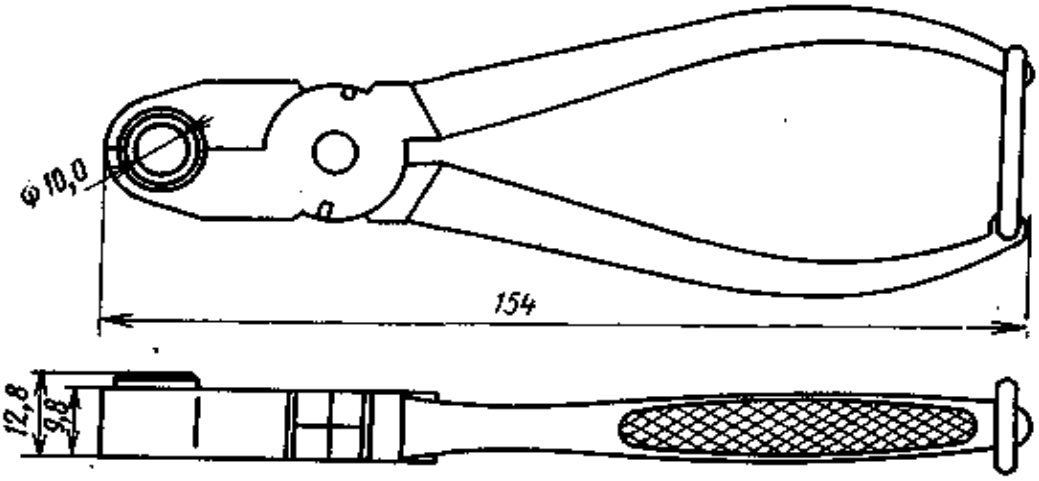


Рис. 7.25. Обрезы № 2

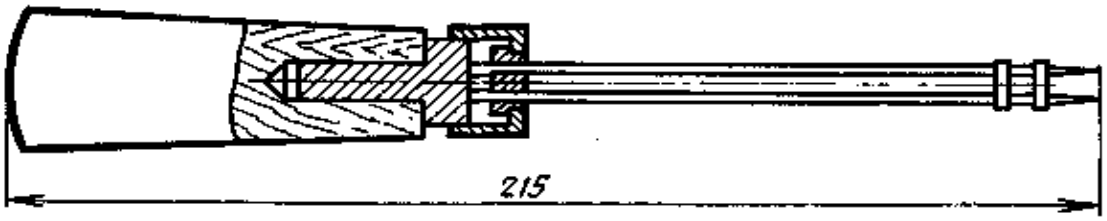


Рис. 7.26. Вилка

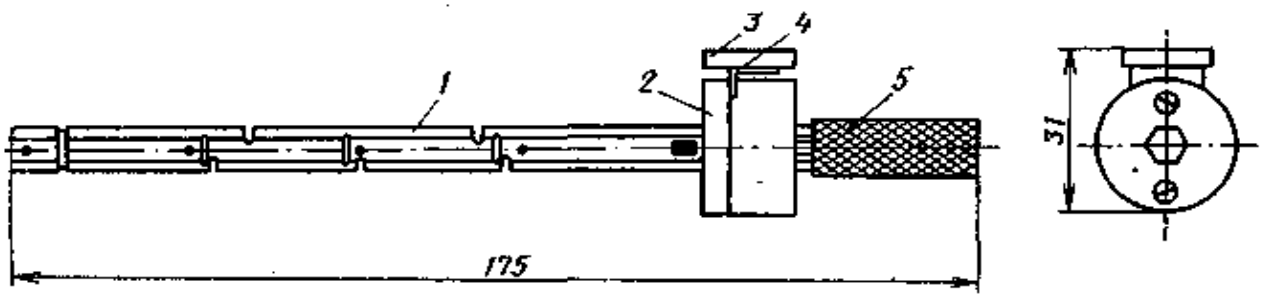


Рис. 7.27. Установщик шайб:
1 — направляющая; *2* — ограничитель; *3* — кнопка; *4* — пружина; *5* — ручка

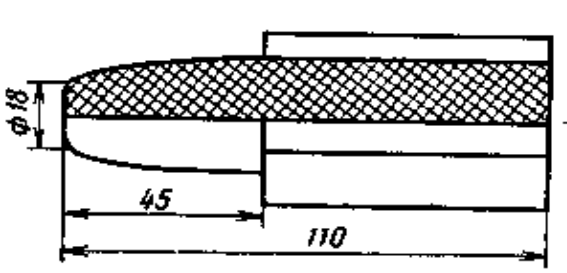


Рис. 7.28. Вкладыш распорный

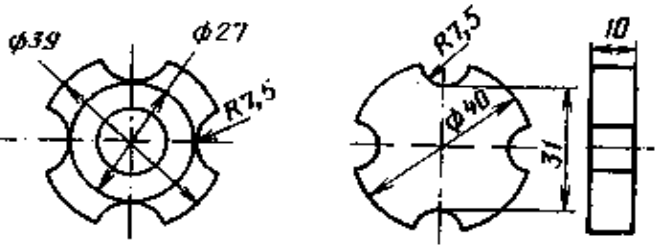


Рис. 7.29. Диск распорный

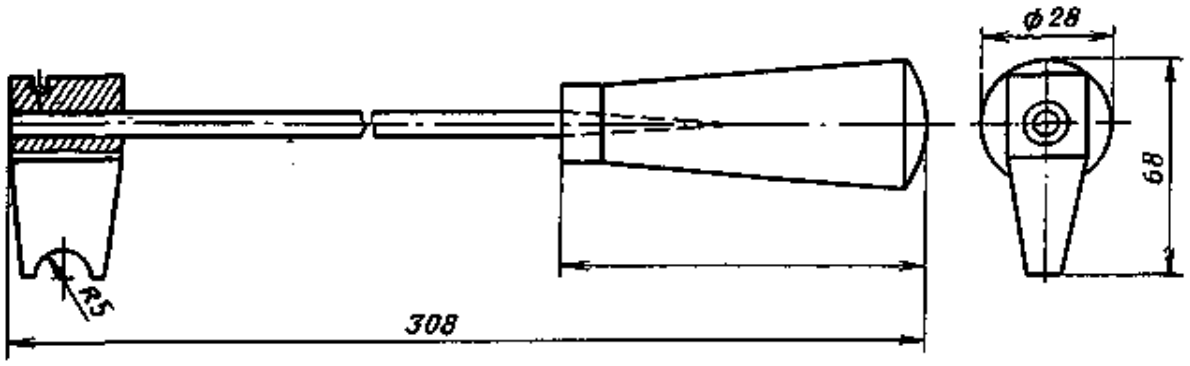


Рис. 7.30. Паяльник фигурный

медными кольцами (рис. 7.31, *б*). Сросток изолируется полиэтиленовой муфтой (рис. 7.31, *з*). На каждую пару надевают нумерационное кольцо (рис. 7.31, *д*).

Общий вид соединения коаксиальной пары показан на рис. 7.32. Симметричные четверки сращиваются со слабиной 4 ... 5 см и располагаются между коакси-

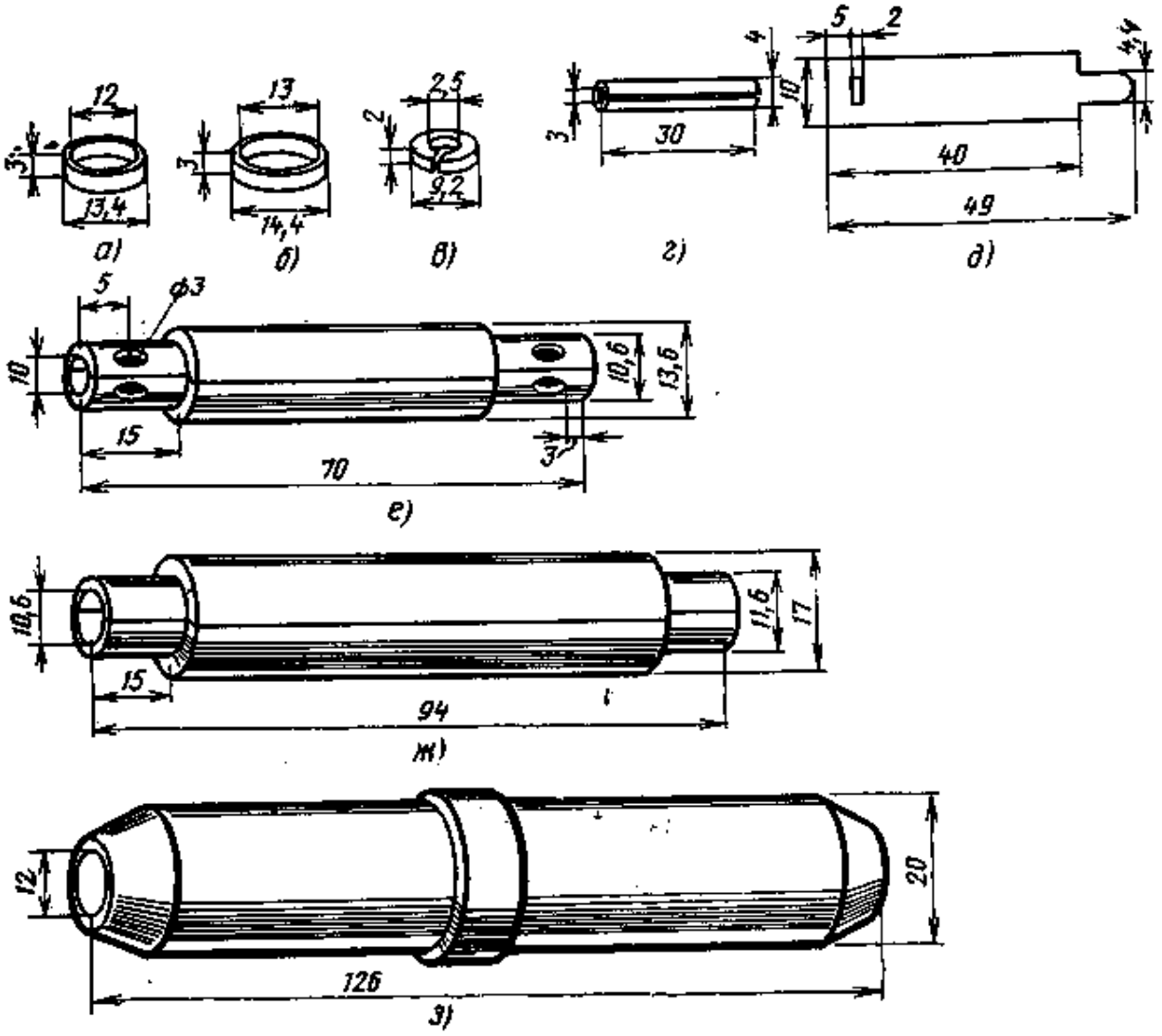


Рис. 7.31. Детали для монтажа коаксиальных пар 2,6/9,4:

а — кольцо медное обжимное № 1 (малое); *б* — кольцо медное обжимное № 2 (большое); *в* — шайба фторопластовая; *г* — гильза разрезная; *д* — кольцо нумерационное; *е* — муфта медная; *ж* — муфта стальная; *з* — муфта полиэтиленовая

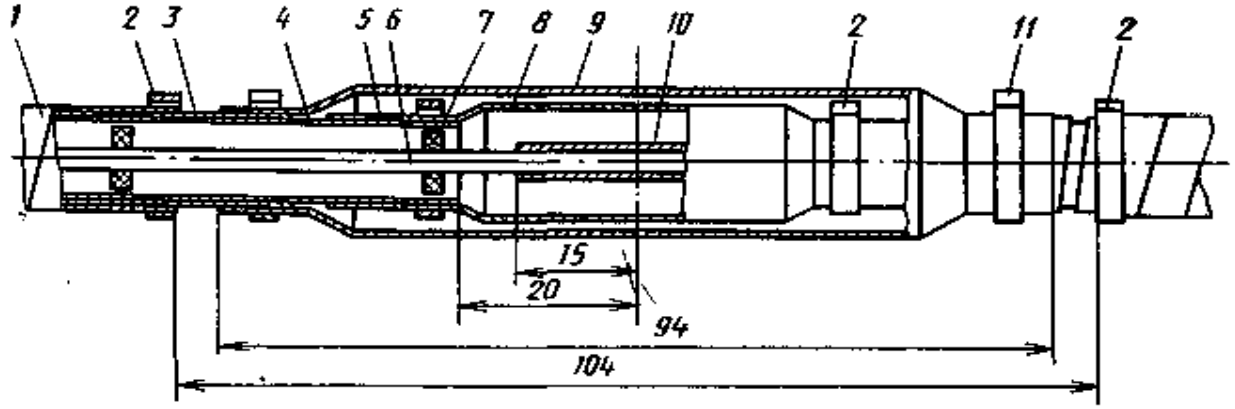


Рис. 7.32. Общий вид сростка коаксиальной пары 2,6/9,4 (в разрезе):

1 — изоляция; *2* — кольцо обжимное № 1; *3* — экран; *4* — внешний проводник; *5* — место пайки медных полумуфт; *6* — внутренний проводник; *7* — шайба фторопластовая; *8* — муфта медная; *9* — муфта стальная; *10* — гильза разрезная; *11* — кольцо обжимное № 2

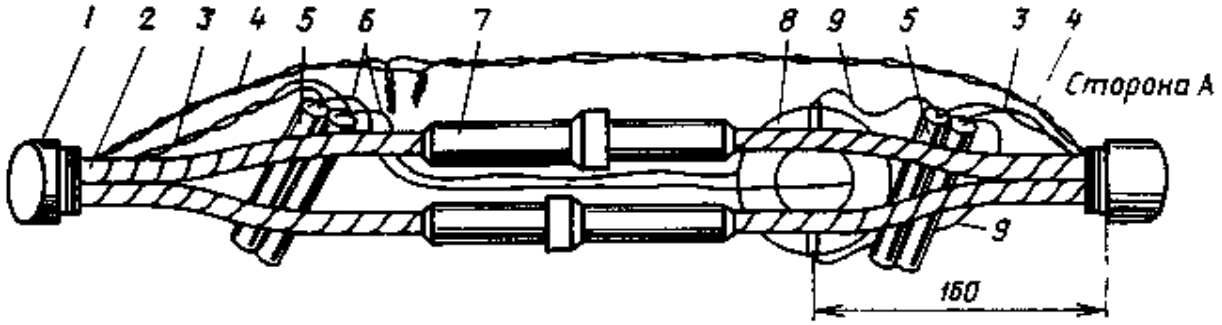


Рис. 7.33. Установка и монтаж катушки индуктивности:

1 — оболочка; *2* — коаксиальная пара; *3* — жилы первой пары центральной четверки; *4* — жилы второй пары центральной четверки; *5* — полиэтиленовая тупиковая гильза; *6, 9* — выводные проводники катушки индуктивности; *7* — полиэтиленовая муфта; *8* — катушка индуктивности

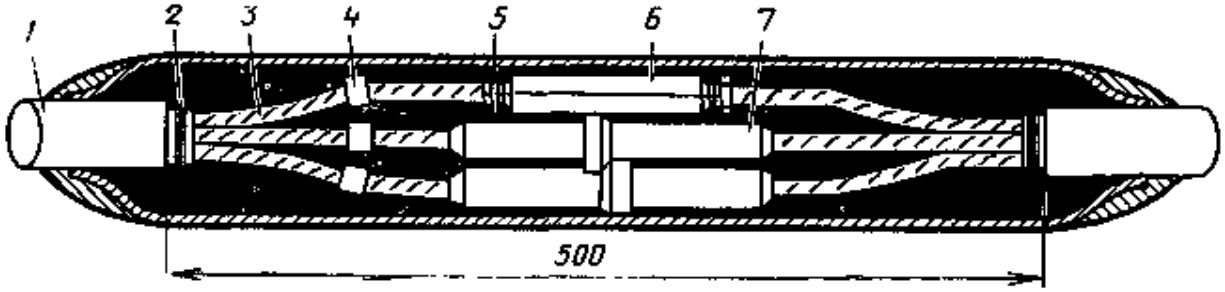


Рис. 7.34. Расположение сростков коаксиальных пар в муфте (звездные четверки условно не показаны):

1 — оболочка; *2* — бандаж на поясной изоляции; *3* — коаксиальные пары; *4* — кольца нумерационные; *5* — кольцо обжимное; *6* — муфта стальная; *7* — муфта полиэтиленовая

альными парами в шахматном порядке со сдвигом через одну коаксиальную пару. В кабеле КМ-4 обычно пупинизируется одна симметричная пара; малогабаритная пупиновская катушка индуктивностью 100 мГн размещается внутри сростка между коаксиальными парами (рис. 7.33). Общий вид смонтированной муфты показан на рис. 7.34.

7.12. Монтаж малогабаритного коаксиального кабеля МКТ-4

Таблица 7.16

Перечень специального инструмента для монтажа коаксиальных пар 1,2/4,6

Наименование инструмента	Номер рисунка	Назначение
Вкладыш распорный	7.35, *а*	Выкладка коаксиальных пар перед сращиванием
Диск (2 шт.)	7.35, *б*	Стабилизация положения коаксиальных пар в процессе сращивания
Обрезы № 3 (Ø — 5,5 мм)	7.35, *в*	Обрез стальных лент экрана
То же, № 4 (Ø 5,0 мм)	7.35, *в*	Обрез внешнего проводника
Сжимы № 1 (Ø 7,8 мм)	7.35, *г*	Обжим колец № 3
То же, № 2 (Ø 9 мм)	7.35, *г*	Обжим колец № 4
Паяльник фигурный	7.35, *д*	Залуживание и пайка деталей при сращивании внутреннего и внешнего проводников
Кусачки боковые КИР-1	—	Обрез внутреннего проводника
Пинцет монтажный	—	Установка мелких деталей
Шаблон	7.36	Разделка коаксиальных пар

Таблица 7.17

Специальные детали для монтажа коаксиальных пар 1,2/4,6 (см. рис. 7.37)

Наименование детали	Количество, шт.			Назначение
	на одну пару	на четыре пары	на шесть пар	
Втулка опорная	2	8	12	Создание опоры при обжиме колец на медных и стальных муфтах
Трубка полиэтиленовая	2	8	12	Создание опоры под баллонной изоляцией и внешним проводником
Кольцо обжимное № 3 (малое)	2	8	12	Обжим медных муфт
То же, № 4 (большое)	2	8	12	Обжим стальных муфт
Гильза разрезная медная	1	4	6	Сращивание внутреннего проводника
Шайба фторопластовая	2	8	12	Создание опоры под медной муфтой
Муфта:				
медная (из двух полумуфт)	1	4	6	Сращивание внешнего проводника
стальная (из двух полумуфт)	1	4	6	Сращивание экрана
полиэтиленовая (из двух полумуфт)	1	—	6	Изоляция сростка коаксиальной пары 1,2/4,6 кабеля КМ-8/6

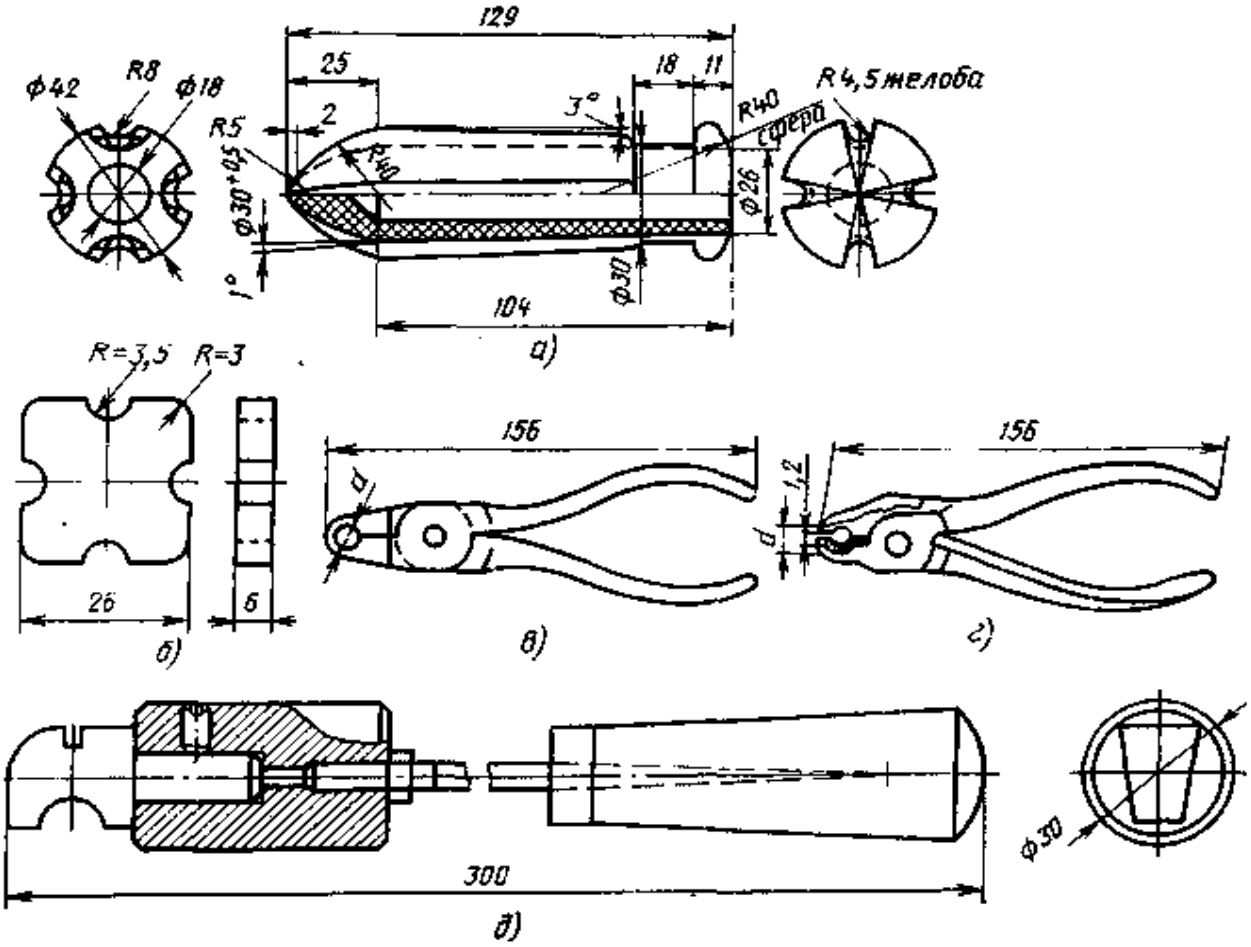


Рис. 7.35. Инструменты и приспособления для монтажа малогабаритного коаксиального кабеля МКТ-4:

а — распорный диск; *б* — распорный вкладыш; *в* — обрезы (№ 3 — d=5,5 мм для экрана; № 4 — d=5 мм для внешнего проводника); *г* — сжимы (№ 1 — d=7,8 мм для малых колец; № 2 — d=9,0 мм для больших колец); *д* — паяльник фигурный

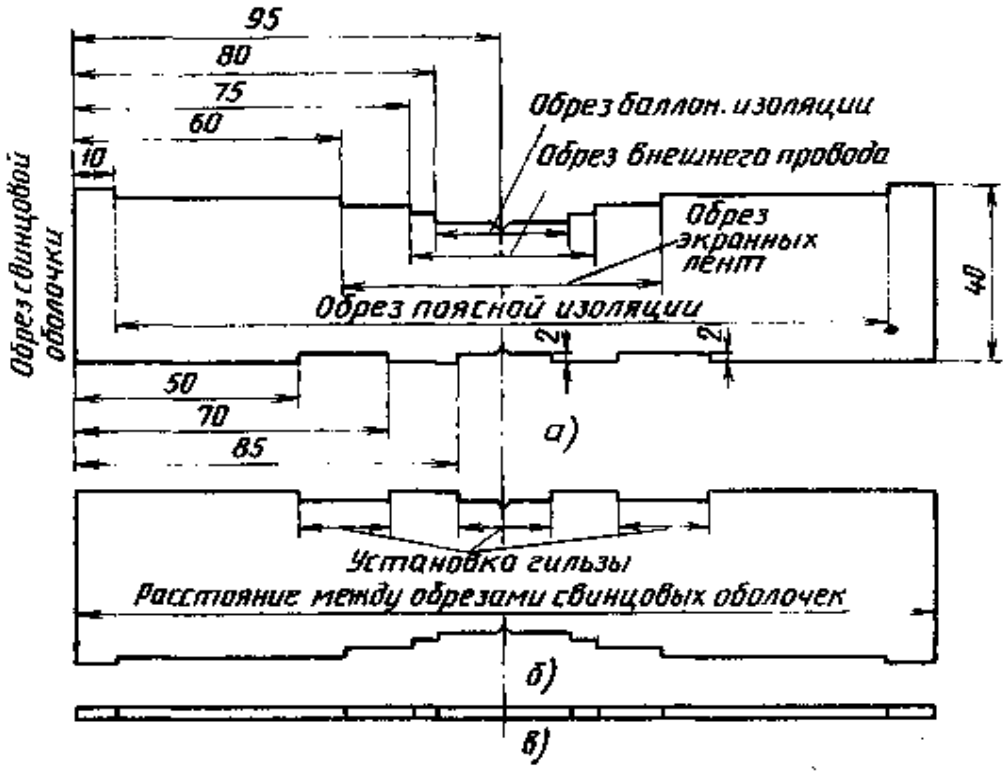


Рис. 7.36. Шаблон для разделки коаксиальных пар 1,2/4,6:

а — лицевая сторона; *б* — обратная сторона; *в* — вид сбоку

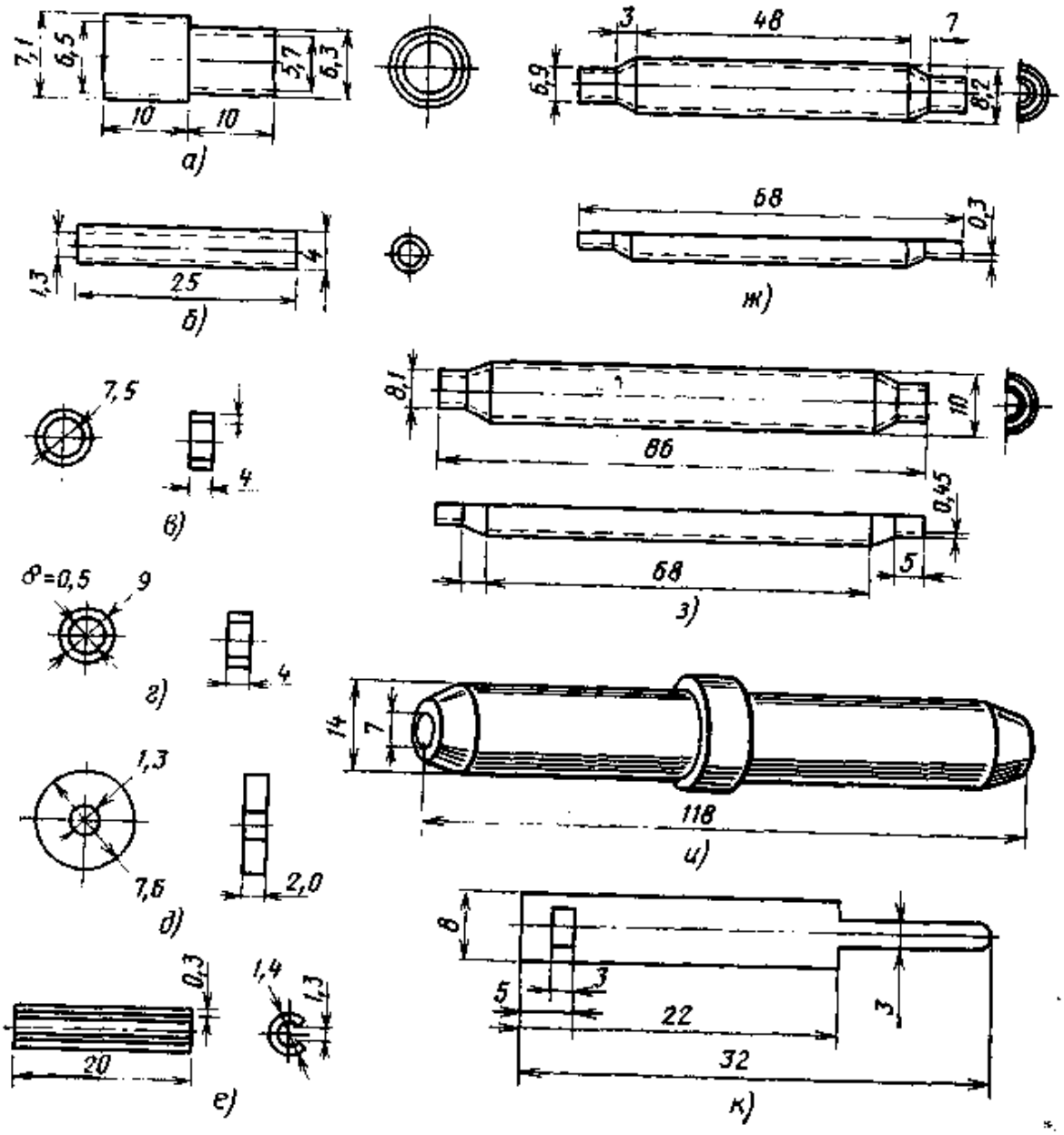


Рис. 7.37. Детали для монтажа коаксиальных пар 1,2/4,6:
а — втулка опорная; *б* — трубка полиэтиленовая; *в* — кольцо обжимное № 3 (малое); *г* — кольцо обжимное № 4 (большое); *д* — шайба фторопластовая; *е* — гильза разрезная медная; *ж* — муфта медная (из двух полумуфт); *з* — муфта стальная (из двух полумуфт); *и* — муфта полиэтиленовая; *к* — кольцо нумерационное

Для монтажа кабеля с коаксиальными парами 1,2/4,6 кроме обычных применяются комплекты специальных инструментов МКИ-1 и монтажных деталей КМД-1, изготавливаемых по ТУ 45—81 (табл. 7.16, 7.17, рис. 7.35—7.37).

Особенность методики монтажа малогабаритного кабеля состоит в том, что после разделки коаксиальных пар на каждую из них надвигается опорная латунная втулка (рис. 7.37, *а*), скрепляющая концы экранных лент и создающая опору для медных и стальных полумуфт при сращивании внешнего проводника и экрана (рис. 7.38). 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. 7.39, а общий вид муфты — на рис. 7.40.

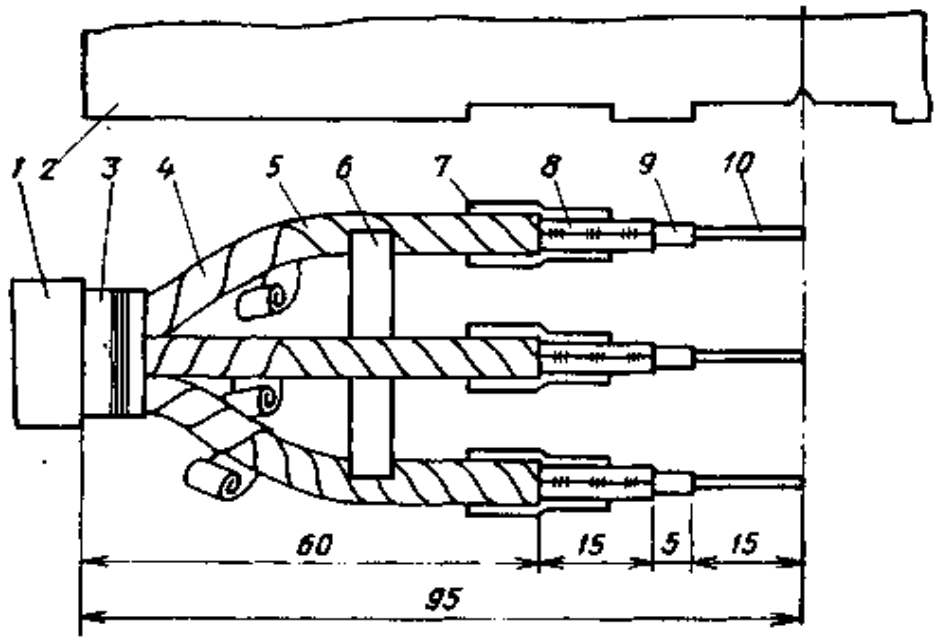


Рис. 7.38. Разделка коаксиальных пар 1,2/4,6 и установка опорных втулок:
1 — оболочка; *2* — шаблон; *3* — поясная изоляция; *4* — ленты изоляции коаксиальной пары; *5* — экран; *6* — диск распорный; *7* — втулка опорная; *8* — внешний проводник; *9* — трубка полиэтиленовая опорная; *10* — внутренний проводник

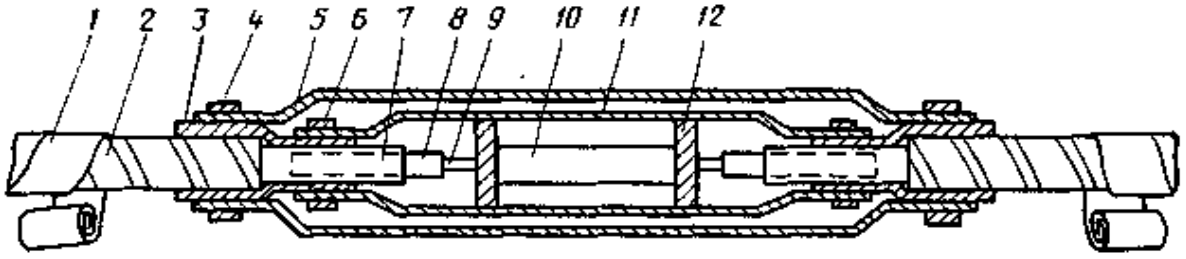
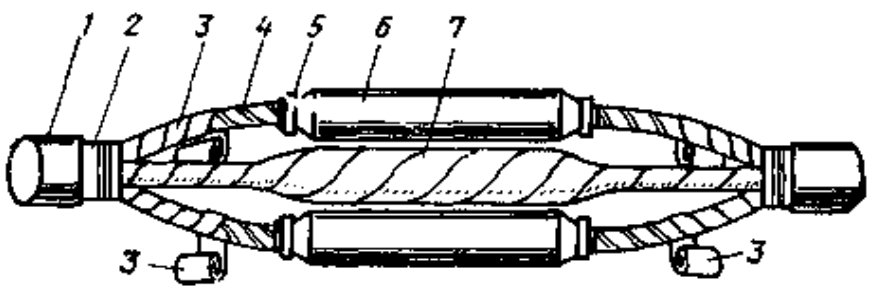


Рис. 7.39. Общий вид смонтированной коаксиальной пары 1,2/4,6 в разрезе:
1 — ленты изоляции; *2* — экран; *3* — втулка опорная; *4* — кольцо обжимное большое (№ 4); *5* — муфта стальная; *6* — кольцо обжимное малое (№ 3); *7* — внешний проводник; *8* — трубка полиэтиленовая опорная; *9* — внутренний проводник; *10* — гильза разрезная; *11* — муфта медная; *12* — шайба фторопластовая

Рис. 7.40. Положение смонтированных коаксиальных пар в кабеле МКТ-4:
1 — оболочка; *2* — поясная изоляция; *3* — лента изолирующая; *4* — экран; *5* — кольцо обжимное большое (№ 4); *6* — муфта стальная; *7* — пара, обмотанная изолирующей лентой



7.13. Монтаж комбинированного коаксиального кабеля КМ-8/6

Для сращивания коаксиальных пар 2,6/9,4 и 1,2/4,6 применяются те же монтажные детали, инструменты и приспособления, что и при монтаже кабелей КМ-4 и МКТ-4 (см. табл. 7.14—7.17), кроме распорного вкладыша и распорного диска, конструкция которых различается (рис. 7.41).

Особенности монтажа кабеля КМБ-8/6 сводятся в основном к следующему: для удобства разделки и сращивания коаксиальных пар 2,6/9,4 используется специальный распорный вкладыш, устанавливаемый между парами 2,6/9,4. Коак-

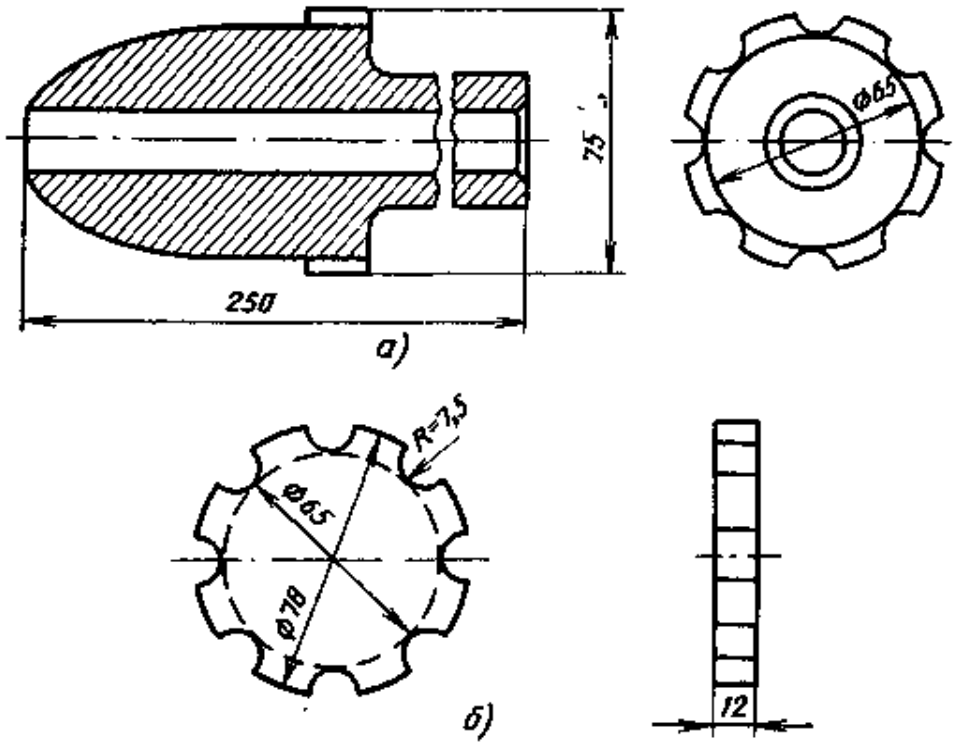


Рис. 7.41. Вкладыш распорный (*а*) и диск распорный (*б*)

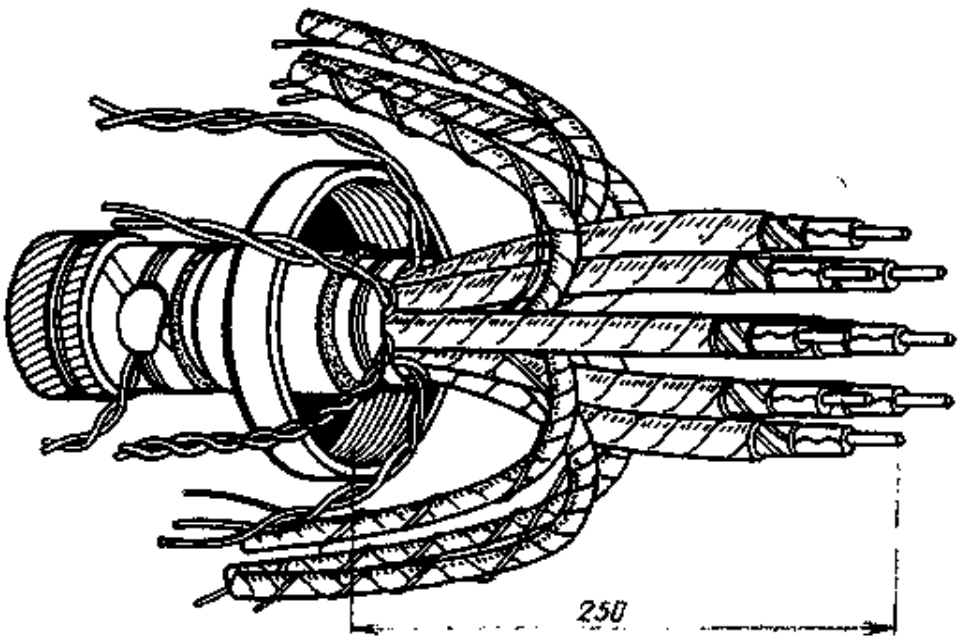


Рис. 7.42. Конец кабеля КМ-8/6, подготовленный к сращиванию коаксиальных пар 2,6/9,4

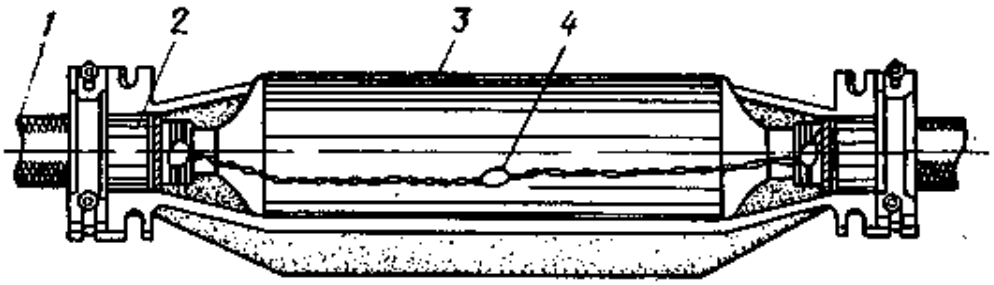


Рис. 7.43. Общий вид муфты, смонтированной на кабеле КМБ-8/6:
1 — кабель; *2* — кабельная лента; *3* — свинцовая муфта, обмотанная кабельной лентой; *4* — перепайка брони

циальные пары 1,2/4,6 вместе с находящейся в центре сердечника симметричной четверкой пропускают при этом через отверстие в конусе;

после разделки коаксиальных пар 2,6/9,4 и удаления распорного вкладыша коаксиальные пары 1,2/4,6 (вместе с одиночными жилами) выводят из внутреннего повива в промежутки между парами 2,6/9,4 и временно изгибают при радиусе не менее 90 мм (рис. 7.42);

в первую очередь сращиваются пары внешнего повива 2,6/9,4, а затем пары 1,2/4,6. Симметричные пары и одиночные жилы сращивают в последнюю очередь (пупиновскую катушку устанавливают до окончания монтажа пар 2,6/9,4).

Общий вид муфты на кабеле КМБ-8/6 показан на рис. 7.43.

7.14. Монтаж однокоаксиального кабеля ВКПА-2,1/9,7

Для монтажа этого кабеля кроме обычных применяются специальные инструменты, приспособления и детали, данные о которых приведены в табл. 7.18 и на рис. 7.44, 7.45.

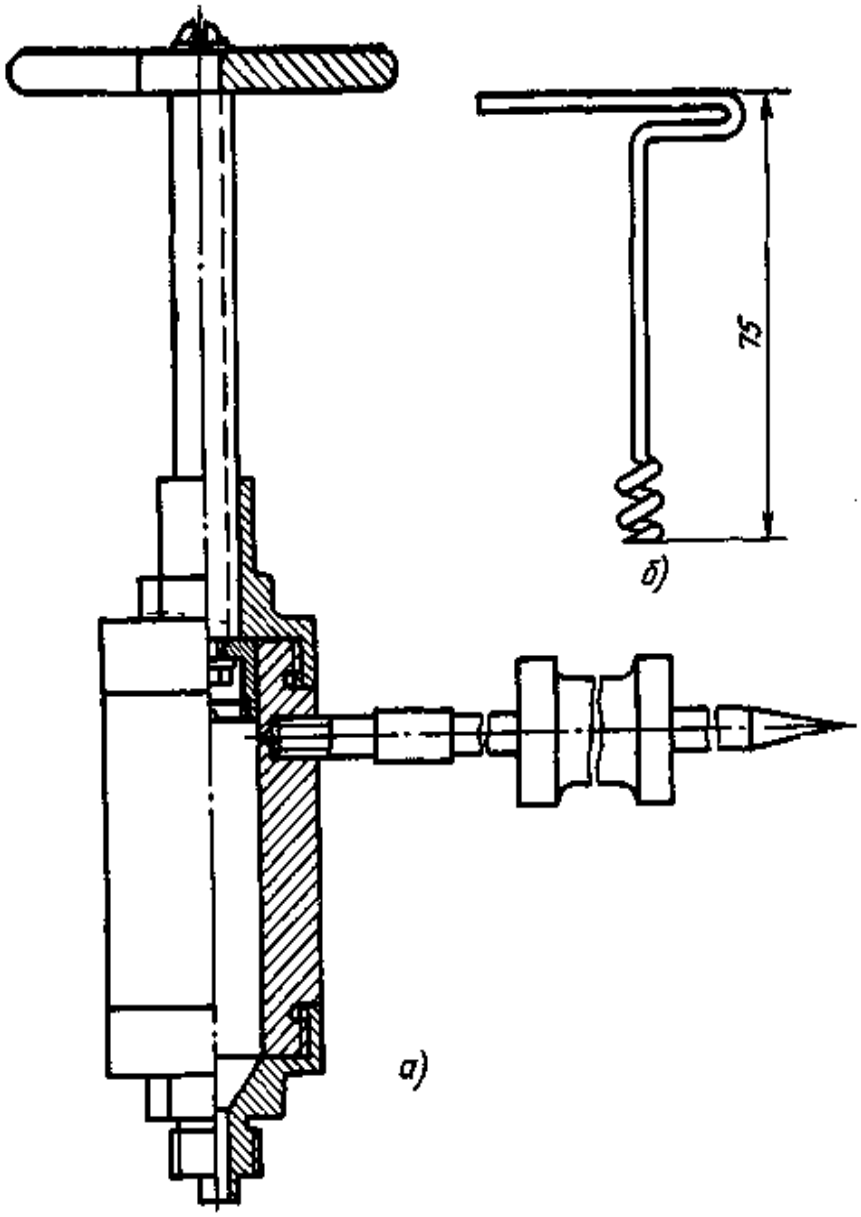
Таблица 7.18

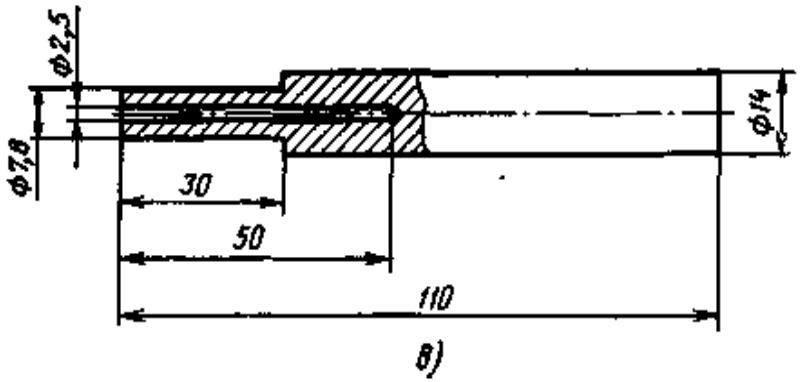
Специальные инструменты, приспособления, детали и материалы, необходимые для монтажа кабеля ВКПА

Наименование	Номер рисунка	Назначение
Пресс ручной, гидравлический, механический или винтовой с усилием не менее 5000 кгс с пуансоном и матрицей		Опрессование алюминиевой соединительной трубки на внешнем проводнике кабеля
Пресс ручной штоковый	7.44, *а*	Выпрессование разогретого полиэтилена при восстановлении изоляции
Пресс-форма		Формирование сростка при восстановлении изоляции
Монтажный станок		Закрепление концов кабеля и пресс-формы
Буравчик	7.44, *б*	Извлечение пористой полиэтиленовой изоляции из концов кабеля

Окончание табл. 7.18

Наименование	Номер рисунка	Назначение
Бородок	7.44,*в*	Введение стальных опорных втулок под внешний проводник
Щетка стальная плоская		Зачистка внешнего алюминиевого проводника
То же, круглая	7.44,*г*	Зачистка внутренней поверхности алюминиевой соединительной трубки
Термометр ртутный на 300 °С		Контроль температуры нагрева штокового пресса и пресс-формы
Лента резиновая шириной 25 ... 30 мм, толщиной 1 ... 2 мм или бинт резиновый медицинский		Осадка полиэтиленовой трубки при сварке ее с полиэтиленовым шлангом кабеля
Втулка стальная опорная	7.45,*а*	Создание опоры при опрессовании алюминиевой трубки
Гильза медная	7.45,*б*	Сращивание внутреннего проводника
Трубка алюминиевая соединительная	7.45,*в*	Сращивание внешнего проводника
Трубка полиэтиленовая	7.45,*г*	Восстановление полиэтиленового шланга
Композиция полиэтилена в гранулах марок 153-01К, 153-02К, 153-04К, 102-01К, 102-02К, 102-04К		Восстановление изоляции
Паста кварцевазелиновая		Смазывание контактирующих поверхностей внешнего проводника и алюминиевой трубки при опрессовании
Компаунд липкий ЛПК		Внутреннее противокоррозионное покрытие
Лента полиэтиленовая, стабилизированная толщиной 0,1 ... 0,25 мм, шириной 10 и 20 мм		Шириной 10 мм — внутреннее противокоррозионное покрытие; шириной 20 мм — сварка полиэтиленовой трубки со шлангом
Стеклолента ЭЛСБ толщиной 0,2 мм, шириной 20 мм		Сварка полиэтиленовой трубки со шлангом
Трубки термоусаживаемые 20/10 длиной 350 и 450 мм с подклеивающим слоем		Восстановление полиэтиленового шланга (взамен трубки полиэтиленовой, полиэтиленовой ленты, стеклоткани, резиновой ленты и т. д.)





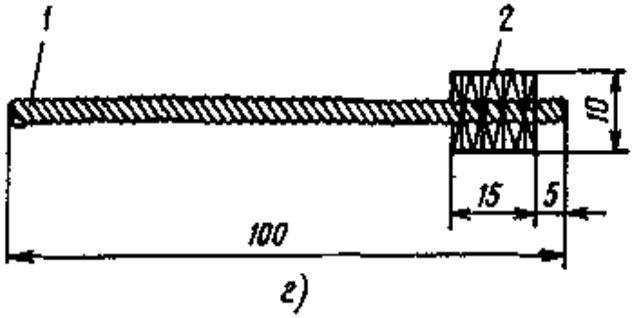


Рис. 7.44. Приспособления для монтажа кабеля ВКПА:
а — пресс ручной штоковый; *б* — буравчик;
в — бородок; *г* — щетка стальная круглая

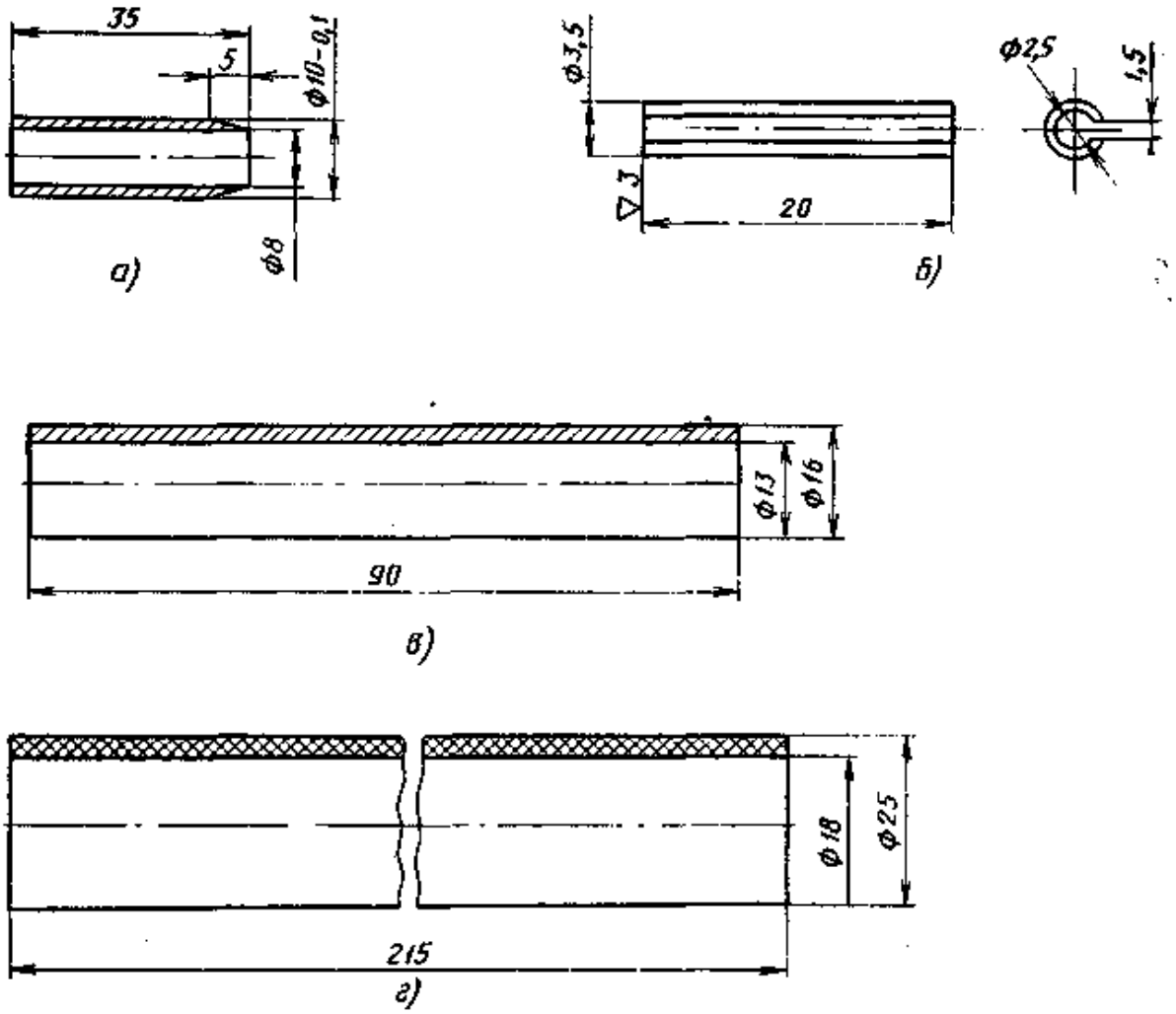


Рис. 7.45. Детали для монтажа кабеля ВКПА

Основные особенности монтажа:

внешний проводник (оболочка) сращивается методом пластической деформации алюминия посредством опрессования внешнего проводника соединительной алюминиевой трубкой (рис. 7.45, *в*). При этом под внешний проводник на участке опрессования вводятся опорные стальные втулки (рис. 7.45, *а*). Контактные поверхности проводника и соединительной трубки зачищают под слоем кварцевазелиновой пасты. Опрессование производится ручным гидравлическим прессом со специальными пуансоном и матрицей;

изоляция коаксиальной пары восстанавливается путем выпрессования полиэтилена, разогретого до вязкотекучего состояния, при помощи ручного штокового пресса;

полиэтиленовый шланг восстанавливается посредством сварки с ним полиэтиленовой муфты (трубки), разогреваемой открытым пламенем через стеклоленту, или с помощью термоусаживаемой трубки (ТУТ).

Размеры разделки и основные этапы монтажа кабеля ВКПА показаны на рис. 7.46.

Особенности монтажа подвесного кабеля ВКПАШпт заключаются в следующем:

строительные длины кабеля должны оканчиваться на опорах;

монтаж муфты осуществляется на земле, после чего она поднимается и закрепляется на опоре;

на стыке кабеля ВКПАШпт, подвешенного на опорах, с кабелем ВКПАШп, проложенным в земле, соединительная муфта располагается в котловане.

Муфта на подвешенном кабеле типа ВКПАШпт показана на рис. 7.47.

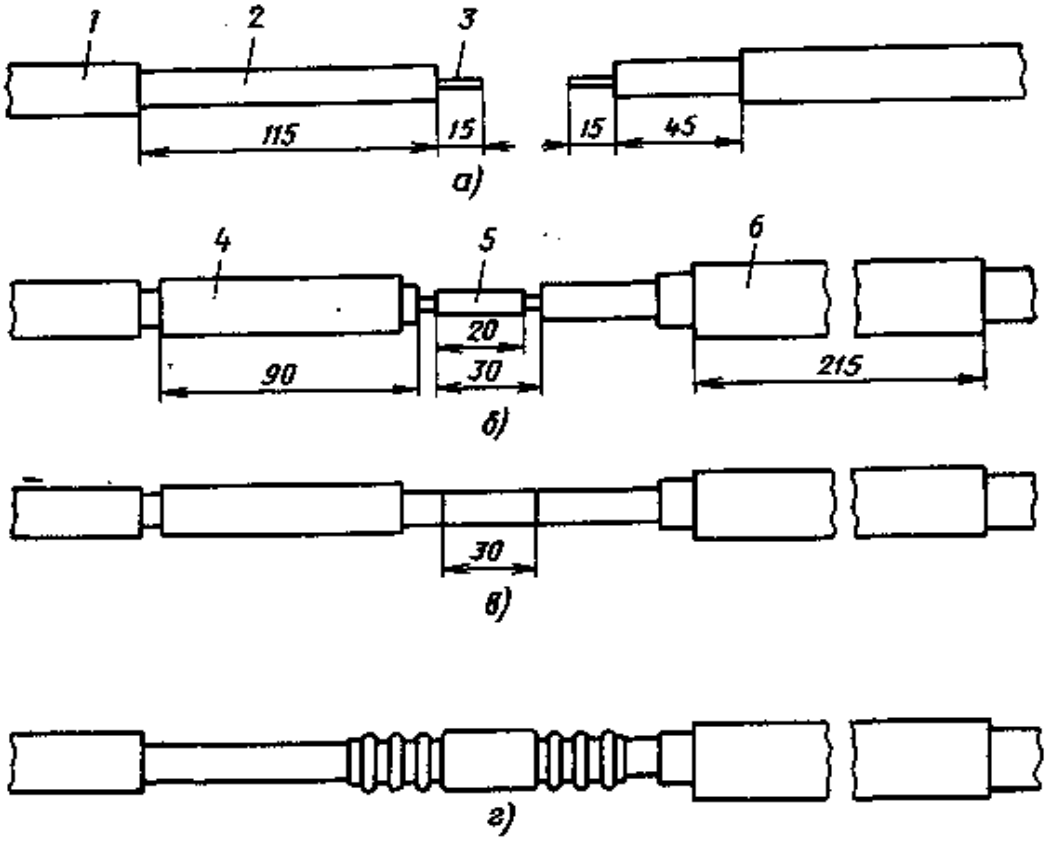


Рис. 7.46. Этапы монтажа кабеля типа ВКПАШп:

а — разделка концов; *б* — сращивание внутреннего проводника; *в* — восстановление изоляции; *г* — сращивание внешнего проводника;

1 — шланг полиэтиленовый; *2* — внешний проводник; *3* — внутренний проводник; *4* — трубка алюминиевая; *5* — гильза медная разрезная; *6* — трубка полиэтиленовая

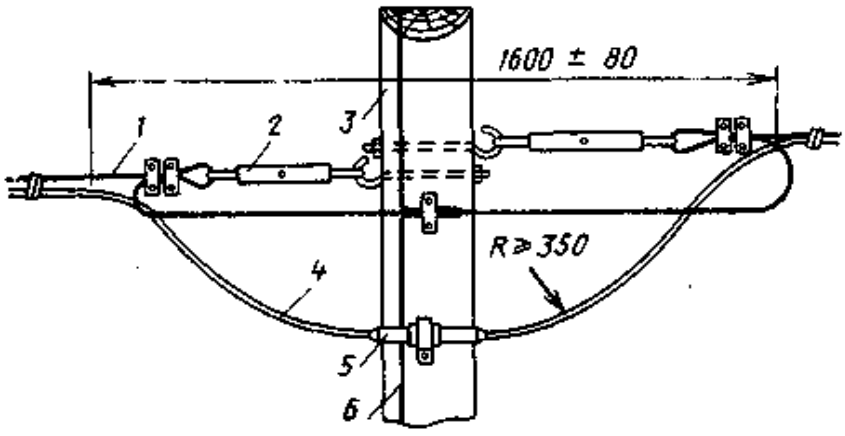


Рис. 7.47. Укрепление смонтированной муфты на подвешенном кабеле марки ВКПАШпт:

1 — канат; *2* — стяжка; *3* — опора; *4* — кабель; *5* — муфта; *6* — провод заземления

7.15. Монтаж кабелей в алюминиевой 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

Таблица 7.19

Размеры разделки концов кабеля в алюминиевой оболочке *

Марка кабеля	Метод сращивания оболочки	Способ восстановления защитного покрова	Назначение муфты	Конец кабеля со стороны станции	Размеры разделки, мм (рис. 7.48)							Тип защитной чугунной муфты
					от середины сростка до бандажа на пряже защитного покрова или до обреза наружного шланга (*а*)	от бандажа на пряже защитного покрова (или от обреза наружного шланга) до места обреза: пряжи (*б*)	брони (*в*)	подброневого покрова шланга (*г*)	от обреза шланга до обреза оболочки (*д*)	от обреза оболочки до середины сростка (*е*)	между обрезами оболочки	
КМАШп-4	Клеевой	Комбинированный	Прямая и лупиновская	А и Б	330	—	—	—	80	250	500	Не устанавливается
КМАБп-4				А	730	400	400	400	80	250	500	МЧ-85
				Б	1030	700	700	700	80	250	500	
МКТАШп-4			Прямая	А и Б	175	—	—	—	80	95	190	Не устанавливается
МКТАБп-4				А	605	430	430	430	80	95	190	МЧ-65
				Б	805	630	630	630	80	95	190	
МКСАШп-1×4×1,2	Клеевой	Холодный и горячий	Прямая и сим-	А и Б	115	—	—	—	60	55	110	МЧ-35**
	Пайка				115	—	—	—	60	55	110	

МКСАШпБп-1×4×1,2	Клеевой	Холодный	метрирующая		175	—	25	60	60	55	110	МЧ-35***
		Горячий			155	—	25	40	60	55	110	
	Пайка				170	—	25	55	60	55	110	
МКСАШп-4×4×1,2	Клеевой	Холодный и горячий	Прямая		150	—	—	—	70	80	160	МЧ-50**
	Пайка		Симметрирующая		190	—	—	—	70	120	240	
			Прямая		235	—	—	—	155	80	160	
			Симметрирующая		290	—	—	—	170	120	240	
МКСАБп-4×4×1,2	Клеевой	Холодный	Прямая	А и Б	215	5	30	65	70	80	160	МЧ-50
		Горячий			235	5	30	85	70	80	160	
		Холодный	Симметрирующая		255	5	30	65	70	120	240	
		Горячий			275	5	30	85	70	120	240	МЧ-65
	Пайка	Холодный и горячий	Прямая		240	5	30	85	75	80	160	МЧ-50
			Симметрирующая		295	5	30	100	75	120	240	МЧ-50*4
МКСАБпШп-4×4×1,2	Клеевой	Холодный	Прямая	А и Б	210	—	25	60	70	80	160	МЧ-50
		Горячий			190	—	25	40	70	80	160	МЧ-65

Окончание табл. 7.19

Марка кабеля	Метод сращивания оболочки	Способ восстановления защитного покрова	Назначение муфты	Конец кабеля со стороны станции	Размеры разделки, мм (рис. 7.48)							Тип защитной чугунной муфты
					от середины сростка до бандажа на пряже защитного покрова или до обреза наружного шланга	от бандажа на пряже защитного покрова (или от обреза наружного шланга) до места обреза:			от обреза шланга до обреза оболочки	от обреза оболочки до середины сростка	между обрезами оболочки	
						пряжи	брони	подбронекого покрова шланга				
МКСАБпШп-4×4×1,2	Клеевой	Холодный	Симметрирующая	А и Б	250	—	25	60	70	120	240	МЧ-65
		Горячий			230	—	25	40	70	120	240	МЧ-75
	Пайка	Холодный и горячий	Прямая		195	—	25	40	75	80	160	МЧ-50*[4]
			Симметрирующая		235	—	25	40	75	120	240	МЧ-65*[5]
МКСАШп-7×4×1,2	Клеевой		Прямая		175	—	—	—	80	95	190	МЧ-50**
			Симметрирующая		200	—	—	—	80	120	240	МЧ-75
МКСАБп-7×4×1,2		Холодный	Прямая		240	5	30	65	80	95	190	МЧ-65
		Горячий			265	5	30	90	80	95	190	

МКСАБп-7×4×1,2	Холодный	Симметрирующая	265	5	30	65	80	120	240	МЧ-75
	Горячий		290	5	30	90	80	120	240	
МКСАШпБп-7×4×1,2	Холодный	Прямая	235	—	25	60	80	95	190	МЧ-65
	Горячий		215	—	25	40	80	95	190	МЧ-75
	Холодный	Симметрирующая	260	—	25	60	80	120	240	
	Горячий		240	—	25	40	80	120	240	МЧ-85
ЗКАШп-1×4×1,2	Холодный	Прямая и симметрирующая	145	—	—	—	60	85	170	МЧ-35
	Горячий и ТУТ		145	—	—	—	60	85	170	Не устанавливается
ЗКАБп-1×4×1,2			235	5	30	90	60	85	170	МЧ-50
	Холодный		210	5	30	65	60	85	170	

* Размеры разделки концов при монтаже методом опрессования приведены в табл. 7.20.
** При горячем способе восстановления изолирующих покровов чугунная муфта не устанавливается.
*** При горячем способе муфта МЧ-50.
**** При горячем способе муфта МЧ-65.
***** При горячем способе муфта МЧ-75.

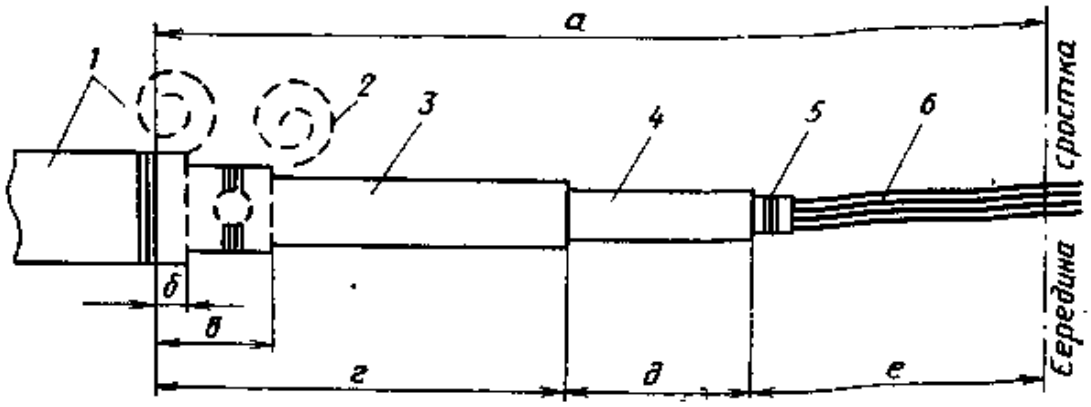


Рис. 7.48. Разделка концов кабеля в алюминиевой оболочке при монтаже клеевым способом или пайкой:
1 — наружный покров (пряжа или полиэтилен); *2* — броня; *3* — полиэтиленовый шланг; *4* — алюминиевая оболочка; *5* — поясная изоляция; *6* — жилы

выполняться при минимальном нагреве и в возможно короткий срок; места пайки необходимо охлаждать;

для обеспечения возможности периодической проверки электрического состояния изолирующих покровов перепайка брони и оболочки (муфты) не производится;

на стыке кабелей в алюминиевой и свинцовой оболочках 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. 7.19.

Метод горячей пайки

Для монтажа муфт методом горячей пайки кроме обычных применяются следующие инструменты и материалы:

охладитель (рис. 7.49) предназначен для охлаждения оболочки в процессе залуживания и пайки;

щетка стальная большая для зачистки оболочки перед залуживанием;

то же, малая для залуживания оболочки путем натирания разогретым припоем ЦОП;

припой цинково-оловянный ЦОП для залуживания алюминиевой оболочки при монтаже муфт и запайке концов. Припой для залуживания алюминиевой оболочки содержит 40 % цинка марки Ц-1 или Ц-2 (ГОСТ 3640—75) и 60 % олова типа О-1 или О-2 (ГОСТ 860—75).

Сплав изготовляется 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% массы сплава) и разливается в металлические угольники. Рабочая температура готового сплава 200 ... 300 °С.

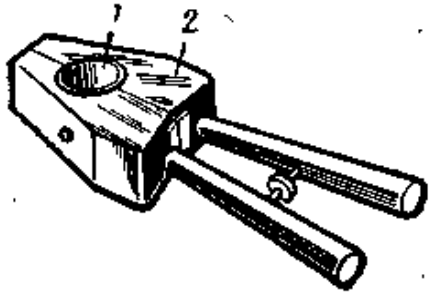


Рис. 7.49. Охладитель:
1 — медь; *2* — алюминий

Принцип метода горячей пайки состоит в следующем. Алюминиевую оболочку в местах припайки к ней свинцовой муфты предварительно

тщательно зачищают напильником и большой стальной щеткой; на малую стальную щетку 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 1 мин.

Запайка свинцовой муфты осуществляется обычным порядком, как на кабеле в свинцовой оболочке без применения флюса. Немедленно после залуживания, а также после запайки конуса муфты устанавливается охладитель.

Метод склеивания

Для сращивания алюминиевых оболочек клеевым методом используются специальные приспособления и материалы, данные о которых приведены в табл. 7.20.

Клей ВК-9 состоит из двух предварительно подготовленных и расфасованных компонентов (табл. 7.21). Непосредственно перед употреблением оба компонента тщательно смешиваются до однородной текучей массы. Номинальный срок годности клея ВК-9 при температуре 15 ... 20 °С составляет 2 ч (при температуре 0 ... —5 °С — 30 ч; при температуре выше 20 °С срок годности уменьшается). По истечении номинальных сроков хранения исходные материалы и компоненты могут использоваться только после проверки опытным путем на прочность шва.

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. С помощью ручного обжима (рис. 7.50) 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 ускорения процес-

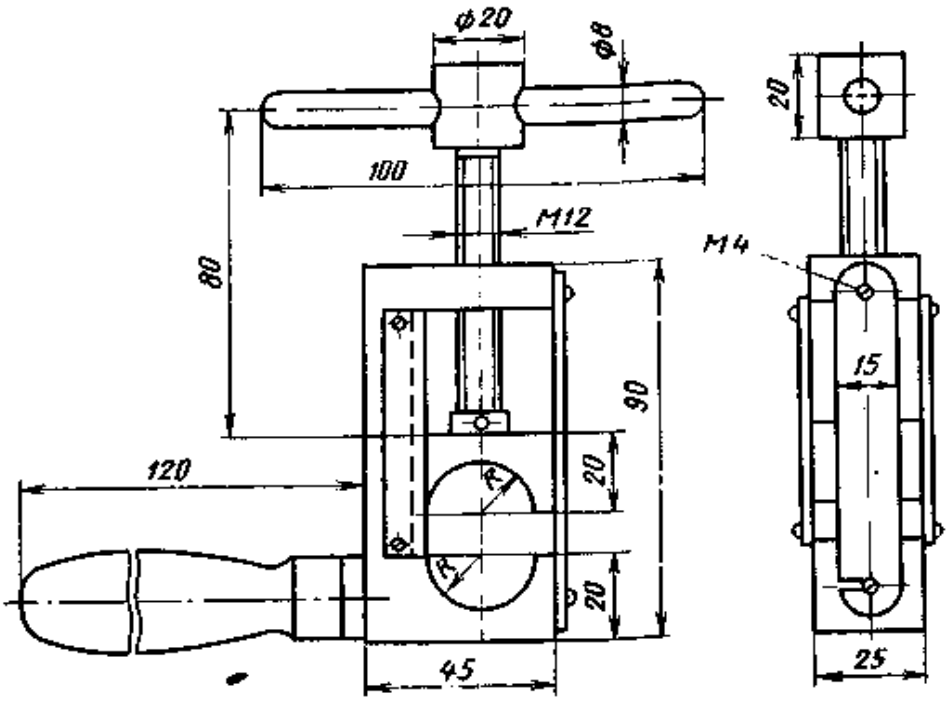


Рис. 7.50. Обжим ручной (R=0,5 диаметра кабеля по оболочке плюс толщина свинцового конуса или трубки)

Таблица 7.20

Приспособления и материалы для монтажа кабелей в алюминиевой оболочке клеевым методом

Наименование приспособления или материала	Единица измерения	Количество на одну муфту	Назначение
Ручной обжим	шт.	1	Обжатие свинцовых конусов
Кожух металлический	шт.	1	Подогрев клеевых швов
Щетка стальная большая	шт.	1	Зачистка алюминиевой оболочки
Щетка стальная малая	шт.	1	Нанесение припоя ЦОП на алюминиевую оболочку при перепайке ее со свинцовым конусом
Баночка пластмассовая или стеклянная емкостью до 100 мл	шт.	1	Приготовление клея
Лопатка пластмассовая или деревянная	шт.	1	Размешивание клея
Клей ВК-9	Комплект	1	Склеивание свинцовых конусов с алюминиевой оболочкой
Марля	г	10	Обмотка клеевых швов
Припой ЦОП	г	2—3	Залуживание алюминиевой оболочки

Таблица 7.21

Состав и характеристики клея ВК-9

Номер компонента	Состав компонентов		Сроки хранения, мес.		Расход компонентов на одну муфту, г
	Наименование материала	Марка	материалов	компонентов	
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

са склеивания концы кабеля помещают в металлический кожух (рис. 7.51) и направленным на него пламенем лампы или горелки прогревают шов в течение 60 мин при температуре 60...80 °С. К свинцовым конусам (трубкам) обычным способом припаивается свинцовая муфта (рис. 7.52).

Размеры разделки кабеля МКТАБп-4 для монтажа клеевым способом при восстановлении изолирующих покровов холодным и горячим способами приведены в табл. 7.19.

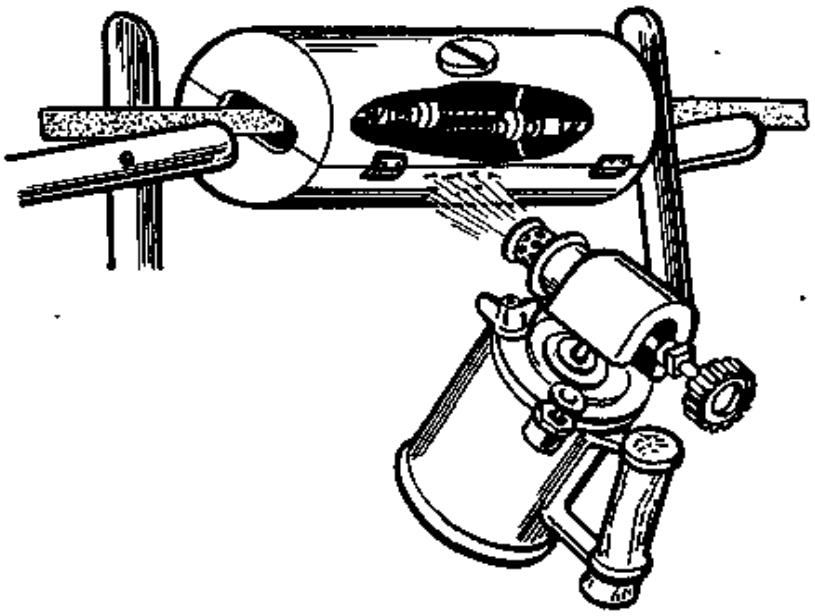


Рис. 7.51. Обогрев клеевых швов в металлическом кожухе

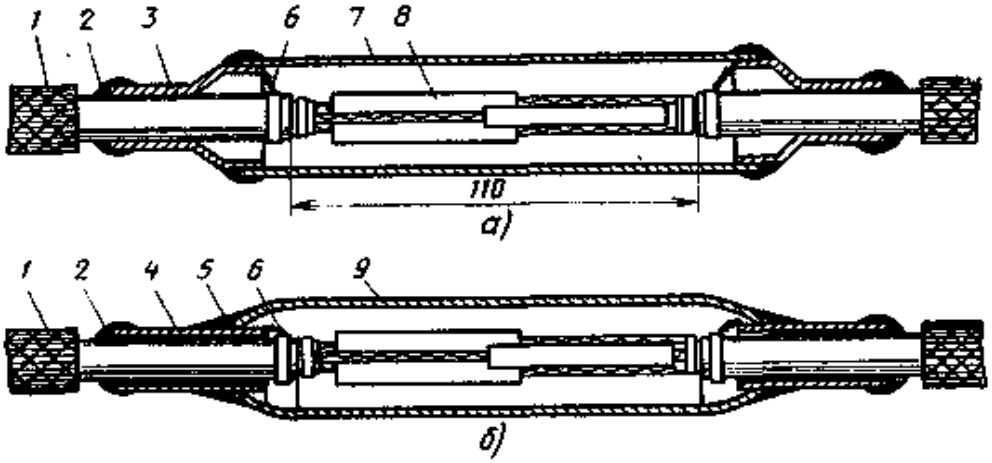


Рис. 7.52. Монтаж муфты на кабеле в алюминиевой оболочке клеевым способом с помощью:

а — свинцовых конусов; *б* — свинцовых трубок:

1 — полиэтиленовый шланг; *2* — клеевой шов; *3* — свинцовый конус; *4* — свинцовая трубка; *5* — пайка; *6* — перепайка оболочки; *7* — свинцовый цилиндр; *8* — сросток жил; *9* — свинцовая муфта

Размеры свинцовой муфты указаны в табл. 7.4 и 7.5. Монтаж сердечника кабеля осуществляется так же, как на кабеле в свинцовой оболочке, а сращивание алюминиевой оболочки и восстановление изолирующих покровов аналогично кабелям МКСА. Для защиты сростка используется чугунная муфта МЧ-65.

Метод опрессования

Для сращивания алюминиевой оболочки методом опрессования кроме обычных применяются инструменты, приспособления, детали и материалы, данные о которых приведены в табл. 7.22—7.24.

Таблица 7.22

Инструменты, приспособления и детали, применяемые для монтажа кабелей в алюминиевой оболочке методом опрессования

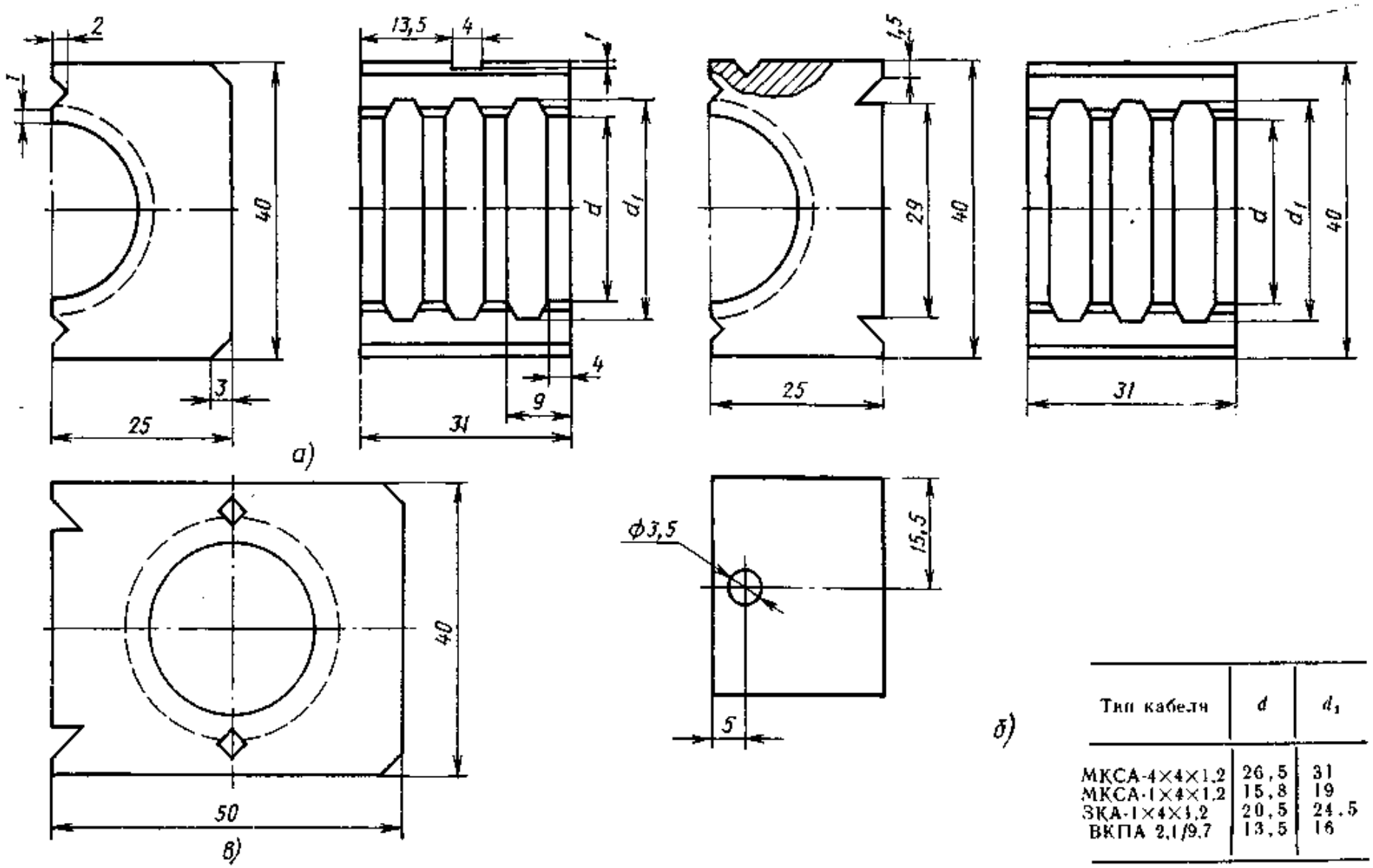
Наименование	Номер рисунка	Назначение
Пресс ручной гидравлический	—	Опрессование алюминиевой трубки
Пуансон и матрица к прессу	7.53	То же
Труборез	7.54	Обрез алюминиевой оболочки
Устройство для запрессовки втулок	7.55	Расширение оболочки и запрессовка втулок
Проходной пуансон	7.56	Расширение оболочки
Монтажный станок	—	Установка устройства для запрессовки втулок и укрепления концов кабеля
Щетки стальные (плоская и круглая)	—	Зачистка алюминиевой оболочки и трубки
Втулка опорная стальная	7.57, *а*	Создание опоры при опрессовании
Трубка алюминиевая	7.57, *б*	Размещение сростка прямой муфты
То же, с выводным проводом	—	То же, при монтаже муфты с выводом КИП
Переходная трубка-конус	7.57, *в*	Монтаж симметрирующей муфты
Свинцовый цилиндр	7.57, *г*	То же
Паста кварцевазелиновая		Смазка алюминиевых поверхностей перед зачисткой и опрессованием

Таблица 7.23

Размеры, мм, металлических деталей для сращивания алюминиевой оболочки методом опрессования (см. рис. 7.57)

Тип кабеля	Опорная втулка			Трубка									Цилиндр свинцовый		
				алюминиевая			переходная								
	d_1	d_2	l	d_1	d_2	l	d_1	d_2	d_3	d_4	l_1	l_2	l_3	d_1	d_2	l
МКСА-4×4	20	23	35	26	30	230	26,5	29,5	40	44	70	40	90	45	49	260
МКСА-1×4	10	12,7	35	15	18	170	16,5	18	21	25	60	40	80	26	30	90
ЗКА-1×4	12,5	15,6	35	19	22	190	19,5	23	—	—	60	—	—	26	30	90
	13,5*	16,3*	35	20*	24*	190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВКПА	8	10	35	13	16	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* При применении алюминиевой трубки-муфты типоразмера 24×2.



Тип кабеля	d	d_1
МКСА-4×4×1,2	26,5	31
МКСА-1×4×1,2	15,8	19
ЗКА-1×4×1,2	20,5	24,5
ВКПА 2,1/9,7	13,5	16

Рис 7.53 Пуансон и матрица к гидравлическому прессу:
а — пуансон; *б* — матрица; *в* — в сборе

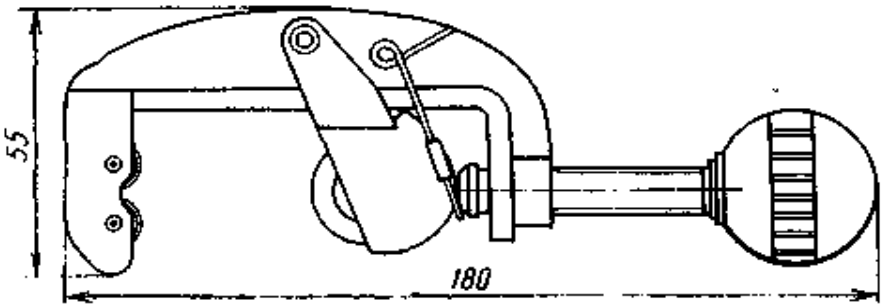


Рис. 7.54. Труборез[3]

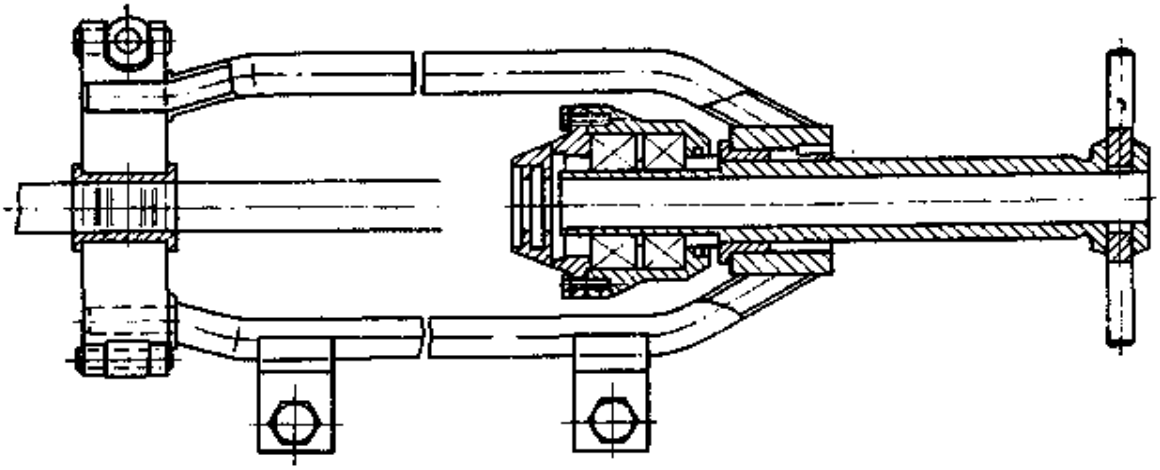


Рис 7.55. Устройство для расширения оболочки к запрессовки стальных опорных втулок

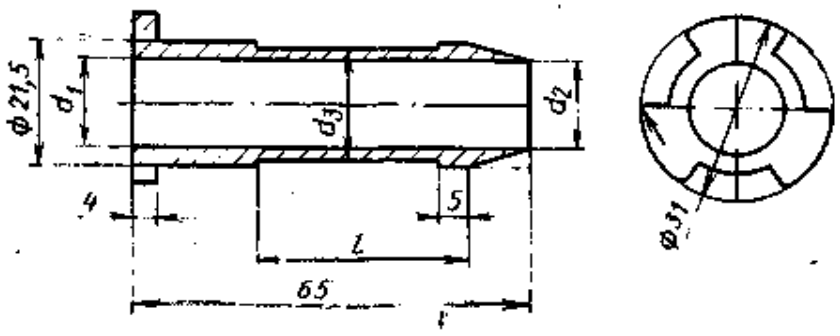


Рис. 7.56. Проходной пуансон для расширения оболочки

Тип кабеля	Номер пуансона	d_1	d_2	d_3	l
МКСА-4×4×1.2	1	16	20,5	20,4	40
	2	16.2	22,9	22,8	35
МКСА-1×4×1,2	—	9	12,5	12,4	35
ЗКА-1×4×1.2	1	11,3	14,2	14,1	40
	1*	11,5	16,2	16,1	35

* При использовании алюминиевой трубки — муфты типоразмера 24×2.

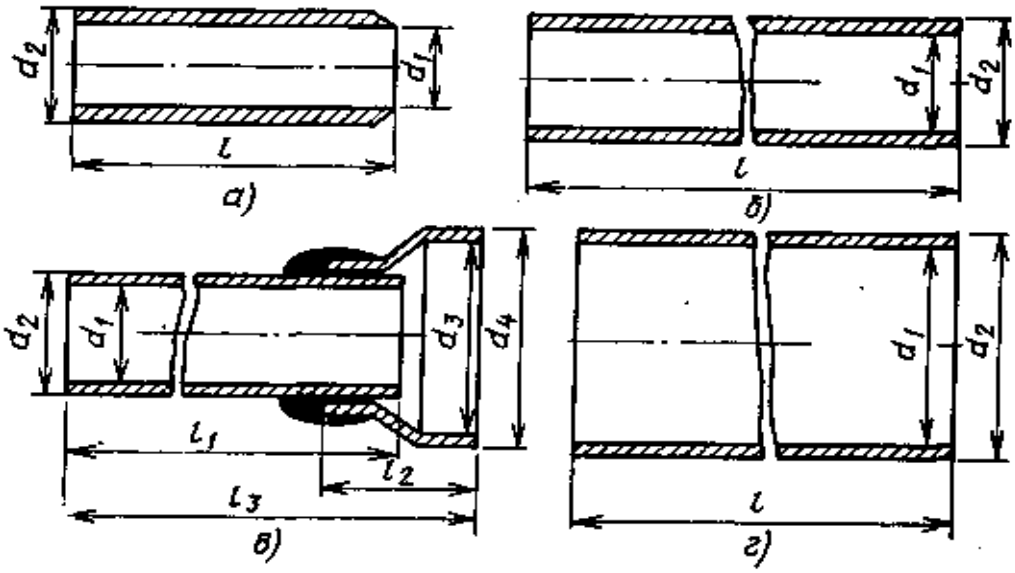


Рис. 7.57. Детали для монтажа кабеля методом опрессования:
а — втулка опорная; *б* — трубка алюминиевая для прямых муфт; *в* — трубка переходная со свинцовым конусом для симметрирующих муфт на кабеле МКСА (для кабеля ЗКА используется алюминиевая переходная трубка без свинцового конуса); *г* — цилиндр свинцовый (см. табл. 7.23)

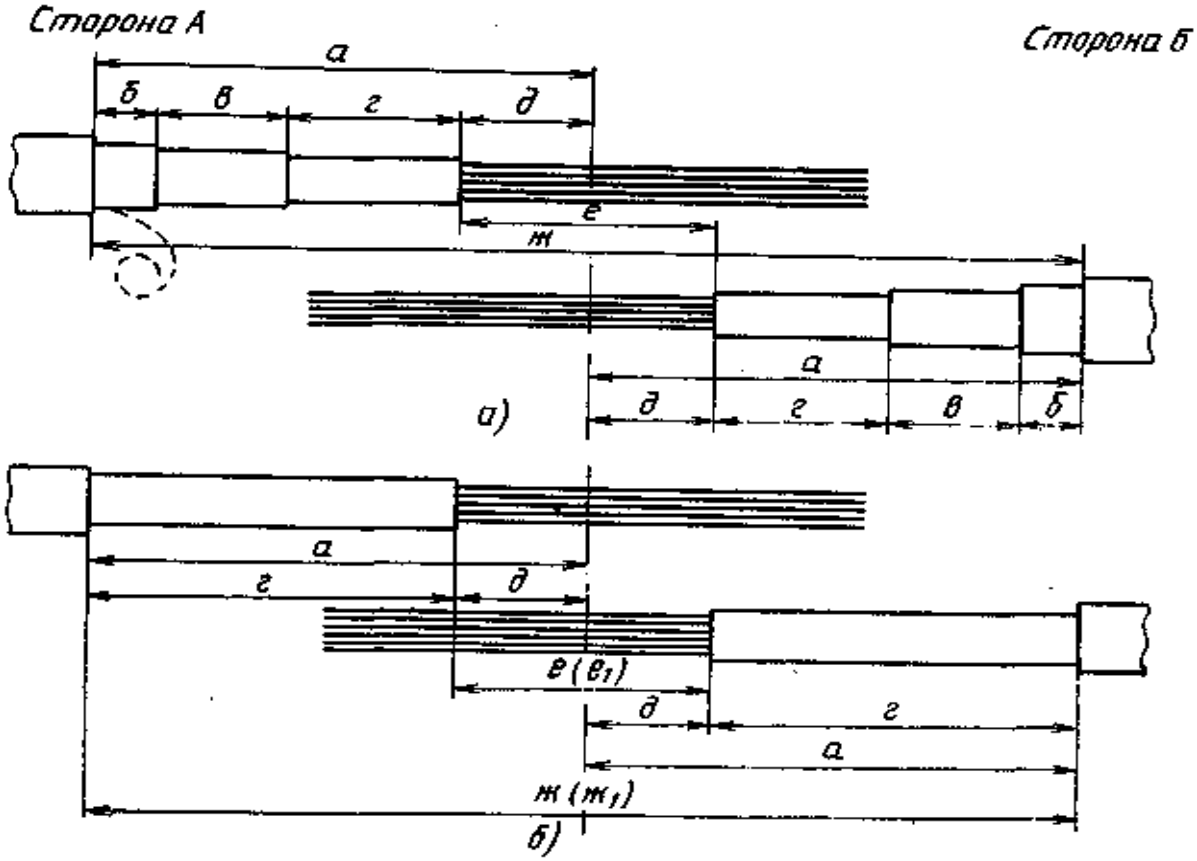


Рис. 7.58. Разделка концов кабеля в алюминиевой оболочке при монтаже методом опрессования:
а — бронированного (МКСАБпШп); *б* — без брони (МКСАШп)

Таблица 7.24

Размеры разделки концов кабеля для сращивания алюминиевой оболочки методом опрессования

Марка кабеля	Назначение муфты	Способ восстановления защитного покрова	Конец кабеля со стороны станции	Размеры, мм (рис. 7.57)									Тип чугунной муфты
				от середины стыка до обреза наружного покрова	от обреза наружного покрова до обреза брони	от обреза брони до обреза подбронного шланга	от обреза шланга (по оболочке) до обреза оболочки	от обреза оболочки до середины стыка	между обрезами оболочки: до расширения оболочки	между обрезами оболочки: после расширения оболочки	между обрезами наружного покрова: до расширения оболочки	между обрезами наружного покрова: после расширения оболочки	
				а	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*	$е_1$	*ж*	$ж_1$	
МКСАШп-1×4×1,2	Прямая	Горячий и холодный	А	230	—	—	175	55	110	110	385	375	Не устанавливается
			Б	155	—	—	100	55					
	То же, с выводом КИП	Холодный	А	230	—	—	175	55	110	110	385	375	МЧ-50
			Б	155	—	—	100	55					
	Симметрирующая	Горячий и холодный	А и Б	185	—	—	100	85	170	170	370	360	МЧ-50
МКСАБпШп-1×4×1,2	Прямая	Холодный	А	245	Не обрезается	90	100	55	110	110	440	430	Не устанавливается
			Б	195	25	15	100	55					
	То же, с выводом КИП		А	245	25	15	100	55	110	110	440	430	МЧ-65
			Б	195	25	15	100	55					
	Симметрирующая		А	275	25	15	100	85	170	170	500	490	МЧ-65
			Б	225	25	15	100	85					

МКСАШп-4×4×1,2	Прямая	Холодный	А и Б	180	—	—	105	75	150	170	360	360	МЧ-50*
	Симметрирующая	и горячий	А и Б	280	—	—	105	175	350	370	560	560	МЧ-65**
МКСАБп-4×4×1,2	Прямая	Холодный	А	345	25	140	105	75	150	170	565	565	МЧ-65
			Б	220	25	15	105	75					
		Горячий	А	345	25	140	105	75	150	170	600	600	МЧ-65
			Б	255	25	50	105	75					
	Симметрирующая	Холодный	А и Б	320	25	15	105	175	350	370	640	640	МЧ-75
		Горячий	А и Б	355	25	50	105	175	350	370	710	710	
МКСАБпШп-4×4×1,2	Прямая	Холодный	А	345	25	140	105	75	150	170	565	565	МЧ-65**
			Б	220	25	15	105	75					
	Симметрирующая	и горячий	А и Б	320	25	15	105	175	350	370	640	640	МЧ-75
ЗКАШп-1×4×1,2	Прямая	Горячий	А	230	—	—	180	50	100	110	380	380	Не устанавливается
			Б	150	—	—	100	50					
	Симметрирующая		А и Б	150	-	-	100	50	100	110	300	300	

* При горячем способе восстановления изолирующих покровов муфта МЧ-65.
** При горячем способе восстановления изолирующих покровов муфта МЧ-75.

Кварцевазелиновая паста содержит:

кварц молотый пылевидный марки КП-2 (ГОСТ 9077—59), % . .	50
вазелин медицинский (ГОСТ 3582—52), %	50

Паста должна храниться в металлических или пластмассовых банках с плотно закрывающимися крышками в сухих помещениях при температуре не выше 40 °С. Срок хранения 12 мес.

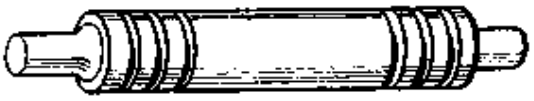


Рис. 7.59. Общий вид прямой муфты, смонтированной методом опрессования

Сращивание алюминиевых оболочек осуществляется путем опрессования их концов с алюминиевой трубкой-муфтой. Перед опрессованием концы оболочки расширяются специальным устройством примерно до диаметра алюминиевой трубки-муфты. Под расширенные участки оболочки вводятся стальные опорные втулки (см. рис. 7.57, *а*). Разделка концов кабеля показана на рис. 7.58 (см. табл. 7.24).

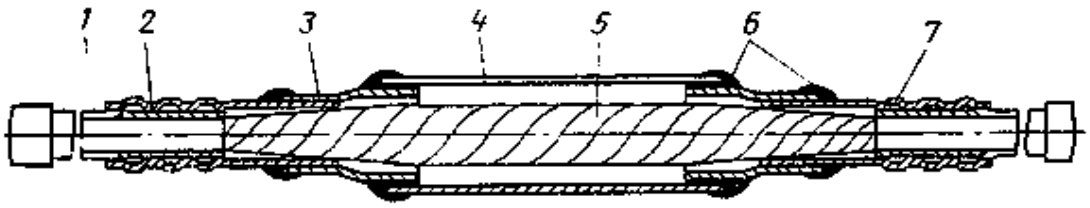


Рис. 7.60. Общий вид симметрирующей муфты, смонтированной методом опрессования: *1* — алюминиевая оболочка; *2* — опорная втулка; *3* — переходный алюминиево-свинцовый конус; *4* — свинцовый цилиндр; *5* — сросток сердечника; *6* — место пайки; *7* — место опрессования

Контактирующие поверхности оболочки и трубки (рис. 7.57, *б*) тщательно зачищаются под слоем кварцевазелиновой пасты. Опрессование производится ручным гидравлическим прессом и специальными пуансоном и матрицей (рис. 7.53). Общий вид муфты показан на рис. 7.59.

Для монтажа симметрирующих, газонепроницаемых и изолирующих муфт используются переходные алюминиево-свинцовые конусы (см. рис. 7.57, *в*). Общий вид смонтированной симметрирующей муфты показан на рис. 7.60.

Метод сварки взрывом

Для монтажа кроме обычных применяются инструменты, приспособления и материалы, приведенные в табл. 7.25 и 7.26.

Разделка концов кабеля производится в соответствии с табл. 7.27. С помощью 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 алюминиевая трубка с надетыми полиэтиленовыми кольцами (без взрывчатых веществ). После монтажа сердечника на сросток надвигается алюминиевая трубка и в пазы полиэтиленовых колец закладывается заряд взрывчатых веществ (детонирующий шнур), закрываемый уплотняющими поясками.

Таблица 7.25

Специальные инструменты и приспособления, применяемые для монтажа методом сварки взрывом

Наименование инструмента или приспособления	Номер рисунка	Назначение
Монтажный станок	—	Установка устройства для запрессовки опорных втулок и закрепления концов кабеля
Труборез	7.54	Обрезание алюминиевой оболочки
Клещи	7.61	Выравнивание среза оболочки
Устройство для запрессовки	7.62	Расширение оболочки и запрессовка стальных опорных втулок
Проходной пуансон	7.63	Расширение оболочки
Защитный стальной цилиндр	7.64	Защита сростка от деформации при взрыве
Защитная камера	7.65	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

Таблица 7.26

Специальные детали и материалы, применяемые для монтажа кабеля методом сварки взрывом

Наименование детали или материала	Единица измерения	Число на одну муфту	Номер рисунка	Назначение
Переходная профильная трубка	шт.	2	7.66,*а*	Для симметрирующих муфт кабеля 4×4
Алюминиевая трубка	»	1	7.66,*б*	Для прямых муфт кабеля 4×4, 1×4 и симметрирующих муфт кабеля 1×4
Рабочая стальная втулка	»	2	7.67	Для создания опоры в местах сварки
Полиэтиленовое кольцо	»	2/4*	7.68	Для укладки детонирующего шнура
Детонирующий шнур	м	0,9/1,8*	—	Для осуществления взрыва
Электродетонатор	шт.	1/3*	—	То же

* В знаменателе указана потребность для симметрирующей муфты кабеля 4×4.

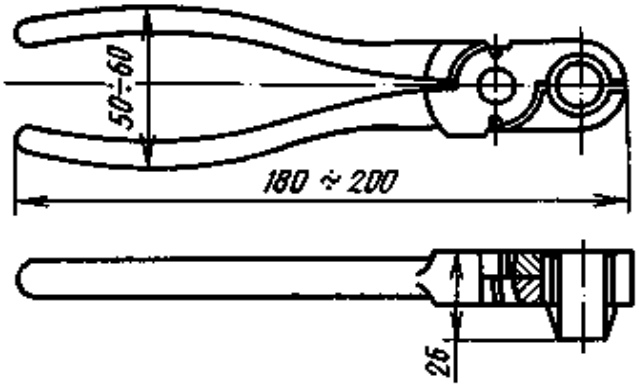


Рис 7.61 Клещи для выравнивания среза оболочки

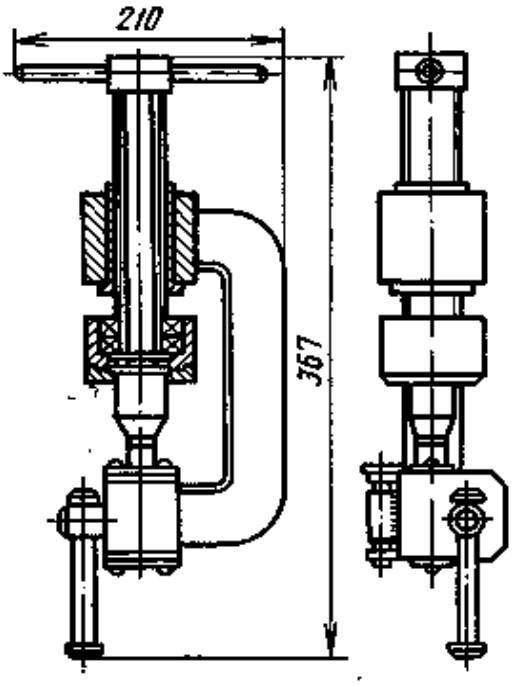


Рис 7.62. Устройство для расширения оболочки и запрессовки стальных втулок

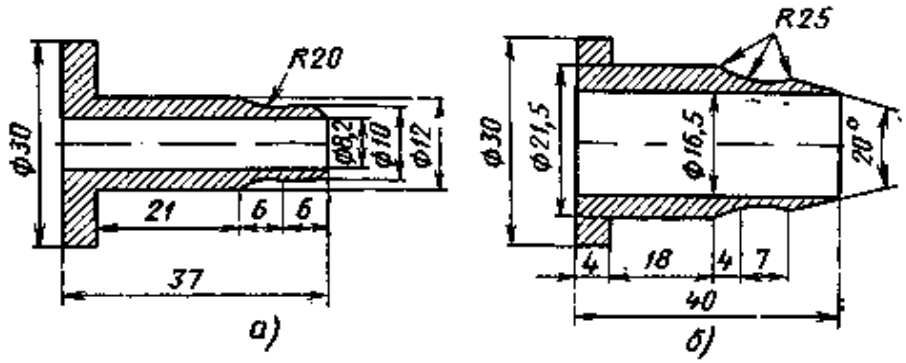


Рис. 7.63. Проходной пуансон:
а — для кабеля 1×4; *б* — для кабеля 4×4

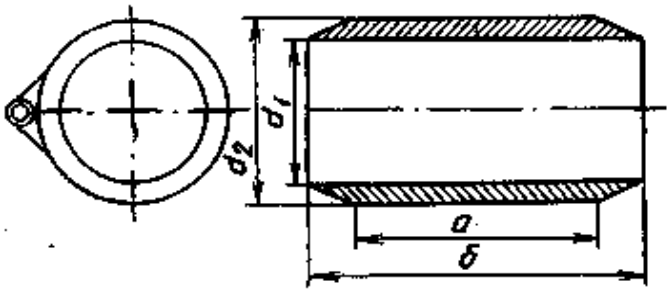


Рис. 7.64. Защитный стальной цилиндр

Тип муфты	Размеры, мм			
	d_1	d_2	*а*	*б*
Прямая 4×4	34	44	40	70
Симметрирующая 4×4	47	57	70	100
Прямая и симметрирующая 1×4	22,5	81	40	70

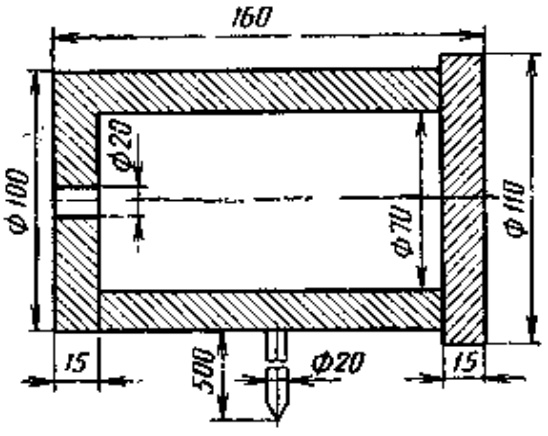


Рис. 7.65. Защитная камера для размещения электродетонатора при взрыве

Тип муфты	Размеры, мм		
	l	d	d_1
Прямая	230* / 180	32 / 20	34 / 22
Симметрирующая	300 / 200	45 / 20	47 / 22

* В числителе — для кабеля 4×4×1,2, в знаменателе — для кабеля 1×4×1,2

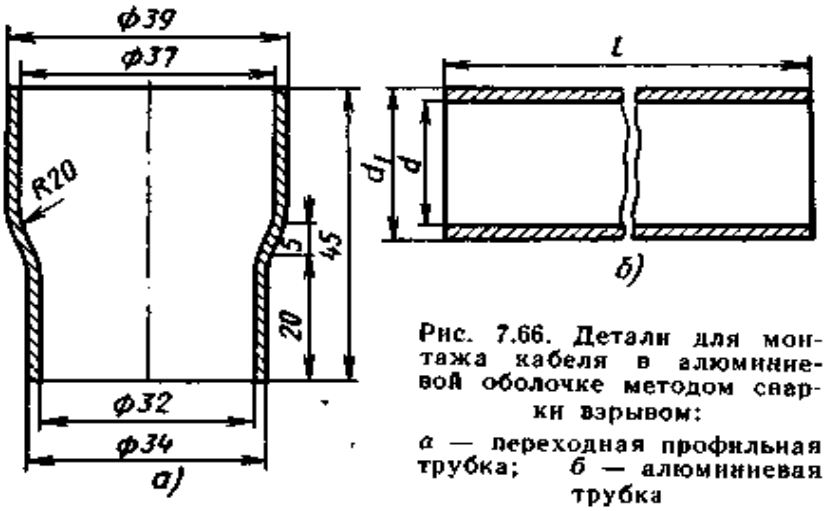


Рис. 7.66. Детали для монтажа кабеля в алюминиевой оболочке методом сварки взрывом:

а — переходная профильная трубка; *б* — алюминиевая трубка

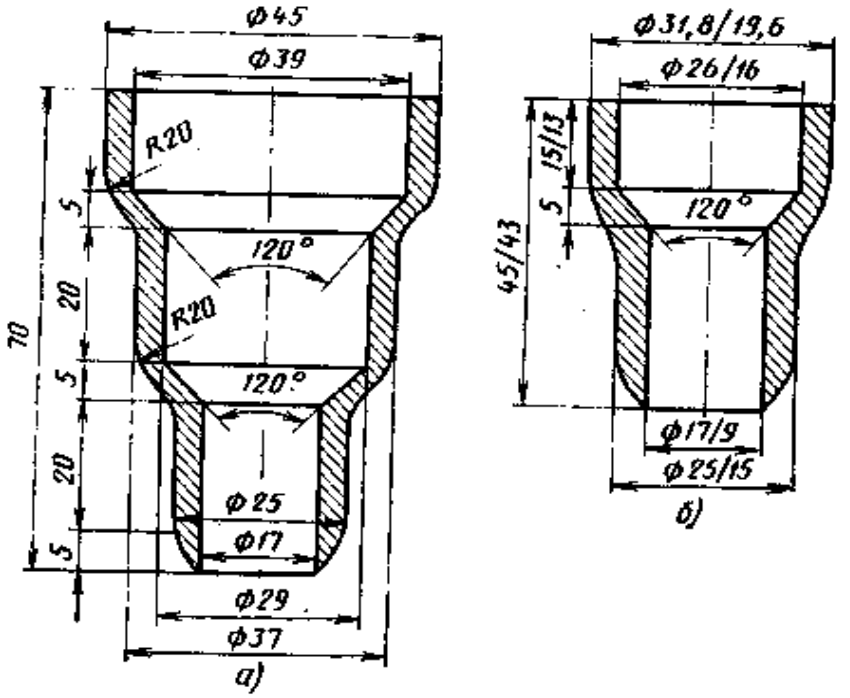


Рис. 7.67. Рабочая стальная втулка:

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. 7.68. Полиэтиленовое кольцо для детонирующего шнура

Тип муфты	Размеры, мм		
	d_1	d_2	d_3
Прямая 4×4	34	40	53
Симметрирующая 4×4	47	53	64
Прямая и симметрирующая 1×4	22	27	39

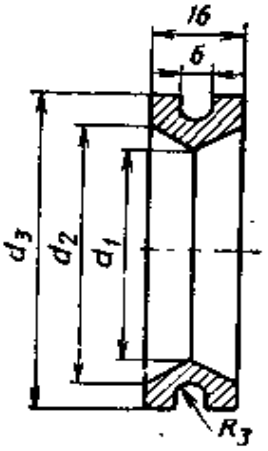


Таблица 7.27

Размеры разделки концов кабеля для сращивания алюминиевой оболочки методом сварки взрывом

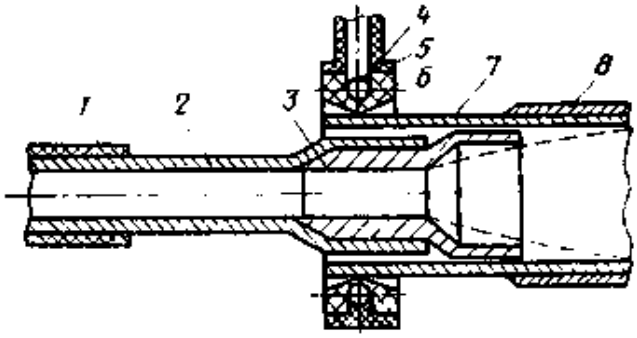
Марка кабеля	Назначение муфты	Размеры, мм						Тип чугунной муфты
		от середины сростка до обреза наружного покрова	от обреза наружного покрова до обреза брони	от обреза брони до обреза шланга по оболочке	от обреза шланга (по оболочке) до обреза оболочки	от обреза оболочки до середины сростка	между обрезами оболочки сращиваемых концов	
МКСАШп-1×4×1,2	Прямая	160	—	—	85	75	150	МЧ-50
	Симметрирующая	170	—	—	85	85	170	
МКСАШпБп-1×4×1,2	Прямая	220	30	30	85	75	150	МЧ-50
	Симметрирующая	240	40	30	85	85	170	
МКСАШп-4×4×1,2	Прямая	185	—	—	85	100	200	МЧ-65
	Симметрирующая	245	—	—	85	160	320	МЧ-75
МКСАБп-4×4×1,2	Прямая	273	53	35	85	100	200	МЧ-65
	Симметрирующая	355	75	35	85	160	320	МЧ-75
МКСАБпШп-4×4×1,2	Прямая	263	63	15	25	100	200	МЧ-65
	Симметрирующая	345	85	15	85	160	320	МЧ-75

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 колодцах, внутри помещений, вблизи зданий или других сооружений, сварка взрывом выполняется 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 (длиной 200 мм). Сращивание оболочки симметрирующей муфты на кабеле 4×4 произ-

Рис. 7.69. Общий вид деталей муфты перед сваркой взрывом (сердечник кабеля не показан):

1 — полиэтиленовый шланг; *2* — алюминиевая оболочка; *3* — рабочая стальная втулка; *4* — детонирующий шнур; *5* — уплотняющий полиэтиленовый поясок; *6* — полиэтиленовое кольцо; *7* — алюминиевая трубка; *8* — защитный стальной цилиндр



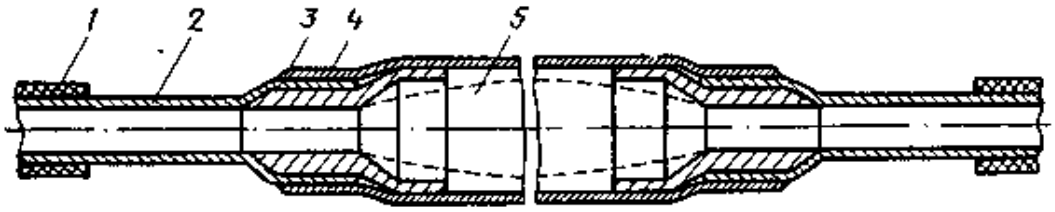


Рис. 7.70. Общий вид муфты после сварки взрывом:

1 — шланг; *2* — алюминиевая оболочка; *3* — рабочая стальная втулка; *4* — алюминиевая трубка-муфта; *5* — сросток сердечника

водится 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 сростка, подготовленного к сварке, показан на рис. 7.69, а после сварки — на рис. 7.70.

7.16. Монтаж кабелей в стальной оболочке

Для монтажа кабелей в стальной гофрированной оболочке типа МКССтШп кроме обычных используются следующие специальные приспособления и материалы: щетка стальная 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 липкий полиизобутиленовый компаунд для восстановления защитного покрова; стеклолента 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:

во избежание коррозии оболочки работы выполняются таким образом, чтобы исключалось повреждение защитного шланга; перед монтажом муфты сращиваемые отрезки кабеля должны иметь сопротивление изоляции между оболочкой и землей не менее 10 МОм/км;

пайка свинцовой муфты 190×37 мм выполняется после предварительного облуживания стальной оболочки с использованием пасты марки ПМКН-40 (табл. 7.28);

Таблица 7.28

Состав пасты марки ПМКН-40

Компонент	Марка	ГОСТ, ТУ	Количество по массе, %
Порошок свинцовый	ПС-1	ЦМТУ 4452—54	47
То же, 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 анализа)	—	ГОСТ 10521—72	0,6
Спирт поливиниловый	ПВС-1	ГОСТ 10779—69	0,5
Вода дистиллированная	—	—	3,4

во избежание деформации полистирольной изоляции жил кабеля все процессы, связанные с нагревом (залуживание, пайка), выполняются в минимальный отрезок времени.

Разделка концов кабеля показана на рис. 7.71, а размеры разделки — в табл. 7.29.

После удаления шланга по вершине гофра делают круговой надрез оболочки напильником, тщательно зачищают ее щеткой, протирают ветошью, смоченной в бензине, просушивают и торец полиэтиленового шланга обматывают двумя-тремя слоями стеклоленты. На зачищенную поверхность оболочки наносят слой пасты толщиной 0,5 ... 1,0 мм, прогревают 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 сростка скручивают и пропаивают концы медных проволок экрана, затем с 30 %-ным перекрытием обматывают сросток алюминиевой лентой, концы которой залуживают припоем ЦОП и припаивают к залуженным краям алюминиевых лент, выступающих из-под стальной оболочки. Перепайка оболочки с экраном осуществляется путем наложения на край-

Таблица 7.29

Размеры разделки концов кабеля в стальной оболочке

Марка кабеля	Назначение муфты	Размеры, мм (см. рис. 7.71)			Тип чугунной муфты
		а	*б*	*в*	
МКССтШп-4×4×1,2	Прямая	140	60	80	МЧ-50
	Симметрирующая	180	60	120	МЧ-65
МКССтШп-7×4×1,2	Прямая	165	65	100	МЧ-65
	Симметрирующая	190	65	125	МЧ-75

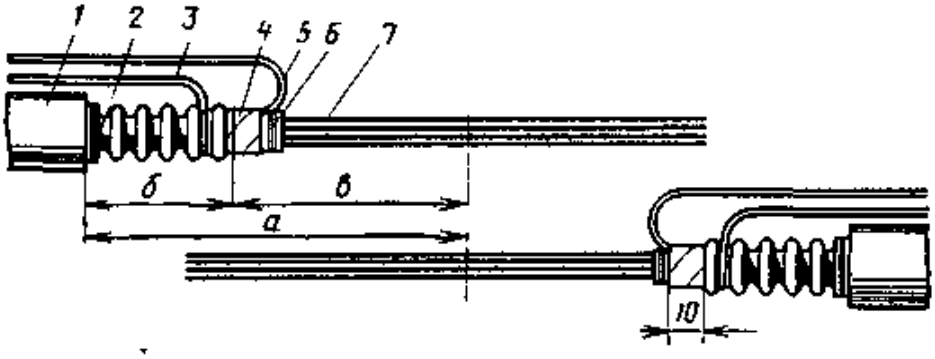
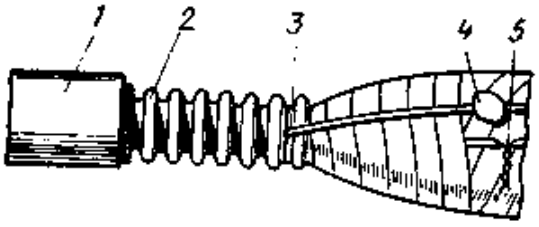


Рис. 7.71. Разделка концов кабеля в стальной гофрированной оболочке:
1 — шланг полиэтиленовый; *2* — оболочка стальная; *3* — проволоки бандажа для перепайки оболочки и экрана; *4* — алюминиевые ленты экрана; *5* — проволоки экранные; *6* — поясная изоляция; *7* — жилы

Рис. 7.72. Перепайка экранных проволок и стальной оболочки с экранными лентами:
1 — шланг полиэтиленовый; *2* — оболочка; *3* — бандаж на оболочке; *4* — припайка бандажных проволок к экрану; *5* — скрутка экранных проволок



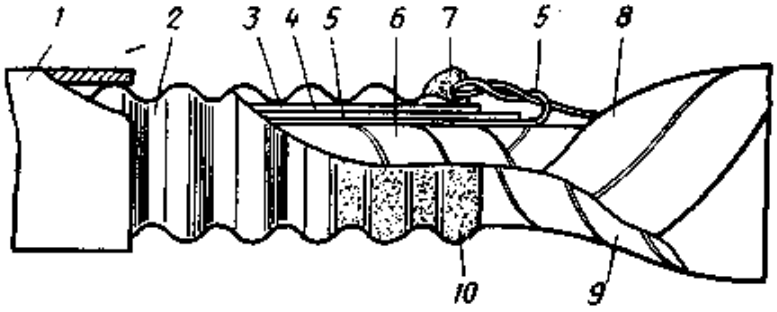


Рис. 7.73. Перепайка экранных проволок со стальной оболочкой:
1 — шланг; *2* — оболочка стальная; *3* — лента пластмассовая; *4* — экранные ленты; *5* — проволока экранная; *6* — поясная изоляция; *7* — спайка экранных проволок с оболочкой; *8* — восстановление экрана; *9* — упаковка сростка; *10* — залуженный участок оболочки

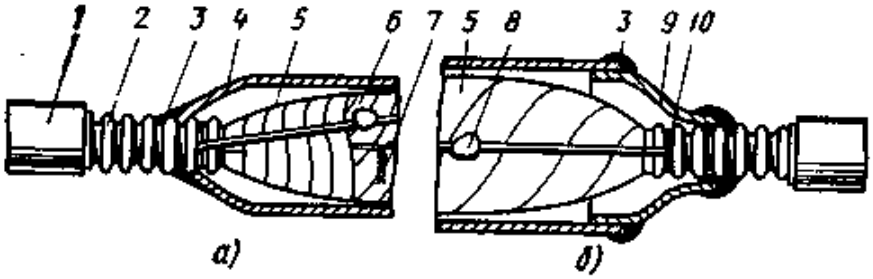


Рис. 7.74. Общий вид муфты, смонтированной на кабеле в стальной гофрированной оболочке:
а — прямой; *б* — симметрирующей;
1 — шланг; *2* — оболочка; *3* — пайка; *4* — муфта свинцовая; *5* — экранные ленты; *6* — поясная изоляция на сростке; *7* — скрутка экранных проволок; *8* — перепайка оболочки с экраном; *9* — свинцовый конус; *10* — бандаж на стальной оболочке

нюю впадину гофра одного из концов кабеля бандажа из двух витков медной проволоки, концы которой припаивают к алюминиевым лентам экрана в середине сростка (рис. 7.72, 7.73).

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 смонтированной муфты в разрезе показан на рис. 7.74.

7.17. Монтаж кабеля МКСАСтпШп в алюминиевой оболочке и стальной гофрированной броне

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 пастой

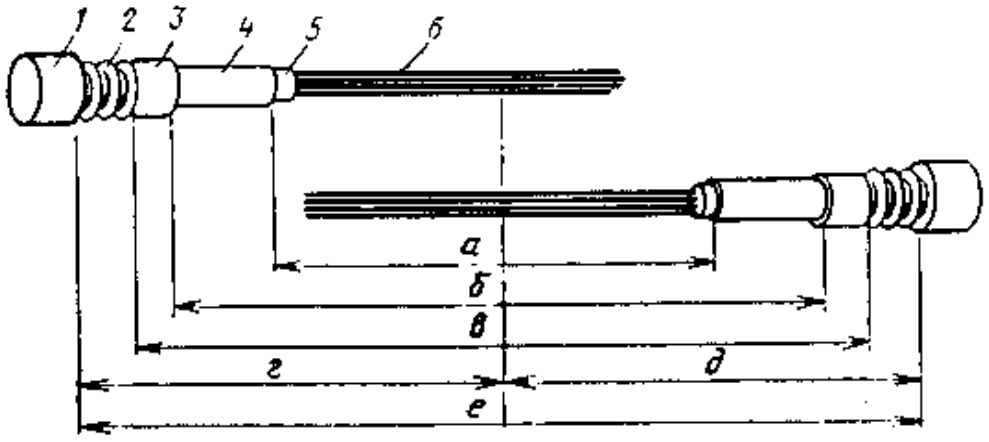


Рис. 7.75. Разделка концов кабеля в алюминиевой оболочке и стальной гофрированной броне марки МКСАСтпШп (см. табл. 7.30):

1 — шланг; *2* — стальная гофрированная броня; *3* — шланг; *4* — алюминиевая оболочка; *5* — поясная изоляция; *6* — жилы

ПМКН-40 не менее чем на 1/3 окружности. 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 пропаиваются припоем ПОССу-30. Размеры разделки кабеля показаны на рис. 7.75 и в табл. 7.30.

Таблица 7.30

Размеры разделки кабеля МКСАСтпШп-4×4

Способ монтажа алюминиевой оболочки	Тип муфты	Размеры, мм (рис. 7.75)					
		а	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*
Горячая пайка	Прямая	160	310	340	—	—	390
	Симметрирующая	240	390	420	—	—	470

Окончание табл. 7.30

Способ монтажа алюминиевой оболочки	Тип муфты	Размеры, мм (рис. 7.75)					
		а	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*
Клеевой	Прямая	160	300	330	—	—	330
	Симметрирующая	240	380	410	—	—	460
Взрывной	Прямая	200	370	440	215	310	525
	Симметрирующая	320	490	560	275	415	690

7.18. Устройство выводов для КИП на кабеле в алюминиевой оболочке

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 пряжу, 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 установить охладитель. Изолирующий слой восстанавливается так же, как при монтаже муфт, с захватом наружных покровов не менее чем на 50 мм с каждой стороны. Чугунная муфта в этом месте не устанавливается.

7.19. Запайка концов кабелей в алюминиевой и стальной оболочках

Запайка конца кабеля в алюминиевой и стальной оболочках, а также впайка вентиля производится припоем ПОССу-30-2 после предварительного залуживания оболочки на расстоянии 40 ... 50 мм припоем ЦОП. Герметичная заделка концов кабеля может также осуществляться с помощью свинцовых колпаков (при необходимости с припаянными 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 термоусаживаемых трубок (рис. 7.76).

7.20. Восстановление защитных изолирующих покровов на кабелях в металлической оболочке

Общие сведения

Защитные изолирующие пластмассовые покровы шлангового типа на кабелях в металлических оболочках (алюминиевых, стальных, свинцовых) восстанавливаются одним из следующих способов:

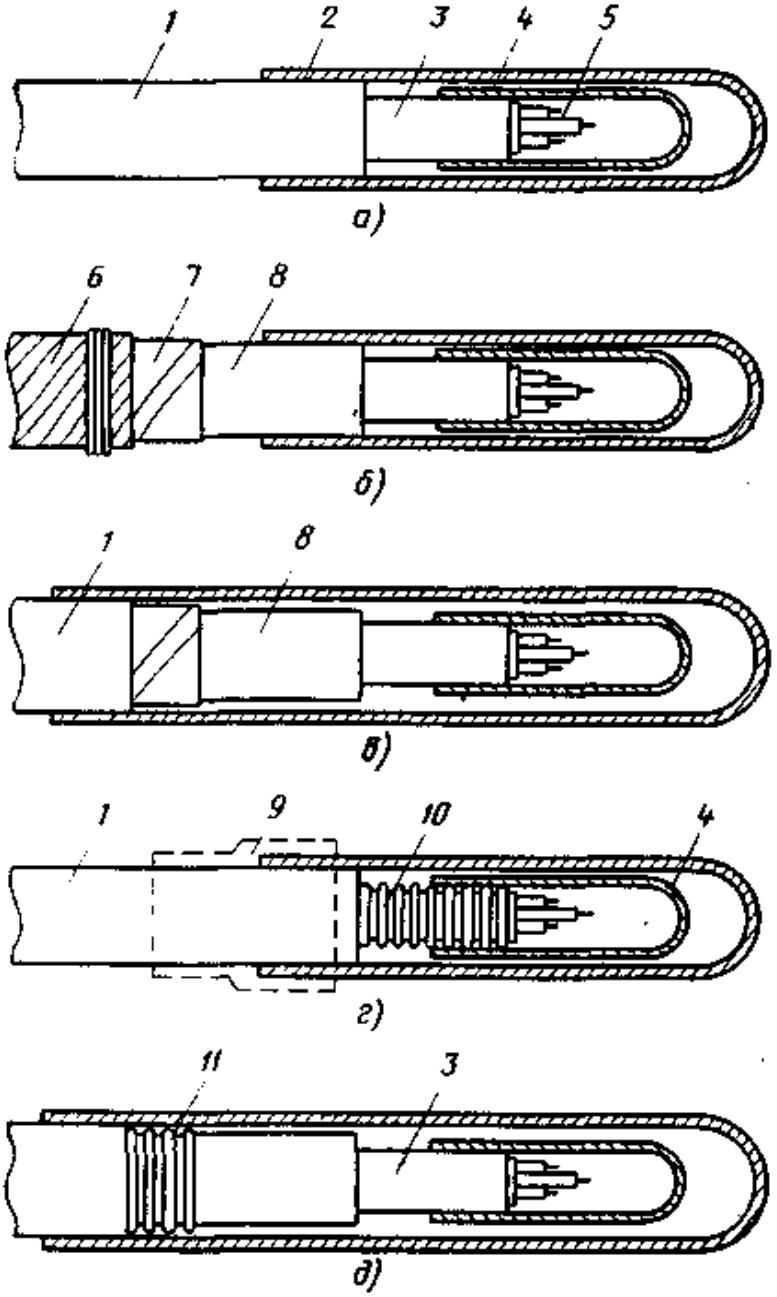


Рис. 7.76. Заделка концов кабелей в алюминиевой и стальной оболочках с покровами типа:

а — АШп; *б* — АБп; *в* — АБпШп; *г* — СтШп; *д* — АСтпШп; *1* — шланг; *2* — колпак из ТУТ или полиэтилена; *3* — алюминиевая оболочка; *4* — свинцовый колпак; *5* — жилы; *6* — пряжа; *7* — броня; *8* — шланг под броней; *9* — поясок из термоусаживаемой трубки (используется при полиэтиленовом колпаке); *10* — стальная оболочка; *11* — стальная броня

термоусаживаемыми деталями или последними в комбинации с полиэтиленовыми деталями;

полиэтиленовыми деталями, свариваемыми с полиэтиленовыми защитными покровами кабеля и между собой наплавлением полиэтиленовой ленты, прогретой под слоем стеклоленты (горячий способ);

многослойной обмоткой сростка пластмассовыми лентами с промазкой последних липким полиизобутиленовым компаундом и лентами из стеклоткани, пропитанными компаундом Б-1, или битумно-резиновой мастикой (холодный способ). Выбор одного из них для применения на конкретной строящейся кабельной линии определяется строительной организацией (с учетом наличия возможностей обеспечения необходимых материалов и деталей).

Составы компаунда, массы и мастики приведены соответственно в табл. 7.31—7.33.

Таблица 7.31

Состав липкого полиизобутиленового компаунда (в весовых частях)

Компонент	Марка	Количество
Полиизобутилен	П-20	240
Полиизобутилен	П-85	20
Бензин	Б-70	160

Таблица 7.32

Состав битумных компаундов (в весовых частях)

Компонент	Компаунд	
	Б-1	Б-2
Масса МБ-70	100	100
Диоктилсебацинат	3...3,5	9,5

Таблица 7.33

Состав битумно-резиновой мастики (в весовых частях)

Компонент	Мастика марки		
	МБР-75	МБР-90	МБР-100
Битум нефтяной для изоляции газопроводов по ГОСТ 9812—74:			
БНИ-IV	88	93	45
БНИ-V	—	—	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.

Восстановление изолирующих покровов с помощью термоусаживаемых трубок

При восстановлении защитных изолирующих покровов с помощью термоусаживаемых трубок (ТУТ) и деталей (ТУД) должны быть обеспечены:

оптимальное обжатие термоусаживаемыми деталями защитного изолирующего шлангового покрова, оболочки кабеля и металлической муфты, т. е. требуемое соотношение между размерами ТУД (внутренними диаметрами, длиной) до и после усадки и наружными диаметрами защищаемых кабелей (покровов, оболочек, муфт);

требуемое перекрытие шлангового покрова кабеля усаженными ТУТ, а при двухслойном наложении ТУТ — перекрытие торца нижележащего слоя;

применение подклеивающего слоя.

Внутренние диаметры ТУТ вне зависимости от их коэффициентов радиальной усадки K_1 (отношение внутреннего диаметра до усадки, т. е. в состоянии поставки, к диаметру после полной усадки) должны соответствовать следующим соотношениям:

$$D_1 = d_3/0,8; \quad D_2 \leqslant d_2/1,2,$$

Таблица 7.34

Минимальные значения перекрытий ТУТ

Наружный диаметр кабеля по шлангу, мм	Перекрытие, мм		Наружный диаметр кабеля по шлангу, мм	Перекрытие, мм	
	шланга отрезком ТУТ	нижней ТУТ верхней		шланга отрезком ТУТ	нижней ТУТ верхней
От 10 до 15	45	40	Свыше 45 до 55	70	40
Свыше 15 до 20	50	40	» 55 до 70	75	45
» 20 до 25	55	40	» 70 до 80	80	50
» 25 до 35	60	40	» 80 до 100	85	50
» 35 до 45	65	40			

где D_1, D_2 — внутренний диаметр ТУТ до и после полной усадки соответственно; d_3 — наружный диаметр муфты; d_2 — наружный диаметр изолирующего шланга.

Примечание. Диаметр D_2 должен быть меньше диаметра металлической оболочки кабеля или быть равным ему; в случае невыполнения этого требования на оболочку следует нанести дополнительное покрытие из полиэтиленовых лент.

Минимальное значение коэффициента радиальной усадки ТУТ должно удовлетворять следующему соотношению: $K_1 \geqslant 1{,}5\ d_3/d_2$. Длина ТУТ должна обеспечивать перекрытие защитного шланга, а при двухслойном наложении — перекрытие конца нижней трубки.

Минимальное перекрытие защитного изолирующего покрова отрезком ТУТ после его усадки $l_{перекр}$ (расстояние

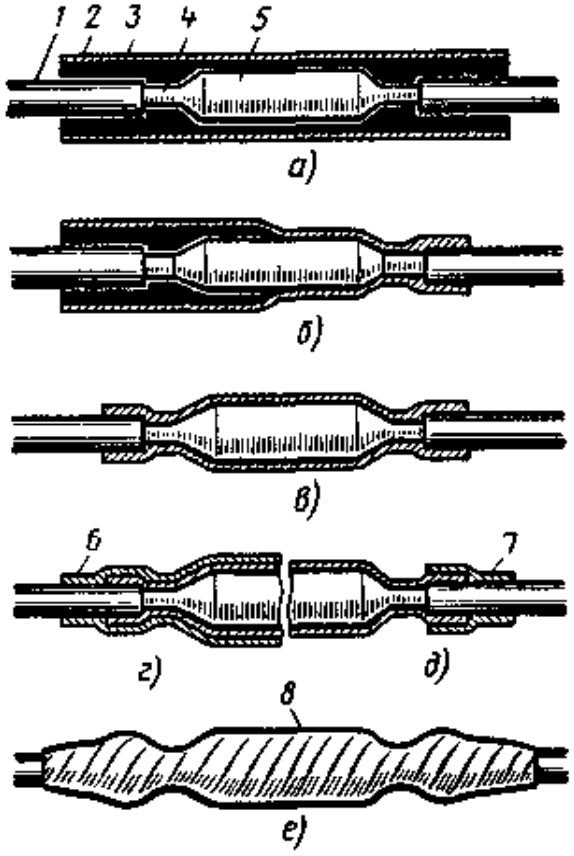


Рис. 7.77

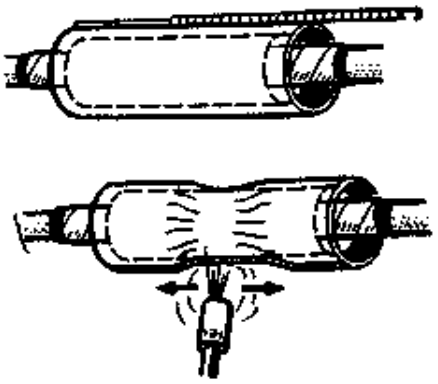


Рис. 7.78

Рис. 7.77. Восстановление изолирующих шланговых покровов с помощью ТУТ:
а — установка ТУТ над стыком; *б* — усадка ТУТ на одном из концов; *в* — усадка ТУТ на другом конце; *г* — двухслойное наложение ТУТ; *д* — использование укороченных отрезков ТУТ; *е* — обмотка стыка стеклотканью;
1 — шланг; *2* — ТУТ; *3* — подклеивающий состав; *4* — оболочка кабеля; *5* — муфта; *6* — верхняя ТУТ; *7* — укороченная ТУТ; *8* — стеклолента

Рис. 7.78. Термоусаживаемая трубка с продольным разрезом и замком

Таблица 7.35

Размеры ТУТ с коэффициентом усадки $K_1=2$ (3) для восстановления защитных изолирующих шланговых покровов при монтаже муфт на кабелях в алюминиевой и стальной гофрированной оболочках

Марка кабеля	Способ монтажа металлической оболочки	Тип муфты	Размеры ТУТ, мм			
			первой (нижней)		второй	
			Диаметр	Длина	Диаметр	Длина
КМАШп-4 КМАБп-4	Клеевой	Прямая Стыковая	110/55 110/55	450 500	— —	— —
ВКПАШп	Опрессование	Прямая	20/10	360	20/10	460
МКСАШп-7×4×1,2	»	»	40/20	650	50/25	750
	Клеевой		65/22	590	65/22	690
МКСАШп-4×4×1,2	Опрессование	»	40/20	590	40/20	690
		Стыковая	54/18	825	65/22	925
	Клеевой	Прямая	54/18	510	54/18	610
		Стыковая	54/18	610	65/22	710
МКСАШп-1×4×1,2	Опрессование	Прямая	20/10	595	30/15	695
		Стыковая	42/14	590	42/14	690
	Клеевой	Прямая и стыковая	42/14	410	42/14	510
МКССтШп-7×4×1,2	Пайка	Прямая	54/18	560	54/18	660
МКССтШп-4×4×1,2	Пайка	»	40/20	550	40/20	650
		Стыковая	65/22	600	65/22	700
ВКАШп-1×4×1,2	Опрессование	Прямая	30/15	525	30/15	625
		Стыковая	42/14	650	42/14	750
	Клеевой	Прямая и стыковая	42/14	490	42/14	590

Примечание. В числителе указан диаметр ТУТ до усадки, в знаменателе после усадки.

между торцом шланга и концом ТУТ), а также перекрытие конца нижнего отрезка ТУТ верхним отрезком после их усадки при двухслойном наложении ТУТ должны соответствовать табл. 7.34.

Примечание. Обычно продольная усадка ТУТ составляет не более 30 %, т. е. коэффициент продольной усадки $K_2=0{,}7$.

Длина термоусаживаемых трубок, пригодных для восстановления изолирующих покровов, должна удовлетворять соотношению $L_1=(l_1+2l_{\text{перекр}})/K_2$, где l_1 — расстояние между образцами шланга; $l_{\text{перекр}}$ — величина перекрытия (табл. 7.34); K_2 — коэффициент продольной усадки.

Размеры ТУТ, используемых для восстановления защитных изолирующих покровов шлангового типа при монтаже муфт, приведены в табл. 7.35.

Восстановление защитных изолирующих покровов при монтаже муфт осуществляется либо непосредственно термоусаживаемыми трубками (одной или двумя в зависимости от типа кабеля конструкции ТУТ и т. п.), либо ТУТ в комбинации с пластмассовыми деталями, предназначенными для этой цели. В последнем случае отрезки ТУТ должны использоваться для герметизации стыков пластмассового изолирующего шланга кабеля с пластмассовыми деталями, а также последних между собой (рис. 7.77, 7.78).

При восстановлении изолирующих шланговых покровов термоусаживаемыми трубками (деталями), не имеющими подклеивающего слоя, необходимо применять клей-расплав типа ГИПК 14-16.

Восстановление изолирующих покровов с помощью ТУТ и полиэтиленовых деталей (комбинированный способ)

Конструкции и размеры полиэтиленовых деталей, используемых для восстановления изолирующих покровов комбинированным способом, приведены в табл. 7.36 и на рис. 7.79. Этапы монтажа показаны на рис. 7.80.

Вместо полиэтиленовых конусов и труб могут быть использованы полиэтиленовые полумуфты, над стыком которых между собой и со шлангом кабеля усаживаются отрезки ТУТ (рис. 7.81). Восстановление защитного изолирующего покрова с помощью ТУТ на муфтах с выводом провода к КИП показано на рис. 7.82.

Восстановление изолирующих покровов с помощью полиэтиленовых деталей (горячий способ)

Конструкция и размеры полиэтиленовых деталей, используемых для восстановления защитных изолирующих покровов горячим способом, приведены на рис. 7.83 и в табл. 7.37.

Горячий способ предусматривает нанесение на оголенную часть оболочки и муфту трех слоев липкого полиизобутиленового компаунда ЛПК, чередующихся с обмоткой полиэтиленовыми лентами с 30 %-ным перекрытием. Поверх третьего слоя ленты наматывается еще один слой ленты с 50 %-ным перекрытием и без нанесения ЛПК. Затем на сросток надвигается полиэтиленовая муфта, конусы которой привариваются к полиэтиленовому шлангу кабеля. В кабелях с двумя шлангами (например, МКСАБпШп) муфта приваривается к наружному шлангу.

Муфты, смонтированные горячим способом, показаны на рис. 7.84.

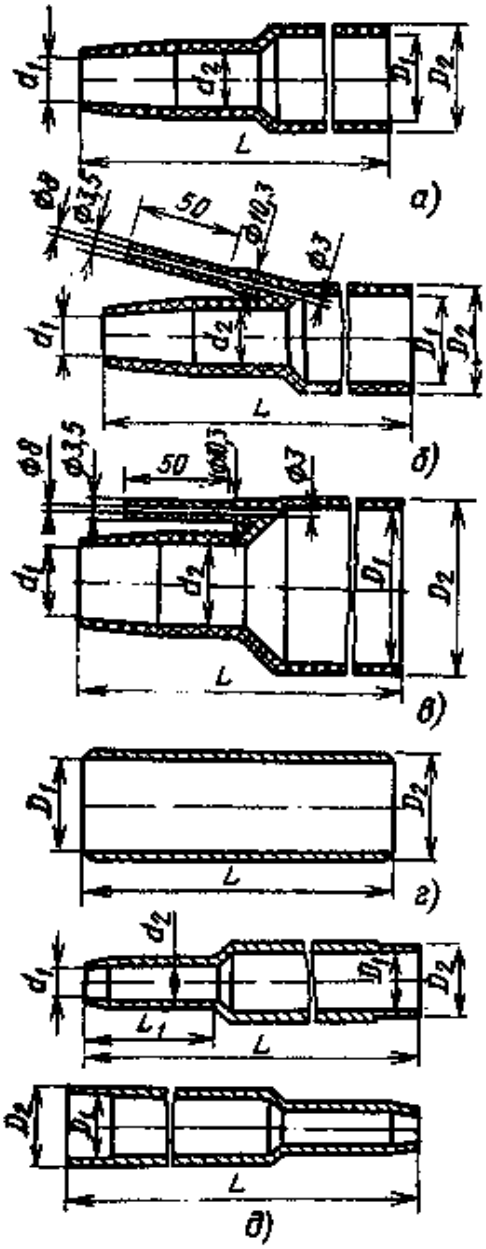


Рис. 7.79. Полиэтиленовые детали для восстановления изолирующих покровов комбинированным способом:

а — конус; *б* — конус с патрубком для вывода провода КИП; *в* — конус с патрубком для кабеля КМА-4; *г* — трубка; *д* — полумуфты

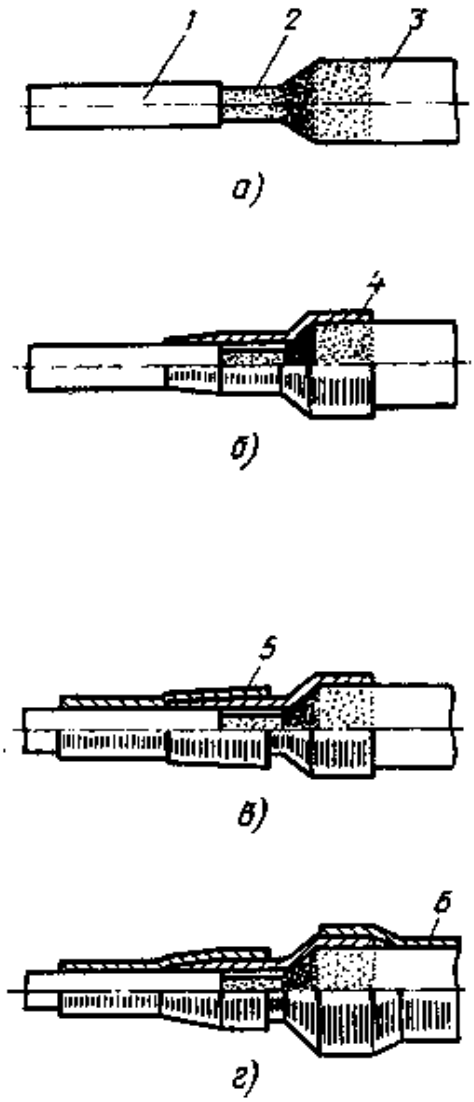


Рис. 7.80. Восстановление изолирующих покровов комбинированным способом (с помощью пластмассовых деталей и ТУТ):

а — нанесение компаунда; *б* — установка полиэтиленового конуса; *в* — установка и усадка укороченной ТУТ; *г* — усадка основной ТУТ;

1 — шланг; *2* — металлическая оболочка; *3* — металлическая муфта; *4* — конус полиэтиленовый; *5* — укороченный отрезок ТУТ; *6* — основная ТУТ

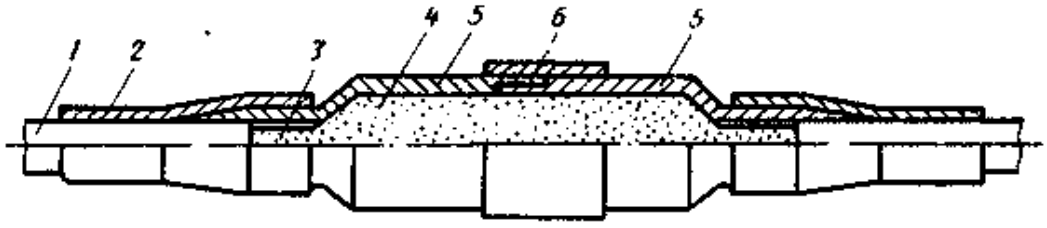


Рис. 7.81. Восстановление изолирующих покровов с помощью полиэтиленовых полумуфт и ТУТ:

1 — шланг; *2*, *6* — ТУТ; *3*, *4* — оболочка кабеля и муфта, покрытые компаундом; *5* — полиэтиленовые полумуфты

Таблица 7.36

Полиэтиленовые детали, используемые для восстановления изолирующих покровов комбинированным способом при монтаже муфт на кабелях в металлических оболочках

Кабель, используемый при монтаже муфты		Условное обозначение комплекта деталей	Тип конуса	Номер рисунка	Размеры, мм							
					Конус					Труба (рис. 7.79, *г*)		
прямой	стыковой				d_1	D_1	d_2	L	D_2	D_1	D_2	L
ЗКАШп ЗКАБп-1×4×1,2	ЗКАШп, ЗКАБп-1×4×1,2	М3кп17/36	I	7.79, *а*	17	36	20	150	44	45	52	120
		М3кп17/36-1	II	7.79, *б*								
МКСАШп, МКСАБп МКССтШп-4×4×1,2	—	М6кп22/43	I	7.79, *а*	22	43	29	161	52	53	60	190
		М6кп22/43-1	II	7.79, *б*								
МКСАБпШп-4×4×1,2	—	М6кп33/43	I	7.79, *а*	33	43	34	196	52	53	60	190
		М5кп33/43-2	II	7.79, *б*								
МКСАШп, МКСАБп-7×4×1,2	МКСАШп, МКСАБп, МКССтШп-4×4×1,2	М6кп25/53	I	7.79, *а*	25	53	30	158	62	63	70	300
		М6кп25/53-1	II	7.79, *б*								

Окончание табл. 7.36

Кабель, используемый при монтаже муфты		Условное обозначение комплекта деталей	Тип конуса	Номер рисунка	Размеры, мм							
					Конус					Труба (рис. 7.79, *г*)		
прямой	стыковой				d_1	D_1	d_2	L	D_2	D_t	D_2	L
МКСАБпШп, МКССтШп-7×4×1,2	МКСАБпШп-4×4×1,2	М6кп33/53	I	7.79, *а*	33	53	38	166	62	63	70	300
		М6кп33/53-1	II	7.79 *б*								
		М6кп33/53-2	II	7.79, *б*								
—	МКСАБпШп-7×4×1,2	М6кп35/73	I	7.79, *а*	35	73	40	178	83	84	92	270
КМАШп-4, КМАБп-4	—	М7кп35/73	I	7.79, *а*	35	73	40	178	83	84	92	270
		М7кп35/73	III	7.79, *в*								
—	КМАШп-4, КМАБп-4	М7кп35/90	I	7.79, *а*	35	90	40	192	100	102	111	260
—	МКСАШп, МКСАБп, МКССтШп-7×4×1,2	М6кп27/77	I	7.79, *а*	27	77	35	177	87	88	96	170
МКТАБп-4	—	М8кп25/53	I	7.79, *а*	25	53	30	158	62	63	70	300
		М8кп25/53-1	II	7.79, *б*								

Примечание. Комплекты М3кп, М6кп, М7кп и М8кп по требованию заказчика могут поставляться без полиэтиленовой трубы, при этом условное обозначение комплектов при заказе должно быть: М3кн, М6кн, М7кн и М8кн («кн» — комплект неполный).

Таблица 7.37

Полиэтиленовые детали, используемые для восстановления изолирующих покровов кабелей в металлической оболочке при монтаже муфт горячим способом

Кабель, используемый при монтаже муфты		Условное обозначение комплекта деталей	Номер рисунка	Размеры, мм									
				Конус							Трубка (рис. 7.83, *в*)		
прямой	стыковой			d_1	d_2	D_1	D_2	L_1	L_2	l	D_1	D_2	L
ВКПАШп-2,1/9,7	—	М4	—	—	—	—	—	—	—	—	18	23	215
ЗКАШп	ЗКАШп,	М3-19/44	7.83, *а*	19	21	42	44	10	15	55	44	49	400
ЗКАБп-1×4×1,2	ЗКАБп-1×4×1,2	М3-19/44-1	4.83, *б*										
МКСАШп-1×4×1,2	МКСАШп-1×4×1,2	М6-16/44	7.83, *а*	16	18	42	44	10	15	55	44	49	350
		М6-16/44-1	7.83, *б*										
МКСАБпШп-1×4×1,2	МКСАБпШп-1×4×1,2	М6-26/44	7.83, *а*	26	28	42	44	10	15	55	44	49	350
		М6-26/44-2	7.83, *б*										
МКСАШп-4×4×1,2	—	М6-26/52	7.83, *а*	26	28	48	52	15	15	70	52	57	310
		М6-26/52-1	7.83, *б*										
—	МКСАШп-4×4×1,2	М6-26/70	7.83, *а*	26	28	66	70	15	15	70	70	75	500
МКСАБп-4×4×1,2	—	М6-22/52	7.83, *а*	22	24	48	52	15	15	70	52	57	310
		М6-22/52-1	7.83, *б*										
—	МКСАБп-4×4×1,2	М6-22/70	7.83, *а*	22	24	66	70	15	15	70	70	75	500

Окончание табл. 7.37

Кабель, используемый при монтаже муфты		Условное обозначение комплекта деталей	Номер рисунка	Размеры, мм									
				Конус							Трубка (рис. 7.83, *в*)		
прямой	стыковой			d_1	d_2	D_1	D_2	L_1	L_2	L	D_1	D_2	L
МКСАБпШп-4×4×1,2	—	М6-34/52	7.83, *а*	34	36	48	52	15	15	70	52	57	500
		М6-34-52-2	7.83, *б*										
—	МКСАБпШп-4×4×1,2	М6-34/70	7.83, *а*	34	36	66	70	15	15	70	70	75	600
МКСАШп-7×4×1,2	—	М6-30/70	7.83, *а*	30	32	66	70	15	15	70	70	75	280
		М6-30/70-1	7.83, *б*										
—	МКСАШп-7×4×1,2	М6-30/85	7.83, *а*	30	32	81	85	15	15	70	85	90	330
МКСАБп-7×4×1,2	—	М6-28/70	7.83, *а*	28	30	66	70	15	15	70	70	75	310
		М6-28/70-1	7.83, *б*										
—	МКСАБп-7×4×1,2	М6-28/85	7.83, *а*	28	30	81	85	15	15	70	85	90	330
МКСАБпШп-7×4×1,2	—	М6-38/70	7.83, *а*	38	40	66	70	15	15	70	70	75	360
		М6-38/70-2	7.83, *б*										
	МКСАБпШп-7×4×1,2	М6-38/85	7.83, *а*	38	40	81	85	15	15	70	85	90	410
МКССтШп-4×4×1,2		М6-29/52	7,83, *а*	29	31	48	52	15	15	70	52	57	230
		М6-29/52-1	7.83, *б*										
	МКССтШп-4×4×1,2	М6-29/70	7.83, *а*	39	31	66	70	15	15	70	70	75	310
МКССтШп-7×4×1,2		М6-34/70	7.83, *а*	34	36	66	70	15	15	70	70	75	600
		М6-34/70-1	7.83, *б*										
—	МКССтШп-7×4×1,2	М6-34/85	7.83, *а*	34	36	81	85	15	15	70	85	90	330

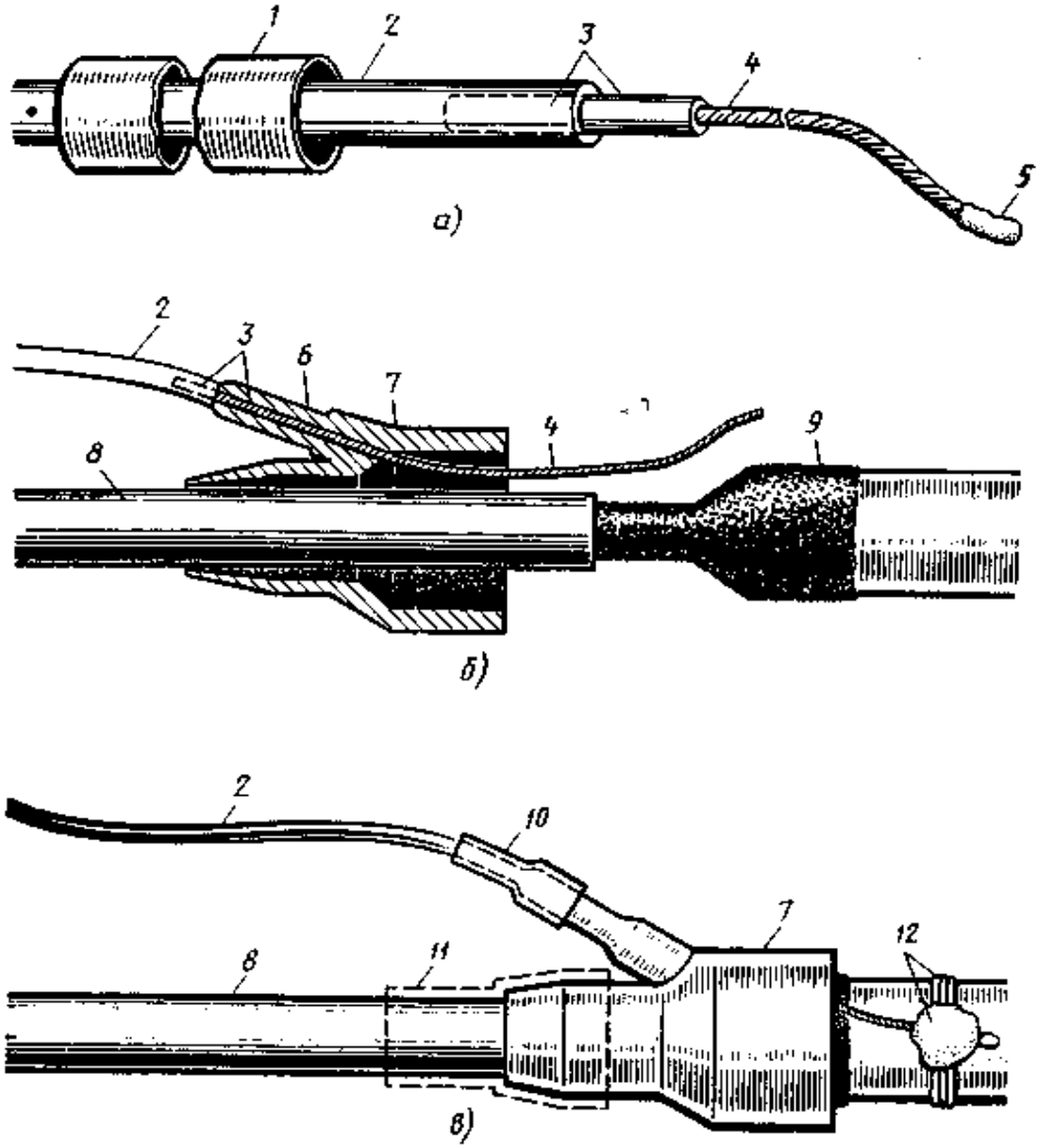


Рис. 7.82. Устройство вывода КИП с использованием ТУТ:

а – заготовка выводного провода; *б* – установка конуса; *в* – общий вид;

1 – ТУТ на выводном проводе; *2* – провод; *3* – медная гильза; *4* – жила провода; *5* – залуженный конец жилы; *6* – патрубок конуса; *7* – конус; *8* – кабель; *9* – муфта металлическая, покрытая битумным компаундом; *10* – ТУТ, усаженная на выводном проводе; *11* – место установки ТУТ на кабеле и конусе; *12* – бандаж и припайка выводного провода

Восстановление изолирующих покровов с помощью многослойной обмотки сростка пластмассовыми лентами и промазкой ЛПК (холодный способ)

Холодный способ отличается от горячего тем, что после нанесения на защищаемые поверхности трех слоев ЛПК вместо полиэтиленовой муфты на сросток наносится три слоя разогретой до 60 °С битумно-резиновой мастики типа МБР (см. табл. 7.33). При этом поверх первого и второго слоев наматывается с 50%-ным перекрытием слой полиэтиленовой ленты, а поверх третьего слоя стеклолента. Мастика МБР за два-три дня до употребления растворяется в бензине Б-70 или А-72 в соотношении: две весовые части МБР и одна часть бензина.

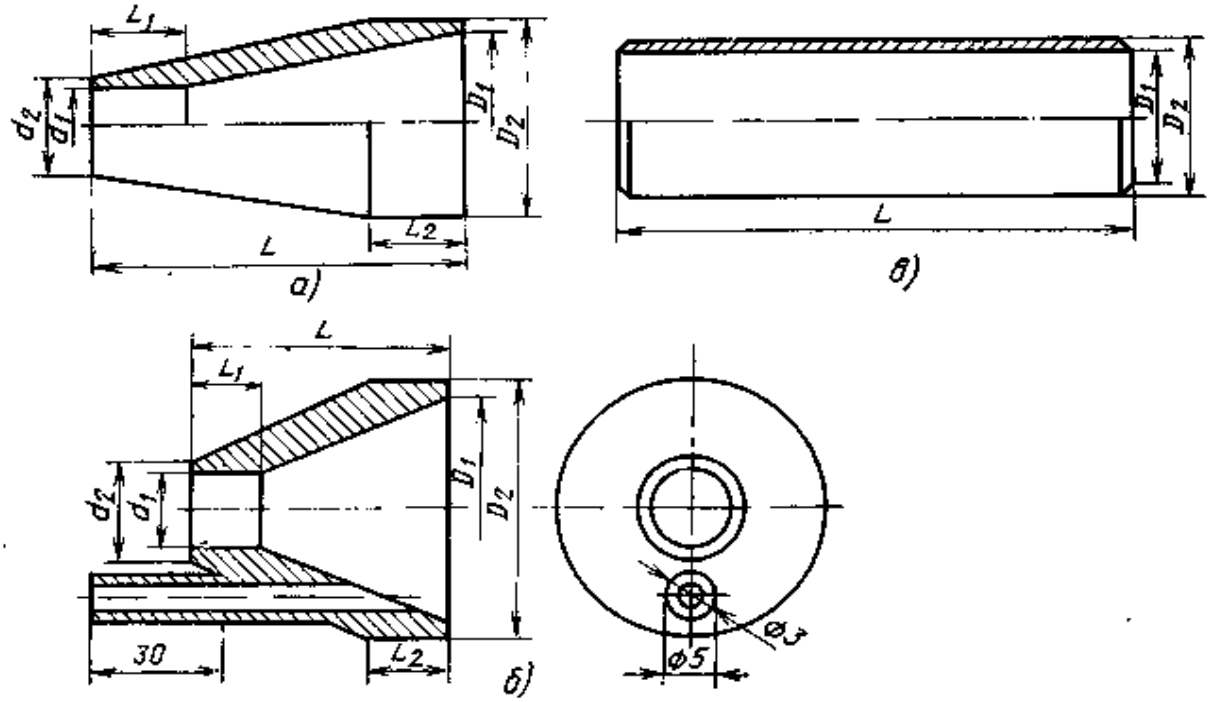


Рис. 7.83. Детали полиэтиленовые для восстановления изолирующих покровов горячим способом:

а — конус полиэтиленовый; *б* — конус полиэтиленовый с патрубком для вывода провода КИП; *в* — трубка (см. табл. 7.37)

Таблица 7.38

Материалы, применяемые для восстановления изолирующих покровов кабелей в алюминиевых оболочках

Наименование материала	Способ восстановления покрова	Количество для кабеля емкостью					
		7×4		4×4		1×4	
		на одну муфту					
		прямую	стыковую	прямую	стыковую	прямую	стыковую
Муфта полиэтиленовая, шт.	Горячий	1	1	1	1	1	1
ПЛПК, кг	Горячий и холодный	0,1	0,15	0,04	0,05	0,025	0,025
МБР, кг	Холодный	0,4	0,6	0,15	0,15	0,1	0,1
Лента полиэтиленовая, кг	Горячий и холодный	0,1	0,15	0,05	0,08	0,04	0,04
Стеклолента шириной 30 мм	То же	10	12	10	12	10	10

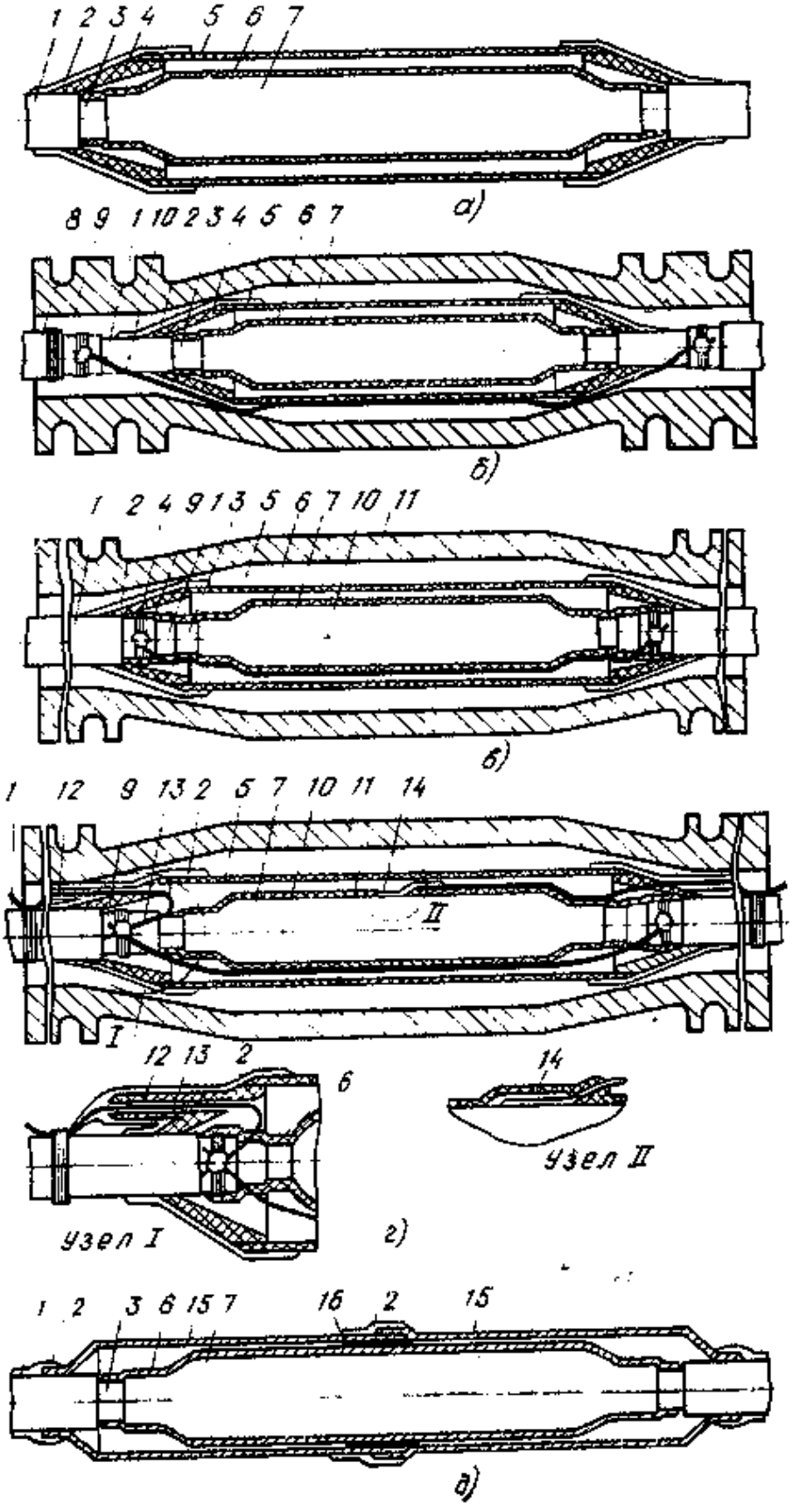


Рис. 7.84. Восстановление горячим способом изолирующих защитных покровов типа:

а — Шп; *б* — Бп; *в* — БпШп; *г* — БпШп с выводом провода КИП; *д* — с помощью полиэтиленовых полумуфт:

1 — шланг; *2* — место сварки полиэтиленовых деталей между собой и со шлангом кабеля; *3* — оболочка; *4* — конус полиэтиленовый; *5* — трубка полиэтиленовая; *6* — слой ЛПК и полиэтиленовых лент; *7* — муфта металлическая; *8* — пряжа; *9* — броня; *10* — провод перепайки брони; *11* — муфта чугунная; *12* — конус полиэтиленовый с отводом для провода КИП; *13* — провод КИП от брони; *14* — провод КИП от оболочки; *15* — полумуфты полиэтиленовые; *16* — кольцо стальное опорное

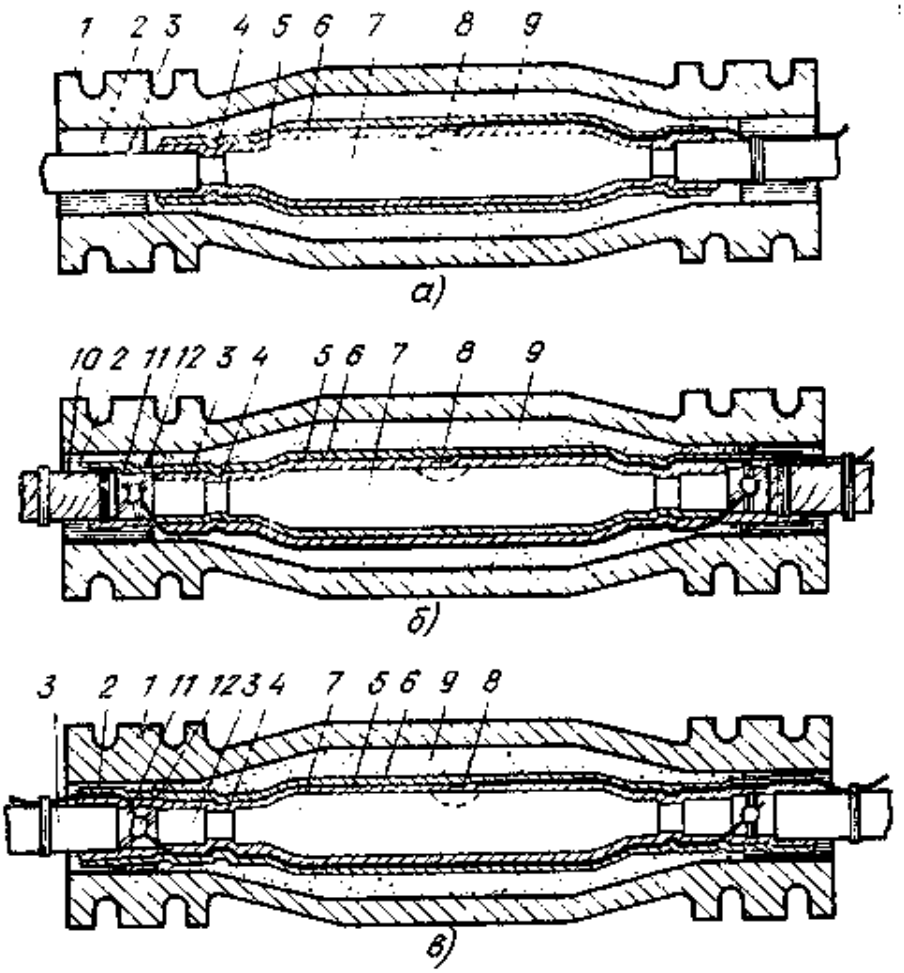


Рис. 7.85. Восстановление холодным способом изолирующих покровов типа:

а — Ш; *б* — Б; *в* — БШ:

1 — муфта чугунная; *2* — лента смоляная; *3* — шланг; *4* — оболочка; *5* — слой ЛПК и полиэтиленовых лент; *6* — слой МБР и пластмассовых лент; *7* — муфта металлическая; *8* — припайка провода КИП от оболочки; *9* — масса битумная; *10* — пряжа; *11* — броня; *12* — перепайка брони и вывода КИП

Вместо слоев МБР, чередующихся полиэтиленовыми лентами и стеклотканью, допускается применение двух слоев стеклоленты, обильно пропитанной массой Б-1 или Б-2 (см. табл. 7.32).

Восстановление изолирующих покровов холодным способом показано на рис. 7.85.

Данные о количестве материалов, используемых при восстановлении изолирующих покровов кабелей МКСА горячим и холодным способами, приведены в табл. 7.38.

7.21. Монтаж кабелей в пластмассовой оболочке

Общие сведения

Пластмассовые оболочки сращиваются одним из следующих способов:

термоусаживаемыми деталями или этими деталями в комбинации с полиэтиленовыми деталями;

полиэтиленовыми деталями, сваренными с оболочкой кабеля и между собой наплавлением полиэтиленовой ленты, нагреваемой под слоем стеклоткани;

опрессованием сростка вместе с оболочкой разогретым до вязко-текучего состояния полиэтиленом;

заливкой сростка вместе с прилегающей к нему частью оболочки пластифицированным битумным компаундом или специальной мастикой (для кабелей ЗКП, ЗКВ, КСПП)

Пластмассовые детали и специальные материалы для монтажа кабелей в пластмассовых оболочках (ЛПК, полиэтиленовые ленты) должны храниться при

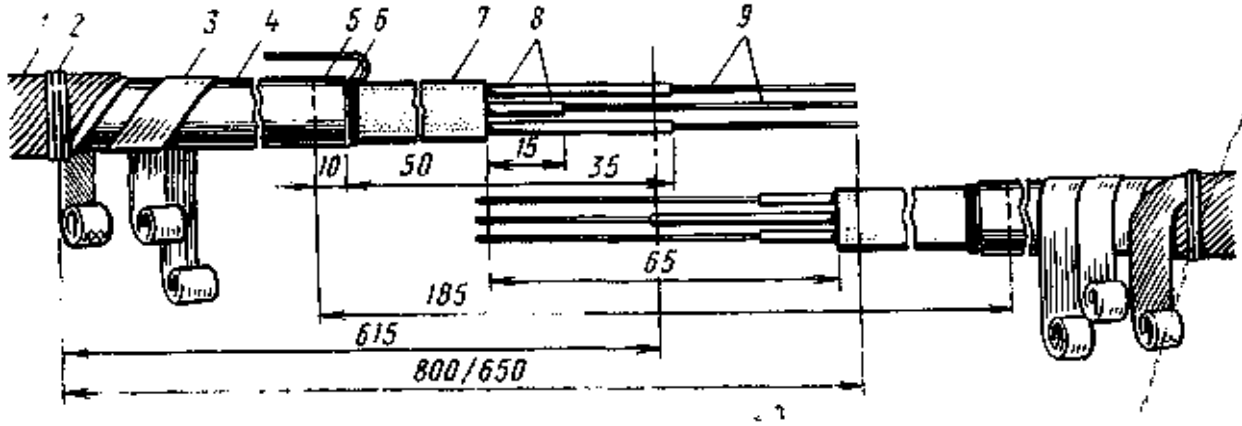


Рис. 7.86. Разделка концов одночетверочных кабелей ЗКП, ЗКВ при монтаже прямой муфты:

1 — пряжа; *2* — бандаж на пряже; *3* — броня; *4* — полиэтиленовая оболочка; *5* — участок удаления полиэтиленовой оболочки для припайки экранных лент; *6* — экран; *7* — заполнение; *8* — изоляция жил; *9* — жилы

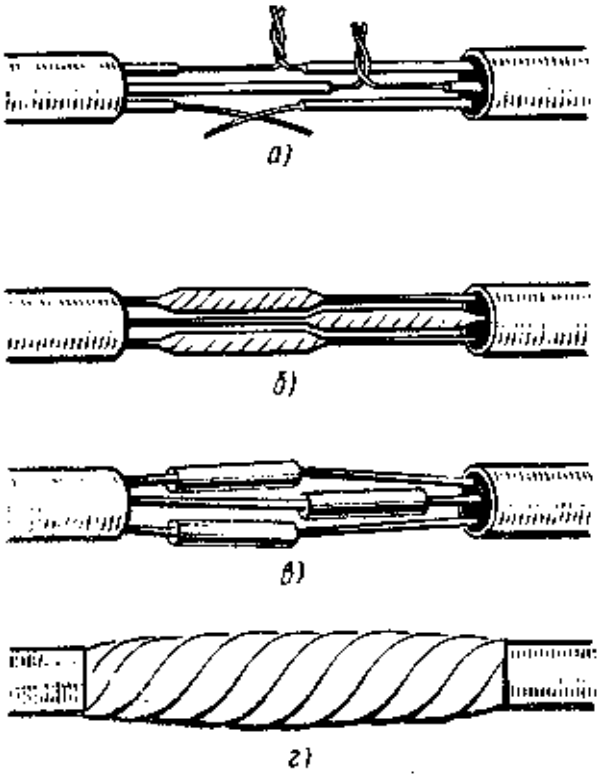


Рис. 7.87. Сращивание жил, их изоляции и упаковка сростка

а — скрутка жил, *б* — изоляция жил с помощью ЛПК и полиэтиленовых лент; *в* — изоляция скрутки жил гильзами; *г* — упаковка сростка

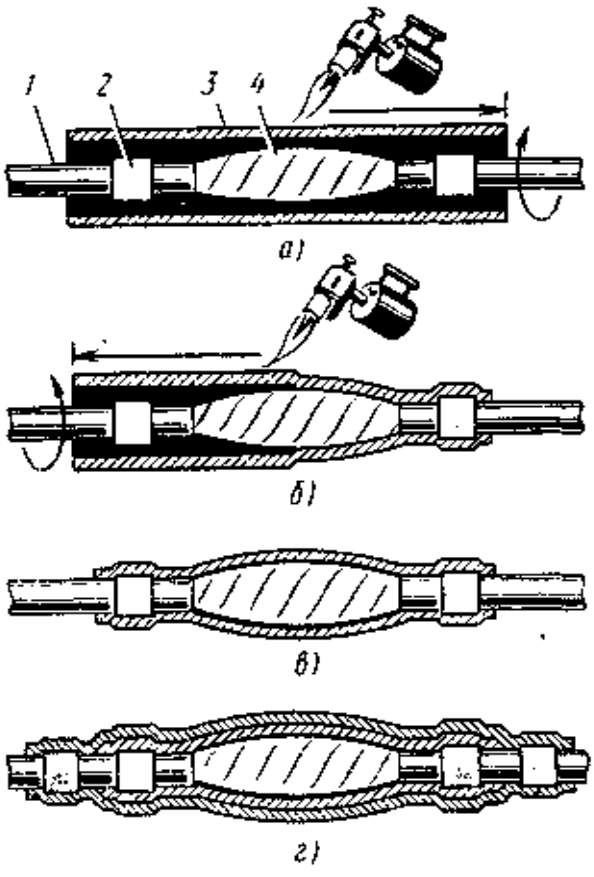


Рис. 7.88. Этапы монтажа кабеля с помощью ТУТ:

а — сросток сердечника с намотанными на оболочку лоясками из ленточного расплава ГИПК или сэвилена и надвинутой ТУТ; *б*, *в* — поочередная усадка ТУТ от середины сростка; *г* — усадка второй ТУТ;

1 — оболочка кабеля; *2* — поясок; *3* — ТУТ; *4* — сросток сердечника

температуре —5 ... +40 °С и не подвергаться прямому воздействию солнечных лучей. Монтаж кабелей с пластмассовыми оболочками при температуре окружающей среды ниже —5 °С следует производить в палатке (колодце), обогреваемой паяльными лампами.

Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, ЗКВ, КСПП с помощью ТУТ

Разделка и подготовка концов кабеля производится по размерам, приведенным на рис. 7.86, сращивание жил, их изоляция и упаковка смонтированного сростка муфты показаны на рис. 7.87, а этапы усадки ТУТ — на рис. 7.88. При сращивании пластмассовых оболочек кабеля одной ТУТ для повышения продольной герметизации сростка (стыка оболочки с концами трубки) применяются укороченные ее отрезки (рис. 7.89). При этом следует соблюдать требования о перекрытии концов нижележащей трубки (см. разд. 7.20).

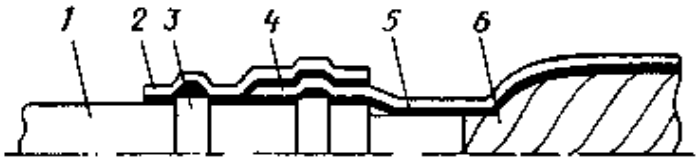


Рис. 7.89. Наложение укороченных ТУТ:
1 — оболочка кабеля; *2* — укороченная ТУТ; *3* — поясок из сэвилена; *4* — основная ТУТ; *5* — подклеивающий слой; *6* — сросток сердечника

Общий вид муфты, смонтированной комбинированным способом, показан на рис. 7.90.

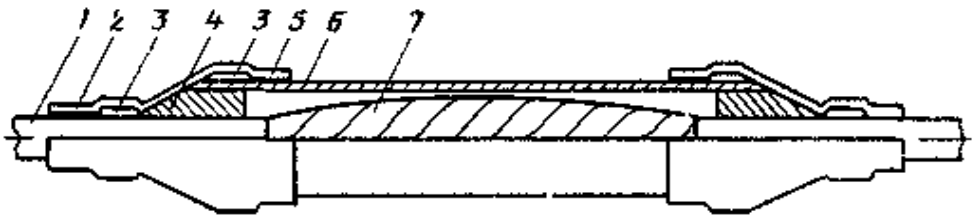


Рис. 7.90. Комбинированный способ монтажа с помощью полиэтиленовых деталей и ТУТ:
1 — оболочка кабеля; *2* — ТУТ; *3* — поясок; *4* — конус полиэтиленовый; *5* — подклеивающий слой; *6* — трубка полиэтиленовая; *7* — сросток сердечника

При монтаже симметрирующей муфты жилы сращиваются по заданному оператору; при необходимости включения элементов противосвязи к сросткам жил припаиваются концы выводных проводников (см. разд. 7.10).

Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, ЗКВ, КСПП битумными компаундами

Для монтажа муфт кроме обычных используются следующие приспособления, детали и материалы: перфоратор (рис. 7.91) для проделывания отверстий в экранных и бронелентах; чайник стальной сварной для нагревания битумного компаунда; муфта полиэтиленовая (рис. 7.92) для размещения сростка сердечника; гильзы полиэтиленовые тупиковые для изоляции сростков жил; лента поливинилхлоридная толщиной 0,1 ... 0,3 мм для скрепления кабелей; компаунд битумный для герметизации сростка; болт М3 с гайкой и пружинной шайбой для соединения экранных и бронелент; кронштейн трубчатый или проволочный подвес

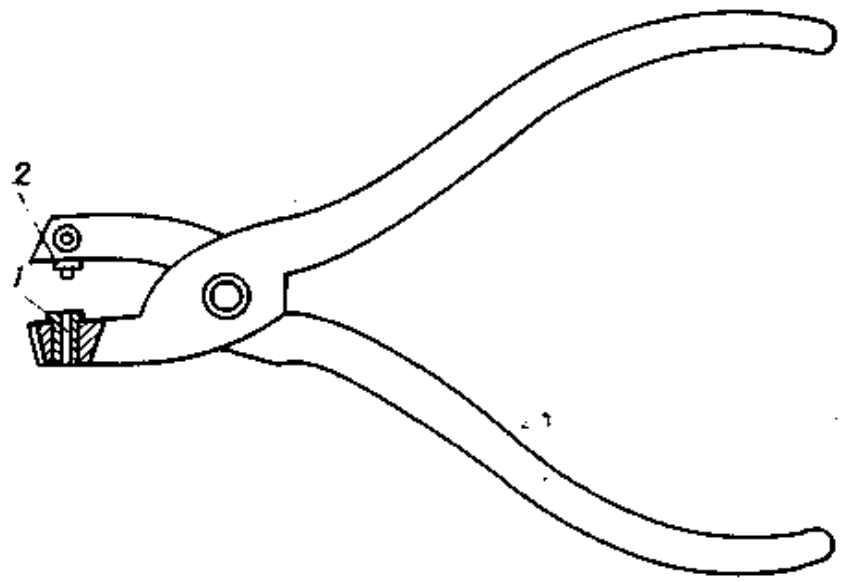
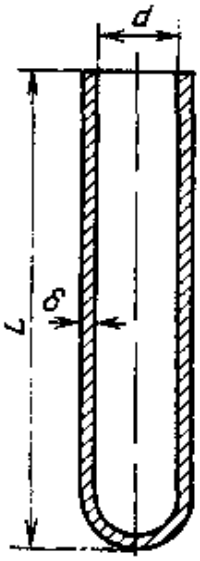


Рис. 7.91. Перфоратор:
1 — матрица; *2* — пуансон



Наименование	Размеры, мм		
	L	*d*	*δ*
Муфта	330	35	3 . . . 5
Гильза	50	6	0.5

Рис. 7.92. Полиэтиленовая муфта (тупиковая гильза)

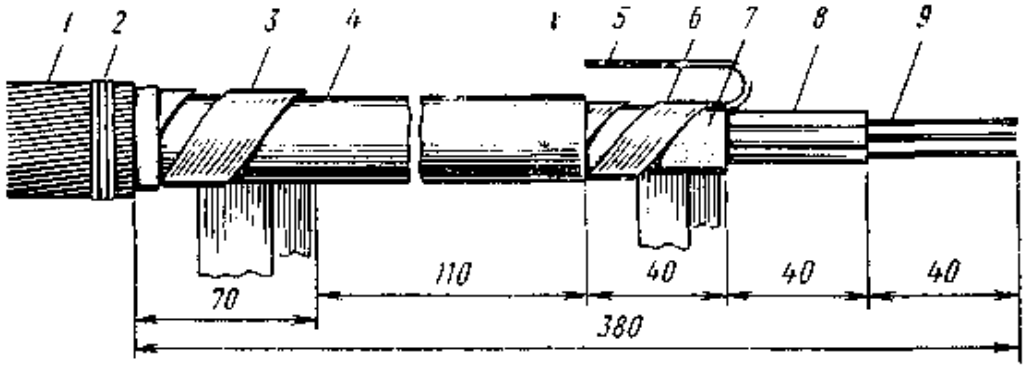


Рис. 7.93. Разделка концов кабеля ЗКП, ЗКВ (Б) 1×4×1.2 при монтаже муфт битумными компаундами.

1 — пряжа; *2* — бандаж на пряже; *3* — бронеленты; *4* — наружная оболочка; *5* — экранная проволока; *6* — экранные ленты; *7* — заполнение; *8* — полиэтиленовая изоляция; *9* — жилы

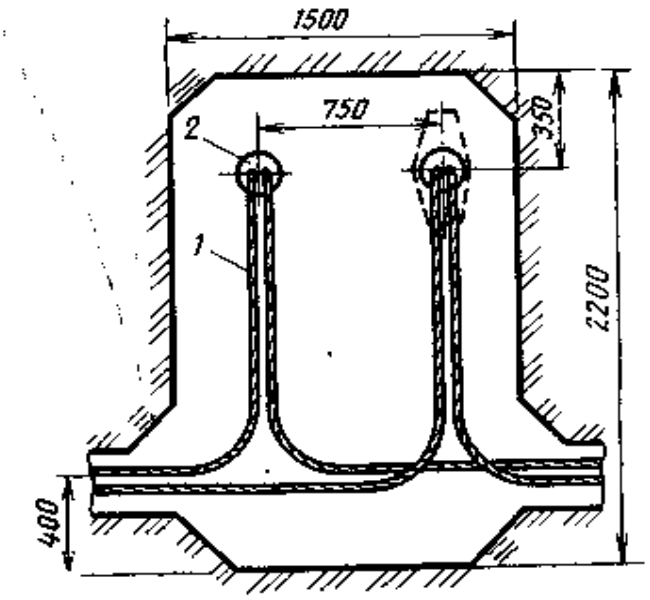


Рис. 7.94. Расположение кабелей и муфт в котловане:

1 — кабель; *2* — муфта (штрихом показано расположение чугунной муфты)

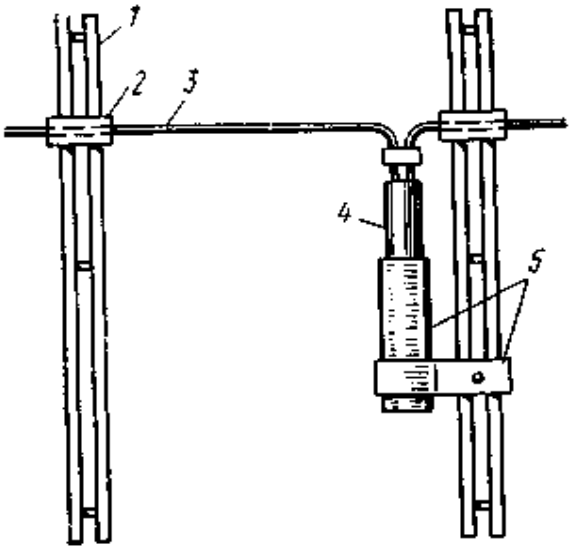


Рис. 7.95. Расположение муфты в колодце кабельной канализации:

1 — кронштейн; *2* — консоль; *3* — кабель; *4* — муфта полиэтиленовая; *5* — кронштейн трубчатый

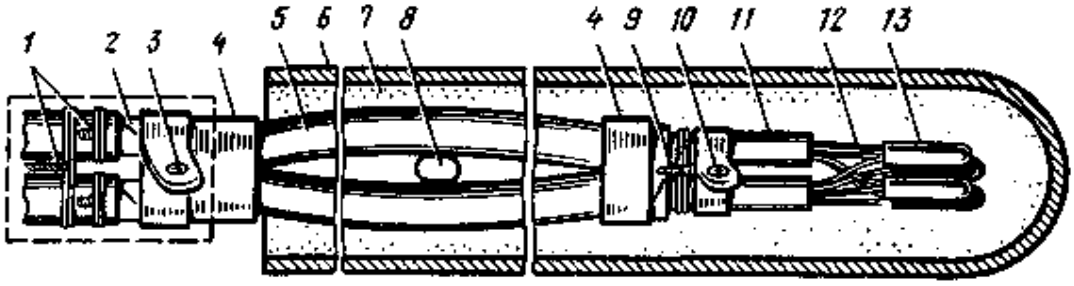


Рис. 7.96. Общий вид муфты, смонтированной битумными компаундами (в разрезе):

1 — бандаж; *2* — бронеленты; *3* — болт с гайкой и шайбой на броне; *4* — ПВХ ленты; *5* — кабель; *6* — муфта полиэтиленовая; *7* — компаунд битумный; *8* — вкладыш; *9* — проволоки экранные; *10* — болт с гайкой на экранных лентах; *11* — заполнение кабеля; *12* — жилы; *13* — гильзы (штрихом показан участок, подлежащий покрытию битумным компаундом на бронированном кабеле)

для крепления муфты в колодце кабельной канализации или на воздушной линии.

Размеры разделки концов кабеля приведены на рис. 7.93, выкладка кабеля и размещение муфт в котловане или колодце показаны на рис. 7.94 и 7.95. Муфта заливается на 2/3 ее высоты компаундом, температура которого должна быть, °С:

Б-1 и Б-2	80
МБМ-1	70
БР-20	90

Общий вид смонтированной муфты показан на рис. 7.96.

Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, КСПП методом сварки под слоем стеклоленты

Концы сращиваемых кабелей разделываются согласно размерам, указанным на рис. 7.86. После сращивания жил и упаковки сердечника ранее надвинутые на концы кабеля полиэтиленовые детали (рис. 7.97) сдвигаются на сросток, сты-

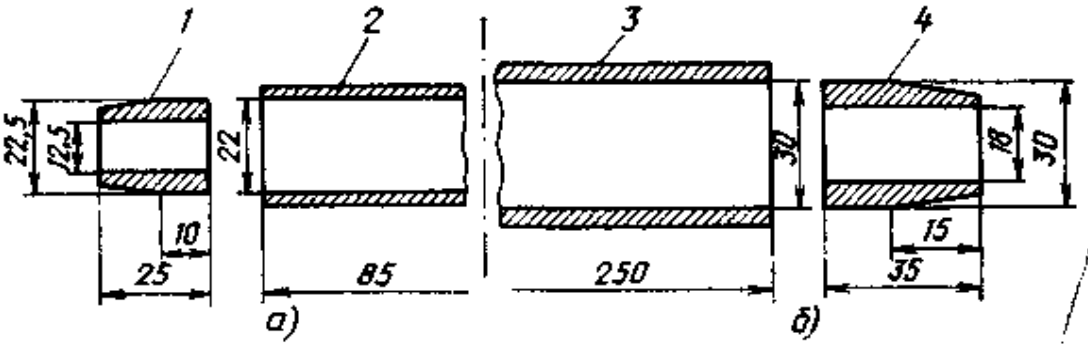


Рис. 7.97. Детали для монтажа кабеля типа ЗКП (Б) 1×4×1,2 методом сварки под слоем стеклоленты:

а — для полиэтиленового заполнения; *б* — для наружной оболочки;

1 — конус полиэтиленовый № 1; *2* — трубка полиэтиленовая № 1 для восстановления заполнения; *3* — трубка полиэтиленовая № 2 для восстановления наружной оболочки; *4* — конус полиэтиленовый № 2

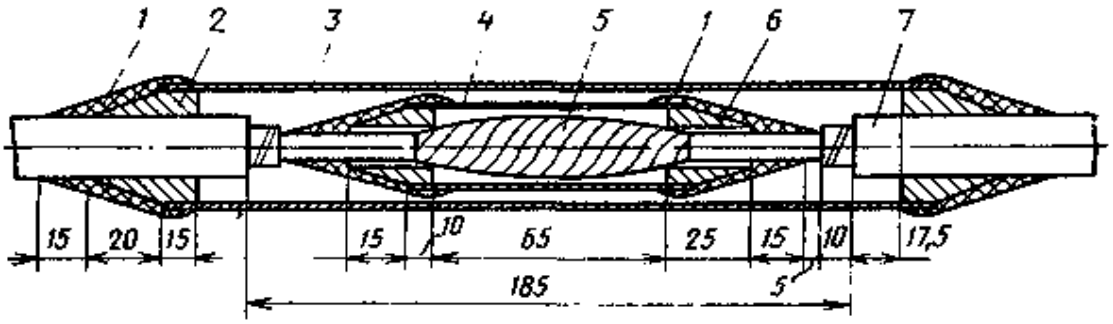


Рис. 7.98. Общий вид смонтированной муфты:

1 — намотанная и приваренная полиэтиленовая лента; *2* — конус полиэтиленовый № 2; *3* — трубка полиэтиленовая № 2; *4* — трубка полиэтиленовая № 1; *5* — сросток сердечника; *6* — конус полиэтиленовый № 1; *7* — наружная полиэтиленовая оболочка

ки конусов с оболочкой и трубкой обматываются полиэтиленовой лентой толщиной 0,1 ... 0,15 мм, шириной 10 ... 20 мм и одним-двумя слоями стеклоленты шириной 20 ... 25 мм. Место обмотки равномерно прогревают пламенем паяльной лампы до появления из-под стеклоленты расплавленного полиэтилена.

Общий вид смонтированной муфты показан на рис. 7.98.

Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП с помощью пресс-формы

Изоляция жил и полиэтиленовой оболочки восстанавливается за один прием путем опрессования сростка полиэтиленом, разогретым до вязко-текучего состояния. Для этого сращиваемые жилы отделяют друг от друга полиэтиленовыми крестовинами. В пресс-форму с зажатым срост-

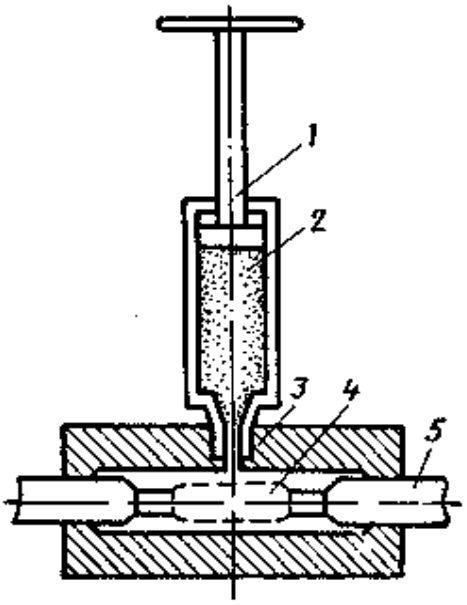


Рис. 7.99. Опрессование сростка расплавленным полиэтиленом:

1 — ручной пресс; *2* — расплавленный полиэтилен; *3* — пресс-форма; *4* — сросток сердечника; *5* — кабель

ком с помощью ручного пресса выдавливают разогретый полиэтилен, который сваривается с изоляцией жил и крестовиной в монолитную массу. На концах сростка при этом образуются герметичные пробки.

Опрессование сростка расплавленным полиэтиленом показано на рис. 7.99.

Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, КСПП холодным способом

Герметизация муфты производится путем многослойной обмотки сростка полиэтиленовыми лентами с промазкой липким полиизобутиленовым компаундом (см. табл. 7.31).

Монтаж прямой муфты показан на рис. 7.100. Размеры разделки показаны на рис. 7.100, *а*. Скрученные и пропаянные жилы изолируются полиэтиленовыми

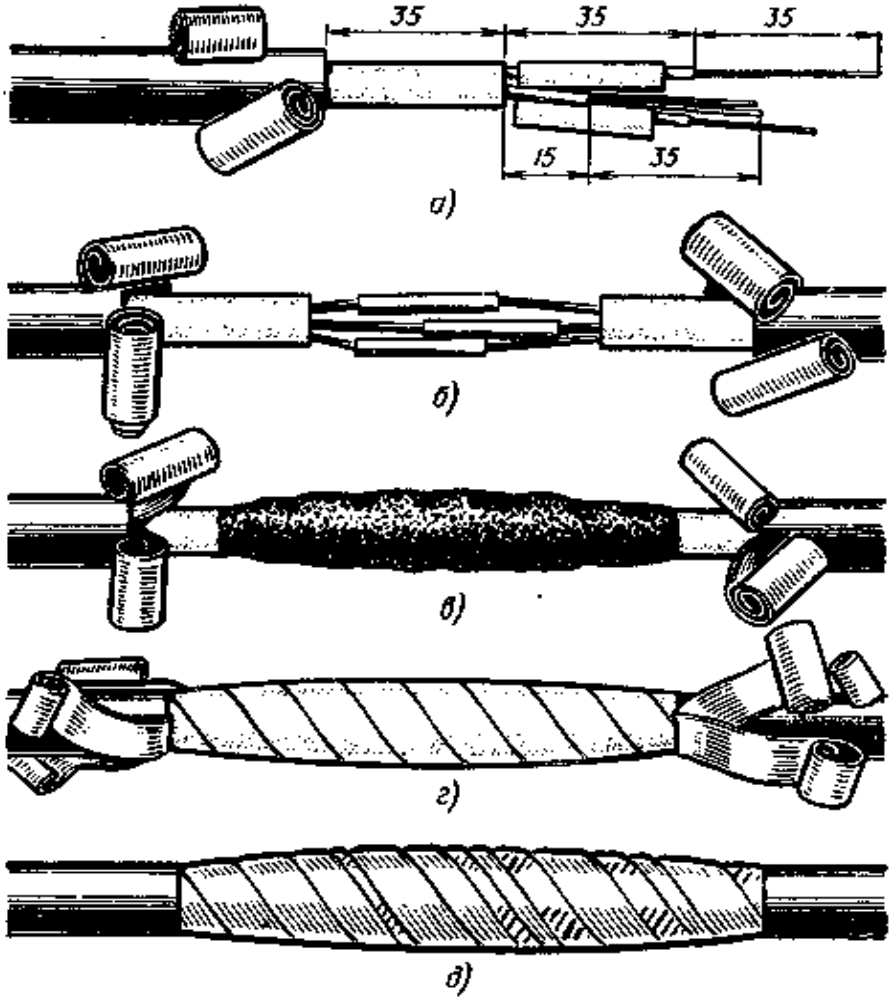


Рис. 7.100. Монтаж прямой муфты на кабеле ЗКП 1×4 холодным способом

гильзами (рис. 7.100, *б*), сросток обильно покрывается полиизобутиленовой массой (рис. 7.100, *в*), поверх которой плотно наматывается полиэтиленовая лента (рис. 7.100, *г*) с 50 %-ным перекрытием и нанесением между слоями тонкого слоя массы. Восстановление экрана осуществляется намоткой ранее свернутых в рулончики экранных муфт с 20 %-ным перекрытием (рис. 7.100, *д*). Поверх экрана сросток обматывается полиэтиленовыми лентами с промазкой полиизобу-

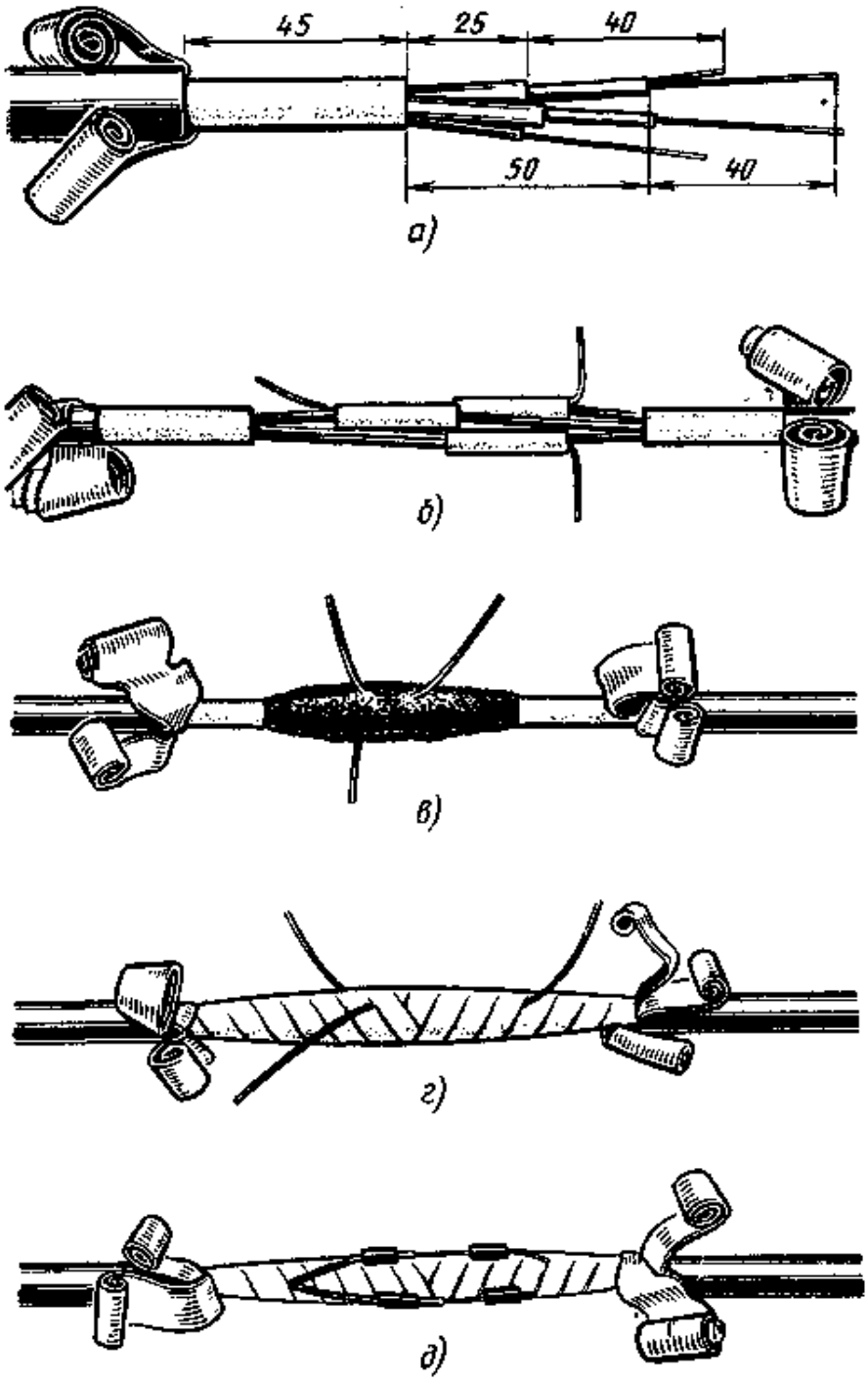


Рис. 7.101. Монтаж симметрирующей муфты на кабеле ЗКП:
а — разделка концов; *б* — сросток с выводными проводниками; *в* — наложение ЛПК; *г* — обмотка сростка полиэтиленовой лентой; *д* — расположение элементов симметрирования

тиленом с захватом наружной оболочки кабеля и укрепляется намоткой смоляной ленты.

Монтаж симметрирующей муфты холодным способом показан на рис. 7.101.

7.22. Монтаж кабелей с разнородными оболочками

При необходимости сращивания кабеля в пластмассовой оболочке с кабелем в свинцовой (металлической) оболочке применяются металлопластмассовые трубки (ТМП), состоящие из стальных трубок, на наружную поверхность которых методом горячего напыления нанесен слой полиэтилена (рис. 7.102, *а*). При соединении кабеля в полиэтиленовой оболочке, например, с кабелем в свинцовой оболочке полиэтиленовая оболочка сваривается с полиэтиленовым слоем трубки

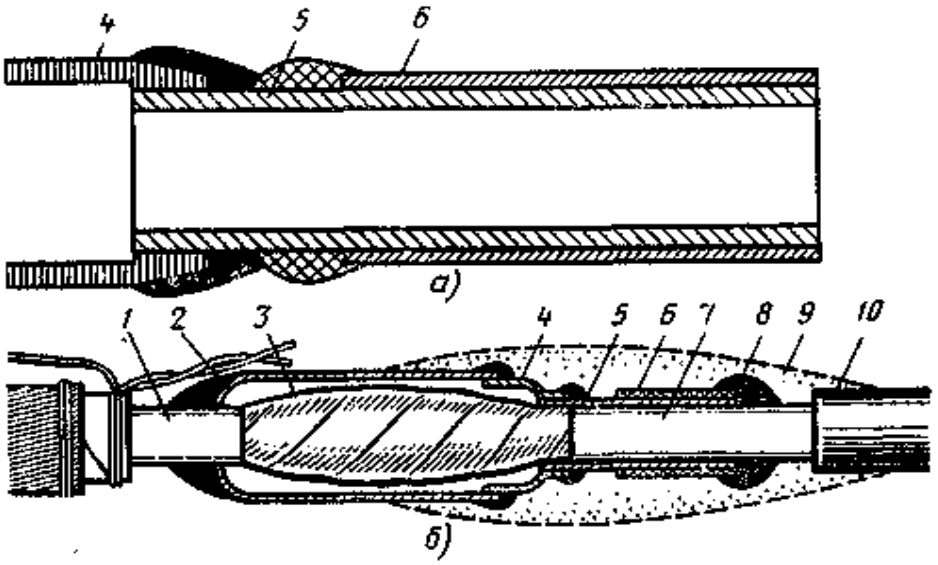


Рис. 7.102. Сращивание разнородных оболочек:

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

ТМП, а свинцовая оболочка кабеля с помощью свинцового конуса припаивается к стальной трубке.

На рис. 7.102, *б* показана смонтированная муфта на стыке кабеля в свинцовой оболочке с кабелем в двойной пластмассовой оболочке (полиэтиленовой и поливинилхлоридной). Место обреза наружной поливинилхлоридной оболочки и оголенные части стальной трубки защищаются двумя-тремя слоями ЛПК с полиэтиленовыми лентами.

7.23. Особенности монтажа кабелей с дополнительными экранами

Общие сведения

Для прокладки в зоне опасного влияния ЛЭП или контактной сети электрифицированных переменным током ж. д. используются кабели с пониженным 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 МКСЭБв

Для монтажа кабеля кроме обычных применяются материалы, приведенные в табл. 7.39. Данные о размерах разделки концов кабеля, а также типе свинцовых и чугунных муфт приведены в табл. 7.40. Разделка концов кабеля показана на рис. 7.103.

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.

Таблица 7.39

Специальные материалы, применяемые для монтажа кабеля 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	м	6
Мастика битумно-резиновая	МБР-90	ГОСТ 15836—70	кг	0,4
Цинково-оловянный припой	ЦОП	—	г	20
Липкий полиизобутиленовый компаунд	ЛПК	—	г	30

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 ЦОП на длине 35 ... 40 мм от отметок. Залуженные алюминиевые проволоки обрезают, разбивают на две равные части, укладывают с двух сторон свинцовой муфты, закрепляя бандажом из двух-трех витков медной проволоки диаметром 1,2 мм (рис. 7.104), и перепаивают припоем ПОССу-30 между собой и со свинцовой оболочкой, образуя на муфте гладкий кольцевой слой припоя.

Защитные покровы могут восстанавливаться одним из способов, описанных в разд. 7.20. Допускается также следующий способ восстановления защитных покровов: сросток покрывают тремя слоями разогретой МБР с обмоткой поверх каждого слоя пластмассовой лентой. Затем накладывают слой миткалевой или

Таблица 7.40

Размеры разделки концов кабеля МКСЭБв, типы свинцовых и чугунных муфт

Емкость кабеля	Тип муфты	Расстояние между обрезами, мм					Размеры свинцовой муфты, мм	Тип чугунной муфты
		пряжи	брони	подбронепокровных	пластмассовых лент	свинцовой оболочки		
4×4	Прямая	380	330	260	240	160	190×37	МЧ-50
	Симметрирующая	480	430	360	340	240	270 54	МЧ-65
7×4	Прямая	440	390	320	300	190	220×45	МЧ-65
	Симметрирующая	510	460	390	370	240	270×70	МЧ-75

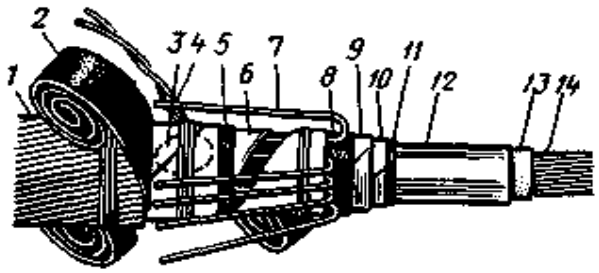


Рис. 7.103

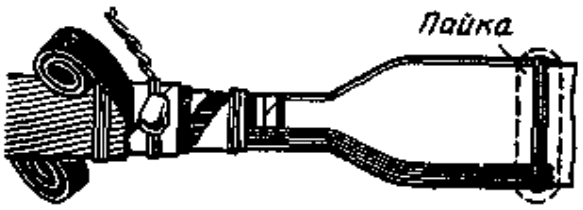


Рис. 7.104

Рис. 7.103. Разделка концов кабеля МКСЭБв:
1 — пряжа; *2* — ленты пластиковые; *3* — броня; *4* — бандаж; *5* — подушка подброневая; *6* — ленты алюминиевые; *7* — алюминиевые проволоки экрана; *8* — битум; *9* — ленты пластикатовые; *10* — ленты бумажные; *11* — битум; *12* — оболочка свинцовая; *13* — поясная изоляция; *14* — жилы

Рис. 7.104. Укладка экранных проволок и закрепление их бандажом

стеклоленты, пять слоев липкой поливинилхлоридной ленты шириной 30 мм с 30 %-ным перекрытием и вновь стеклолентой. Установка и заливка чугунной муфты производится обычным порядком.

Монтаж кабеля 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 экран над сростком не восстанавливается. Размеры разделки показаны на рис. 7.105. Восстановление защитных покровов на кабеле КМЭБ-4 осуществляется наложением трех слоем полиэтиленовых или поливинилхлоридных лент по слою МБР. Затем сросток обматывается слоем стеклоленты и защищается чугунной муфтой МЧ-75.

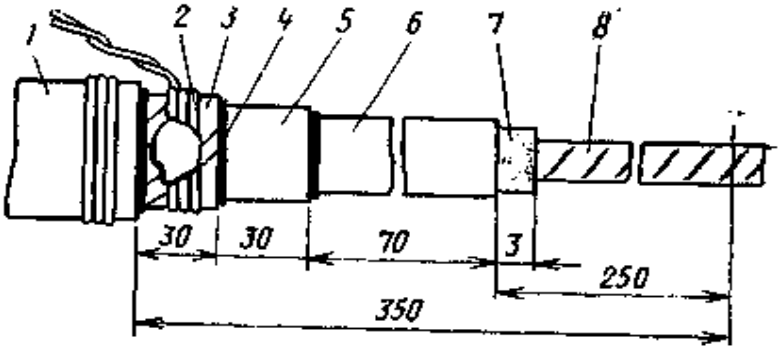


Рис. 7.105. Разделка концов кабеля КМЭБ-4:
1 — пряжа; *2* — бандаж; *3* — броня; *4* — битумный состав; *5* — ленты пластикатовые; *6* — оболочка свинцовая; *7* — алюминиевая оболочка (экран); *8* — поясная изоляция

Монтаж кабелей 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

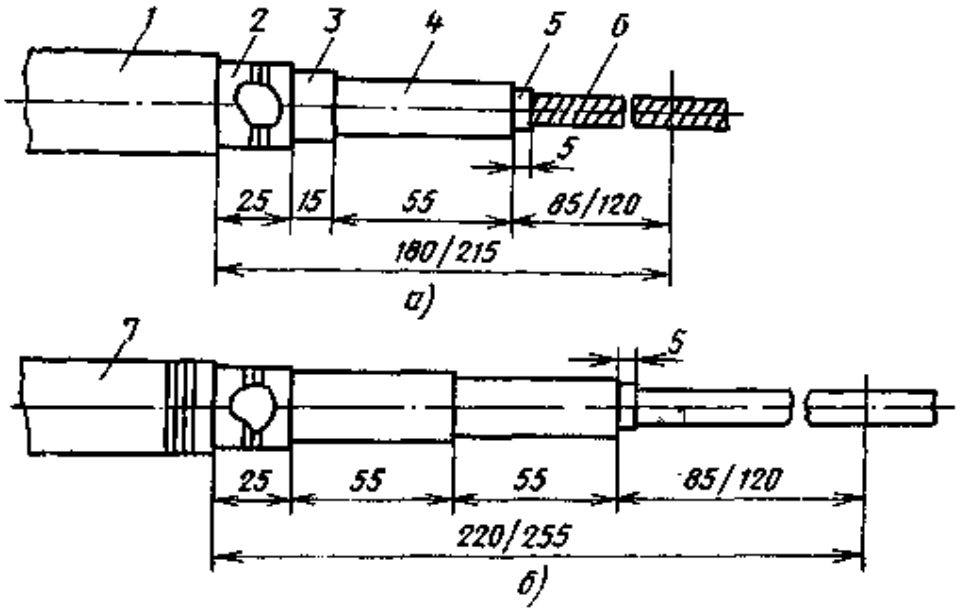


Рис. 7.106. Разделка концов кабелей МКСАСБпШи (*а*) и МКСАСБп (*б*):
1 - наружный шланг; *2* - броня; *3* - внутренний шланг; *4* - свинцовая оболочка; *5* - алюминиевая оболочка; *6* - сердечник кабеля; *7* - пряжа (в числителе указаны размеры для прямой муфты, в знаменателе - для симметрирующей)

симметрирующей — муфта с отрезными конусами, как на кабеле в свинцовой оболочке. Для механической защиты применяются соответственно муфты МЧ-65 и МЧ-75. Разделка концов кабеля показана на рис. 7.106.

Изолирующие покровы восстанавливаются так же, как при монтаже кабелей в алюминиевой оболочке.

7.24. Монтаж кабелей с круглой проволочной броней

Общие сведения

Кабели с круглой проволочной броней (покров типа К) прокладываются через реки, водоемы, глубокие (более 2 м) водонасыщенные болота, в районах распространения вечномерзлых грунтов, на уклонах более 45 °, в смещающихся грунтах и других местах с повышенной растягивающей нагрузкой. 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 — замыва 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.

Монтаж подводных кабелей отличается от монтажа подземных кабелей способом сращивания брони. В зависимости от способа прокладки кабеля, времени выполнения работ, глубины водного бассейна, его гидрологической характеристики и других местных условий монтаж муфт на подводной части трассы выполняется одним из следующих способов.

на плавучем средстве после прокладки одной из сращиваемых длин в подводную траншею перед прокладкой следующей строительной длины, при этом смонтированная муфта опускается под воду одновременно с началом прокладки следующей длины кабеля;

на плавучем средстве после прокладки обоих сращиваемых отрезков кабеля, при этом подлежащие сращиванию концы фиксируются буями;

на плавучем средстве путем сращивания нескольких строительных длин и намотки их вместе с муфтами на специальный барабан большого диаметра, с которого производится укладка кабеля и муфт в подводную траншею;

на льду после прокладки кабеля вдоль продольной проруби или после прокладки одной из сращиваемых длин в подводную траншею — перед прокладкой следующей строительной длины.

Укладка муфты в подводную траншею (на дно водоема, в подводный котлован) производится с выкладкой запаса кабеля против течения. Сердечник и оболочка подводного кабеля сращиваются так же, как на подземном кабеле данного типа. При прокладке на переходах через водные преграды двух кабелей (основного и резервного — по разным створам) в каждый из них включается примерно 50 % связей.

Сращивание проволочной брони кабелей производится одним из следующих способов: безмуфтовым соединением проволок; стяжными защитными муфтами; стальными втулками.

Безмуфтовое соединение проволочной брони

При безмуфтовом соединении проволочной 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 надброневого покрова. Бандажи накладываются с помощью клетневки, изготовленной из березы, граба или клена. Процесс сращивания проволочной брони показан на рис. 7.107—7.110.

Защитные стяжные муфты

На рис. 7.111 — 7.113 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 бандажей и удаления пряжи 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 бандажа наматывают несколько слоев кабельной ленты с таким расчетом, чтобы диаметр обмотанного бандажа был равен внутреннему диаметру конуса. На бандажи, сделанные с обоих концов сростка, надвигают конусы, временно вставляют в их отверстия стяжные болты и закрепляют гайками. Броневые проволоки отгибают, укладывая их в прорези конуса, и закрепляют временным бандажом. Затем сдвигают прижим к конусу и плотно скрепляют гайками. Временный бандаж удаляют и концы проволок отгибают к прижиму, плотно закрепляя их с помощью кольца. Излишнюю длину проволок удаляют. На сросток устанавливают защитный кожух и заливают его битумной массой.

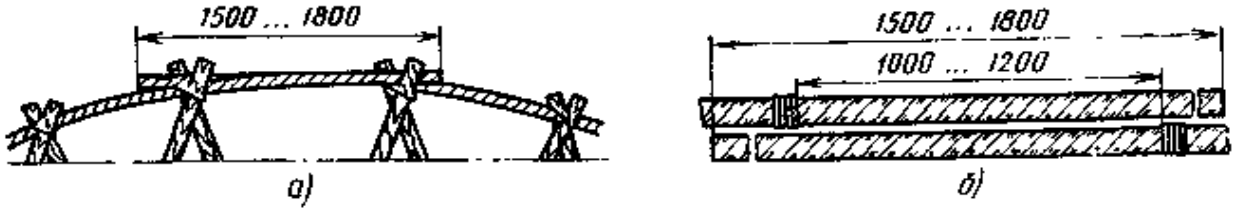


Рис. 7.107. Укладка концов кабеля на монтажные козлы (*а*) и закрепление наружного покрова бандажами (*б*)

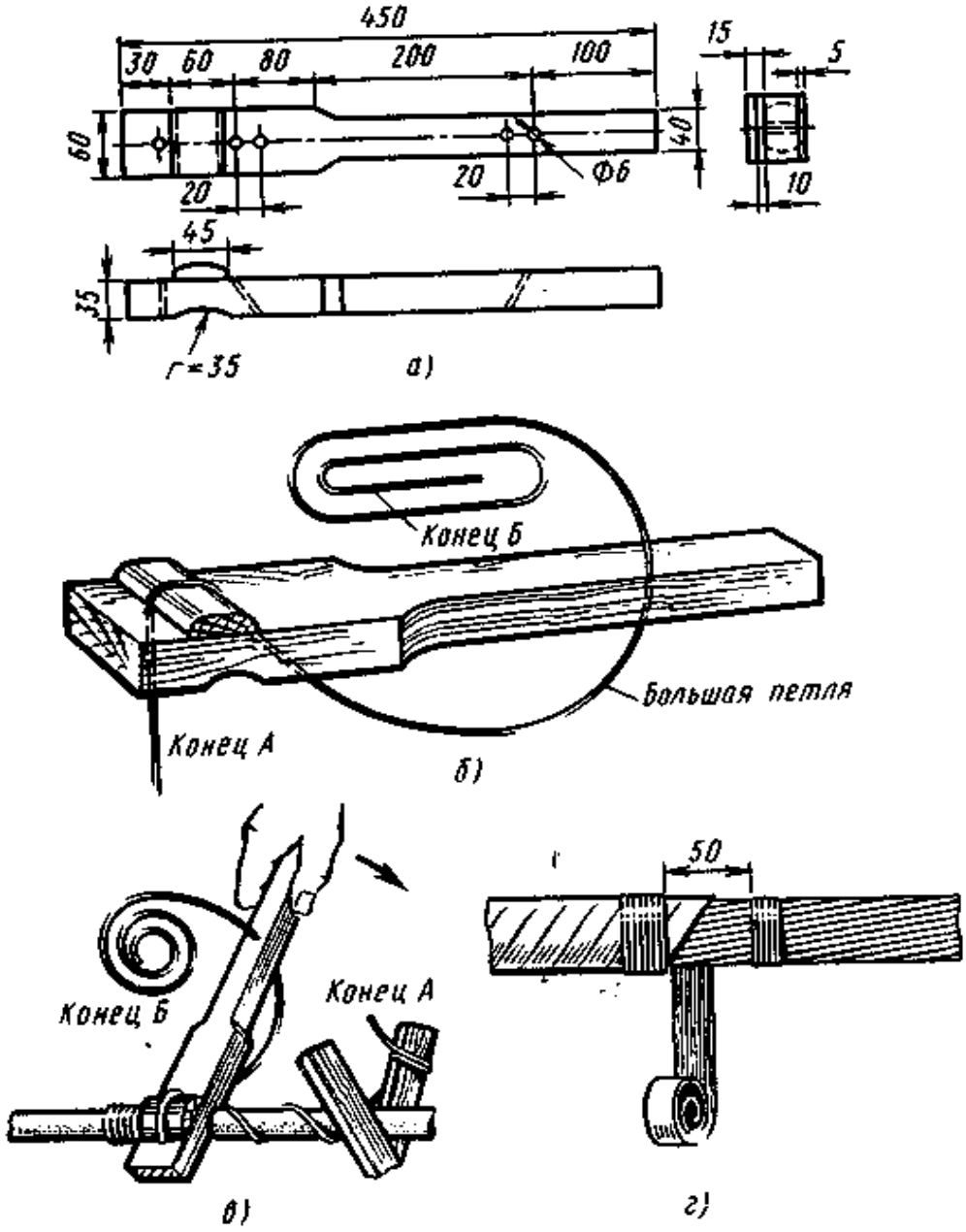


Рис. 7.108. Наложение бандажей с помощью клетневки:
а — клетневка; *б* — вид клетневки с заправленной проволокой; *в* — наложение бандажа; *г* — размотка наружной пряжи

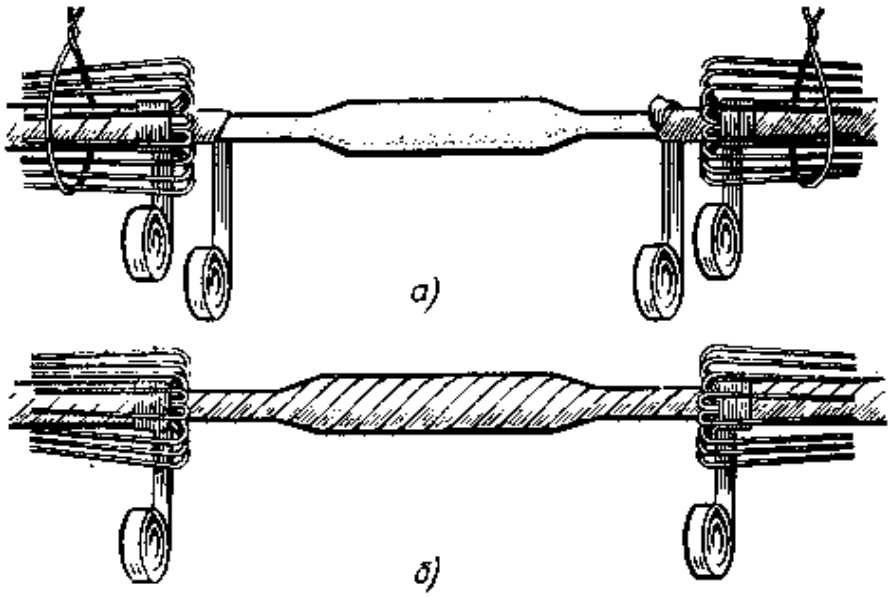


Рис. 7.109. Разделка концов кабеля с проволочной броней и запайка свинцовой муфты (*а*); восстановление подбронёвой подушки (*б*)

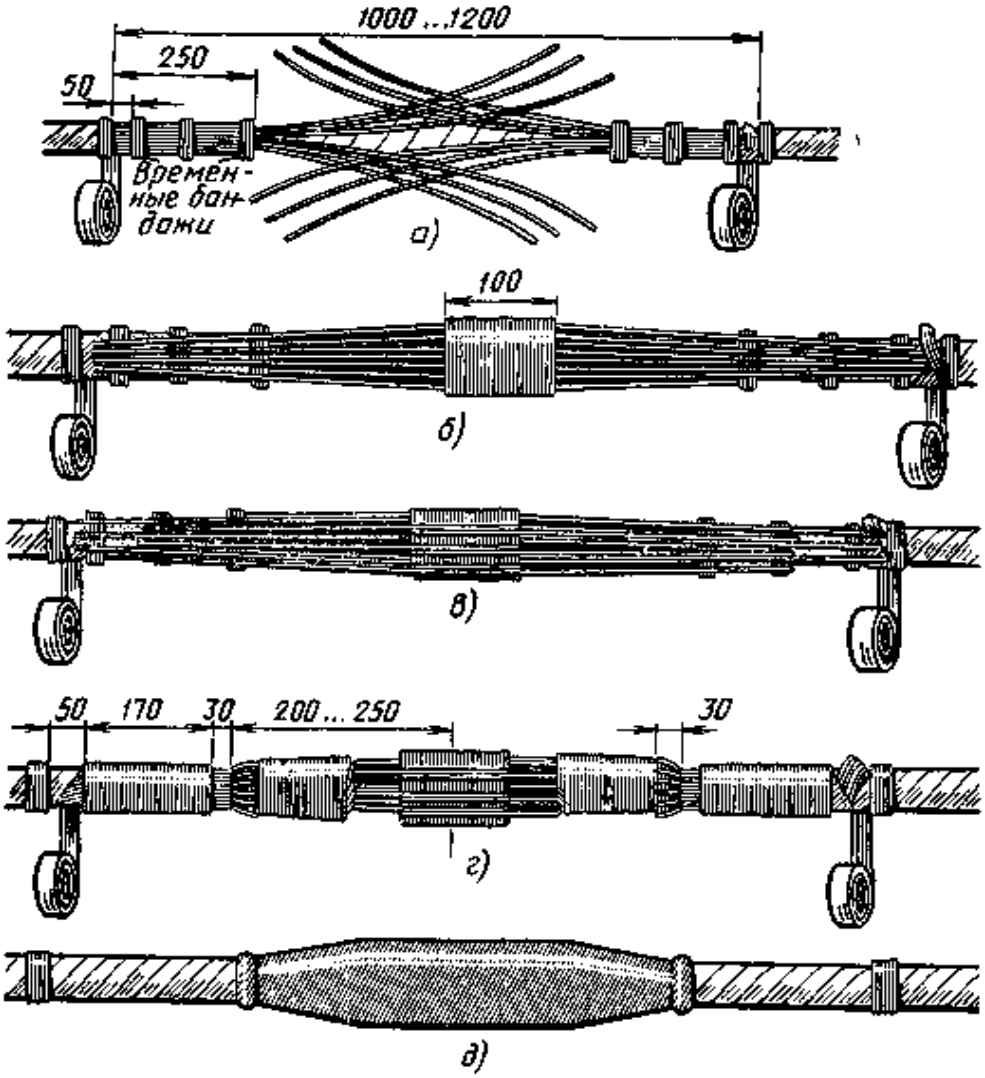


Рис. 7.110. Восстановление брони:

а — укладка проволок брони и закрепление их временными бандажами; *б* — укладка броневых проволок вокруг сростка и наложение среднего бандажа; *в* — укладка броневых проволок поверх среднего бандажа; *г* — наложение боковых бандажей и заделка концов броневых проволок; *д* — общий вид сростка проволок перед покрытием битумной массой

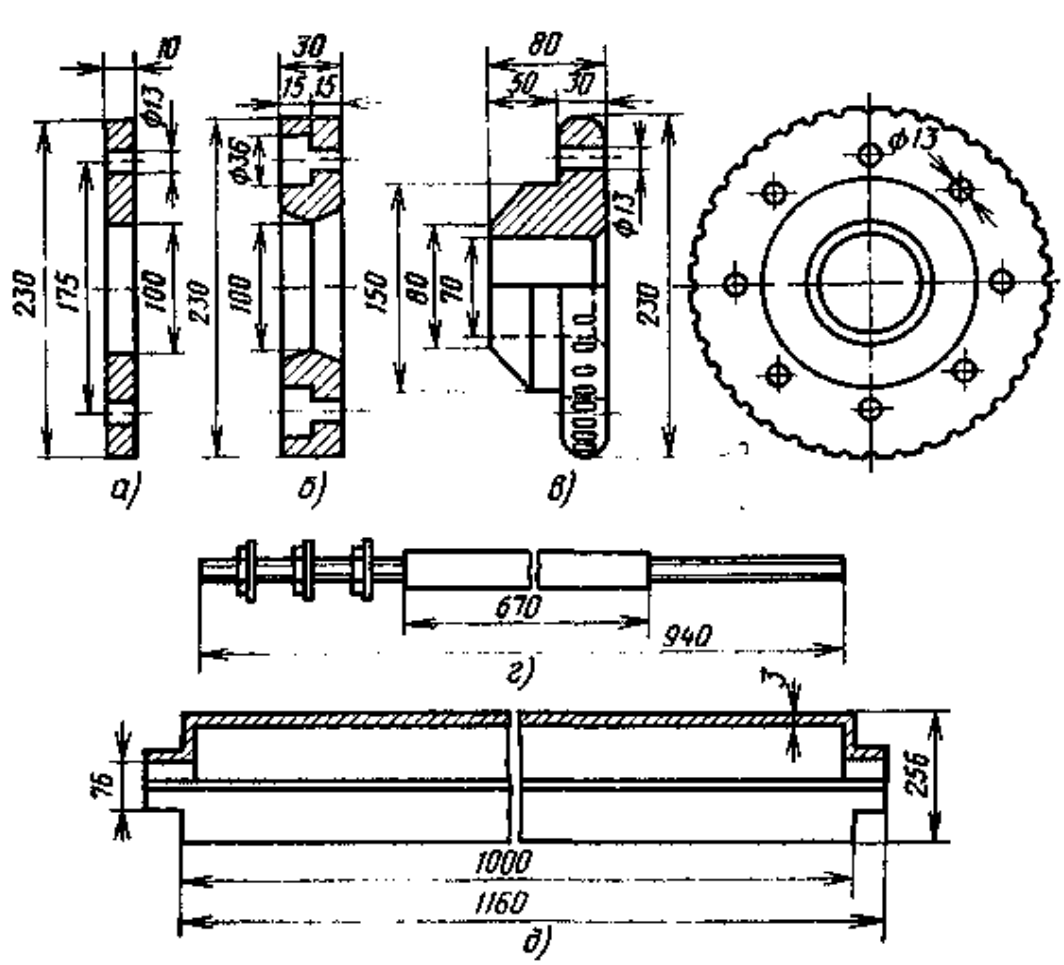


Рис. 7.111. Детали стяжной муфты для кабеля КМК-8/6:
а — кольцо; *б* — прижим; *в* — конус; *г* — стяжной болт с шайбами и гайками; *д* — защитная муфта

На рис. 7.114 и 7.115 показан монтаж стальной защитной муфты, состоящей из двух половинок, стягиваемых четырьмя болтами.

Для закрепления проволочной брони кабеля муфта имеет два грушевидных вкладыша и два стальных кольца. Вкладыши имеют прорези для броневых проволок.

Монтаж вкладышей осуществляется следующим образом. Бандаж из мягкой двухмиллиметровой оцинкованной проволоки, наложенной с помощью 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 распо-

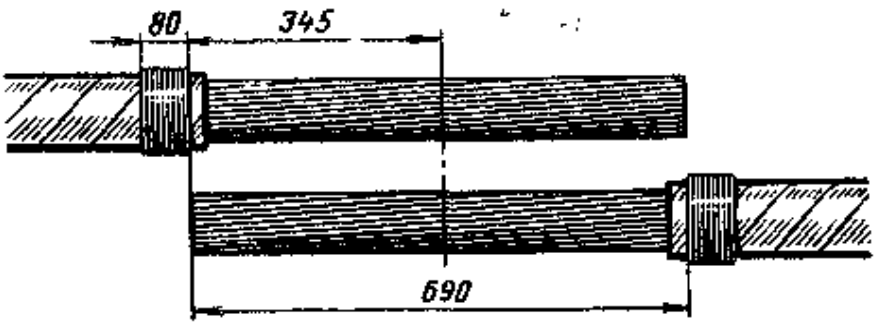


Рис. 7.112. Разделка концов кабеля КМК-8/6

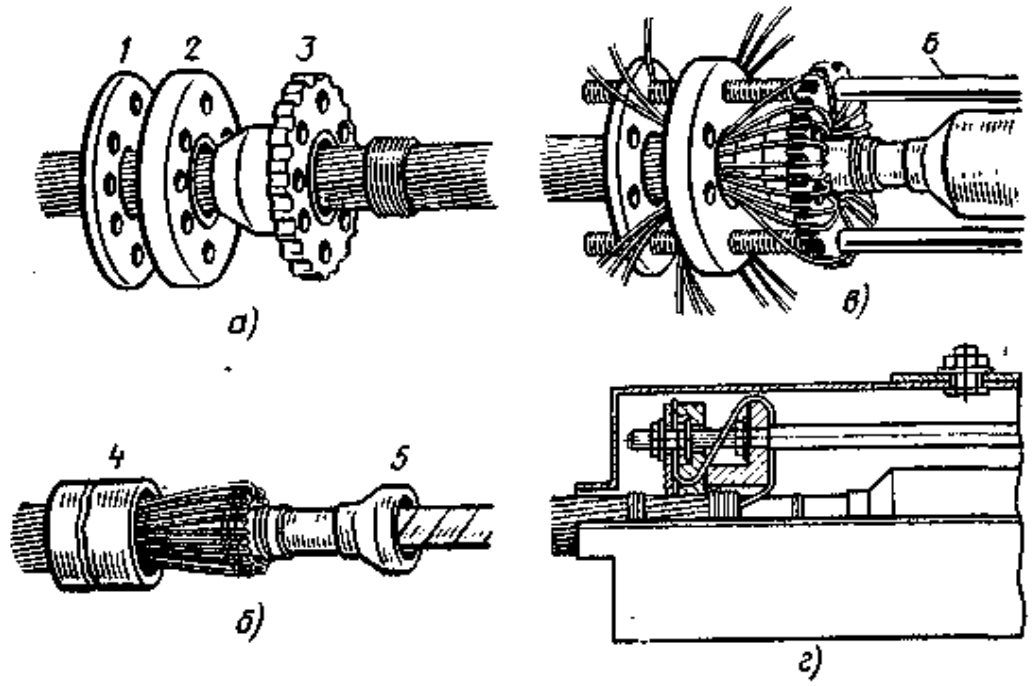


Рис. 7.113. Монтаж стяжной муфты:
а — установка деталей стяжки; *б* — загиб проволок и установка деталей свинцовой муфты; *в* — заделка проволок брони; *г* — установка защитной муфты;
1 — кольцо; *2* — прижим; *3* — конус; *4* — свинцовый цилиндр; *5* — свинцовый конус; *6* — болт стяжной

ложенными броневыми проволоками, плотно уложенными в прорези вкладыша и под кольцо. Затем поочередно отгибают и укладывают в прорези 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.

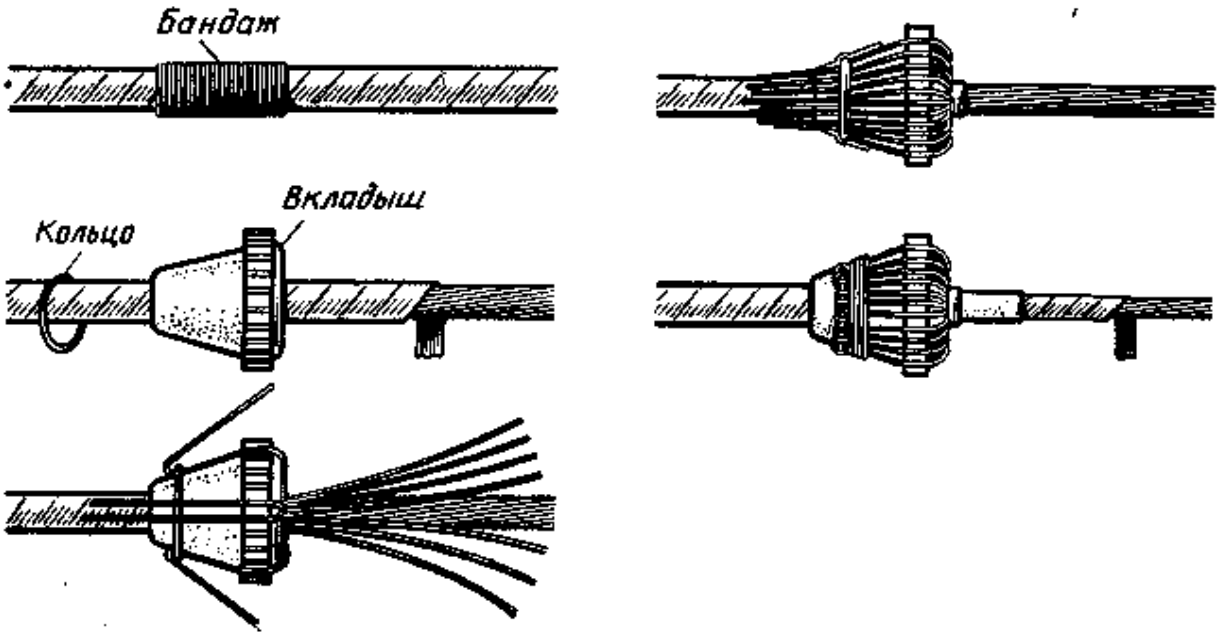


Рис. 7.114. Закрепление брони на вкладыше защитной муфты

Рис. 7.115. Положение вкладышей в защитной муфте

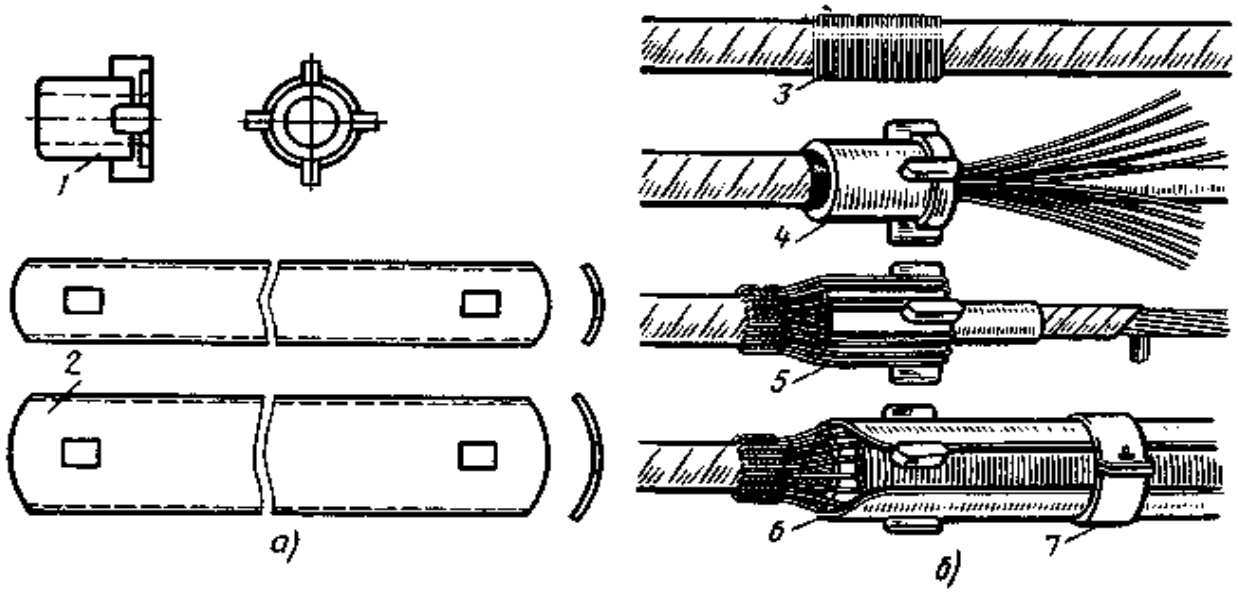


Рис. 7.116. Стяжная муфта с применением стальных пластин:
а — детали для монтажа; *б* — технология работ;
1 — стальной вкладыш; *2* — стальная пластина; *3* — проволочный бандаж; *4* — установка вкладыша; *5* — разделка проволок брони на вкладыше; *6* — установка пластин; *7* — крепление пластин

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.

Смонтированная чугунная муфта заливается массой кабельной битумной МКБ или битумом № 3.

На рис. 7.116 показан метод монтажа защитной муфты стальными пластинами.

Монтаж кабелей с помощью стальных втулок

Для сращивания (закрепления) проволочной брони применяются две стальные втулки, форма и размеры которых в зависимости от типа кабеля, подлежащего монтажу, показаны на рис. 7.117.

До разделки концов на один из них надвигаются обе втулки, а также детали для восстановления изолирующих покровов (ТУТ, пластмассовые муфты и т. п.).

Разделка концов кабелей КМКпШп-4 и КМАКпШп-4 показана на рис. 7.118. Монтаж сердечника кабеля, сращивание оболочки и восстановление подбронезой

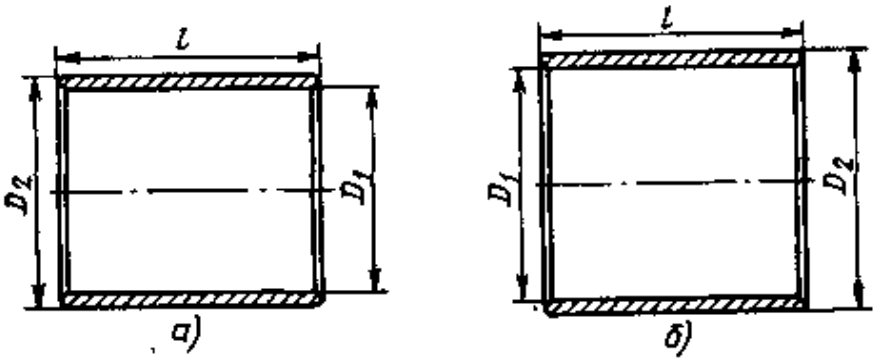


Рис. 7.117. Стяжные стальные втулки:
а — нижняя; *б* — верхняя

Тип кабеля	Размеры втулки, мм					
	нижней			верхней		
	D_1	D_2	l	D_1	D_2	l
КМКпШп-4	90	95	100	105	110	90
КМАКпШп-4	85	90	100	100	105	90
ВКПАКпШп	38	43	70	49	54	70

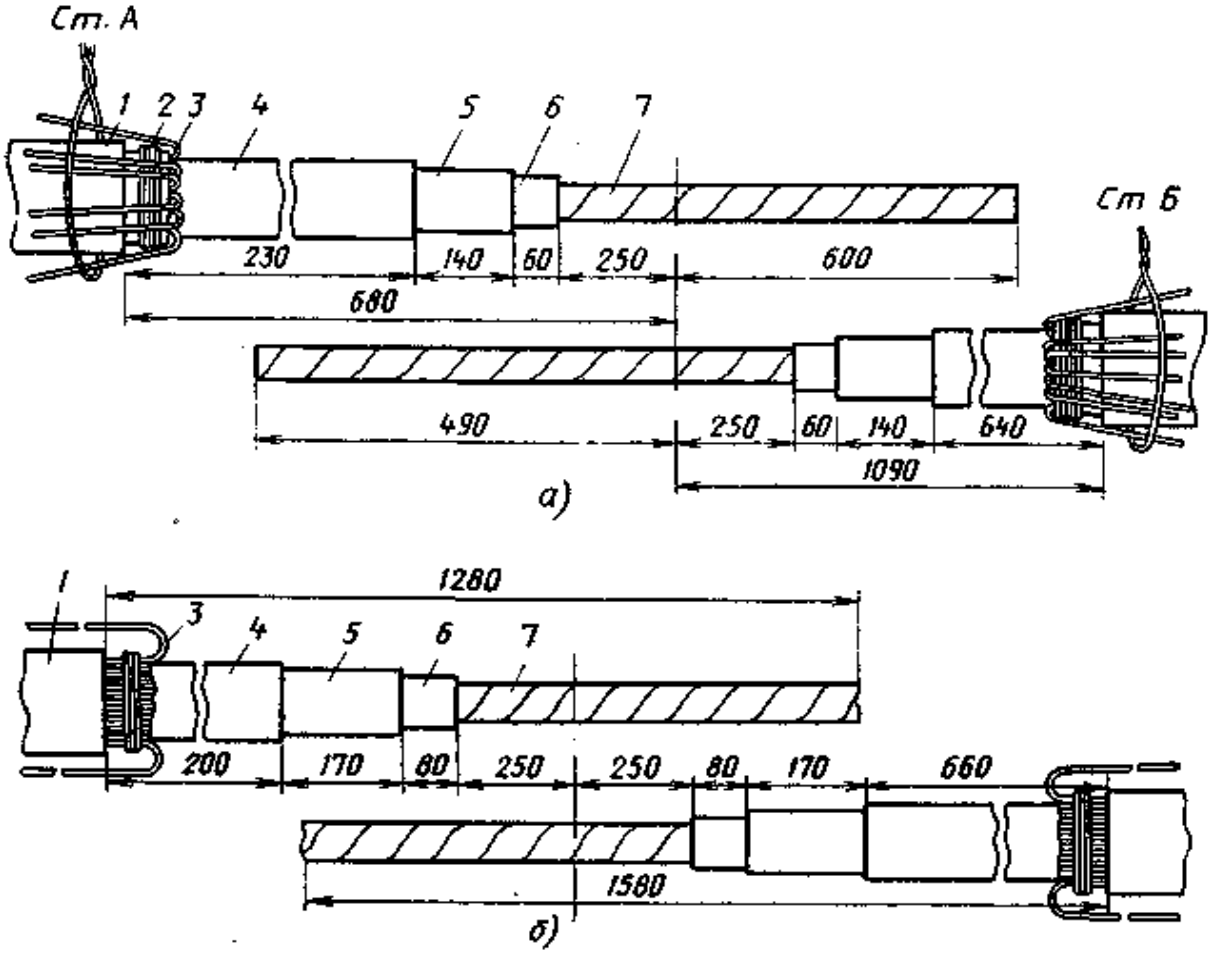


Рис. 7.118. Разделка и подготовка концов кабелей КМКпШп-4 (*а*) и КМАКпШп-4 (*б*):
1 — наружный шланг; *2* — бандаж; *3* — проволоки брони; *4* — подброневая подушка; *5* — внутренний шланг; *6* — свинцовая оболочка; *7* — поясная изоляция

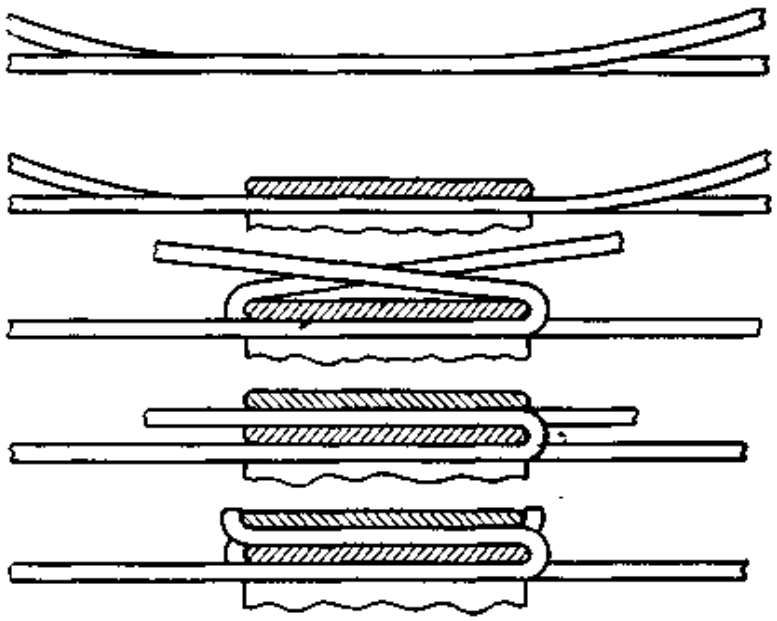


Рис. 7.119. Укладка и закрепление проволок брони с помощью стальных втулок

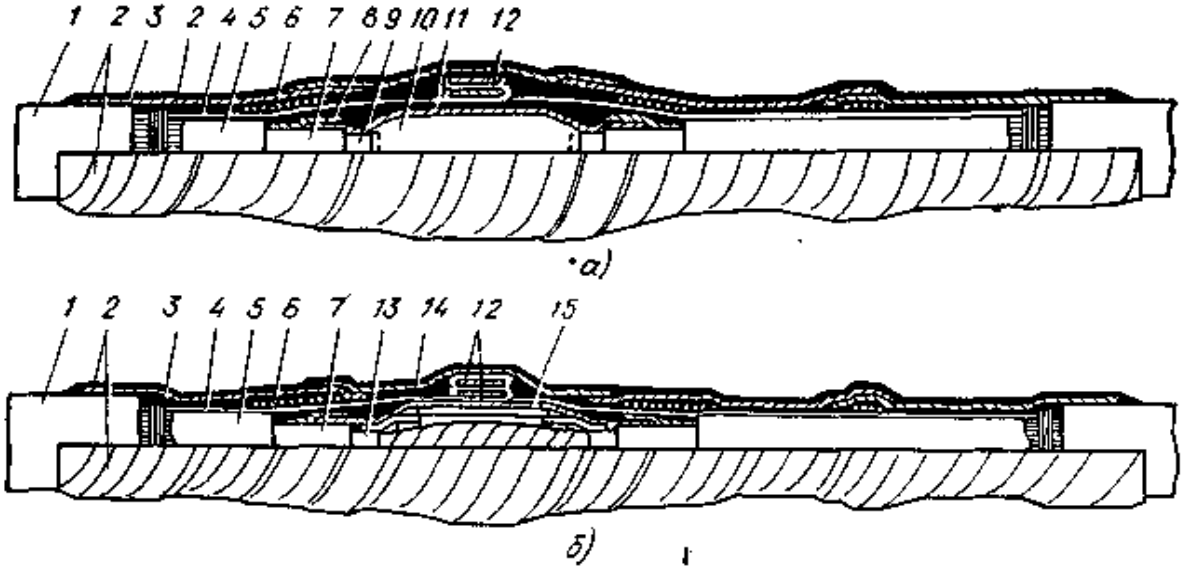


Рис. 7.120. Общий вид муфт, смонтированных на кабеле КМКпШп-4 (*а*) и КМАКпШп-4 (*б*): *1* — шланг наружный; *2* — лента кабельная; *3* — ТУТ 120×36×650; *4* — проволоки брони; *5* — подушка; *6* — бандаж поверх проволок брони; *7* — внутренний шланг; *8* — ТУТ 90×36×150; *9* — оболочка свинцовая; *10* — муфта свинцовая; *11* — ТУТ 90×36×725; *12* — стальные втулки; *13* — алюминиевая оболочка; *14* — конус свинцовый; *15* — свинцовый цилиндр

подушки производятся обычными способами. Затем выпрямляются и укладываются вдоль кабеля по окружности проволоки брони таким образом, чтобы каждая проволока одного конца кабеля располагалась между двумя смежными проволоками другого конца.

Закрепление проволок на стальных втулках показано на рис. 7.119, а общий вид смонтированных муфт (две муфты и два кабеля) — на рис. 7.120.

Монтаж кабеля ВКПАПкШп

Для монтажа кроме обычных применяются детали и приспособления, показанные на рис. 7.117, 7.121—7.123.

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей показаны на рис. 7.124. Сращивание сердечника кабеля (до внешнего проводника включительно) производится в соответствии с разд. 7.14. Затем сросток обматывается с захватом внутренней полиэтиленовой оболочки тремя-четырьмя слоями полиэтиленовой липкой ленты с 50%-ным перекрытием. На сросток надвигается полиэтиленовая трубка

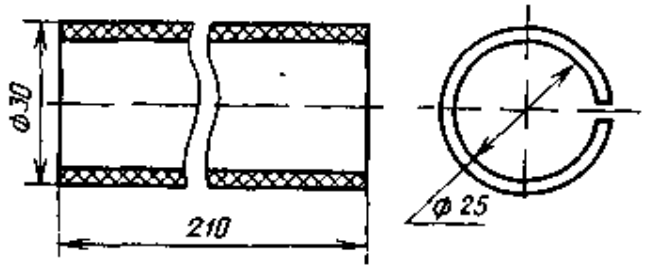


Рис. 7.121. Трубка полиэтиленовая с продольным разрезом

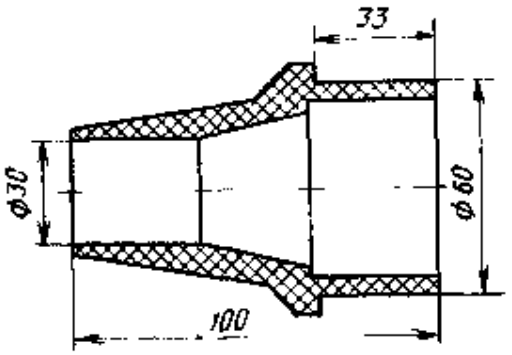


Рис. 7.122. Конус полиэтиленовый

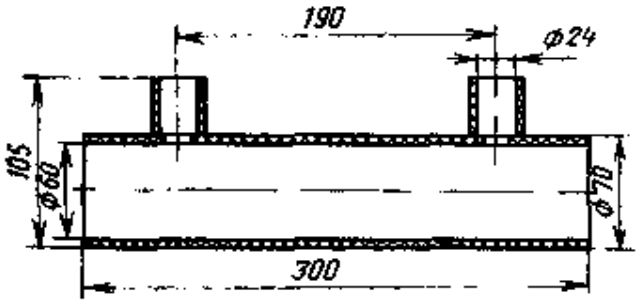


Рис. 7.123. Трубка полиэтиленовая с двумя патрубками для монтажа кабеля ВКПАПкШп

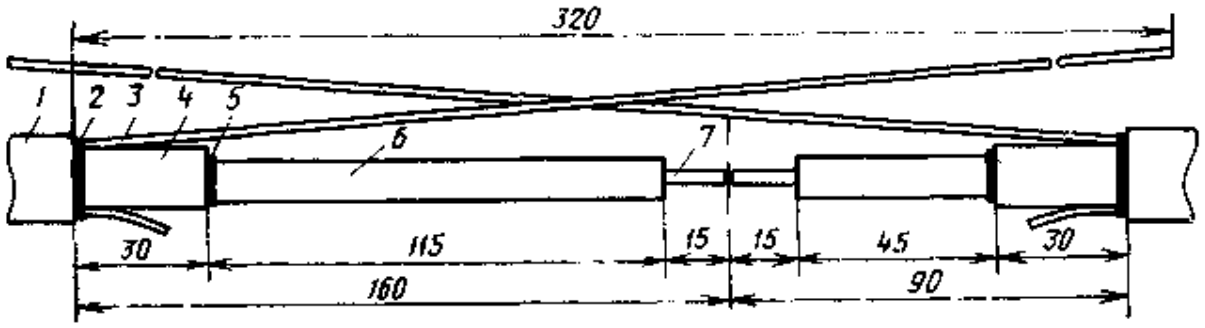


Рис. 7.124. Разделка концов кабеля ВКПАПкШп:

1 — наружный шланг; *2* — битум; *3* — проволоки брони; *4* — внутренний шланг; *5* — битум; *6* — внешний проводник; *7* — внутренний проводник

с продольным разрезом (рис. 7.121), концы которой свариваются с внутренней полиэтиленовой оболочкой кабеля прогревом сквозь стеклоленту (см. разд. 7.20). Продольный разрез трубки заваривается путем обмотки ее двумя-тремя слоями полиэтиленовой ленты и прогрева сквозь стеклоленту. Проволоки брони закрепляются стальными втулками. Наружная полиэтиленовая оболочка восстанавливается с помощью деталей, показанных на рис. 7.122 и 7.123. После сварки конусов с оболочкой и трубкой муфта заливается битумной массой, разогретой до температуры 90 ... 100 °С.

Раздел 8

Монтаж кабелей местных сетей связи

8.1. Состав монтажных работ

Монтаж кабелей местных сетей связи включает в себя следующий комплекс основных работ:

а) сращивание пролетов, строительных длин, участков проложенных и подвешенных 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 воздушное 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 повреждений монтируемых кабелей.

В настоящем разделе рассматриваются только вопросы, относящиеся к пп. а) и б). Вопросы, относящиеся к п. в), рассматриваются в разд. 12; к п. г) — в разд. 13 и 14, а к п. д) — в разд. 10 и 11 данного справочника.

8.2. Краткие характеристики способов монтажа кабелей местных сетей связи

Монтаж кабелей в свинцовых оболочках с медными жилами в бумажной изоляции (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 прошпаривается 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 в свинцовых оболочках под стальными лентами брони с медными жилами в бумажной изоляции (марки ТБ). При монтаже кабеля марки ТБ выполняются те же операции, что и при монтаже кабеля марки ТГ, но, кроме того, броневые ленты и джут (кабельная пряжа) закрепляются проволочными бандажами, а на свинцовой муфте устанавливается защитная чугунная муфта, которая заполняется массой МКБ.

Монтаж кабелей в пластмассовых оболочках с полиэтиленовой изоляцией жил. Медные жилы кабелей с полиэтиленовой изоляцией сращиваются (см. § 8.4) либо скруткой на длине 12 ... 15 мм без пропайки или с пропайкой, либо индивидуальными или многопарными соединителями сжимаемого типа. Сростки жил, осуществляемые скруткой, изолируются сквозными полиэтиленовыми гильзами пожильно, попарно или почетверочно. При пожильном 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 сращиваются «в замок» или кровельным швом. Скруткой соединяются концы медной экранной проволоки. На пучок сращенных жил сердечника надвигается полиэтиленовая или поливинилхлоридная муфта в зависимости от материала оболочки кабеля.

Восстановление наружных покровов кабелей с однородными полиэтиленовыми оболочками. Для сварки полиэтиленовых муфт с полиэтиленовыми оболочками кабелей и частей муфт между собой наиболее широкое применение находит способ наплавления на стыки полиэтиленовой ленты, нагреваемой через защитный слой стеклоленты пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Нагрев ведется циклами в течение регламентированного времени.

Толщина слоя намотки полиэтиленовой ленты должна приблизительно соответствовать радиальной толщине оболочки кабеля. Поверх полиэтиленовой ленты с натяжением наматываются два слоя стеклоленты с 50 %-ным перекрытием. Всю поверхность стеклоленты равномерно нагревают пламенем паяльной лампы или газовой горелки. С отвердевшего, но еще не остывшего стыка снимают стеклоленту.

Для этих же целей может успешно применяться так называемый способ медных вкладышей. Медные нагреватели-вкладыши вводятся в щель между концами муфты и оболочки кабеля или между частями муфты. Участок, под который они заведены, плотно обматывается резиновым жгутом, сдавливающим свариваемые поверхности. Затем хвостовую часть вкладышей нагревают умеренным пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Когда в зазорах между половинками вкладышей начинает выступать расплавленный полиэтилен, их сначала поворачивают на угол 35 ... 45°, после чего снова прогревают в течение 0,5 ... 1,0 мин и затем принудительно извлекают из стыка с помощью двух плоскогубцев. Этот способ характеризуется достаточно высоким качеством и производительностью, но требует точного подбора вкладышей по форме и размерам кабелей и муфт.

Ограниченное применение, главным образом при ремонте полиэтиленовых муфт и оболочек кабелей, находит способ наплавления на место сварки полиэтиленового прутка в струе горячего азота. При сварке полиэтиленовым прутком используется сварочный пистолет или комбинированная газовая горелка, в которые вместо воздуха подается азот под избыточным давлением 20 ... 30 кПа (0,2 ... 0,3 кгс/см²). Температура горячего азота на расстоянии 5 мм от сопла должна составлять 260 ... 280 °С.

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 с помощью медных вкладышей, нагреваемых пламенем паяльной лампы или газовой горелки.

При сварке вкладышами поливинилхлоридных оболочек кабелей и муфт технология отличается от описанной выше для полиэтиленовых оболочек и муфт тем, что в данном случае при достаточном нагреве (до температуры 180 ... 200 °С) вкладыши выпадают самопроизвольно и их не приходится извлекать из стыка принудительно. Резиновый жгут удаляется через 2 ... 3 мин после выпадения вкладышей. Требования к точности подбора вкладышей по форме и размерам остаются такими же, как и в случае сварки полиэтилена.

Следует заметить, что надобность в сварке поливинилхлоридных оболочек кабелей и муфт возникает весьма редко, так как прокладка таких кабелей в канализации и земле запрещена в нашей стране уже более 10 лет и их использование (емкостью до 100 пар) ограничивается лишь прокладкой по стенам зданий и подвеской на тросах.

Еще реже, главным образом в ремонтных целях, как и в случае полиэтилена, находит применение способ наплавления в месте стыка или дефекта поливинилхлоридных оболочек или муфт полнвинилхлоридного прутка в струе горячего воздуха. Для этих целей используется сварочный пистолет 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 баллона со сжатым воздухом. При использовании комбинированной газовой горелкой последняя подключается к баллону с газом (пропаном) и к источнику сжатого воздуха. Помимо указанных источников сжатого воздуха для этих целей 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 °С.

В последние годы в мировой практике для соединения как однородных, так и разнородных оболочек кабелей и муфт широкое распространение получили термоусаживаемые трубки различных диаметров. Эти пластмассовые трубки, предварительно подвергнутые радиоактивному облучению и растянутые в разогретом виде, фиксируются затем охлаждением. Будучи снова нагретыми, такие трубки самопроизвольно усаживаются до размеров, которые они имели перед растяжением. В зависимости от степени растяжения при изготовлении эти трубки выпускаются с коэффициентом усадки при повторном нагреве вдвое, втрое и даже впятеро. Такие трубки обычно выпускаются покрытыми изнутри подклеивающим слоем. Надвинутая на стык муфты с оболочкой кабеля или частей муфт между собой и прогретая паяльной лампой, газовой горелкой или источником инфракрасного излучения, такая трубка, усаживаясь, плотно обжимает стык, а расплавившийся при этом подклеивающий слой заполняет люфты и надежно герметизирует соединение.

Внутри сухих помещений распределительные кабели в пластмассовых оболочках с числом пар до 100 включительно допускается соединять соответствующими пластмассовыми муфтами без применения сварки. Стыки обматываются не менее чем четырьмя слоями липкой пластмассовой ленты. В этих же условиях пластмассовые оболочки кабелей с числом пар до 20 включительно допускается восстанавливать без применения муфт, а лишь с обмоткой соединения не менее чем четырьмя слоями липкой пластмассовой ленты.

Монтаж муфт 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 облуживаются паяльной пастой ПМКН-10, и к ним припоем ПОССу-30-2 припаивается свинцовая муфта соответствующих размеров. При прокладке непосредственно в грунте свинцовые муфты кабелей защищаются чугунными муфтами, заливаемыми массой МКБ. При прокладке кабелей в канализации чугунные муфты не применяются. В этом случае участки стальной гофрированной оболочки между обрезами внешних полиэтиленовых шлангов и пайками свинцовой муфты обматываются несколькими слоями липкой полиэтиленовой и поливинилхлоридной ленты. Свинцовая муфта защищается полиэтиленовой муфтой, привареной одним из перечисленных способов к наружному полиэтиленовому шлангу кабелей ТСШп или ТПСШп.

Монтаж муфт подвесных кабелей марки ТППС с встроенным канатом (тросом). 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 (тросов) сращиваются в обжимаемой специальными клещами стальной гильзе, которая затем защищается полиэтиленовой муфтой-трубкой, привариваемой одним из указанных способов к отделенной от кабеля оболочке каната. Общий вид смонтированной муфты на кабеле с встроенным канатом (ТППС) показан на рис. 8.5.

Монтаж муфт на сростках строительных длин оптических кабелей связи. Системы связи с использованием оптических кабелей находятся в настоящее время на ранней стадии внедрения. В мировой практике испытываются, проходят стадии экспериментов, опытной эксплуатации и выпускаются оптические кабели различных конструкций, содержащие от единиц до сотен световодов. Для прокладки и монтажа муфт оптических кабелей применяются различные способы, приемы и средства.

В СССР технология строительства оптических линий связи регламентируется «Руководством по прокладке, монтажу и сдаче в эксплуатацию оптических линий связи (линейно-кабельные сооружения)», разработанным ССКТБ Главсвязьстроя Министерства связи СССР. В соответствии с этим руководством монтаж муфт на стыке строительных длин отечественного оптического кабеля, выпускаемого по ТУ 16—705.296—83 (см. рис. 3.33), осуществляется сваркой в специальном

устройстве торцов сращиваемых оптических волокон в электрической дуге. Пряди центрального упрочняющего элемента кабеля сращиваются в обжимной металлической втулке. Сросток оптических волокон защищается термоусаживаемой гильзой, заполненной специальным герметиком.

Пучок сращенных оптических волокон вместе с прядями центрального упрочняющего элемента помещается в муфту, опирающуюся на два металлических желобка (верхний и нижний). На концы сращиваемых кабелей заранее надвигаются полиэтиленовые конуса с упрочняющими опорными металлическими втулками. Конуса привариваются к оболочке кабелей наплавлением полиэтиленовой ленты под стеклолентой.

На желобки и конусы надвигаются полиэтиленовые цилиндры, а поверх них — три отрезка термоусаживаемых трубок с подклеивающим слоем. Прогревом трубки усаживаются на стыках и герметизируют муфту. Последняя закрепляется на консолях подземного кабельного колодца.

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 изготовляются в мастерских, где испытываются на герметичность. В комплекте с манжетой может применяться как свинцовая, так и полиэтиленовая муфта, однако свинцовая предпочтительнее.

При монтаже на линии манжета надевается на один из стыкуемых кабелей соответствующей стороной (полиэтиленовой или полуженной частью металлической трубки) и либо припаивается к свинцовой оболочке кабеля припоем ПОССу-30-2, либо сваривается одним из указанных выше способов с полиэтиленовой оболочкой кабеля другой стороны сростка. После монтажа сростка муфта приваривается или припаивается одной стороной к переходной манжете, а другой стороной — к оболочке второго из стыкуемых кабелей.

Стык кабелей в стальной гофрированной оболочке (ТСШп или ТПСШп) с кабелями в полиэтиленовой оболочке (ТПП) осуществляется с применением тех же специальных переходных манжет, что и при монтаже стыка кабелей в полиэтиленовой оболочке (ТПП) с кабелями в свинцовой оболочке (ТГ).

На ранней стадии внедрения кабелей в пластмассовых оболочках находили применение как полиэтиленовые (ТПП), так и поливинилхлоридные (ТПВ) оболочки, и тогда при монтаже муфт на стыке кабелей в разнородных оболочках кроме упомянутых приходилось применять переходные манжеты еще двух типов: для сопряжения поливинилхлорида со свинцом (ТПВ с ТГ) и поливинилхлорида с полиэтиленом (ТПВ с ТПП). Однако в дальнейшем применение кабеля в поливинилхлоридной оболочке для прокладки в кабельной канализации было запрещено и отпала надобность в переходных манжетах этих типов.

Более поздними разработками установлена пригодность термоусаживаемых трубок для замены всех переходных манжет при стыковании кабелей в любом сочетании разнородных оболочек.

8.3. Выкладка по форме колодцев и разметка концов сращиваемых кабелей

До начала монтажа кабели должны быть проверены на герметичность избыточным давлением в соответствии с нормами, приведенными в разд. 12, а электрические измерения и проверки должны быть произведены в соответствии с нормами, приведенными в разд. 10. Концы кабелей в канализации должны быть выложены по форме колодцев. При этом крупные кабели в полиэтиленовых оболочках и шлангах с полиэтиленовой изоляцией жил (ТПП, ТПСШп) должны выкладываться с прогревом до температуры 50 ... 70 °С пламенем паяльной лампы или газовой горелки для снятия внутренних механических напряжений. Выкладка кабелей крупной емкости (300 пар и более) может производиться с применением специального приспособления для их изгибания.

Число пар в сращиваемом кабеле	Расстояние, мм,							
	свинцовой оболочки l для муфт (рис. 8.1, *а*)				броневых лент или проволок для муфт l_1 (рис. 8.1, *б*)			
	соединит. и жил диаметром, мм		разветвит. и жил диаметром, мм		соединит. и жил диаметром, мм		разветвит. и жил диаметром, мм	
	0,32 0,4 0,5	0,7	0,32 0,4 0,5	0,7	0,32 0,4 0,5	0,7	0,32 0,4 0,5	0,7
10	140	—	140	—	240	—	240	—
20	185	—	190	—	285	—	290	—
30	200	—	210	—	300	—	310	—
50	230	—	255	—	330	—	355	—
100	300	345	335	370	410	455	445	480
150	340	410	380	430	450	520	490	540
200	400	470	430	490	515	585	545	600
300	450	540	495	570	600	690	645	720
400	490	590	530	620	650	750	690	780
500	520	610	570	640	680	770	730	800
600	530	670	575	710	700	840	750	880
700	540	—	585	—	—	—	—	—
800	550	—	600	—	—	—	—	—
900	570	—	610	—	—	—	—	—
1000	580	—	650	—	—	—	—	—
1200	630	—	700	—	—	—	—	—

После определения местоположения муфты разделка концов сращиваемых кабелей марок ТГ и ТБ может производиться по разметкам, приведенным на рис. 8.1 и в табл. 8.1. По этой же таблице для кабелей марки ТБ могут подбираться соответствующие защитные чугунные муфты.

На рис. 8.2, *а* и в табл. 8.2 приведены размеры разделки концов сращиваемых кабелей марок ТПП, ТПВ. По этой же таблице подбираются соответствующие типоразмеры соединительных полиэтиленовых муфт.

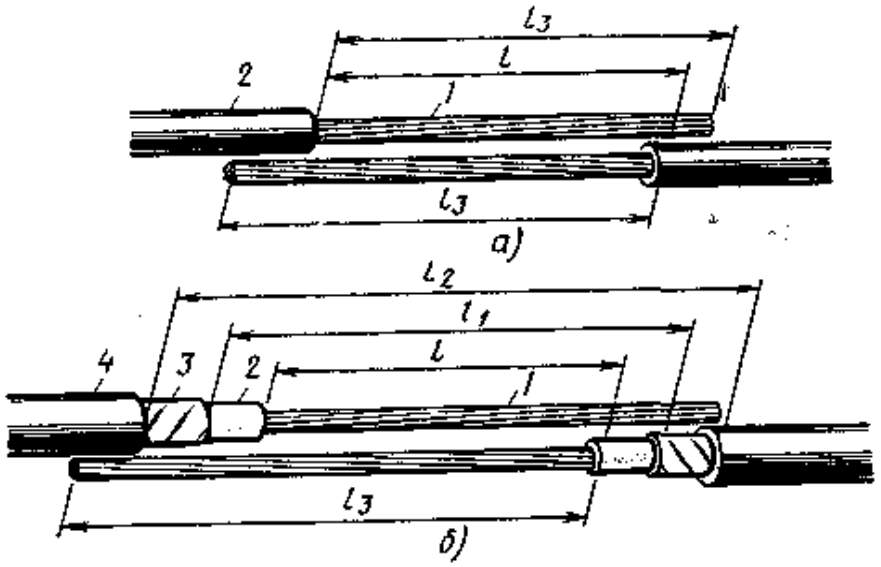


Рис. 8.1. Размеры разделки концов сращиваемых кабелей марок ТГ (*а*) и ТБ (*б*):

1 — сердечник кабеля; *2* — свинцовая оболочка; *3* — стальные ленты брони; *4* — антикоррозионная защита (пропитанная кабельная пряжа)

Таблица 8.1

сращиваемых кабелей марок ТГ, ТБ

между обрезами джутовой оплетки l_2 для муфт (рис. 8.1, б)				Длина разделки концов кабеля l_3, мм, для муфт (рис. 8.1)				Типоразмер чугунной муфты МЧ для кабелей ТБ с жилами диаметром, мм	
соединит. и жил диаметром, мм		разветвит. и жил диаметром, мм		соединит. и жил диаметром, мм		разветвит. и жил диаметром, мм			
0,32 0,4 0,5	0,7	0,32 0,4 0,5	0,7	0,32 0,4 0,5	0,7	0,32 0,4 0,5	0,7	0,32 0,4 0,5	0,7
290	—	290	—	240	—	240	—	35	—
335	—	340	—	300	—	300	—	35	—
350	—	360	—	300	—	310	—	35	—
380	—	410	—	330	—	360	—	50	—
470	515	510	530	450	500	490	520	65	75
510	580	550	600	490	560	530	580	75	85
575	645	600	660	600	700	650	700	75	85
660	770	700	780	650	750	700	800	85	85
710	830	750	840	700	800	750	850	85	85
750	870	800	870	750	850	800	850	85	85
780	940	830	960	750	900	800	900	85	85
—	—	—	—	750	—	800	—	—	—
—	—	—	—	800	—	850	—	—	—
—	—	—	—	850	—	900	—	—	—
—	—	—	—	850	—	900	—	—	—
—	—	—	—	900	—	950	—	—	—

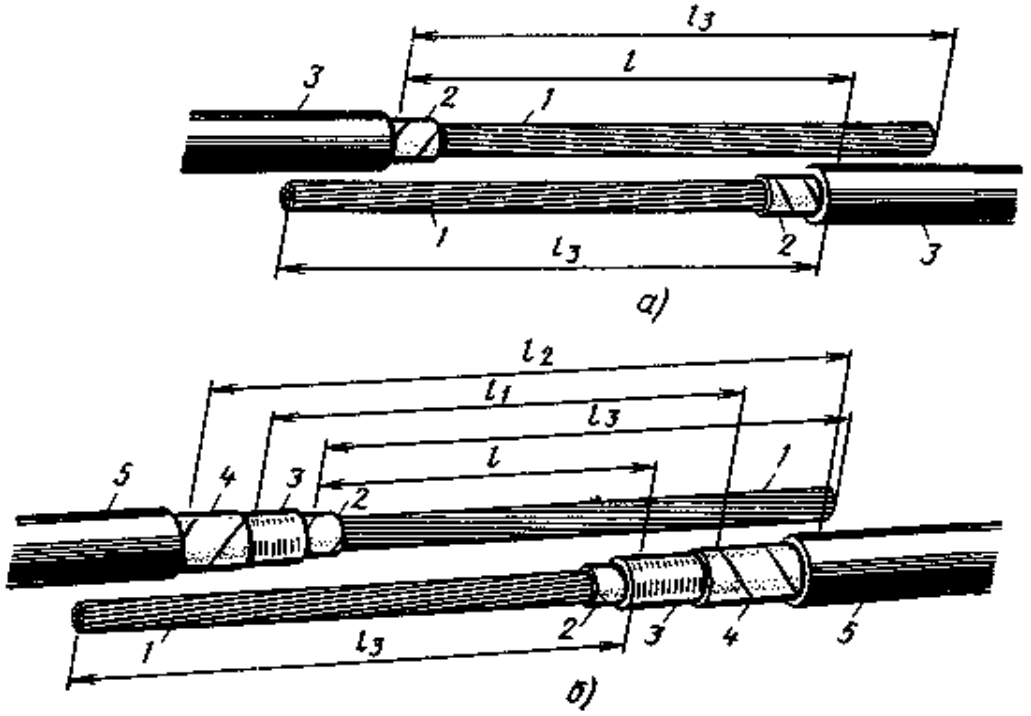


Рис. 8.2. Размеры разделки концов сращиваемых кабелей марок ТПП (*а*) и ТППБ и ТППБШп (*б*):

1 — жилы сердечника кабеля; *2* — ленты экрана; *3* — полиэтиленовая оболочка (внутренняя для ТППБ и ТППБШп); *4* — стальные ленты брони; *5* — внешняя антикоррозионная обмотка кабельной пряжей для кабеля ТППБ или внешняя полиэтиленовая оболочка для кабеля ТППБШп

Таблица 8.2

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей марок ТПП, ТПВ (рис. 8.2, *а*)

Емкость кабелей	Расстояние l между обрезами оболочек, мм, для муфт						Длина l_3 разделки концов, мм, для муфт					
	соединит. и жил. диаметром, мм			разветвит. и жил диаметром, мм			соединит. и жил диаметром, мм			разветвит. и жил диаметром, мм		
	0,32 0,4	0,5	0,7	0,32 0,4	0,5	0,7	0,32 0,4	0,5	0,7	0,32 0,4	0,5	0,7
10×2 5×4	140	140	160	—	—	—	250	250	270	—	—	—
20×2 10×4	160	160	180	185	185	200	270	270	300	300	300	320
30×2 15×4	160	180	235	185	200	250	270	300	350	300	320	370
50×2 25×4	180	235	310	200	250	345	300	350	430	320	370	450
100×2 50×4	235	310	340	250	345	375	350	430	450	370	460	490
150×2 75×4	310	310	365	345	345	400	430	430	480	460	460	520
200×2 100×4	310	340	415	345	375	450	430	460	530	460	490	570
300×2 150×4	340	365	435	375	400	485	450	480	550	490	520	600
400×2 200×4	365	415	490	400	450	550	480	530	610	520	570	670
500×2 250×4	415	435	490	450	485	550	530	550	610	570	600	670
600×2 300×4	415	435	490	450	485	550	530	550	610	570	600	670

На рис. 8.2, *б* и в табл. 8.3 приведены размеры разделки концов сращиваемых бронированных стальными лентами кабелей ТППБ, ТППБШп. По этой же таблице подбирают соответствующие типоразмеры специальных полиэтиленовых муфт.

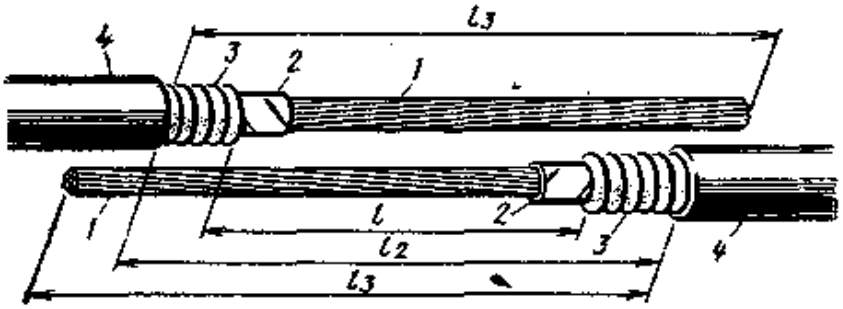


Рис. 8.3. Размеры разделки концов кабелей в стальной гофрированной оболочке марок ТСШп и ТПСШп:

1 – жилы сердечника (с полиэтиленовой изоляцией для кабеля ТПСШп и бумажной изоляцией для кабеля ТСШп); *2* – алюминиевые ленты экрана; *3* – стальная гофрированная оболочка; *4* – внешняя полиэтиленовая оболочка (шланг)

Таблица 8.3

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей ТППБ, ТППБШп (рис. 8.2, *б*)

Емкость кабелей	Расстояние l 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	
	0,32 0,4	0,5	0,32 0,4	0,5	0,32 0,4	0,5	0,32 0,4	0,5
10×2 5×4	100	100	200	200	230	230	220	220
20×2 10×4	130	130	230	230	260	260	250	250
30×2 15×4	130	150	230	250	260	280	250	270
50×2 25×4	150	210	250	310	280	340	270	330
100×2 50×4	210	240	310	340	340	370	330	360
150×2 75×4	240	240	340	340	370	370	360	360
200×2 100×4	240	340	340	440	370	470	360	460

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей в стальной гофрированной оболочке с внешним защитным полиэтиленовым шлангом с бумажной изоляцией жил (ТПСШп) и подбор муфт для них приведены на рис. 8.3 и в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Размеры разделки концов сращиваемых кабелей ТСШп, ТПСШп и подбор муфт для них (рис. 8.3)

Емкость кабелей	Расстояние между обрезами, мм		Длина разделки концов l_3, мм	Длина свинцовой муфты, мм	Типоразмер чугунной муфты МЧ
	стальной гофрированной оболочки l	внешней полиэтиленовой оболочки l_2			
100	300	370	520	330	65
200	320	480	630	440	75
300	400	550	700	510	85
400	420	590	740	550	85
500	440	620	770	580	85
600	460	640	790	600	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.

Таблица 8.5

Размеры разделки концов сращиваемых подвесных кабелей ТППС и подбор соответствующих деталей для сращивания встроенного каната

Наружный диаметр d подвешиваемого кабеля, мм	Длина, мм (рис. 8.4)				Расстояние от каната до муфты h, мм (рис. 8.5, а)
	разделки конца (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. 8.5

Наружный диаметр d подвешиваемого кабеля, мм	Радиус изгиба кабеля R, мм (рис. 8.5, а)	Число проволок в канате и их диаметр, мм	Размеры стальной гильзы, мм (рис. 8.5, в)			Размеры муфты-трубки, мм (рис. 8.5, б)	
			Внутренний диаметр d_1	Внешний d_2	Длина l_3	Внутренний диаметр d_3	Длина l_4
10...15	150—225	7×1,0	3,2	6,5	80	7,0	130
16...20	240—300		3,2	6,5	80	7,0	130
21...25	315—375	7×1,2	3,8	7,5	80	8,0	130
26...30	390—450		3,8	7,5	80	8,0	130
31...35	465—525	7×1,5	4,8	9,5	100	10,0	150

Примечание. Подбор полиэтиленовых муфт производится в соответствии с наружным диаметром монтируемого подвесного кабеля.

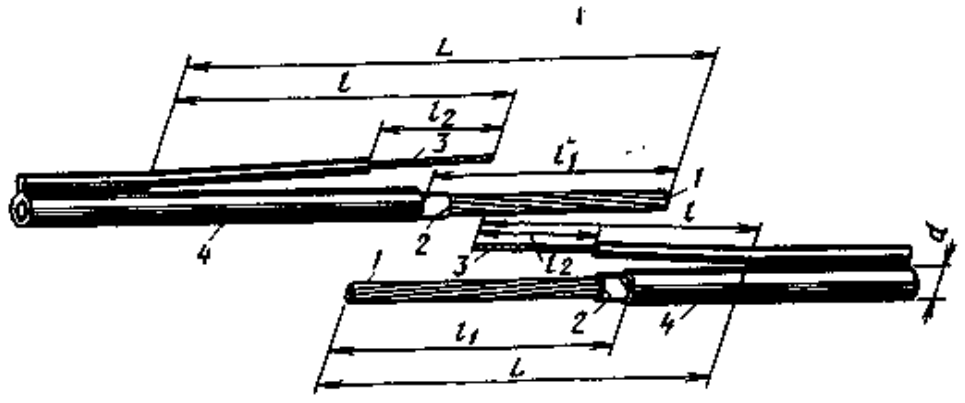


Рис. 8.4. Размеры разделки концов сращиваемых подвесных кабелей с встроенным стальным канатом ТППС:

1 — жилы сердечника; *2* — ленты экрана; *3* — встроенный стальной канат; *4* — полиэтиленовая оболочка (общая для сердечника и каната)

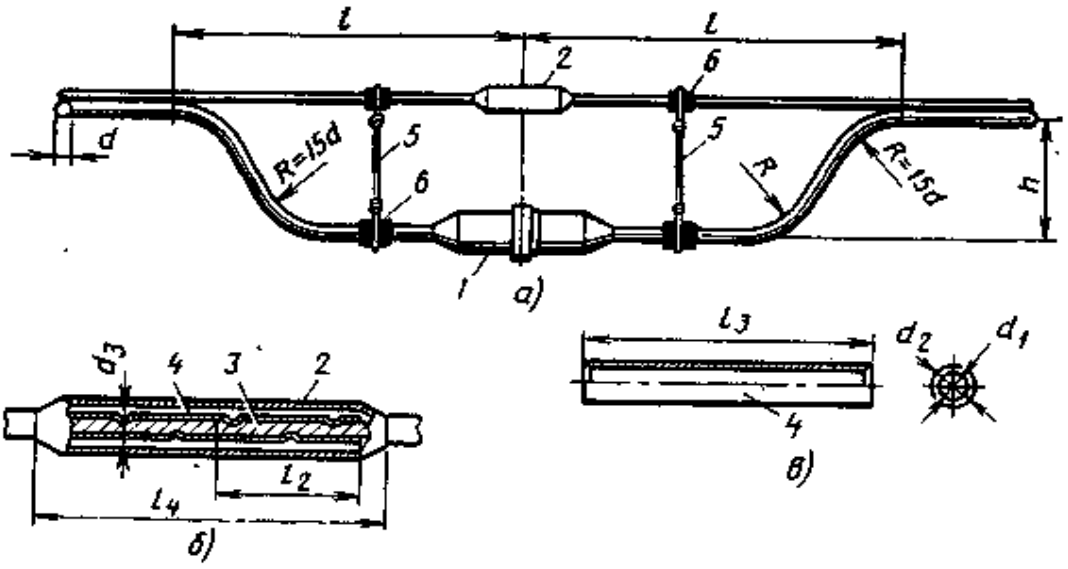


Рис. 8.5. Общий вид смонтированной муфты на подвесном кабеле ТППС с встроенным стальным канатом (*а*), сросток концов стальных канатов с отдельной защитной полиэтиленовой муфтой (*б*) и обжимная стальная гильза для сращивания концов канатов (*в*): *1* — полиэтиленовая муфта на сростках жил; *2* — полиэтиленовая трубка-муфта на сростке концов канатов; *3* — встроенный стальной канат; *4* — обжимная стальная гильза; *5* — стяжки из стальной оцинкованной проволоки; *6* — подкладки под креплениями стяжек (из полиэтилена)

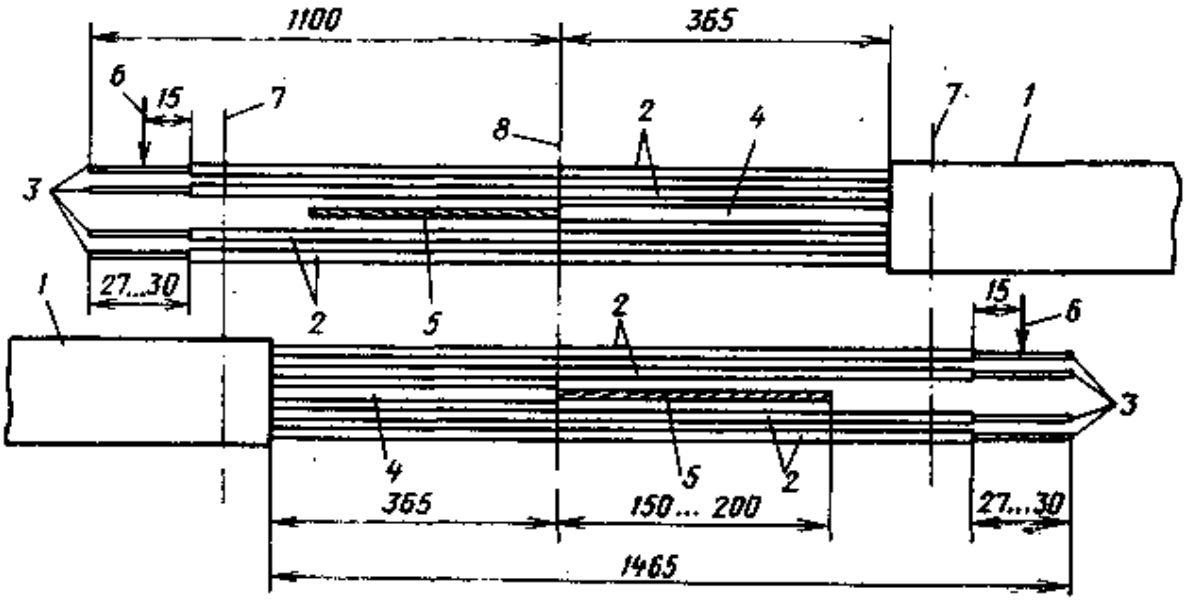


Рис. 8.6. Размеры разделки концов оптического кабеля:
1 — оптический кабель в оболочке; *2* — волоконные световоды в оболочках; *3* — оголенные оптические волокна; *4* — центральный силовой (упрочняющий) элемент в оболочке; *5* — оголенные пряди упрочняющего элемента; *6* — точки скола волокон; *7* — оси кабельных консолей; *8* — центр пролета между консолями

При сращивании строительных длин кабеля с встроенным канатом (ТППС), подвешенного на опорах, канат в месте сростка отделяется от кабеля (полиэтиленовая перемычка прорезается ножом). Размеры разделки сращиваемых концов кабеля ТППС приводятся на рис. 8.4, 8.5 и в табл. 8.5.

Размеры разделки концов оптических кабелей, выпускаемых по ТУ 16—705. 296—83, даны на рис. 8.6.

8.4. Сращивание жил кабелей местных сетей связи

Жилы кабелей местных сетей могут сращиваться либо скруткой, либо скруткой с пропайкой в зависимости от их диаметров (табл. 8.6), либо с помощью сжимаемых соединителей.

Таблица 8.6

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	
0,4	0,8		0,7	0,9	
0,4	0,9		0,8	0,8	
0,5	0,5	Скрутка	0,8	0,9	
0,5	0,7		0,9	0,9	Скрутка с пропайкой
0,5	0,8	Скрутка с пропайкой	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.

При сращивании скруткой жил кабелей местной связи с пожильным изолированием сростков бумажными (для кабелей ТГ) или полиэтиленовыми (для кабелей ТПП, ТПВ) гильзами для фиксации сращиваемых пар или четверок и предотвращения смещения гильз жилы в бумажной изоляции связываются с обеих сторон прошпаренными суровыми нитками. На пары или четверки жил в полиэтиленовой изоляции вместо вязки надвигаются надетые заранее общие групповые полиэтиленовые колечки — по одному с каждой стороны группы поли-

Размеры гильз и групповых колец для кабелей

Диаметр медных жил, мм	Размеры гильз, мм											
	бумажных			полиэтиленовых								
				индивидуальных			парных			четверочных		
	d	Δ	l	d	Δ	l	d	Δ	l	d	Δ	l
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

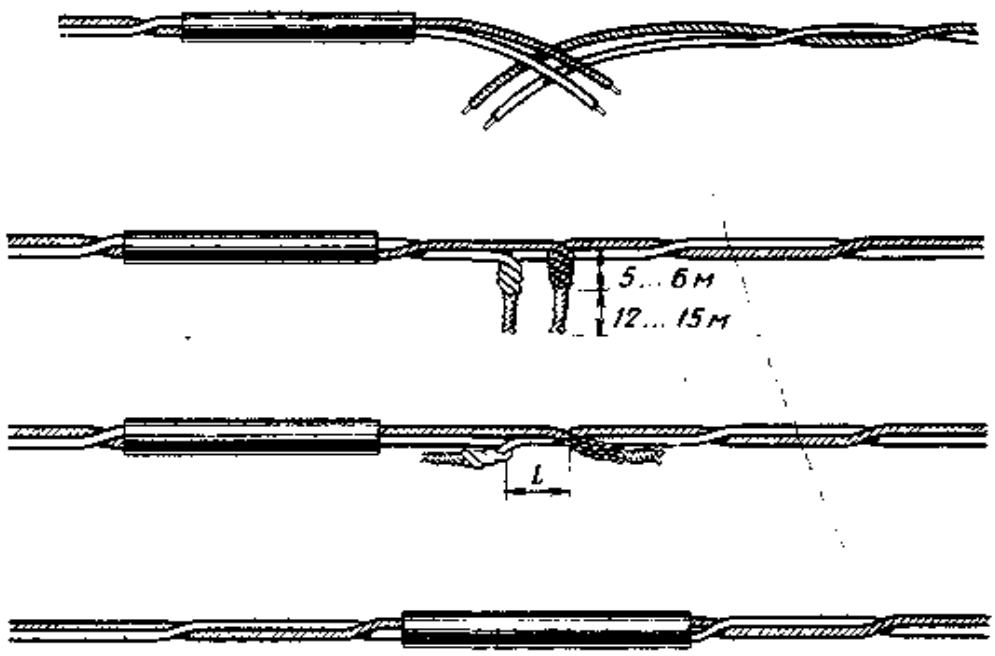
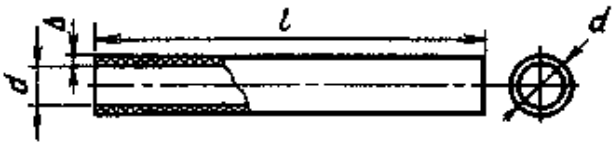


Рис. 8.7. Изолирование пары сращенных жил одной общей гильзой

Примечания. 1. При изолировании общей гильзой не пары, а четверки скрутки отгибаются в одну сторону, противоположную местоположению гильзы. 2. При пользовании приемом парной скрутки расстояние *l* может равняться нулю.

Рис. 8.8. Гильзы для изолирования сростков и групповые кольца для фиксации пар (четверок) жил кабелей



этиленовых гильз. Широкое применение получил метод изолирования не индивидуально сростка каждой жилы, а группы жил — пары или четверки — одной общей полиэтиленовой гильзой большего размера и увеличенной длины (рис. 8.7). В этом случае отпадает надобность в применении фиксирующих групповых колец или вязки.

Таблица 8.7

местной связи (рис. 8.8)

Размеры групповых полиэтиленовых колец, мм					
парных			четверочных		
d	Δ	*l*	*d*	Δ	*l*
2,2	0,3	5,0	3,2	0,3	5,0
2,2	0,3	5,0	3,2	0,3	5,0
2,7	0,3	5,0	3,7	0,3	5,0
3,6	0,4	8,0	4,6	0,4	8,0

На рис. 8.8 и в табл. 8.7 приведены размеры гильз и групповых колец, применяемых при сращивании жил многопарных кабелей местных сетей связи.

Ограниченное применение находит приспособление для механизированной скрутки жил ПСЖ (рис. 8.9), которое позволяет производить одновременное сращивание скруткой четырех жил стороны А с четырьмя жилами стороны Б сращиваемых концов кабелей (одной четверки или двух пар). Сращиваемые жилы заводятся в прорези четырех шестеренок, находящихся в зацеплении с одним зубчатым колесом, вращаемым спайщиком. 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 прорезей шестеренок, скрутки пригибаются к жилам, и на них надвигается ранее надетая (на одну четверку или две пары) общая полиэтиленовая гильза.

Более прогрессивным, чем ручная или механизированная скрутка, является способ сращивания жил кабелей местных сетей связи с применением индиви-

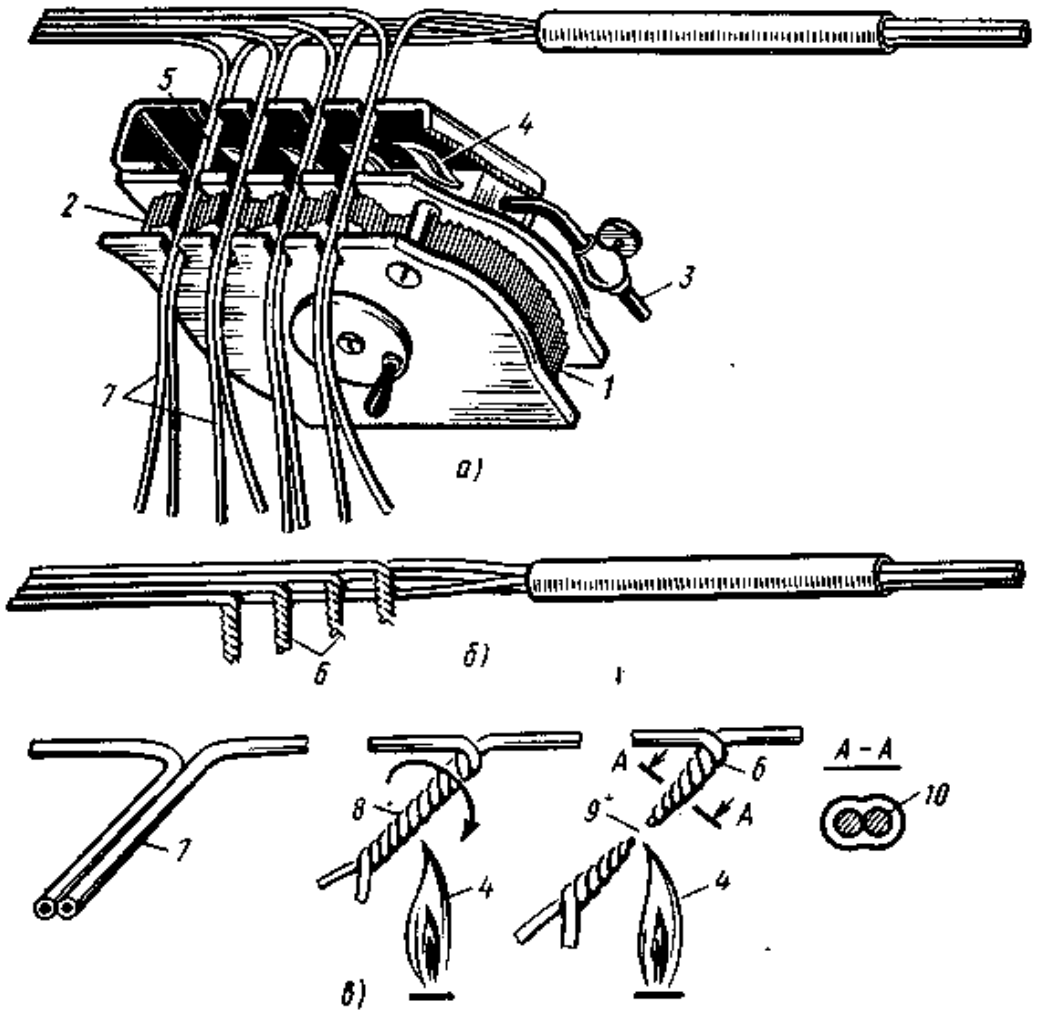


Рис. 8.9. Приспособление ПСЖ-4 для механизированной скрутки жил (*а*), готовые скрутки четверки жил (*б*) и последовательность операций скрутки (*в*):

1 — большая шестеренка; *2* — малые шестеренки (4 шт.); *3* — подача газа; *4* — газовое пламя; *5* — места прогрева изоляции скручиваемых жил; *6* — готовая скрутка; *7* — скручиваемые жилы; *8* — прогрев изоляции в процессе скрутки; *9* — обрыв скрутки в точке максимального нагрева; *10* — положение жил в готовой скрутке

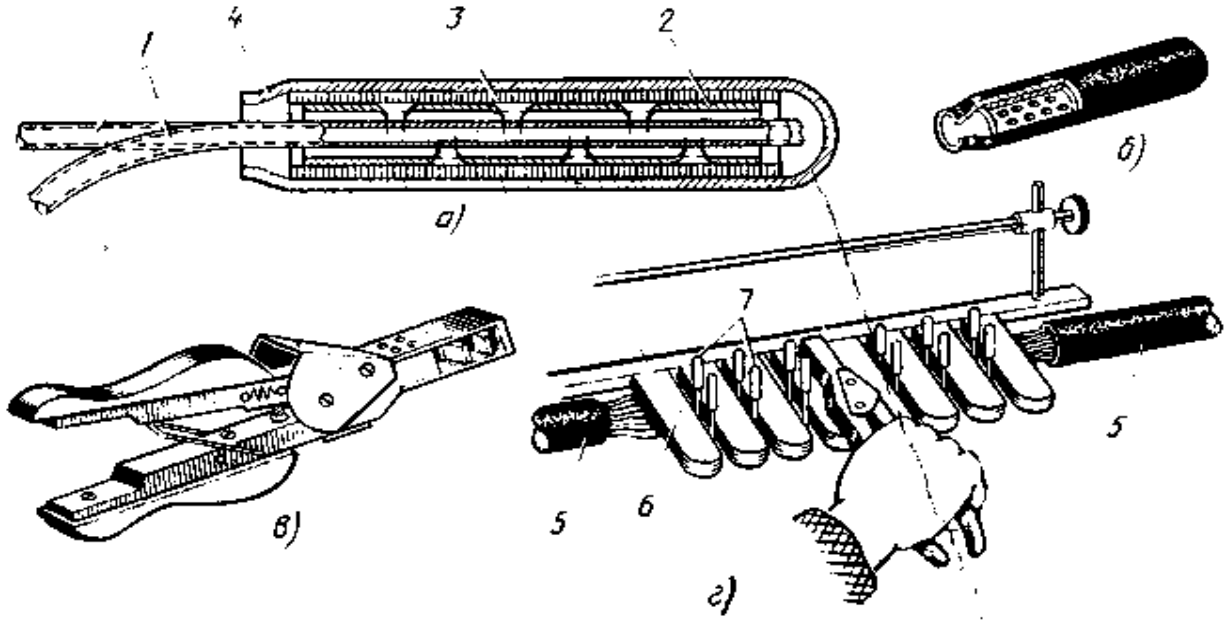


Рис. 8.10. Индивидуальный сжимаемый соединитель в разрезе (*а*), общий вид соединителя (*б*), ручные обжимные клещи (*в*) и станок для фиксации сращиваемых жил (*г*)

1 — сращиваемые жилы кабеля; *2* — внутренняя контактная гильза с зубцами; *3* — стабилизирующая жесткая гильза; *4* — наружная изоляционная рубашка; *5* — концы сращиваемых кабелей; *6* — резиновые пальцы — фиксаторы жил; *7* — индивидуальные соединители, надетые на сращиваемые жилы

дуальных или многопарных соединителей сжимаемого типа. Отличительная особенность данных соединителей заключается в том, что они исключают необходимость снятия или прогрева изоляции соединяемых участков жил. Контакт сращиваемых жил достигается при сжатии соединителей; острые зубцы внутренней металлической обкладки, изолированной снаружи, врезаются в медные жилы на строго определенную глубину. Сжимаемые соединители обеспечивают более стабильное и меньшее по величине контактное сопротивление сростков жил по сравнению с обычными скрутками. Установлено, что по стабильности и величине контактного сопротивления сростки жил в сжимаемых соединителях приближаются к соединениям с пропайкой. Ни в каком дополнительном изолировании такие сростки не нуждаются.

По конструкции сжимаемые соединители отличаются большим многообразием форм, размеров и требуемой техники обработки. На рис. 8.10 показан один из наиболее распространенных за рубежом индивидуальных соединителей закрытого (тупикового) типа. Для этого соединителя требуется ручной инструмент — специальные клещи и станок для фиксации сращиваемых жил.

Сжимаемые индивидуальные соединители открытого типа (П-образные) рассчитаны на применение специальной ручной или полуавтоматической пресс-техники, обеспечивающей высокую производительность труда (рис. 8.11).

В настоящее время широкое распространение в мире получили многие разновидности групповых сжимаемых соединителей (модулей). В такие соединители, состоящие из наборных корпусов и крышек, заводится 5 ... 25 пар жил, после чего корпус накрывается крышкой и они сдавливаются с помощью специальной пресс-техники. В результате изоляция жил прорезается на остриях вмонтированных в модуль металлических контактов и происходит надежное электрическое соединение между жилами стороны А и стороны Б кабеля. Применение таких многопарных соединителей несмотря на сравнительную сложность оправдывает себя, особенно при монтаже муфт кабелей связи крупной емкости.

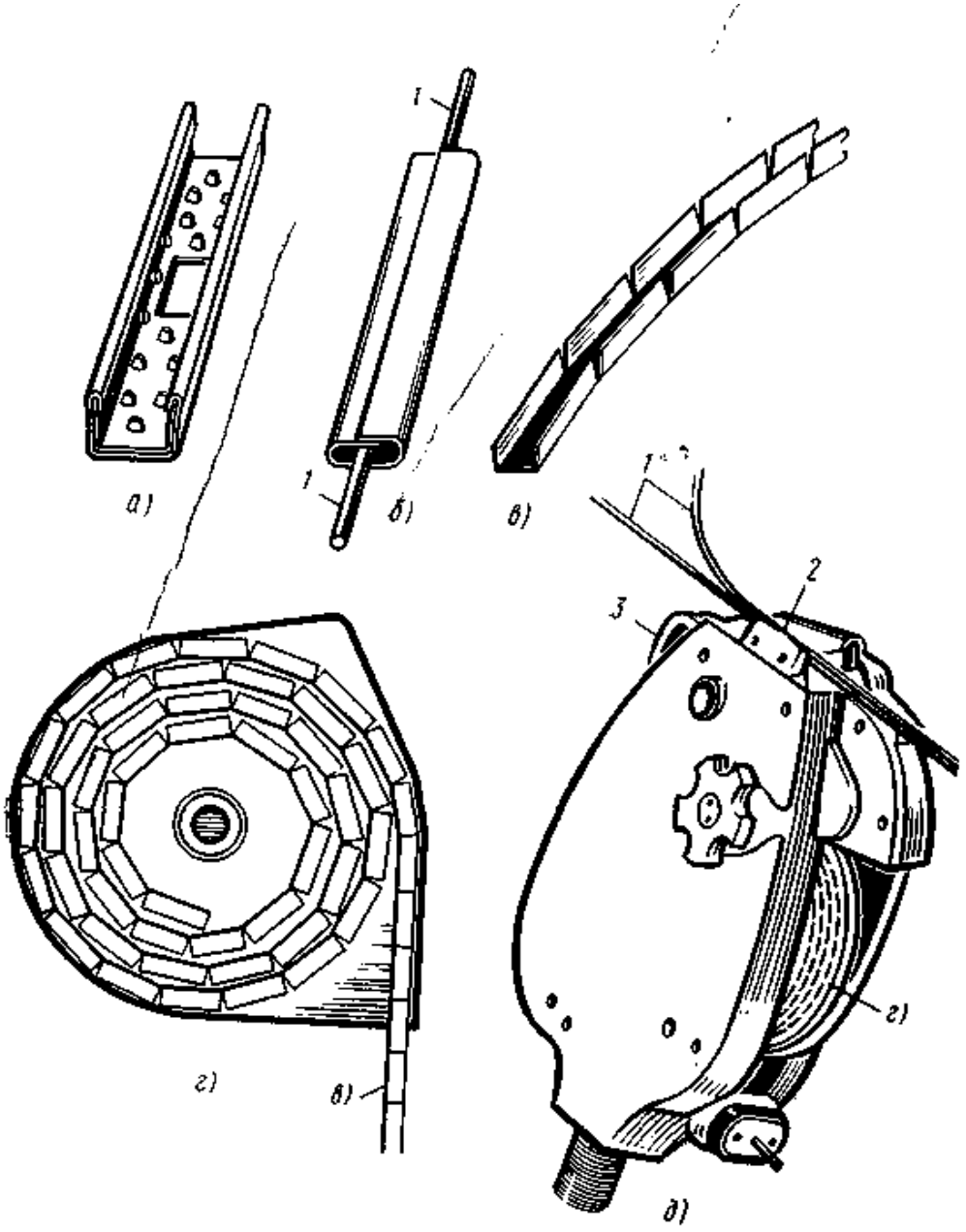


Рис. 8.11. Индивидуальный соединитель открытого типа до обжима (*а*), после обжима (*б*), соединители, сгруппированные в непрерывные цепочки (*в*), рулон соединителей, заведенный в кассету (*г*), и кассета в бункере полуавтоматического обжимного устройства (*д*):

1 - сращиваемые жилы кабеля; *2* — паз обжимного устройства; *3* — нажимная педалька

По этому принципу в нашей стране разработаны и получили широкое распространение групповые сжимаемые соединители СМЖ-10 с соответствующей пресс-техникой (рис. 8.12), рассчитанные на одновременное сращивание десяти пар жил.

Сращивание волокон оптических кабелей осуществляется у нас сваркой в электрической дуге на специальном устройстве сварки волокон УСВ (см. рис. 8.37), имеющем приспособления для прецизионного совмещения торцов волокон и прогрева термоусаживаемой гильзы. К устройству придается набор инструментов для удаления покрытий волокон и скола их торцов.

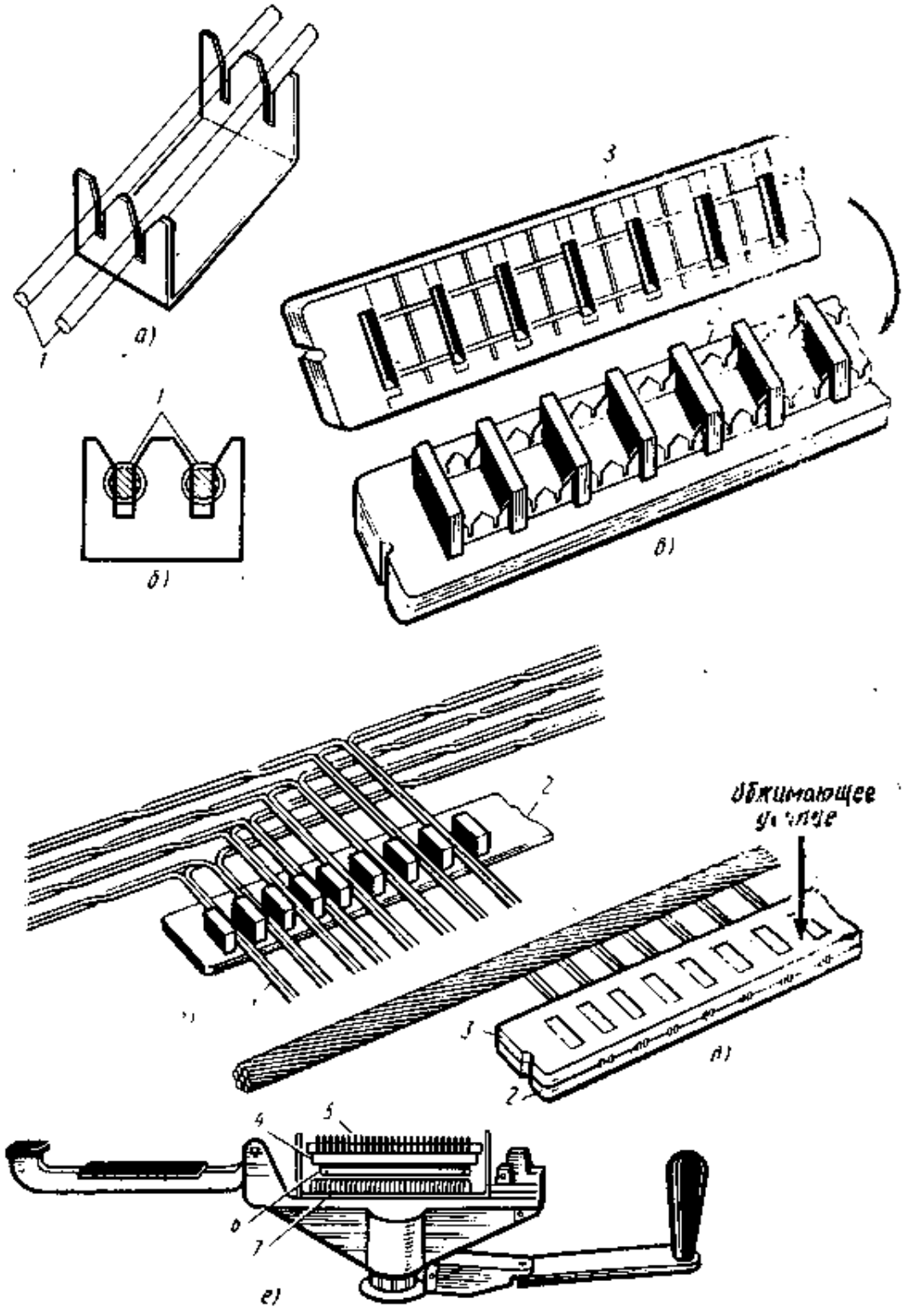


Рис. 8.12. Групповые сжимаемые соединители СМЖ-10:

а и *б* — принцип соединения жил в элементах соединения СМЖ-10; *в* — верхняя и нижняя половины соединителя; *г* — закладка жил в ячейки нижней половины; *д* — наложение верхней половины и обжим; *е* — ручной обжимной пресс:

1 — сращиваемые жилы кабеля; *2* — основание соединителя; *3* — крышка соединителя; *4* — гнездо для укладки основания; *5* — делитель; *6* — нож, отсекающий излишки длины жил; *7* — пружинный фиксатор жил, зажимаемых между витками спирали

8.5. Восстановление на сростках наружных покровов кабелей в свинцовых и стальных оболочках свинцовыми муфтами

В связи с широким внедрением кабелей в пластмассовых оболочках кабели в свинцовых оболочках к настоящему времени применяются ограниченно и вовсе не находят применения при емкости менее 50 пар. Исходя из этого свинцовые муфты для таких кабелей из приведенных ниже таблиц исключены.

Следует также заметить, что для кабелей емкостью 50 пар и более в стальных гофрированных и алюминиевых оболочках применяются свинцовые соединительные и разветвительные муфты. Они же применяются на стыках кабелей в разнородных оболочках.

Соединительные муфты. Для кабелей марки ТГ и ТБ с числом пар до 100 применяются цельные свинцовые соединительные муфты (рис. 8.13, *а*). Для тех же кабелей с числом пар 150 и более используются свинцовые соединительные муфты, составленные из двух частей (рис. 8.13, *б*). В этом случае запаиваются не два, а три шва – средний и два крайних. Размеры и расчетная масса свинцовых соединительных муфт приведены в табл. 8.8.

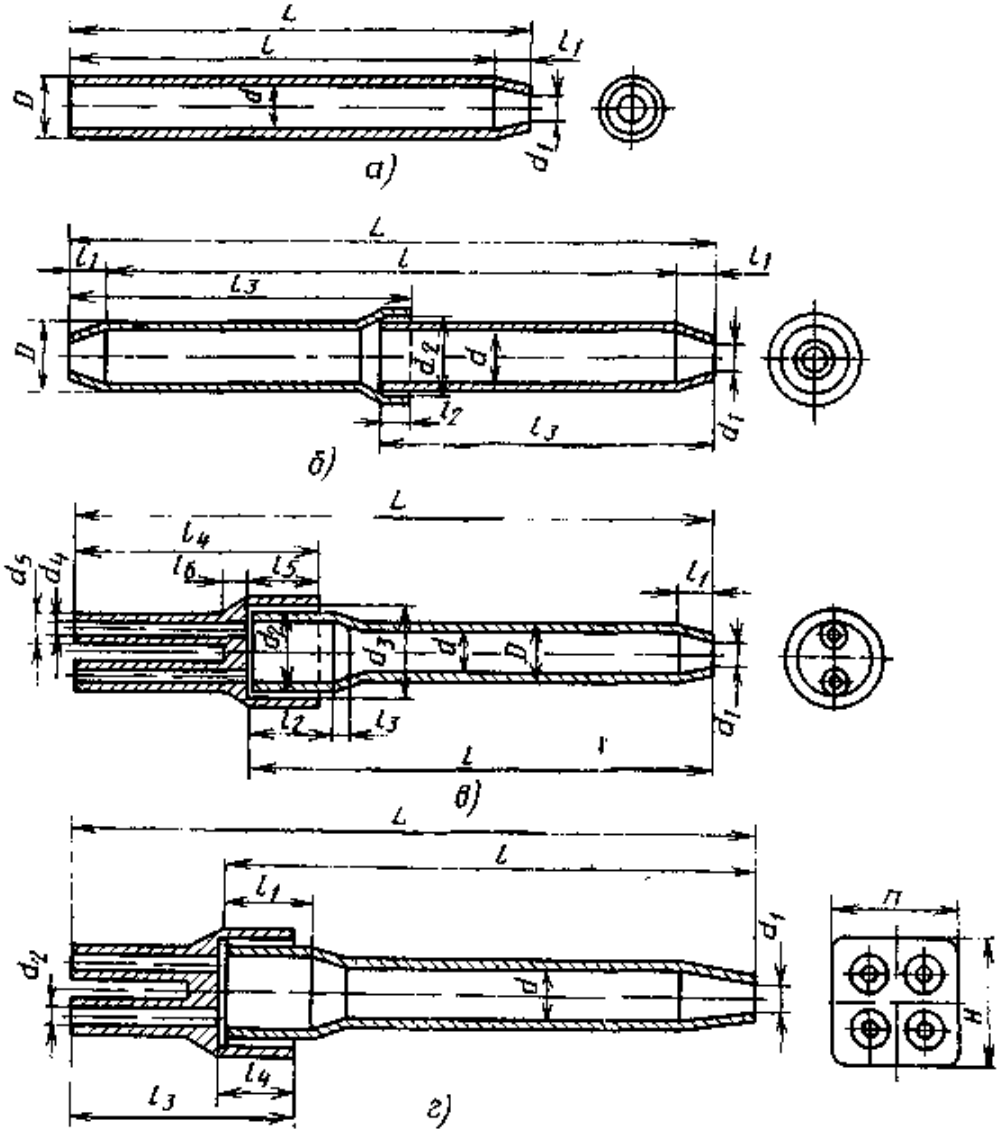


Рис. 8.13. Свинцовые муфты

а — цельная соединительная; *б* — соединительная из двух половин; *в* — круглая разветвительная; *г* — станционная разветвительная

Таблица 8.8

Размеры и расчетная масса свинцовых соединительных муфт для кабелей марок ТГ, ТБ

Число пар в кабеле	Размеры муфт, мм									Масса, кг	Примечание
	L	l	l_1	l_2	l_3	D	d	d_1	d_2		
Диаметром жил 0,4 мм											
50	260	245	15	—	—	30	27	19	—	0,4	Рис. 8.13, *а*
100	330	315	15	—	—	37	33	22	—	0,8	
150	380	340	20	20	200	41	37	26	46	1,1	
200	440	400	20	20	230	45	41	28	49	1,4	
300	510	450	30	20	265	51	47	32	56	1,8	
400	550	490	30	20	285	58	53	38	64	2,8	
500	580	520	30	20	300	63	58	41	69	3,2	
600	600	530	35	20	310	67	62	45	73	3,5	
700	610	540	35	25	318	72	67	48	78	3,9	Рис. 8.13, *б*
800	630	550	40	25	328	76	70	50	83	5,1	
900	650	570	40	25	338	79	73	53	86	5,4	
1000	680	580	50	25	353	83	77	56	90	6,0	
1200	730	630	50	25	378	89	83	61	96	6,9	
1400	780	680	50	25	403	95	89	75	102	7,8	
1600	830	710	60	25	428	102	96	79	109	8,7	
Диаметром жил 0,5 мм											
50	260	245	15	—	—	35	31	20	—	0,6	Рис. 8.13, *а*
100	330	315	15	—	—	41	36	25	—	1,1	
150	380	340	20	20	200	48	43	30	54	1,6	
200	440	400	20	20	230	53	47	36	58	2,0	
300	510	450	30	20	265	65	59	42	72	3,5	
400	550	490	30	20	285	71	65	50	78	4,1	
500	580	520	30	20	300	80	74	55	87	4,9	
600	600	530	35	20	310	85	79	60	92	5,4	Рис. 8.13, *б*
700	610	540	35	25	318	90	84	64	97	5,9	
800	630	550	40	25	328	95	89	68	102	6,4	
900	650	570	40	25	338	105	99	70	112	7,3	
1000	680	580	50	25	353	110	104	74	117	8 0	
1200	730	630	50	25	378	120	114	80	127	9,4	
1400	780	680	50	25	403	130	124	86	137	10,8	
Диаметром жил 0,7 мм											
50	290	275	15	—	—	45	41	30	—	0,8	Рис. 8.13, *а*
100	390	360	15	—	—	49	45	35	—	1,3	
150	450	410	20	20	235	57	52	42	63	2,3	
200	510	470	20	25	265	63	58	48	69	2,8	
300	600	540	30	25	313	74	69	58	80	4,0	Рис. 8.13, *б*
400	650	590	30	25	338	82	77	65	88	4,7	
500	670	610	30	25	348	90	85	72	96	5,4	
600	750	670	40	25	388	96	91	79	102	6,4	

Таблица 8.9

Размеры и расчетная масса круглых свинцовых разветвительных муфт для кабелей ТГ, ТБ с жилами диаметром 0,4 мм (рис. 8.13, *в*)

Емкость основного кабеля и ответвлений (пальцев), пар	Размеры муфт, мм												Масса, кг
	L	l	l_2	l_4	l_5	d	d_1	d_2	d_3	d_4 внутренний диаметр пальца			
										1-го	2-го	3-го	
100 = 50 + 50	400	350	50	150	40	33	23	45	47	18	18	—	1,2
150 = 100 + 50	520	400	50	160	40	37	26	50	52	23	18	—	1,7
200 = 100 + 100	580	450	50	170	40	42	28	57	59	23	23	—	2,1
200 = 150 + 50	580	450	50	170	45	42	28	57	59	26	18	—	2,1
300 = 150 + 150	655	520	55	180	45	47	32	62	64	26	26	—	2,7
300 = 100 + 100 + 100	655	520	55	180	45	47	32	62	64	23	23	23	2,8
300 = 200 + 100	655	520	55	180	45	47	32	62	64	28	23	—	2,7
400 = 200 + 200	690	560	60	180	50	53	38	68	70	28	28	—	3,8
400 = 300 + 100	690	560	60	180	50	53	38	68	70	32	23	—	3,7
400 = 200 + 100 + 100	690	560	60	180	50	53	38	68	70	28	23	23	3,9
500 = 300 + 100 + 100	730	600	60	180	50	58	41	73	75	32	23	23	4,4
500 = 300 + 200	730	600	60	180	50	58	41	73	75	32	28	—	4,3
500 = 400 + 100	730	600	60	180	50	58	41	73	75	38	23	—	4,4
600 = 300 + 300	735	610	65	180	55	62	45	83	85	32	32	—	5,1
600 = 400 + 200	735	610	65	180	55	62	45	83	85	38	28	—	5,1
600 = 400 + 100 + 100	735	610	65	180	55	62	45	83	85	38	23	23	5,2
600 = 300 + 200 + 100	735	610	65	180	55	62	45	83	85	32	28	23	5,2
600 = 500 + 100	735	610	65	180	55	62	45	83	85	41	23	—	5,1
700 = 300 + 300 + 100	740	620	70	180	60	70	50	91	93	32	32	23	6,8
700 = 400 + 300	740	620	70	180	60	70	50	91	93	38	32	—	6,7
700 = 500 + 200	740	620	70	180	60	70	50	91	93	41	28	—	6,7
700 = 500 + 100 + 100	740	620	70	180	60	70	50	91	93	41	23	23	6,8
700 = 600 + 100	740	620	70	180	60	70	50	91	93	45	23	—	6,7
800 = 400 + 400	775	640	75	200	65	70	50	91	93	38	38	—	7,0
800 = 500 + 300	775	640	75	200	65	70	50	91	93	41	32	—	7,0
800 = 600 + 200	775	640	75	200	65	70	50	91	93	45	28	—	7,0
800 = 600 + 100 + 100	775	640	75	200	65	70	50	91	93	45	23	23	7,1

800 = 700 + 100	775	640	75	200	65	70	50	91	93	47	23	—	6,9
900 = 500 + 400	785	650	75	200	65	73	53	95	97	41	38	—	7,5
900 = 600 + 300	785	650	75	200	65	73	53	95	97	45	32	—	7,4
900 = 700 + 200	785	650	75	200	65	73	53	95	97	47	28	—	7,4
900 = 700 + 100 + 100	785	650	75	200	65	73	53	95	97	47	23	23	7,5
900 = 800 + 100	785	650	75	200	65	73	53	95	97	50	23	—	7,4
1000 = 500 + 500	830	700	80	200	70	77	56	98	100	41	41	—	8,3
1000 = 600 + 300 + 100	830	700	80	200	70	77	56	98	100	45	32	23	8,4
1000 = 600 + 400	830	700	30	200	70	77	56	98	100	45	38	—	8,3
1000 = 700 + 300	830	700	80	200	70	77	56	98	100	47	32	—	8,2
1000 = 800 + 100 + 100	830	700	80	200	70	77	56	98	100	50	23	23	8,3
1000 = 800 + 200	830	700	80	200	70	77	56	98	100	50	28	—	8,2
1000 = 900 + 100	830	700	80	200	70	77	56	98	100	53	23	—	8,2
1200 = 600 + 600	900	750	80	220	70	83	61	103	105	45	45	—	10,0
1200 = 600 + 500 + 100	900	750	80	220	70	83	61	103	105	45	41	23	10,1
1200 = 700 + 500	900	750	80	220	70	83	61	103	105	47	41	—	10,0
1200 = 800 + 400	900	750	80	220	70	83	61	103	105	50	38	—	10,0
1200 = 900 + 300	900	750	80	220	70	83	61	103	105	53	32	—	10,0
1200 = 1000 + 100 + 100	900	750	80	220	70	83	61	103	105	56	23	23	10,1
1200 = 1000 + 200	900	750	80	220	70	83	61	103	105	56	28	—	10,0
1400 = 700 + 700	945	800	85	230	85	89	75	108	110	50	50	—	11,8
1400 = 800 + 600	945	800	85	230	85	89	75	108	110	50	45	—	11,8
1400 = 1000 + 400	945	800	85	230	85	89	75	108	110	61	38	—	11,8
1400 = 1200 + 200	945	800	85	230	85	89	75	108	110	61	28	—	11,7
1600 = 800 + 800	995	850	90	235	90	96	79	113	115	50	50	—	13,5
1600 = 900 + 700	995	850	90	235	90	96	79	113	115	53	50	—	13,5
1600 = 1000 + 600	995	850	90	235	90	96	79	113	115	61	45	—	13,5
1600 = 1200 + 400	995	850	90	235	90	96	79	113	115	61	38	—	13,3

Таблица 8.10

Размеры и расчетная масса круглых свинцовых разветвительных муфт для кабелей марок ТГ, ТБ с жилами диаметром 0,5 мм (рис. 8.13, *в*)

Емкость основного кабеля и ответвлений (пальцев), пар	Размеры муфт, мм												Масса, кг
	L	l	l_2	l_4	l_5	d	d_1	d_2	d_3	d_4 — внутренний диаметр пальца			
										1-го	2-го	3-го	
100 = 50+50	460	350	50	150	40	36	25	58	60	21	21	—	1,7
150 = 100+50	520	400	50	160	40	43	30	68	70	24	21	—	2,5
200 = 100 + 100	580	450	50	170	40	47	36	68	70	24	24	—	2,9
300 = 100+100+100	655	520	55	180	45	59	42	68	70	24	24	24	4,6
300 = 200 + 100	655	520	55	180	45	59	42	78	80	37	24	—	4,7
300 = 150+150	655	520	55	180	45	59	42	78	80	28	28	—	4,7
400 = 200+200	690	560	60	180	50	65	50	88	90	37	37	—	5,6
400 = 300 + 100	690	560	60	180	50	65	50	88	90	43	24	—	5,6
400 = 200+100+100	690	560	60	180	50	65	50	88	80	37	24	24	5,5
500 = 300+100+100	730	600	60	180	50	74	55	88	90	43	24	24	6,7
500 = 300+200	730	600	60	180	50	74	55	98	100	43	37	2	6,8
500 = 400+100	730	600	60	180	50	74	55	98	100	52	24	—	6,8
600 = 300+300	735	610	60	180	55	79	60	108	110	43	43	—	8,0
600 = 400+200	735	610	65	180	55	79	60	108	110	52	37	—	8,0
600 = 400+100+100	735	610	65	180	55	79	60	98	100	52	24	24	8,0
600 = 300+200+100	735	610	65	180	55	79	60	98	90	43	37	24	7,5
600 = 500+100	735	610	65	180	55	79	60	98	100	55	24	—	7,6
700 = 500+100+100	740	620	70	180	60	84	64	98	100	55	24	24	8,2
700 = 400+300	740	620	70	180	60	84	64	108	110	52	43	—	8,8
700 = 300+300+100	740	620	70	180	60	84	64	108	110	43	43	24	8,6
700 = 600+100	740	620	70	180	60	84	64	108	110	59	24	—	8,4
700 = 500+200	740	620	70	180	60	84	64	108	110	55	37	—	8,5
800 = 400+400	775	640	75	200	65	89	68	123	125	52	52	—	9,8
800 = 500+300	775	640	75	200	65	89	68	123	125	55	43	—	9,8
800 = 600+200	775	640	75	200	65	89	68	123	125	59	37	—	9,7
800 = 600+100+100	775	640	75	200	65	89	68	123	125	59	24	24	9,8

800=700+100	775	640	75	200	65	89	68	123	125	63	24	—	9,6
900=700+100+100	785	650	75	200	65	99	70	123	125	63	24	24	10,5
900=600+300	785	650	75	200	65	99	70	123	125	59	43	—	10,6
900=500+400	785	650	75	200	65	99	70	123	125	55	52	—	10,7
900=800+100	785	650	75	200	65	99	70	123	125	72	24	—	10,5
900=700+200	785	650	75	200	65	99	70	123	125	63	37	—	10,5
1000=600+300+100	830	700	80	200	70	104	70	123	125	59	43	24	11,7
1000=600+400	830	700	80	200	70	104	70	123	125	59	52	—	11,6
1000=500+500	830	700	80	200	70	104	70	128	130	55	55	—	11,8
1000=700+300	830	700	80	200	70	104	70	128	130	63	43	—	11,6
1000=800+100+100	830	700	80	200	70	104	70	123	125	72	24	24	11,8
1000=800+200	830	700	80	200	70	104	70	123	125	72	37	—	11,7
1000=900+100	830	700	80	200	70	104	70	123	125	72	24	—	11,6
1200=600+600	900	750	80	220	70	114	80	138	140	59	59	—	11,9
1200=600+500+100	900	750	80	220	70	114	80	138	140	59	55	24	13,7
1200=800+400	900	750	80	220	70	114	80	138	140	72	52	—	14,0
1200=900+300	900	750	80	220	70	114	80	138	140	72	43	—	13,8
1200=1000+200	900	750	80	220	70	114	80	138	140	72	37	—	13,7
1200=1000+100+100	900	750	80	220	70	114	80	138	140	72	24	24	13,8
1200=700+500	900	750	80	220	70	114	80	138	140	63	50	—	13,9
1400=1200+200	945	800	85	230	85	125	80	145	148	82	37	—	16,2
1400=1000+400	945	800	85	230	85	125	80	145	148	72	52	—	16,8
1400=900+500	945	800	85	230	85	125	80	145	148	72	55	—	16,8
1400=800+600	945	800	85	230	85	125	80	145	148	72	59	—	17,3
1400=700+700	945	800	85	230	85	125	80	145	148	63	63	—	17,3

[illegible] основного кабеля не более чем на три [illegible] [illegible] разветвления основного кабеля на большее число [illegible] [illegible] применяются специальные (петиповые) муфты.

Линейные магистральные и межстанционные кабели крупной емкости распаиваются 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. 8.13, *г* показана станционная свинцовая разветвительная муфта, используемая в случаях ввода из канализации в шахту кабелей в свинцовых оболочках (ТГ). Размеры и расчетные массы таких муфт приведены в табл. 8.12.

Спайка частей свинцовых муфт между собой и со свинцовой или стальной оболочкой кабелей. На готовый сросток сердечника надвигаются ранее надетые на концы кабелей свинцовые муфты так, чтобы концы их перекрывали обрезы оболочки на 10...15 мм (рис. 8.14). Соприкасающиеся части муфт и оболочки зачищаются скоблением ножом. Легкими ударами молотка концы муфт на стыках с оболочкой кабеля и части муфт между собой обжимаются так, чтобы оставались минимальные просветы, после чего стыки пропаиваются. В некоторых случаях приходится применять продольно-разрезные свинцовые муфты. В этом случае муфта сначала раскрывается по продольному разрезу, надвигается на

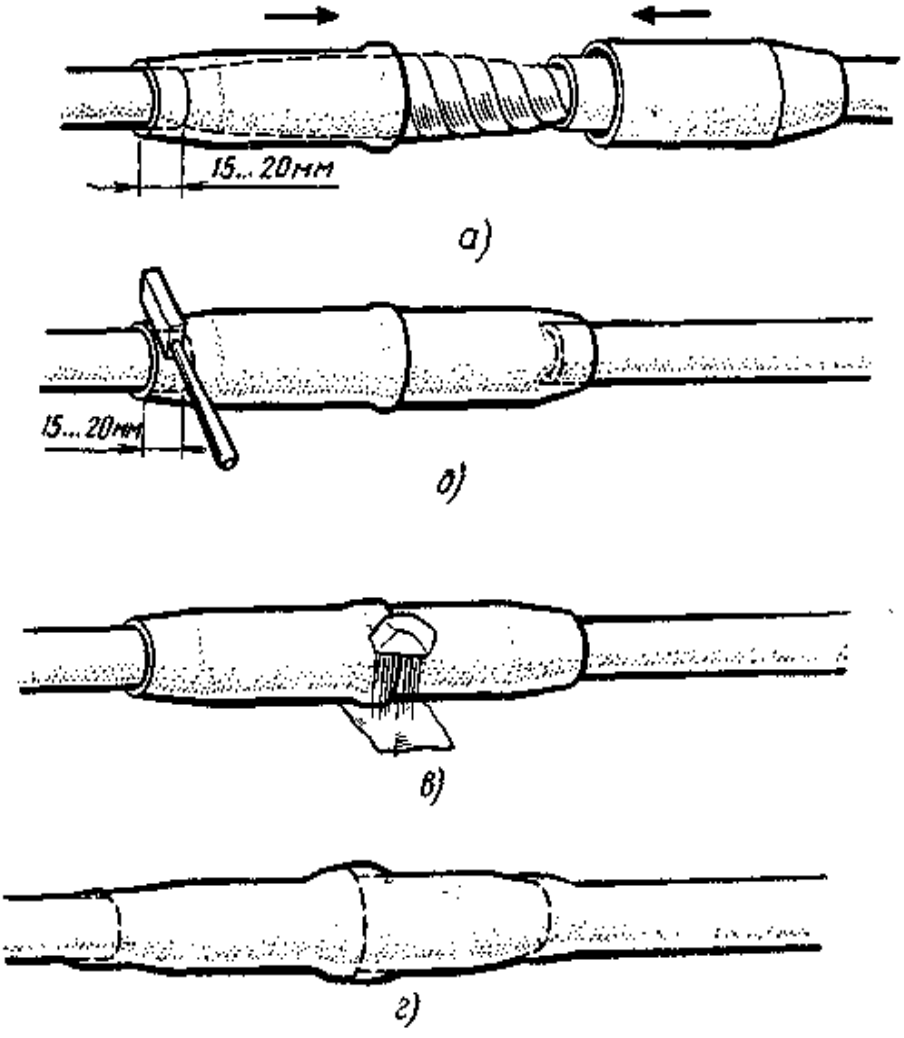


Рис. 8.14. Спайка частей свинцовых муфт между собой и со свинцовой или стальной оболочкой кабелей:

а - надвигание полумуфт; *б* - обжим стыков; *в* - обработка стеарином; *г* - вид готовой муфты с запаянными стыками

Размеры и расчетная масса свинцовых разветвительных муфт для кабелей марок ТГ, ТБ с жилами диаметром 0,7 мм (рис. 8.15 [illegible])

Емкость основного кабеля и ответвлений (пальцев), пар	Размеры муфт, мм											
	L	l	l_2	l_4	l_5	d	d_1	d_2	d_3	[illegible]	[illegible]	[illegible]
100=50+50	500	390	50	150	40	45	35	60	62	[illegible]	[illegible]	—
150=100+50	575	450	50	170	45	52	42	69	71	[illegible]	[illegible]	—
200=100+100	635	510	50	170	45	58	48	79	81	[illegible]	[illegible]	—
200=100+50+50	635	510	50	170	45	58	48	79	81	[illegible]	[illegible]	[illegible]
200=150+50	635	510	50	170	45	58	48	79	81	[illegible]	[illegible]	—
300=100+100+100	725	600	60	175	50	69	58	92	94	[illegible]	[illegible]	[illegible]
300=200+100	725	600	60	175	50	69	58	92	94	[illegible]	[illegible]	—
300=150+150	725	600	60	175	50	69	58	92	94	[illegible]	[illegible]	—
400=200+200	775	650	65	180	55	77	65	106	108	[illegible]	[illegible]	—
400=300+100	775	650	65	180	55	77	65	106	108	[illegible]	[illegible]	[illegible]
400=200+100+100	775	650	65	180	55	77	65	106	108	[illegible]	[illegible]	[illegible]
500=300+100+100	810	670	65	195	55	85	72	118	120	[illegible]	[illegible]	[illegible]
500=300+200	810	670	65	195	55	85	72	118	120	[illegible]	[illegible]	—
500=400+100	810	670	65	195	55	85	72	118	120	[illegible]	[illegible]	[illegible]
600=300+300	900	750	70	210	60	91	79	130	132	[illegible]	[illegible]	—
600=400+200	900	750	70	210	60	91	79	130	132	[illegible]	[illegible]	—
600=400+100+100	900	750	70	210	60	91	79	130	132	[illegible]	[illegible]	[illegible]
600=300+150+150	900	750	70	210	60	91	79	130	132	[illegible]	[illegible]	[illegible]
600=500+100	900	750	70	210	60	91	79	130	132	[illegible]	[illegible]	—

Таблица 8.12

Размеры и расчетные массы свинцовых станционных разветвительных муфт (рис. 8.13, *г*)

Ёмкость основного кабеля, пар	Число пальцев 100×2	Размеры муфт, мм									Масса, кг
		L	l	l_1	l_2	l_4	H	n	d	d_1	
Диаметр жил 0,4 мм											
200	2	565	440	50	170	45	65	52	42	28	2,4
300	3	635	510	60	175	50	86	57	47	32	3,3
400	4	675	550	65	180	55	121	65	53	38	5,1
500	5	720	580	65	195	55	87	70	58	41	5,3
600	6	750	600	70	210	60	87	75	63	45	6,1
700	7	760	610	70	210	60	122	80	66.	47	8,0
800	8	770	620	75	215	65	122	84	70	50	8,8
900	9	780	630	80	220	70	88	87	73	58	8,7
1000	10	830	680	85	230	80	122	91	77	66	10,5
1200	12	880	710	90	250	80	122	97	83	67	12,0
1400	14	920	740	95	270	90	122	122	89	75	13,5
1600	16	965	770	100	290	95	122	122	95	79	15,0
Диаметр жил 0,5 мм											
200	2	565	440	50	170	45	65	59	49	37	2,7
300	3	635	510	60	175	50	87	71	59	44	4,5
400	4	675	550	65	180	55	122	78	66	51	5,9
500	5	720	580	65	195	55	87	85	72	55	6,2
600	6	750	600	70	210	60	90	90	78	61	7,1
700	7	760	610	70	210	60	122	97	83	65	8,4
800	8	770	620	75	215	65	122	103	89	69	10,3
900	9	780	630	80	220	70	109	109	95	72	10,9
1000	10	830	680	85	230	80	122	116	102	75	12,7
1200	12	880	710	90	250	80	122	125	111	82	14,6
1400	14	930	750	95	270	90	125	125	120	82	16,5
Диаметр жил 0,7 мм											
200	2	635	510	50	170	45	70	70	58	48	4,0
300	3	725	600	60	175	50	87	81	69	58	5,6
400	4	775	650	65	180	55	121	87	77	65	7,3
500	5	810	670	65	195	55	97	97	85	72	7,9
600	6	900	750	70	210	60	103	103	91	79	8,4

Примечание. Толщина стенок пальцев 1,6. . .2,0 мм; внутренний диаметр пальцев 22,5. . .23,0 мм; наружный диаметр пальцев 25,7. . .26,0 мм.

готовый сросток сердечника, снова закрывается с перекрытием на 10...15 мм и шов запаивается в первую очередь.

Процесс пайки свинца состоит из операций:

нагрева зачищенных участков стыка некоптящим пламенем паяльной лампы или газовой горелки;

протирки нагретого участка стеарином;

нагрева прутка оловянно-свинцового припоя ПОССу-30 пламенем паяльной лампы или газовой горелки до пластичного состояния и наложение его небольшими порциями вдоль участка пайки;

прогрева наложенных бугорков припоя с одновременным разглаживанием их с помощью гладилки (тряпки из льняного полотна, пропитанной стеарином) для придания пайке необходимой формы и размеров.

Свинцовые муфты на стальной гофрированной оболочке кабеля запаиваются аналогично, но стальная оболочка предварительно должна быть полужена оловянно-свинцовым припоем, предпочтительно в виде пасты ПМКН-40.

8.6. Восстановление на сростках наружных покровов кабелей в полиэтиленовых оболочках полиэтиленовыми муфтами

Конструкция и размеры полиэтиленовых муфт регламентируются новыми ТУ 45-8—86 (взамен ТУ 16-538.149—72). Однако на период до полного износа старых пресс-форм разрешается применение муфт, изготовленных по старым ТУ.

Соединительные полиэтиленовые муфты. На рис. 8.15, *а* дано эскизное изображение муфты полиэтиленовой соединительной МПС для небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке, а на рис. 8.15, *б* — МПСБ, для бронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке. Основные размеры этих муфт приведены в табл. 8.13.

Таблица 8.13

Основные размеры соединительных полиэтиленовых муфт МПС и МПСБ

Размер	Размеры, мм				Масса, кг, не более
	d_1	d_2	D	L	
Для небронированных кабелей (МПС)					
7/13	7	13	38	285	0,06
13/20	13	20	50	315	0,12
20/27	20	27	72	335	0,17
24/33	24	33	77	475	0,27
32/40	32	40	89	495	0,38
40/50	40	50	106	625	0,71
50/62	50	62	120	580	0,96
60/66	60	66	142	840	1,75
64/77	64	77	142	840	1,76
Для бронированных кабелей (МПСБ)					
13/20	13	20	55	315	0,14
20/27	20	27	72	335	0,27
24/33	24	33	79	475	0,42
32/40	32	40	100	495	0,54
40/50	40	50	112	625	0,86
50/62	50	62	138	580	1,16
60/66	60	66	152	840	1,84
64/77	64	77	161	840	1,85

Примечание. Минимальная толщина стенки S=2 мм для МПС 7/13 и МПСБ 13/20.

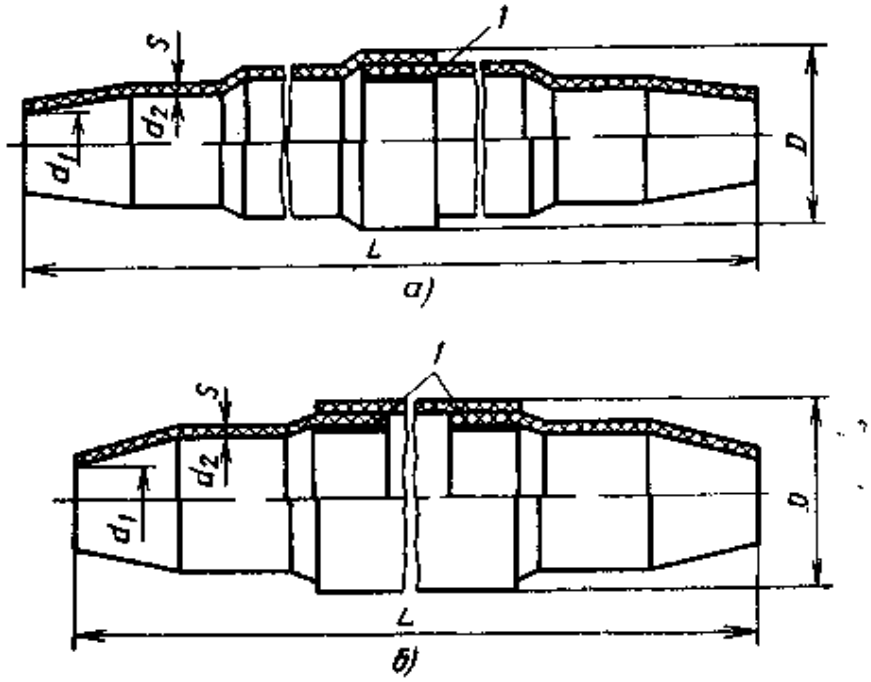


Рис. 8.15. Полиэтиленовые соединительные муфты МПС для небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке (*а*) и МПСБ для бронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке (*б*):

1 — опорные кольца

Разветвительные полиэтиленовые муфты. На рис. 8.16, *а* дано эскизное изображение муфты полиэтиленовой разветвительной на два направления 2МПР, а на рис. 8.16, *б* — на три направления 3МПР. Основные размеры этих муфт (по ТУ 45-8—86) приведены в табл. 8.14.

Станционные разветвительные полиэтиленовые муфты. На рис. 8.17, *а* дано эскизное изображение станционных разветвительных полиэтиленовых муфт МПРС на 6, 8 и 12 направлений, а на рис. 8.17, *б* и *в* соответственно — на 18 и 24 направления. Основные размеры станционных разветвительных муфт даны в табл. 8.15.

Подбор полиэтиленовых соединительных муфт для сращиваемых небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке приведен в табл. 8.16, а бронированных — в табл. 8.17.

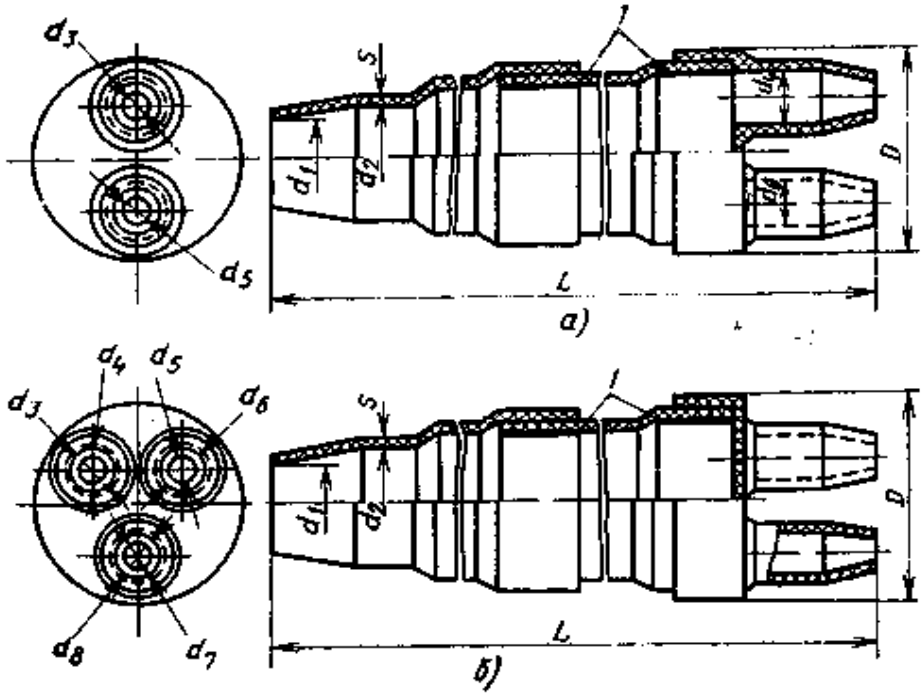


Рис. 8.16. Полиэтиленовые разветвительные муфты МПР на два (*а*) и три (*б*) направления:

1 — опорные кольца

Таблица 8.14

Основные размеры разветвительных полиэтиленовых муфт 2МПР и 3МПР на два и три направления

Типоразмер	Размеры, мм										Масса, кг, не более
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	D	L	
На два направления											
7/13	7	13	7	13	7	13	—	—	45	311	0,08
13/20	13	20	11	18	11	18	—	—	60	350	0,16
20/27	20	27	16	22	16	22	—	—	78	368	0,30
24/33	24	33	18	25	18	28	—	—	85	547	0,40
32/40	32	40	16	27	25	35	—	—	107	580	0,60
40/50	40	50	16	27	36	44	—	—	120	729	0,91
40/50-1	40	50	20	33	28	40	—	—	132	725	0,98
40/50-2	40	50	34	44	34	44	—	—	146	713	1,05
50/62	50	62	34	44	34	44	—	—	146	690	1,45
50/62-1	50	62	47	58	16	27	—	—	160	690	1,39
50/62-2	50	62	37	51	22	35	—	—	169	690	1,55
60/66	60	66	50	53	22	35	—	—	162	832	1,81
60/66-1	60	66	42	58	37	47	—	—	162	832	1,81
64/77	64	77	48	63	37	57	—	—	171	832	1,90
64/77-1	64	77	55	68	21	32	—	—	171	832	1,90
На три направления											
7/13	7	13	7	13	7	13	7	13	45	297	0,08
13/20	13	20	10	14	8	13	8	13	60	347	0,17
20/27	20	27	11	20	13	22	16	22	78	369	0,32
24/33	24	33	14	20	14	20	18	25	85	547	0,50
32/40	32	40	20	33	16	27	16	27	107	584	0,66
40/50	40	50	32	42	16	27	16	27	120	715	1,02
40/50-1	40	50	26	35	20	33	16	27	132	716	1,04
40/50-2	40	50	20	33	20	33	20	33	146	719	1,18
50/62	50	62	39	51	16	27	16	27	146	701	1,45
50/62-1	50	62	34	44	27	38	16	27	160	694	1,44
50/62-2	50	62	27	35	29	38	21	32	169	694	1,72
60/66	60	66	30	44	30	44	30	44	162	820	1,78
60/66-1	60	66	42	58	30	44	16	27	162	820	1,77
64/77	64	77	48	63	30	44	22	35	171	807	1,82
64/77-1	64	77	42	58	30	44	37	51	171	807	1,89

Примечание. Минимальная толщина стенки $S=2$ мм для 2МПР 7/13 и 3 мм для 24/33.

Таблица 8.15

Основные размеры и масса станционных разветвительных полиэтиленовых муфт

Типоразмер	Размеры, мм							Масса, кг, не более
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	D	L	
6 МПРС 40/50	40	50	29	18	23	146	770	1,1
8 МПРС 50/62	50	62	39	18	23	169	748	1,8
12 МПРС 60/66	60	66	46	18	23	160	864	1,92
18 МПРС 64/77	64	77	—	—	23	170	712	2,16
24 МПРС 64/77	64	77	—	—	23	190	792	2,61

Примечание. Минимальная толщина стенки $S=4$ мм для 6 МПРС 40/50 и 5 мм для остальных.

Таблица 8.16

Подбор полиэтиленовых соединительных муфт МПС для небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке

Типоразмер	Емкость сращиваемого кабеля, пар, при диаметре жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7
7/13	10...50	10	10	10
13/20	100	20...50	30	10...20
20/27	200...300	100...200	50	30
24/33	300...400	300	100	50
32/40	500...600	400...500	200...300	100
40/50	700...900	500...600	400...600	200
50/62	1000...1400	700...900	500...600	200
60/66	1600...1800	1000	600...700	300...400
64/77	2000...2400	800...1200	800...900	400...600

Таблица 8.17

Подбор полиэтиленовых соединительных муфт МПСБ для бронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке

Типоразмер	Емкость сращиваемого кабеля, пар, при диаметре жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7
13/20	10...50	10...30	10...30	10
20/27	50...100	50	30...50	10...30
24/33	100...200	100	50...100	20...50
32/40	200...400	100...200	100...200	50...100
40/50	500...600	200...400	200...300	100
50/62	—	500...600	400...500	100...200
60/66	—	—	500...600	300
64/77	—	—	—	400

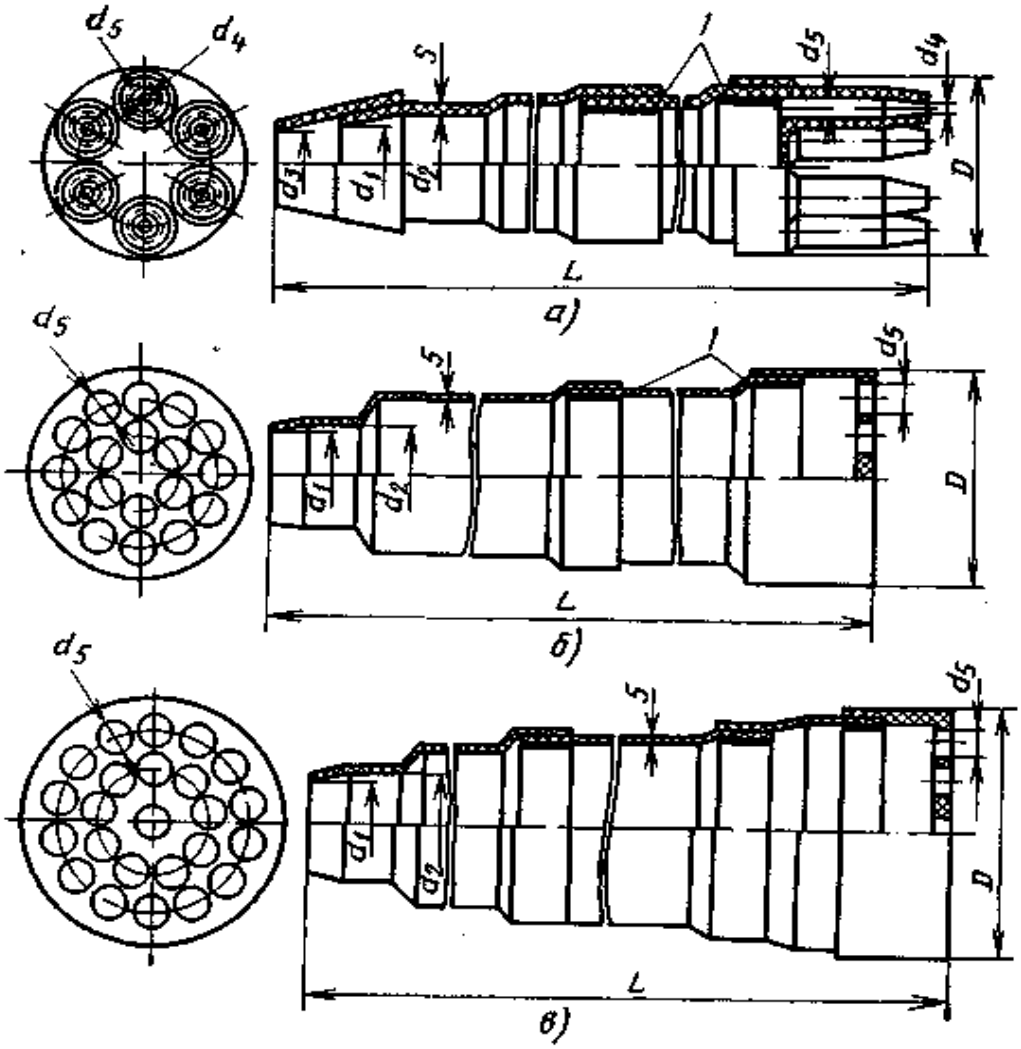


Рис. 8.17. Станционные разветвительные полиэтиленовые муфты МПРС на 6, 8 и 12 направлений (*а*), 18 направлений (*б*) и 24 направления (*в*):
1 — опорные кольца

Подбор полиэтиленовых разветвительных муфт на два направления для сращивания кабелей в полиэтиленовых оболочках приведен в табл. 8.18.

В табл. 8.19 приведен подбор полиэтиленовых разветвительных муфт на три направления (ЗМПР).

Герметичное соединение частей полиэтиленовых муфт между собой и с полиэтиленовой оболочкой кабеля. При сварке наплавлением полиэтиленовой ленты под слоем стеклоленты (рис. 8.18) полиэтиленовая лента 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 оксидирования 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. 8.20 дается примерное общее время нагрева и распределение его по циклам. Рекомендуемый режим времени базируется на цикличных нагревах с периодическими перерывами, что уменьшает опасность перегрева внешних слоев полиэтилена при недогреве внутренних.

Таблица 8.18

Подбор полиэтиленовых разветвительных муфт 2МПР на два направления

Типоразмер	Емкость сращиваемых кабелей, пар							
	основного при диаметре жил, мм				ответвляющихся при диаметре жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7	0,32	0,4	0,5	0,7
7/13	20...25	20	—	—	10...30 / 10...20	10 / 10	—	—
13/20	100	20...50	20	10...20	50 / 50	10...30 / 10...20	10...20 / 10	10 / 10
20/27	200...300	100...200	50	30	100...200 / 100	50...100 / 50...100	30 / 20	20 / 10
24/33	300...400	300	100	50	200...300 / 100...200	200 / 100	50...100 / 50	20...30 / 20...30
32/40	500...600	400...500	200...300	100	300...500 / 100...300	200...300 / 100...200	100...200 / 100	50 / 30...50
40/50	700...900	500...600	400...600	—	600...800 / 100...300	400...500 / 100...200	300...500 / 100	—
40/50-1	700...900	600	400...600	—	400...600 / 200...400	300 / 300	200...400 / 200	—
40/50-2	700...900	600	600	—	300...500 / 300...500	300 / 300	300 / 300	100 / 100

Окончание табл. 8.18

Типоразмер	Емкость сращиваемых кабелей, пар							
	основного при диаметре жил, мм				ответвляющихся при диаметре жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7	0,32	0,4	0,5	0,7
50/62	1000...1400	700...900	500...600	200	500...800 / 500...800	300...600 / 300...600	200...400 / 200...400	100 / 100
50/62-1	1000...1400	700...900	500...600	—	900...1200 / 100...300	600...900 / 100...200	400...500 / 100	—
50/62-2	1000...1400	700...900	500...600	200...300	600...1000 / 200...500	400...600 / 200...300	300...500 / 200...300	150...200 / 50—100
60/66	1600...1800	1000	600...700	—	1000...1600 / 200...500	700...900 / 200...300	400...600 / 200...300	— / —
60/66-1	1600...1800	1000	600...700	300...400	800...1200 / 600...900	700...900 / 300...600	500 / 100...200	200...300 / 100
64/77	2000...2400	800...1200	800...900	400...600	1200...1600 / 600...1200	600...900 / 200...600	500...600 / 200...500	200...400 / 100...200
64/77-1	2000...2400	800...1200	800...900	—	1200...2000 / 200...400	700...1000 / 100...200	500...800 / 100...200	—

Таблица 8.19

Подбор полиэтиленовых разветвительных муфт ЗМПР на три направления

Типоразмер	Емкость сращиваемых кабелей, пар							
	основного при диаметре жил, мм				ответвляющихся при диаметре жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7	0,32	0,4	0,5	0,7
7/13	30—50			—	10—30 10—20 10	— — —	— — —	— — —
13/20	100	30...50	30	30	50 30 20	10...30 10...20 10	10 10 10	10 10 10
20/27	300	100	50	30	100 100 100	50 30 20	20...30 10...20 10	10 10 10
24/33	400	300	100	50	100 100 200	100 100 100	50 30 20	10...30 10...30 10...20
32/40	500...600	400...500	200...300	100	200...400 100...200	200...300 100 100	100 50...100 50...100	30...50 20...50 20...50
40/50	700...900	600	400...600	—	500...700 100...300 100...300	400 100 100	200...400 100 100	— — —
40/50-1	700...900	500...600	600	—	300...500 200..400 100...300	200...300 200 100...200	300 200 100	— — —

Окончание табл. 8.19

Типоразмер	Емкость сращиваемых кабелей, пар							
	основного при диаметре жил, мм				ответвляющихся при диаметре жил, мм			
	0,32	0,4	0,5	0,7	0,32	0,4	0,5	0,7
40/50-2	700...900	500...600	400...600	200	200...400 200...400 200...400	100...200 100...200 100...200	100...200 100...200 100...200	30...50 30...50 50...100
50/62	1000...1400	700...900	500...600	300	700...1000 100...300 100...300	400...700 50...100 50...100	300...400 50...100 50...100	200 20...50 20...50
50/62-1	1000...1400	700...900	500...600	—	500...800 300...600 100...300	300...400 200...300 100...200	200...300 200 50...100	— — —
50/62-2	1000...1400	700...900	600	200...300	300...500 400...600 200...400	200...400 200...300 200	200 200 200	100 50...100 50...100
60/66	1600...1800	1000	600...700	—	400...800 400...800 400...800	300...600 300...600 300...600	200...500 200...500 200...500	— — —
60/66-1	1600...1800	1000	600...700	400	800...1200 400...800 100...300	700...900 200...600 50...100	300 200...400 100...200	200 100 50...100
64/77	2000...2400	800...1200	800...900	400...600	1200...1600 400...800 200...500	400...800 300...600 100...300	400...600 300...400 100...200	200...400 100 50...100
64/77-1	2000...2400	800...1200	800...900	—	800...1200 400...800 600...1000	500...700 200...500 100...200	500 200...500 100...200	— — —

Таблица 8.20

Примерные режимы сварки способом наплавления полиэтиленовой ленты под слоями стеклоленты (для одного стыка)

Число пар и диаметр жил кабеля	Число слоев полиэтиленовой ленты (толщина 0,2 мм, ширина 50 мм)	Число слоев стеклоленты (толщина 0,2 мм)	Общее время сварки, мин	Время начального нагрева, мин	Перерыв между нагревами, мин	Время повторного нагрева, мин	Число 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 50×0,7	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	12	4	22,0	6,0	1,0	1,0	8
400×0,7	13	4	22,0	6,0	1,0	1,0	8
500×0,7	14	4	25,0	7,0	1,0	1,0	9
600×0,7	15	4	28,0	8,0	1,0	1,0	10

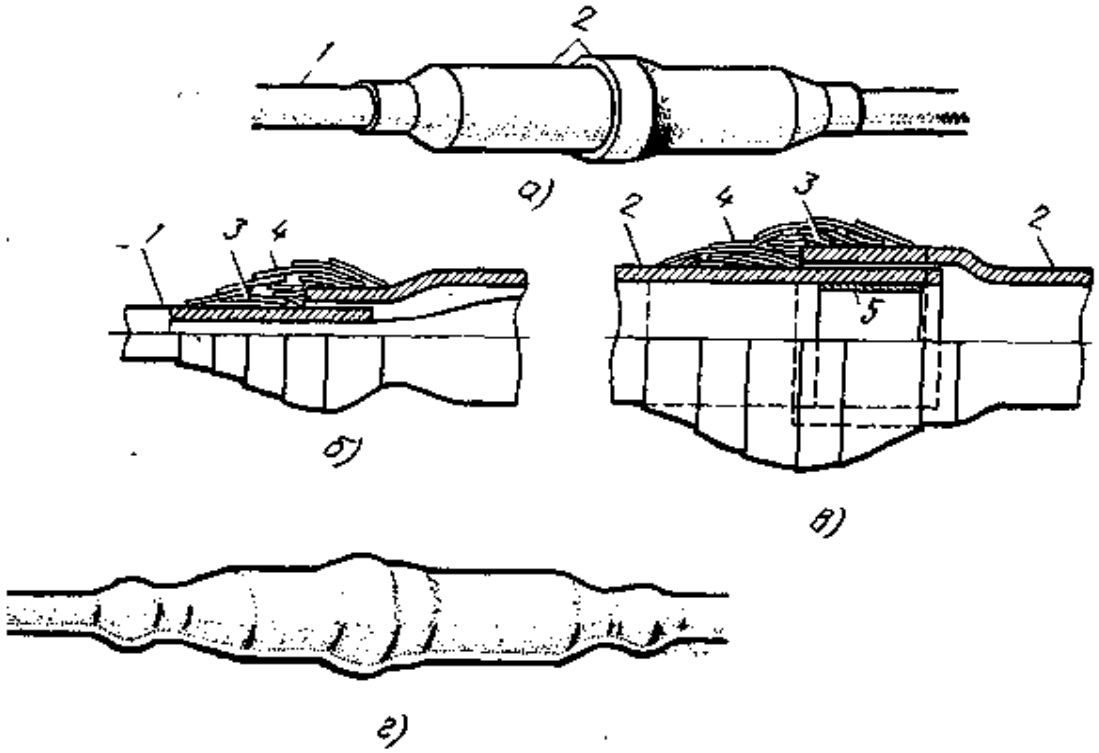


Рис. 8.18. *Сварка полиэтиленовых муфт способом наплавления полиэтиленовой ленты под стеклолентой:*

а — надвигание полумуфт на сростки; *б* — подготовленный к сварке стык конуса муфты с оболочкой кабеля; *в* — подготовленный к сварке стык частей муфты; *г* — общий вид готовой муфты;

1 — сращенные кабели; *2* — части муфты; *3* — полиэтиленовая лента; *4* — стеклолента; *5* — опорное кольцо

Стеклолента снимается после остывания полиэтилена до температуры 60 ... 50 °С. При большем охлаждении снятие ленты затруднено, а при недостаточном охлаждении снимаемая стеклолента срывает пласты горячего полиэтилена с места сварки.

Сварка с помощью медных нагревателей-вкладышей сводится к оплавлению ими соприкасающихся свариваемых поверхностей муфты и оболочки кабеля, сдавливаемых одновременно резиновым жгутом (рис. 8.19). Вкладыши нагреваются пламенем паяльной лампы или газовой горелки в два приема. Сначала производится основной нагрев, а затем после поворота вкладышей на угол около 45° — дополнительный (табл. 8.21). 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.

Сварка полиэтилена медными вкладышами происходит при температуре 165 ... 175 °С.

Наиболее распространенная конструкция медных вкладышей с торцевым расположением рабочих полуцилиндров показана на рис. 8.20, а их основные размеры приведены в табл. 8.22.

Герметичное соединение частей муфт между собой и с оболочкой кабеля можно производить с помощью термоусаживаемых трубок, на внутреннюю поверхность которых нанесен тонкий слой подклеивающего материала, например севилена.

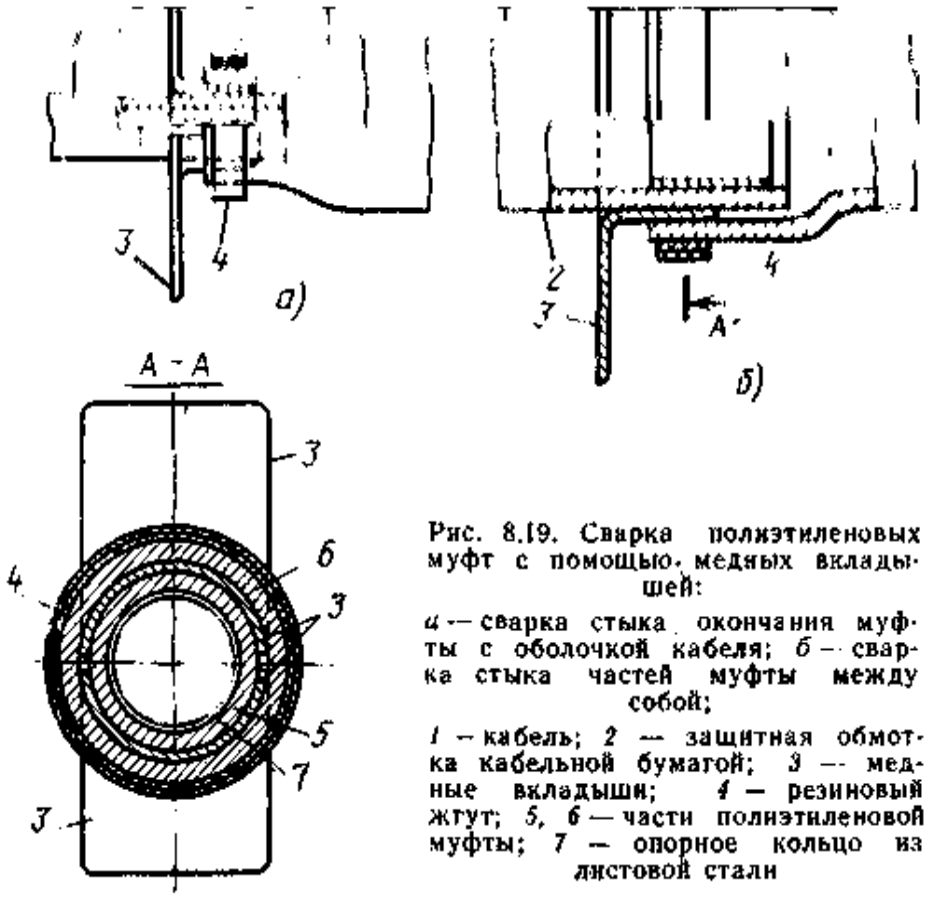


Рис. 8.19. Сварка полиэтиленовых муфт с помощью медных вкладышей:

а — сварка стыка окончания муфты с оболочкой кабеля; *б* — сварка стыка частей муфты между собой;

1 — кабель; *2* — защитная обмотка кабельной бумагой; *3* — медные вкладыши; *4* — резиновый жгут; *5, 6* — части полиэтиленовой муфты; *7* — опорное кольцо из листовой стали

Отрезки термоусаживаемых трубок, по одному на каждый стык, надеваются на концы кабелей из любого материала до начала сращивания жил сердечников. После надвигания частей муфты также из любого материала на готовый сросток сердечника отрезки термоусаживаемых трубок надвигаются на стыки (рис. 8.21)

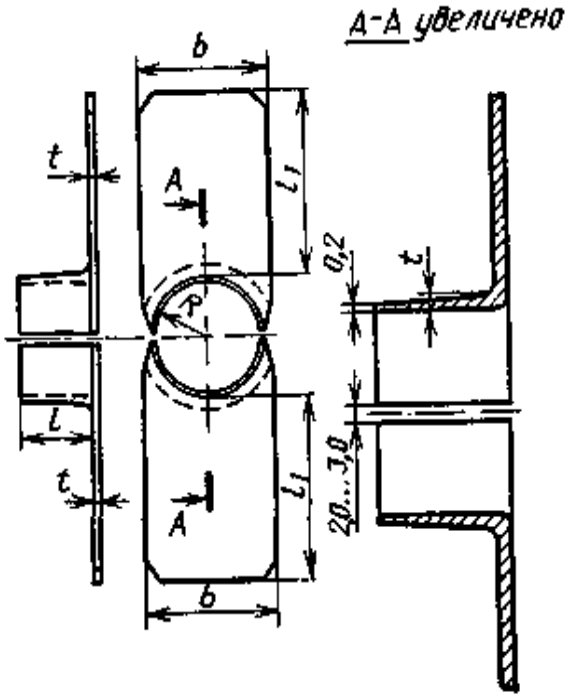


Рис. 8.20. Конструкция медных вкладышей (нагревателей)

Таблица 8.21

Примерное время нагрева вкладышей, мин

Диаметр кабеля, мм	Нагрев	
	основной	дополнительный (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

Рис. 8.21. Герметизация стыков частей муфт между собой и с оболочкой кабеля отрезками термоусаживаемых трубок:

а — отрезки термоусаживаемых трубок, заранее надвинутые на концы сращиваемых кабелей; *б* — общий вид муфты после усадки прогревом термоусаживаемых трубок на стыках: *1* — части муфты; *2* — герметизируемый стык муфты с оболочкой кабеля; *3* — стык частей муфты между собой; *4* — отрезки термоусаживаемых трубок

и равномерно прогреваются пламенем паяльной лампы, газовой горелки или источником инфракрасного излучения. Усаживаясь при этом по диаметру, отрезки термоусаживаемых трубок плотно обтягивают стыки и вместе с расплавляющимся подклеивающим материалом обеспечивают герметичность и механическую прочность стыка.

Таблица 8.22

Основные размеры медных вкладышей для сварки муфт с оболочкой кабелей ТПП и частей муфт между собой (рис. 8.20)

Типоразмер	Размеры, мм		Масса пары вкладышей, г	Типоразмер	Размеры, мм		Масса пары вкладышей, г
	R	*b*			*R*	*b*	
1	10,0	33,0	80	16	32,5	79,0	300
2	11,5	36,0	85	17	34,0	82,0	315
3	13,0	39,0	95	18	35,5	85,0	325
4	14,5	42,0	105	19	37,0	88,0	340
5	16,0	45,0	110	20	38,5	91,0	350
6	17,5	48,0	120	21	40,0	94,0	365
7	19,0	51,0	130	22	45,0	104,0	410
8	20,5	55,0	200	23	47,5	109,0	435
9	22,0	58,0	210	24	52,5	119,0	480
10	23,5	61,0	225	25	57,5	129,0	525
11	25,0	64,0	235	26	60,0	134,0	550
12	26,5	67,0	245	27	62,5	139,0	575
13	28,0	70,0	260	28	72,5	159,0	675
14	29,5	73,0	275	29	77,5	169,0	725
15	31,0	76,0	285	30	80,0	174,0	745

Примечание. $t=1{,}5$ мм и $l=20$ мм для вкладышей 1...7; $t=2$ мм и $l=25$ мм для остальных вкладышей; $l_1=60$ мм для всех вкладышей.

8.7. Восстановление на сростках наружных покровов кабелей в поливинилхлоридных оболочках поливинилхлоридными муфтами

Как уже указывалось, в системе Министерства связи СССР использование кабелей в поливинилхлоридных оболочках ограничено емкостью 100 пар и при том только для прокладки по стенам зданий и подвески на опорах. Соответственно предельной емкостью для поливинилхлоридных муфт является также 100 пар.

На рис. 8.22 дано эскизное изображение соединительной поливинилхлоридной муфты, а в табл. 8.23 приведены ее основные размеры.

Таблица 8.23

Основные размеры поливинилхлоридных соединительных муфт ПСКМ, мм (см. рис. 8.22), для кабелей ТПВ с жилами диаметром 0,5 мм (МРТУ 45.907.64 и ТУКПО 45—66)

Типоразмер	d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	L	S
10×2; 20×2	11	27	31	170	55	205	2,0
30×2	15	31	34	235	60	275	2,5
50×2	20	39	45	245	80	295	3,0
100×2	28	48	55	350	95	405	3,5

На рис. 8.23 даны эскизные изображения поливинилхлоридных разветвительных муфт на два, три и четыре направления, а в табл. 8.24 приведены их основные размеры.

Герметичное соединение частей поливинилхлоридных муфт между собой и с поливинилхлоридной оболочкой кабеля производится сваркой с помощью медных нагревателей — вкладышей. Сущность способа та же, что и при сварке полиэтиленовых муфт. Особенностью здесь является то, что при достижении заданной температуры (180 ... 200 °С) вкладыши самопроизвольно выдавливаются из зазора между свариваемыми поверхностями. Извлекать их, как при сварке полиэтилена, принудительно здесь уже не требуется.

Для сварки поливинилхлорида в свое время были разработаны вкладыши несколько иной конструкции — с боковым расположением рабочих полуцилиндров (рис. 8.24). Это несколько удобнее, так как исключается необходимость переноса пламени с одного вкладыша на другой с поворотом на 180°, позволяя вести нагрев обоих вкладышей в одном месте. Основные размеры таких вкладышей приведены в табл. 8.25.

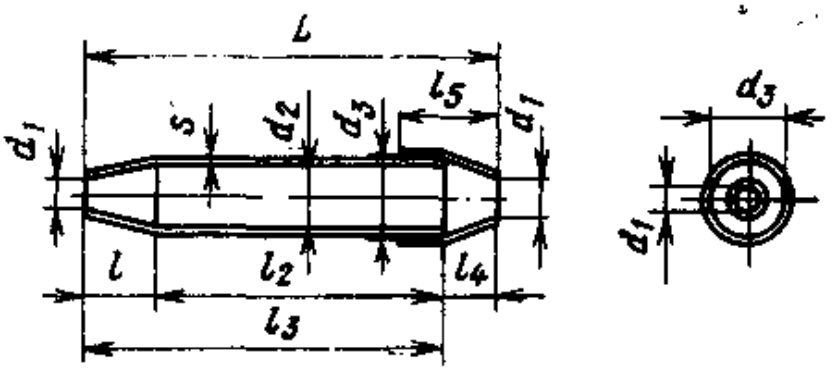


Рис. 8.22. Соединительные поливинилхлоридные муфты ПСКМ для кабелей в поливинилхлоридных оболочках

Таблица 8.24

Основные размеры поливинилхлоридных круглых разветвительных муфт ПРКМ, мм, для кабелей ТПВ с жилами диаметром 0,5 мм

Емкость основного кабеля и ответвлений (пальцев), пар	L	l	l_1	$\frac{D}{S_6}$	D_1	$\frac{d}{S}$	$\frac{d_1}{S_1}$	$\frac{d_2}{S_2}$	$\frac{d_3}{S_3}$	$\frac{d_4}{S_4}$	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9
Муфты на два направления (рис. 8.23, *а*)															
30=20+10	350	265	110	$\frac{58}{5,0}$	46	$\frac{34}{3,0}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{15}{2,0}$	—	—	12,5	10,5	—	—	15
50=30+20	370	280	120	$\frac{62}{5,0}$	50	$\frac{40}{3,0}$	$\frac{22}{3,0}$	$\frac{18}{2,5}$	—	—	15,0	12,5	—	—	18
100=50+50	490	390	140	$\frac{72}{5,0}$	60	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3,0}$	$\frac{26}{3,0}$	—	—	20,0	20,0	—	—	27,5
100=100+10	490	390	140	$\frac{72}{5,0}$	60	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{36}{3,5}$	$\frac{15}{2,0}$	—	—	27,5	10,5	—	—	27,5
Муфты на три направления (рис. 8.23, *б*)															
30=10+10+10	330	255	100	$\frac{58}{5,0}$	46	$\frac{34}{3,0}$	$\frac{15}{2,0}$	$\frac{15}{2,0}$	$\frac{15}{2,0}$	—	10,5	10,5	10,5	—	15
50=20+20+10	370	280	120	$\frac{64}{50}$	52	$\frac{40}{3,0}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{15}{2,0}$	—	12,5	12,5	10,5	—	18
100=50+30+20	490	390	140	$\frac{80}{5,0}$	68	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3,0}$	$\frac{22}{3,0}$	$\frac{28}{2,5}$	—	20,0	15,0	12,5	—	27,5
Муфты на четыре направления (рис. 8.23, *в*)															
100=50+30+10+10	490	390	140	$\frac{77}{5,0}$	65	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3,0}$	$\frac{22}{3,0}$	$\frac{15}{2,0}$	$\frac{15}{2,0}$	20,0	15,0	10,5	10,5	27,5
100=50+20+20+10	490	390	140	$\frac{77}{5,0}$	70	$\frac{42}{3,5}$	$\frac{26}{3,0}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{18}{2,5}$	$\frac{15}{2,0}$	20,0	12,5	12,5	10,5	27,5

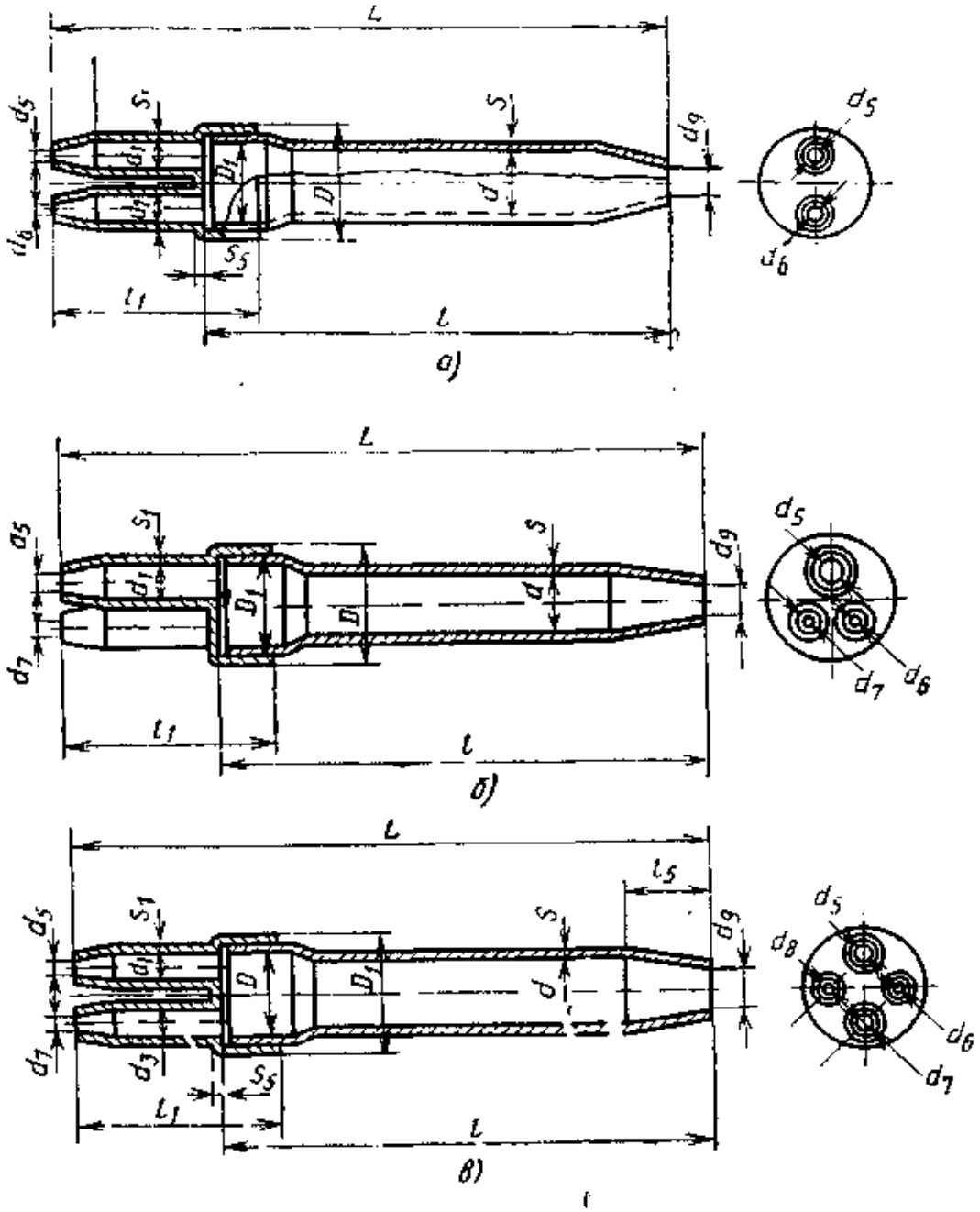


Рис. 8.23. Круглые разветвительные поливинилхлоридные муфты ПРКМ-К для кабелей в поливинилхлоридной оболочке на два (*а*), три (*б*) и четыре (*в*) направления (пальца)

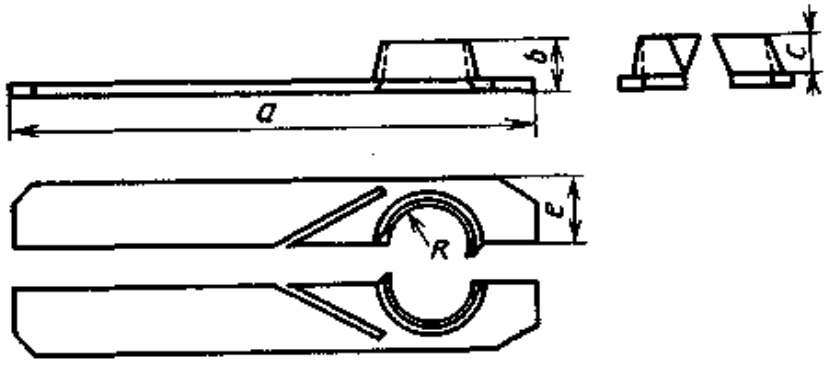


Рис. 8.24. Медные нагреватели (вкладыши) второй вариант конструкции

Таблица 8.25

Основные размеры медных вкладышей, мм, по второму варианту конструкции (см. рис. 8.24)

Емкость кабеля	Диаметр жил, 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

8.8. Сращивание кабелей в разнородных оболочках

На первых этапах внедрения кабелей в пластмассовых оболочках, когда наряду со свинцовыми массовое применение стали находить поливинилхлоридные и полиэтиленовые оболочки, остро встала проблема монтажа муфт на стыке кабелей в разнородных оболочках. Для этой цели были разработаны специальные переходные манжеты трех типов: МПК-ПС, МПК-ВС и МПК-ПВ (ТУКП 45.1356—71) соответственно для стыков свинца с полиэтиленом, свинца с поливинилхлоридом и полиэтилена с поливинилхлоридом. Конструкция и размеры таких манжет приведены на рис. 8.25 и в табл. 8.26.

Примерный подбор типоразмеров переходных манжет в зависимости от сращиваемых кабелей, их емкостей и диаметров жил может производиться по табл. 8.27.

Как уже указывалось, кабели в поливинилхлоридной оболочке емкостью 100 пар применяются только для прокладки по стенам зданий и подвески на опорах. При этом надобность в переходных манжетах МПК-ВС и МПК-ПВ для стыкования поливинилхлорида со свинцом и поливинилхлорида с полиэтиленом практически отпала. Имеет место стыкование лишь полиэтиленовой оболочки со свинцовой и со стальной гофрированной, осуществляемое с помощью переходных манжет МПК-ПС.

Таблица 8.26

Основные размеры переходных манжет МПК, мм, для сращивания кабелей в разнородных оболочках

Типоразмер	МПК-ПС (см. рис. 8.25, *а*)		МПК-ВС (см. рис. 8.25, *б*)					
	D_1	D_2	D_3	D_1	D_4	D_5	D_4	D_6
13	12,6	17,0	21,0	12,6	17,0	23,0	13,5	19,5
16	15,7	21,3	25,3	15,7	21,3	27,3	17,8	23,8
21	21,2	26,8	30,8	21,2	26,8	32,8	23,4	29,3
27	27,1	33,5	37,5	27,1	33,5	39,5	30,0	36,0
36	35,9	42,3	46,3	35,9	42,3	48,3	38,8	44,8
41	41,0	48,0	52,0	41,0	48,0	54,0	44,5	50,5
53	53,0	60,0	64,0	53,0	60,0	66,0	56,0	62,0
68	67,5	75,5	79,5	67,5	75,5	81,5	70,5	76,5
81	80,5	88,5	92,5	80,5	88,5	94,5	84,1	90,1

Окончание табл. 8.26

Типоразмер	МПК-ПВ (см. рис. 8.25, *в*)					
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6
13	12,6	17,0	21,0	13,5	19,5	23,0
16	15,7	21,3	25,3	17,8	23,8	27,3
21	21,2	26,8	30,8	23,3	29,3	32,8
27	27,1	33,5	37,5	30,0	36,0	39,5
36	35,9	42,3	46,3	38,8	44,8	48,3
41	41,0	48,0	52,0	44,5	50,5	54,0
53	53,0	60,0	64,0	56,0	62,0	66,0
68	67,5	75,5	79,5	70,5	76,5	81,5
81	80,5	88,5	92,5	84,1	90,1	94,5

Таблица 8.27

Подбор типоразмеров переходных манжет МПК для сращивания кабелей в разнородных оболочках

Типоразмер манжеты	Емкость кабелей парной скрутки при диаметре жил, мм			Емкость кабелей четверочной скрутки при диаметре жил, мм		
	0,32 и 0,4	0,5	0,7	0,32 и 0,4	0,5	0,7
13	10×2 20×2	10×2	—	5×4 10×4 15×4	5×4 10×4	5×4
16	30×2	20×2	10×2	25×4	15×4	—
21	50×2	30×2	20×2	—	25×4	10×4 15×4
27	100×2	50×2	30×2	50×4 75×4	50×4	25×4
36	150×2 200×2	100×2 150×2	50×2	100×4 150×4	75×4 100×4	50×4
41	300×2	200×2	100×2	200×4	—	—
53	400×2 500×2	300×2	150×2 200×2	250×4 300×4	150×4 200×4	75×4 100×4
68	600×2	400×2 500×2 600×2	300×2	—	250×4 300×4	150×4 200×4
81	—	—	400×2 500×2	—	—	250×4 300×4

Примечание. Манжеты подбираются по кабелю наибольшего диаметра.

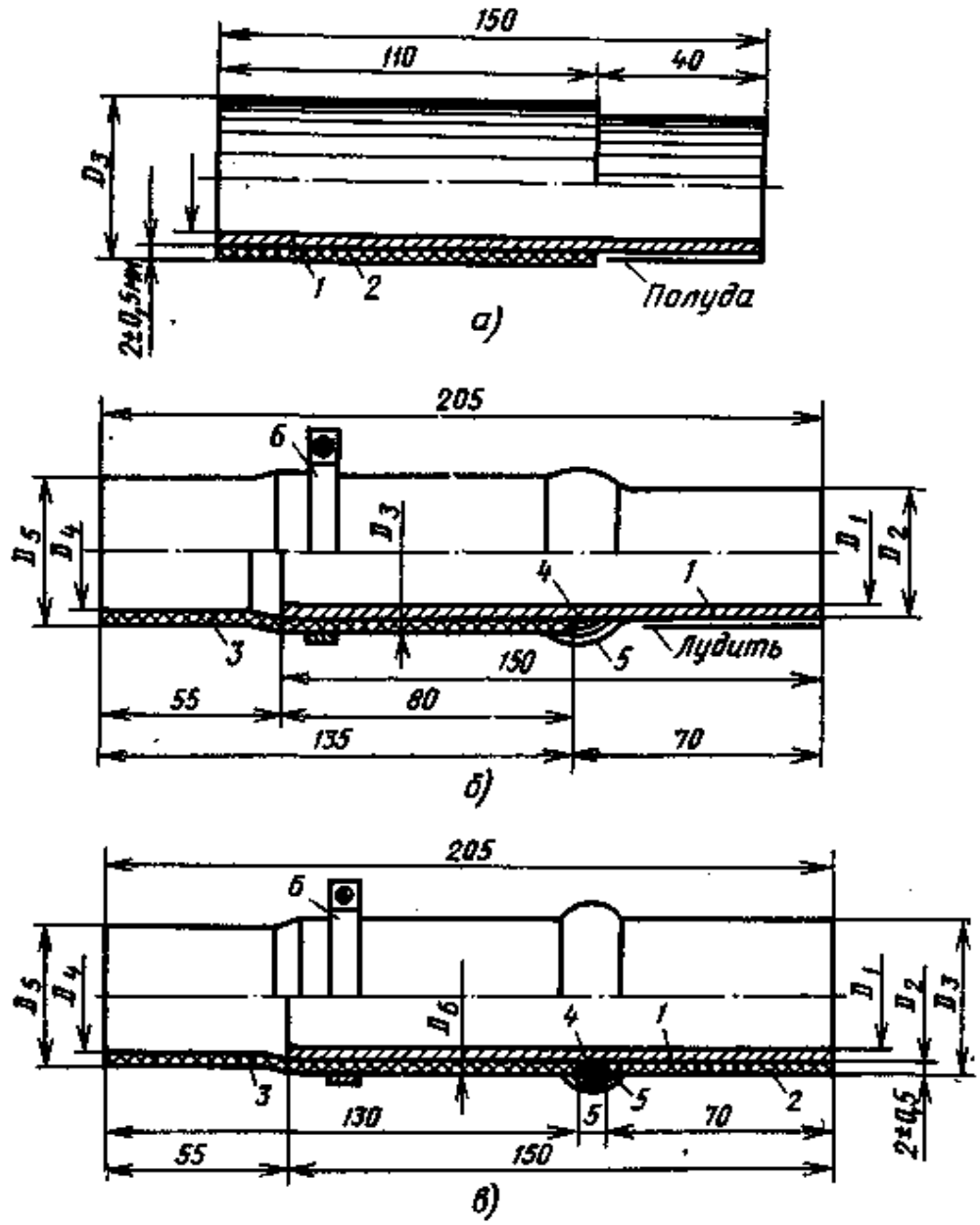


Рис. 8.25. Манжеты переходные для сращивания кабелей в разнородных оболочках:
а — МПК-ПС; *б* — МПК-ВС; *в* — МПК-ПВ;
1 — стальная трубка; *2* — напыленный слой полиэтилена толщиной 2±0,5 мм; *3* — наклеенная поливинилхлоридная трубка; *4* — обмазка полиизобутиленовым компаундом; *5* — обмотка липкой поливинилхлоридной лентой; *6* — стяжной хомут

В последние годы в связи с широким внедрением в мировой практике термоусаживаемых трубок задача стыкования в муфтах кабелей с разнородными оболочками значительно упрощается. Переходные манжеты могут теперь быть заменены отрезками термоусаживаемых трубок соответствующего диаметра, длины и с соответствующим коэффициентом усадки. Изнутри трубки покрываются подклеивающим подслоем (например, севиленом).

8.9. Сращивание строительных длин оптических кабелей

При сращивании в муфте строительных длин отечественных оптических кабелей связи (ТУ 16-705—83), поперечные разрезы которых приведены на рис. 3.33, выполняются следующие основные операции:

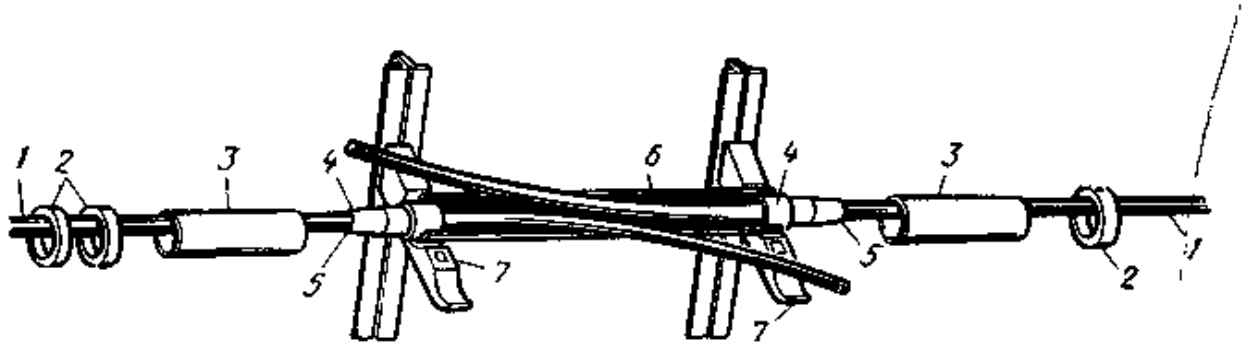


Рис. 8.26. Надвигание на сращиваемые концы кабелей конусов, цилиндров, отрезков термоусаживаемых трубок, приварка конусов к оболочке:

1 — сращиваемые кабели; *2* — отрезки термоусаживаемых трубок ТУТ 80/40; *3* — полиэтиленовые цилиндры; *4* — полиэтиленовые конуса с опорными стальными кольцами; *5* — приварка конусов к оболочке методом наплавления полиэтиленовой ленты под стеклолентой; *6* — нижняя половина металлического желобка; *7* — кабельные консоли

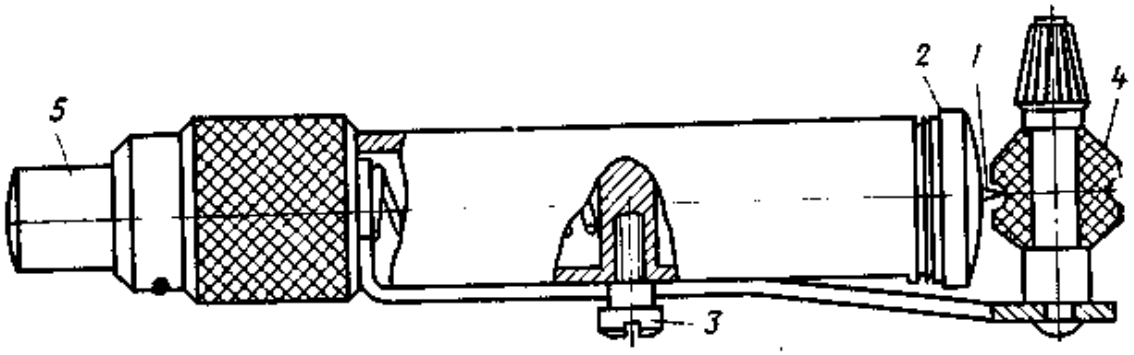


Рис. 8.27. Один из вариантов конструкции инструмента для продольного и радиального прорезания оболочки кабеля:

1 — режущее лезвие; *2* — регулятор глубины реза; *3* — рычаг перевода лезвия с продольной на радиальную резку; *4* — ролик подачи кабеля; *5* — нажимная подпружиненная кнопка

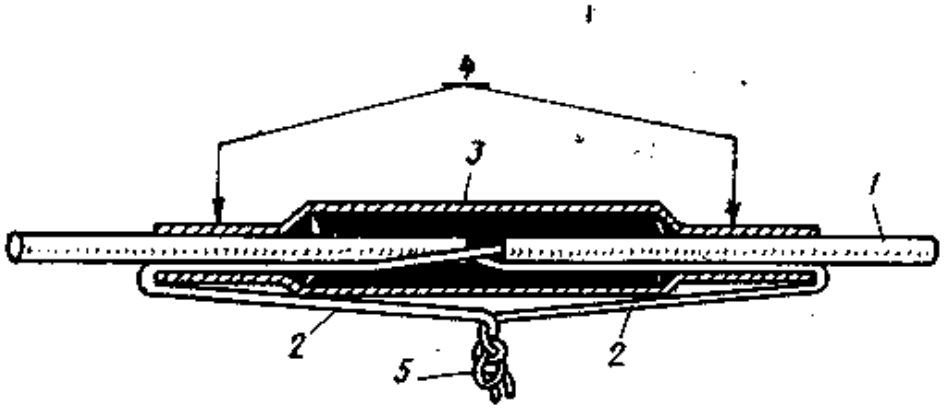


Рис. 8.28. Сращивание в металлической втулке центральных упрочняющих элементов:

1 — центральный упрочняющий элемент в поливинилхлоридной оболочке; *2* — оголенные пряди упрочняющего элемента; *3* — металлическая обжимная втулка; *4* — обжимаемые шейки втулки; *5* — концы, закрепляемые вязкой двойным узлом

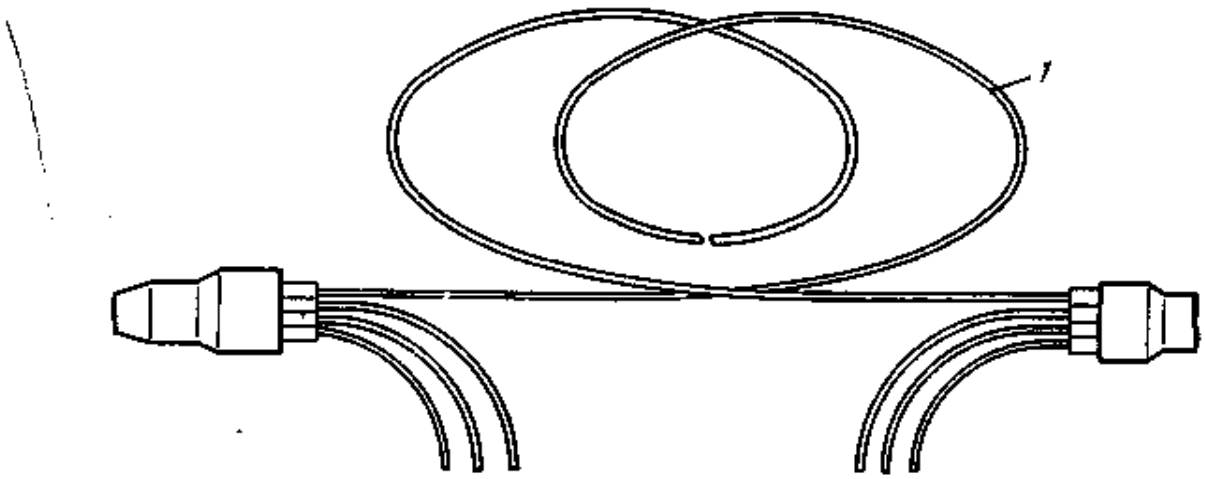


Рис. 8.29. Выкладка оптических модулей петлями запаса (*1*) и обрезка излишней длины

установка в пролете между двумя консолями нижней половины металлического желобка и выкладка на нем нахлеста сращиваемых концов кабелей;

обрезка концов сращиваемых кабелей по размерам, приведенным на рис. 8.6;

надвигание на концы полиэтиленовых конусов, цилиндров, опорных стальных колец, отрезков термоусаживаемых трубок; сварка полиэтиленовых конусов с оболочкой кабелей методом наплавления полиэтиленовой ленты под стеклолентой (рис. 8.26);

снятие оболочки с концов кабелей ножом или с помощью специального приспособления, один из возможных вариантов которого приведен на рис. 8.27;

протирка сердечников кабелей ветошью, смоченной бензином Б-70, для удаления гидрофобного заполнения;

надвигание на центральный упрочняющий элемент одного из концов кабелей металлической обжимной втулки и удаление поливинилхлоридной оболочки с обоих упрочняющих элементов от центра муфты до конца;

обжим металлической втулки на концах упрочняющих элементов с выводом оголенных прядей на поверхность втулки и связкой их двойным узлом (рис. 8.28);

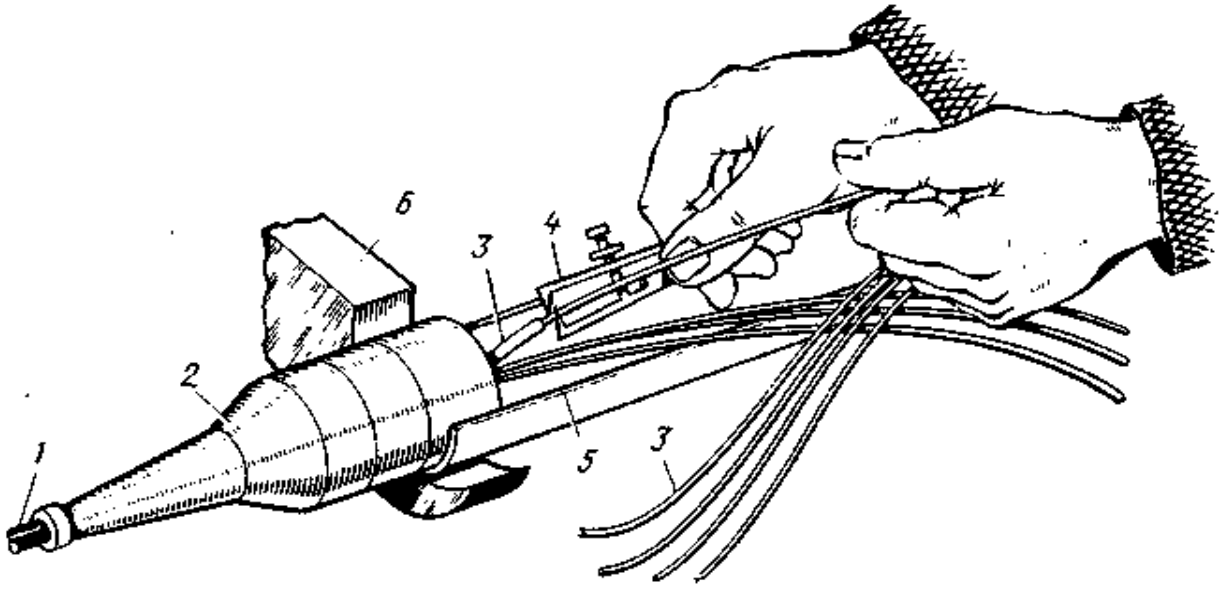


Рис. 8.30. Удаление оболочки оптических модулей с помощью специального приспособления:

1 — оптический кабель; *2* — полиэтиленовый конус; *3* — оптические модули в оболочке; *4* — приспособление для удаления оболочки; *5* — нижняя половина опорного металлического желобка; *6* — кабельная консоль

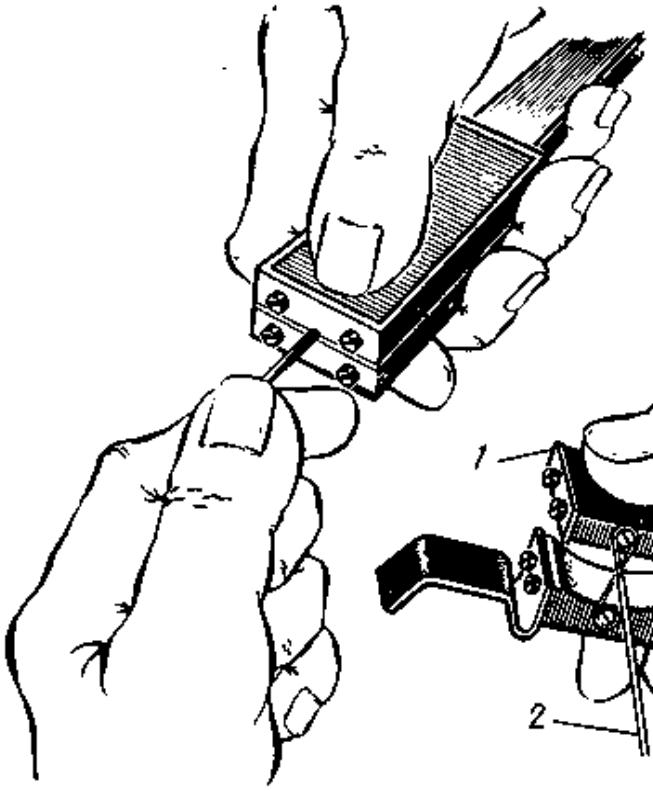


Рис. 8.31. Удаление с оптических волокон внешнего защитного покрытия

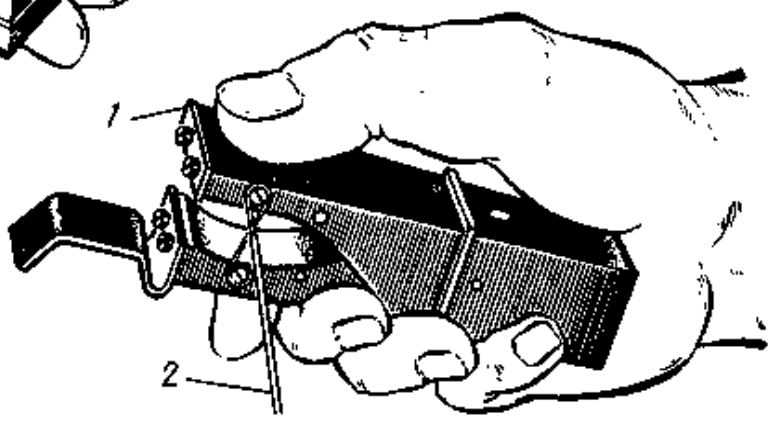


Рис. 8.32. Удаление с оптических волокон внутреннего защитного покрытия:
1 — приспособление для удаления покрытий; *2* — оптическое волокно с внутренним покрытием

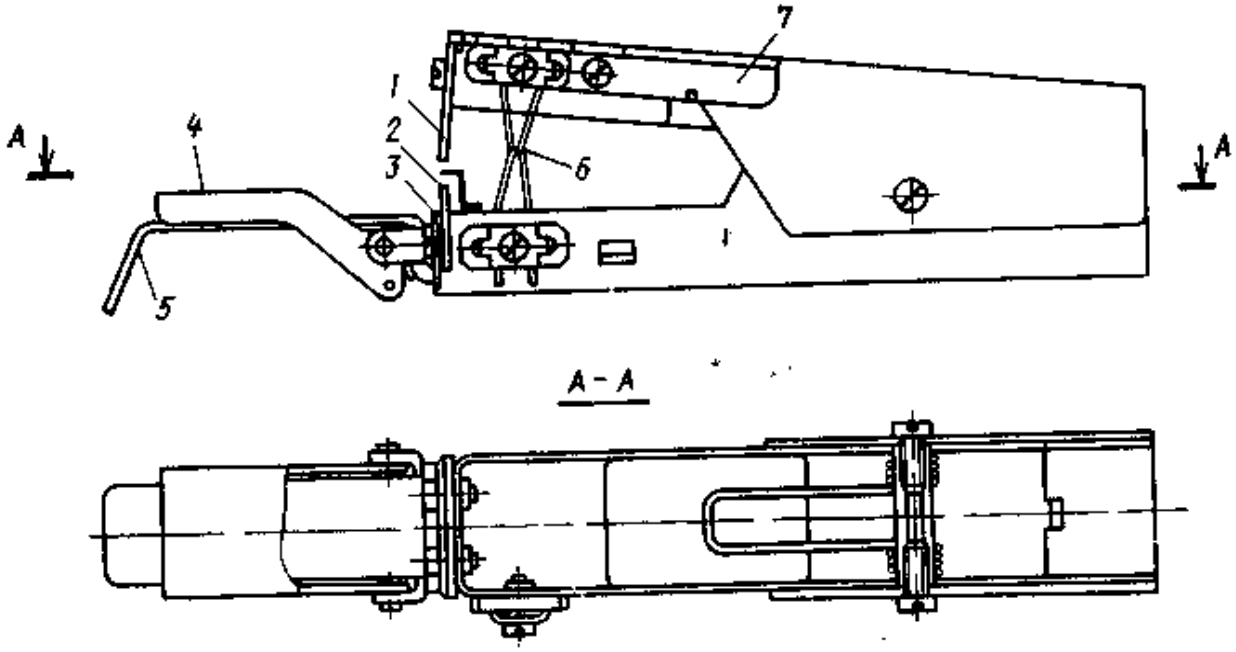


Рис. 8.33. Приспособление для удаления с оптических волокон защитных покрытий:
1 — верхний нож; *2* — направляющая пластина; *3* — нижний нож; *4* — крышка выдвижной планки; *5* — выдвижная планка; *6* — две лески; *7* — рычаг натяжения лесок

в четырехсветоводном кабеле четыре модуля, не содержащие световодов, обрезаются у края конусов;

выкладка оптических модулей петлями запаса (рис. 8.29) и обрезка излишней длины;

удаление оболочки оптических модулей (рис. 8.30);

надвигание на оптические волокна кабеля одной стороны термоусаживаемых гильз с герметизирующим заполнителем;

удаление с оптического волокна внешнего защитного покрытия (рис. 8.31);

удаление с оптического волокна внутреннего защитного покрытия (рис. 8.32); один из вариантов комбинированного приспособления для удаления с оптических волокон защитных покрытий приведен на рис. 8.33;

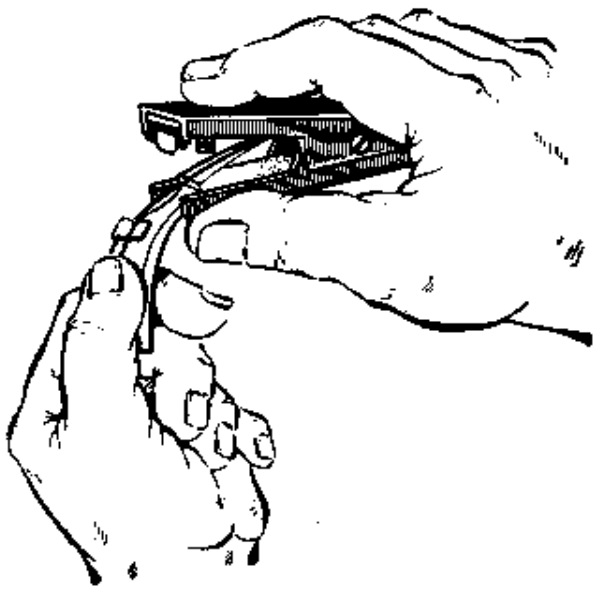


Рис. 8.34. Скол оптического волокна с помощью специального приспособления

скол волокон на обоих сращиваемых концах модулей (рис. 8.34) с помощью приспособления, приведенного на рис. 8.35;

закладка сращиваемых пар оптических волокон в держатели сварочного устройства УСВ (рис. 8.36);

подгонка в горизонтальной и вертикальной плоскостях (юстировка) торца стороны *b* волокна к торцу стороны *a* под контролем микроскопа, вмонтированного в устройство УСВ;

подача высокого напряжения на соответствующие электроды устройства УСВ и сварка торцов волокон в электрической дуге;

надвигание на сросток волокон термоусаживаемой гильзы с герметизирующим заполнителем;

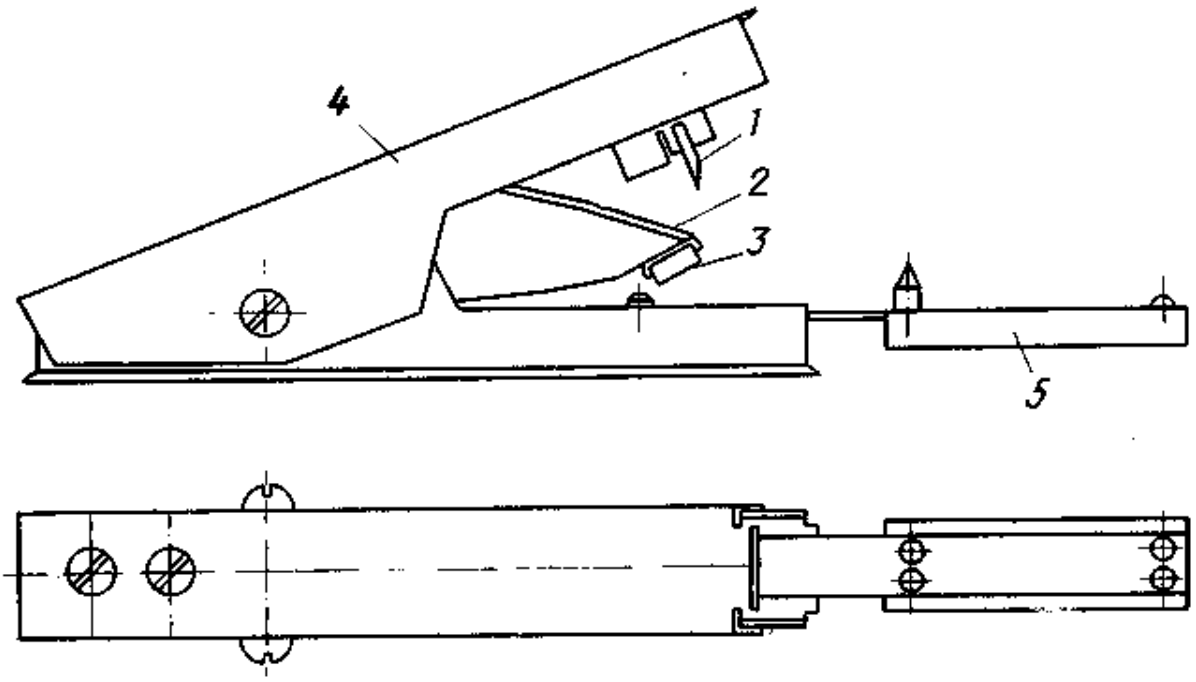


Рис. 8.35. Приспособление для скола волокон:
1 — лезвие ножа; *2* — держатель; *3* — лапка держателя; *4* — верхний рычаг; *5* — пластина

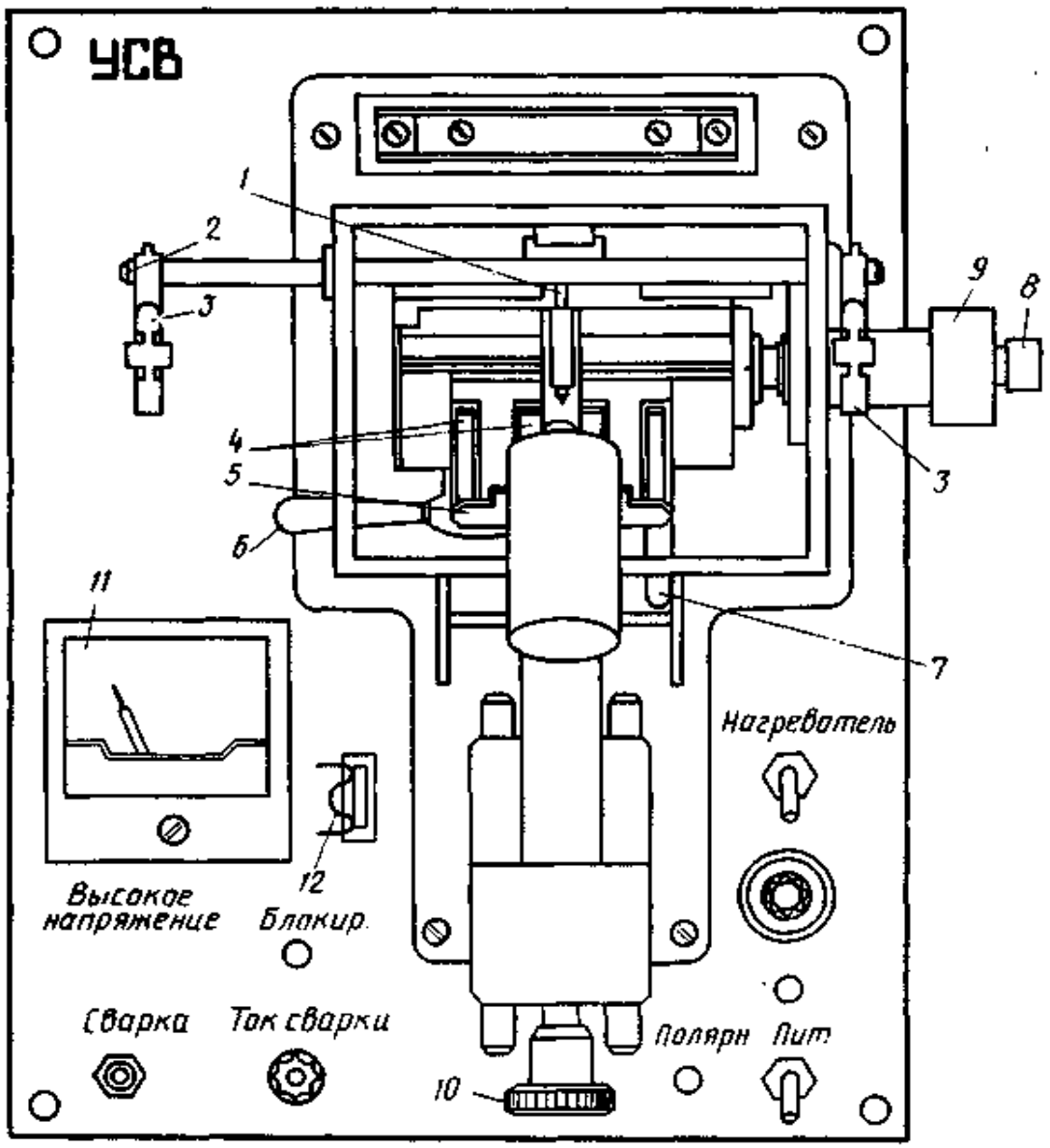


Рис. 8.36. Общий вид панели устройства для сварки волокон оптических кабелей (УСВ):
1 — электрод; *2* — держатель; *3* — зажим держателя; *4* — зажимы блоков узла крепления и перемещения волокон; *5* — кнопки с фиксаторами для отжатия зажимов блоков; *6* — ручка горизонтального перемещения волокон; *7* — ручка вертикального перемещения волокон; *8* — ручка перемещения одного волокна; *9* — ручка перемещения двух волокон; *10* — ручка крепления микроскопа; *11* — миллиамперметр; *12* — гнездо включения освещения места сварки

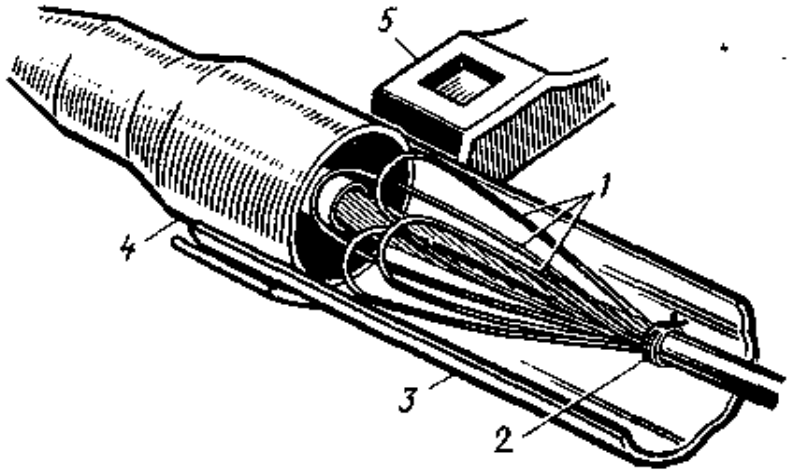


Рис. 8.37. Скрепление волокон в муфте общей вязкой:
1 — петли сращенных волокон; *2* — общая вязка; *3* — металлический желобок; *4* — полиэтиленовый корпус муфты; *5* — кабельная консоль

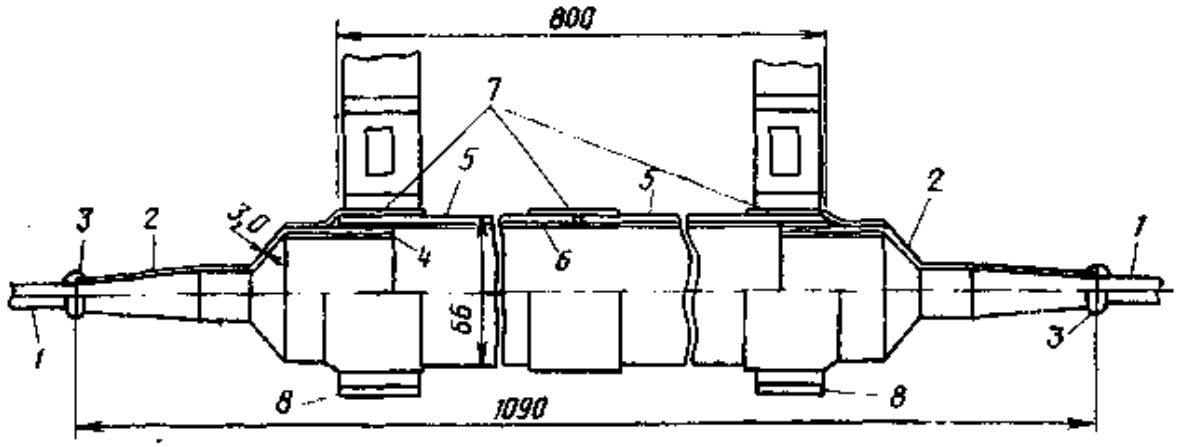


Рис. 8.38. Готовая муфта:

1 - оптический кабель; *2* — полиэтиленовые конусы; *3* — приварка конусов к оболочке кабелей методом наплавления полиэтиленовой ленты под стеклолентой; *4* — опорные стальные втулки; *5* — полиэтиленовые цилиндры; *6* — металлический желобок; *7* — пояски из отрезков термоусаживаемых трубок 80/40; *8* — кабельные консоли

прогрев и усадка гильзы над нагревательной электроспиралью устройства УСВ;

подготовка и сварка аналогичным способом всех оптических волокон кабеля;

выкладка всех сращенных оптических волокон в муфте петлями;

скрепление общей вязкой всех волокон в муфте (рис. 8.37);

наложение на муфту верхней половины металлического желобка;

надвигание на желобки и конусы двух полиэтиленовых цилиндров;

надвигание на муфту трех отрезков термоусаживаемых трубок с подклеивающим составом;

прогрев и усадка трех отрезков термоусаживаемых трубок на стыках муфты;

выкладка и закрепление муфты на консолях колодца.

Общий вид готовой муфты показан на рис. 8.38.

В ходе монтажа осуществляются оперативные и контрольные измерения. Основными измерительными приборами служат оптические тестеры и рефлектометры, которыми контролируется затухание светового потока в сростке волокон.

8.10. Монтаж оконечных устройств линейных кабелей местной связи

Общие сведения. К числу оконечных устройств линейных кабелей местной связи относятся:

коробки распределительные емкостью 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 чердаках вблизи стоечных опор для обслуживания соответствующих групп воздушно-проволочных абонентских линий;

боксы емкостью 20×2, 30×2, 50×2 и 100×2, устанавливаемые в распределительных телефонных шкафах на магистральных и распределительных кабелях местной связи;

защитные полосы, устанавливаемые на кроссах абонентских линий телефонных станций, состоящие из секции емкостью 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 емкостью 40×2 и 15×2 (10×3), устанавливаемые на кроссах соединительных линий телефонных станций для включения кабелей межстанционной связи.

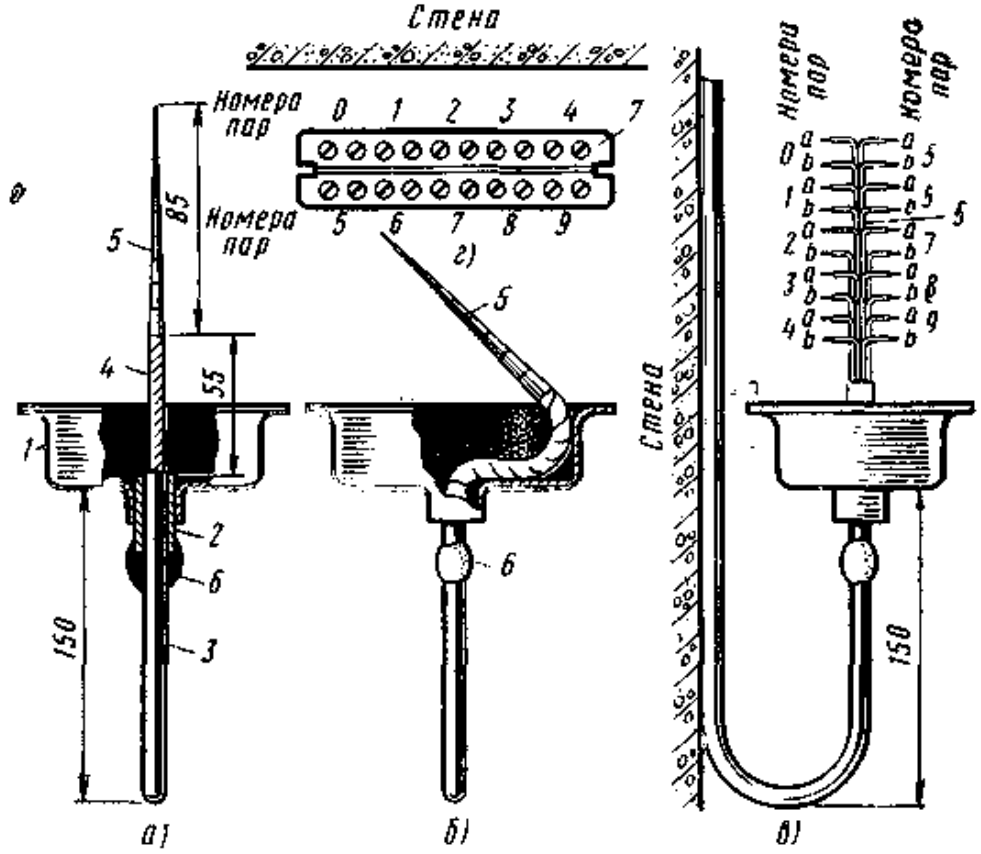


Рис. 8.39. Общий вид и размеры разделки кабеля (*а*), выкладка кабеля в корпусе бокса коробки 10×2 (*б*), расшивка на штифты плинта (*в*) и счет пар на плинте (*г*):

1 — корпус бокса коробки; *2* — стальная втулка; *3* — кабель; *4* — участок кабеля со снятой оболочкой; *5* — расшивка на плинт; *6* — обмотка липкой лентой стыка втулки с оболочкой (или пайка припоем для свинцовой оболочки); *7* — счет пар на плинте коробки 10×2

Монтаж распределительных коробок 10×2. Для монтажа (зарядки) распределительных коробок 10×2 используются кабели 10×2 преимущественно марок 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.

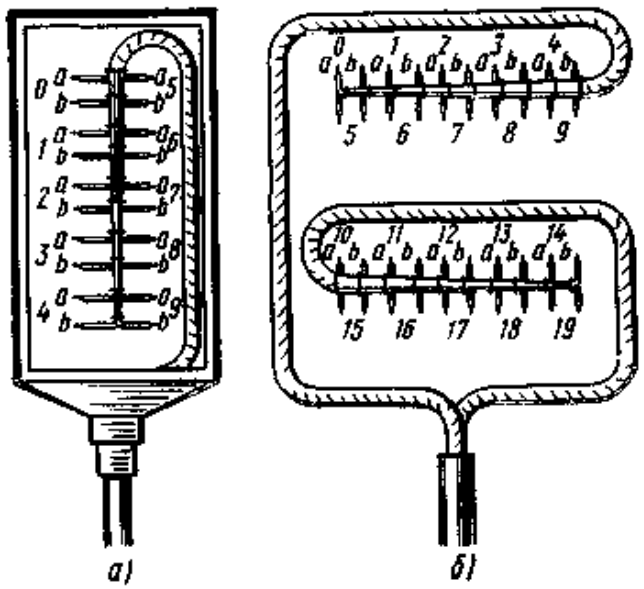
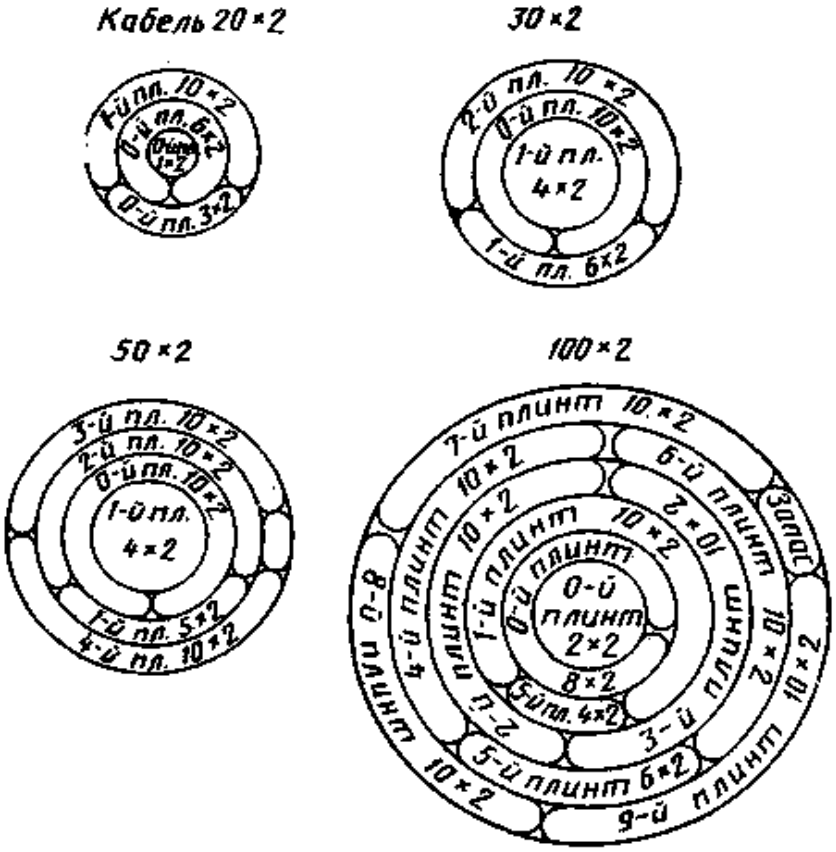


Рис. 8.40. Порядок расшивки и включения пар на плинты кабельных ящиков 10×2 (*а*) и 20×2 (*б*)

Ввод кабеля марки ТПП или ТППэп во втулку коробки герметизируется с помощью плотной намотки пяти — семи слоев липкой полиэтиленовой ленты на стык втулки с оболочкой кабеля. При этом экранная проволока предварительно припаивается к втулке оловянно-свинцовым припоем. При зарядке коробок кабелем марки ТГ свинцовая оболочка припаивается к стальной втулке ко-

Рис. 8.41. Распределение жил кабелей по плинтам при зарядке боксов



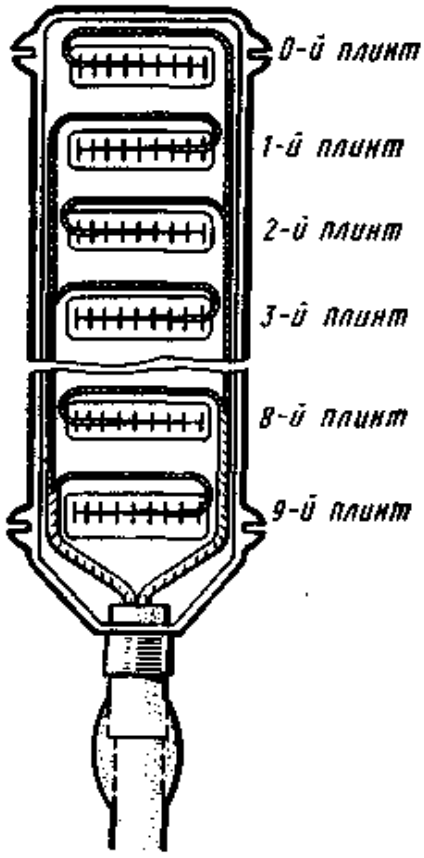


Рис. 8.42. Расшивка и выкладка десятикарных пучков в корпусе бокса

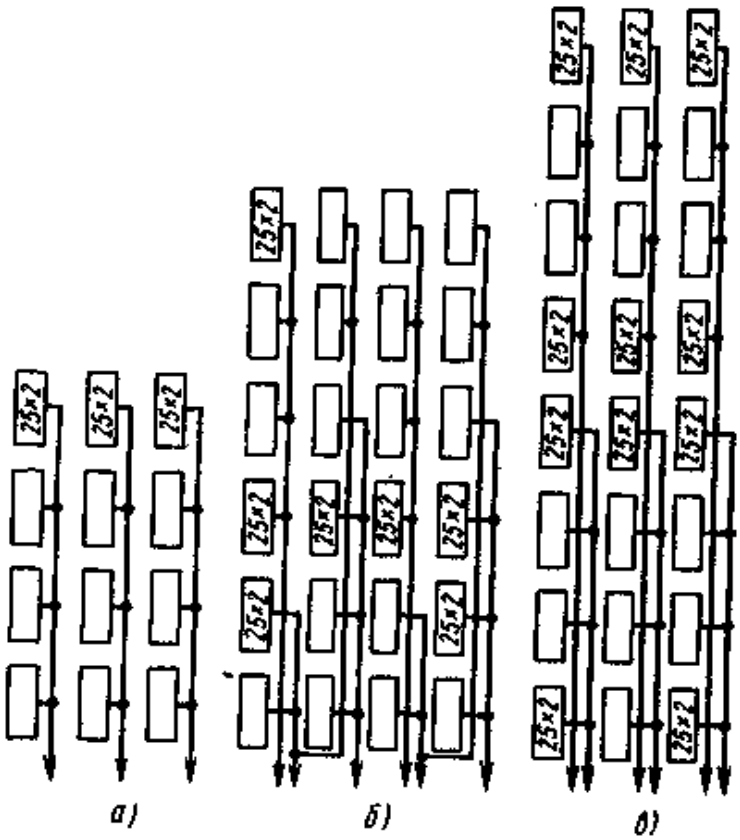


Рис. 8.43. Схема расшивки кабелей 100×2 на защитные полосы 25×2 кроссов одинарной (*а*), полуторной (*б*) и двойной (*в*) высоты

робки. Жилы конца кабеля расшиваются елочкой по шаблону. По шаблону же с концов жил снимается изоляция; они включаются в штифты плинта 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 плинта показаны на рис. 8.39.

Монтаж кабельных ящиков. Для монтажа (зарядки) кабельных ящиков емкостью 10×2 и 20×2 используются соответствующие кабели 10×2 и 20×2 марок ТПП, ТППэп и в отдельных случаях ТГ с бумагомассной изоляцией жил. В кабельных ящиках 10×2 плинт расположен вертикально и счет пар с его лицевой стороны ведется сверху вниз и слева направо. В кабельных ящиках 20×2 два плинта расположены горизонтально, и счет пар в них с лицевой стороны ведется слева направо и сверху вниз. Примерная расшивка кабелей и порядок включения пар в плинты кабельных ящиков 10×2 и 20×2 показаны на рис. 8.40. Экранная проволока кабелей в пластмассовых оболочках выводится на клемму заземления.

Монтаж боксов. Для монтажа (зарядки) боксов применяются кабели марок 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 ее наружную поверхность, закрепляется двумя-тремя витками и припаивается припоем ПОССу-30-2. Стык втулки бокса и оболочки кабеля плотно обматывается пятью-шестью слоями липкой полиэтиленовой ленты.

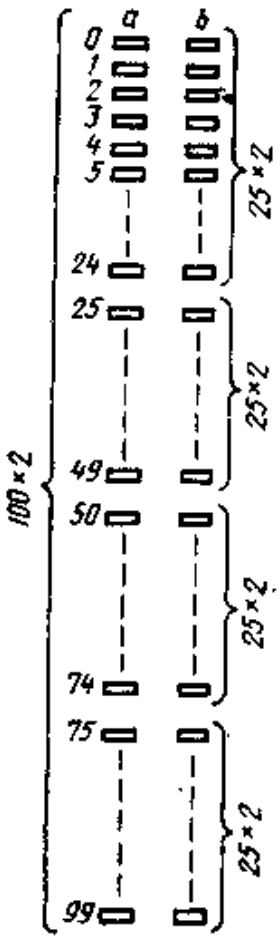


Рис. 8.44. Порядок включения жил кабелей емкостью 100×2 в защитные полосы 25×2 (счет со стороны фасада полосы)

Свинцовые оболочки кабелей 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. 8.41. 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, кото-

Таблица 8.28

Распределение жил кабеля емкостью 100×2 при зарядке защитных полос 25×2 (рис. 8.44)

Номер повива	Число пар в повиве	Номера линий на защитных полосах при подаче кабелей	
		верхней	нижней
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.

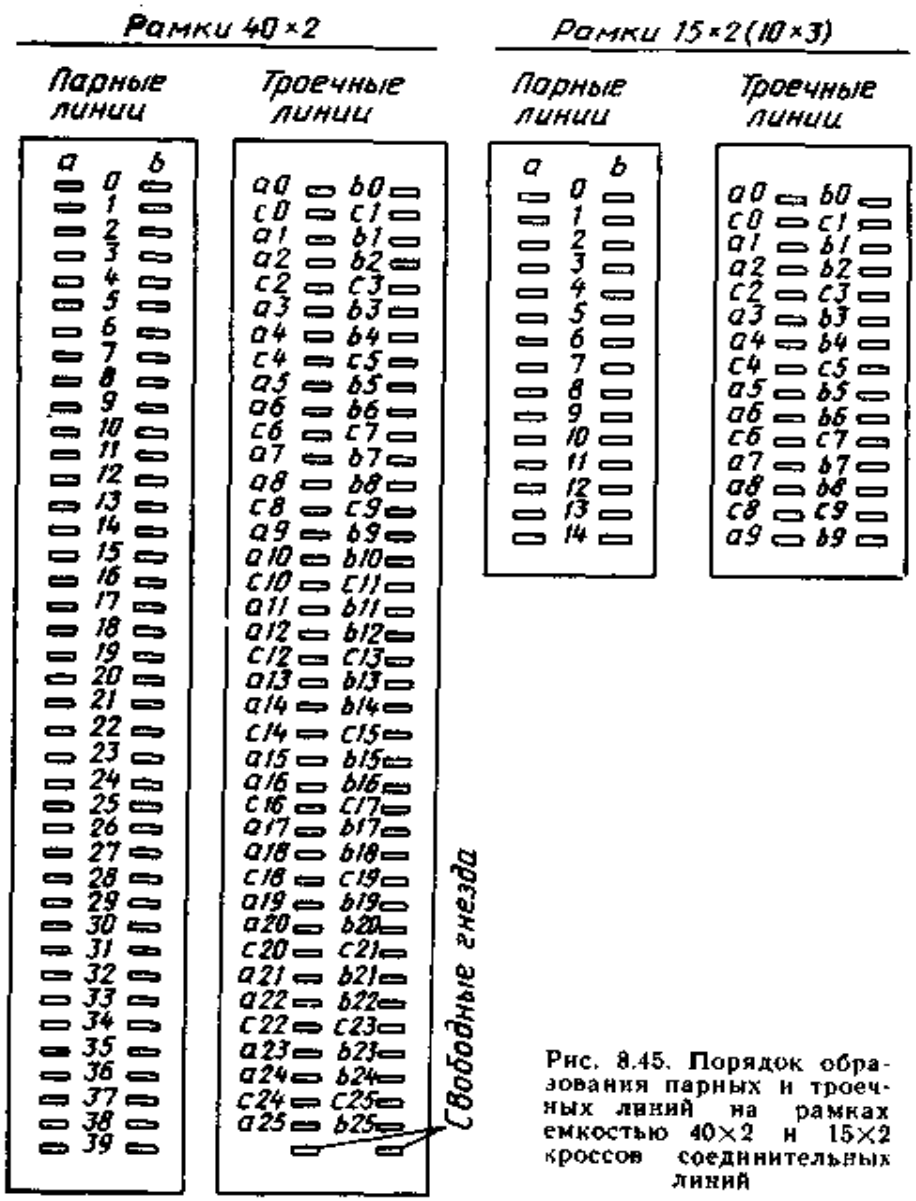


Рис. 8.45. Порядок образования парных и троечных линий на рамках емкостью 40×2 и 15×2 кроссов соединительных линий

рые выкладывают с левой стороны. Расшивка и выкладка десятиларных пучков в корпусе бокса показаны на рис. 8.42.

Пучки жил кабелей ТГ с бумажной изоляцией перевязываются суровыми прошпаренными или капроновыми нитками петлевыми стежками. Пучки жил с полиэтиленовой изоляцией обматываются лилкой полиэтиленовой лентой открытой спиралью.

Монтаж защитных полос кросса. На телефонных сетях СССР находили применение грозозащитные полосы различных типов и конструкций. Сейчас на вновь строящихся АТС устанавливаются защитные полосы 25×2 единой конструкции. При этом на кроссах одинарной высоты устанавливаются по четыре полосы 25×2 в одной вертикали (стрейфе), на кроссах полуторной высоты — по шесть полос, а на кроссах двойной высоты — по восемь. Кабель 100×2 расшивается на четыре полосы 25×2.

Схема расшивки кабелей 100×2 на защитные полосы 25×2 кроссов различной высоты показана на рис. 8.43. Распределение жил кабеля 100×2 и порядок их включения при зарядке полос 25×2 приведены в табл. 8.28 и на рис. 8.44.

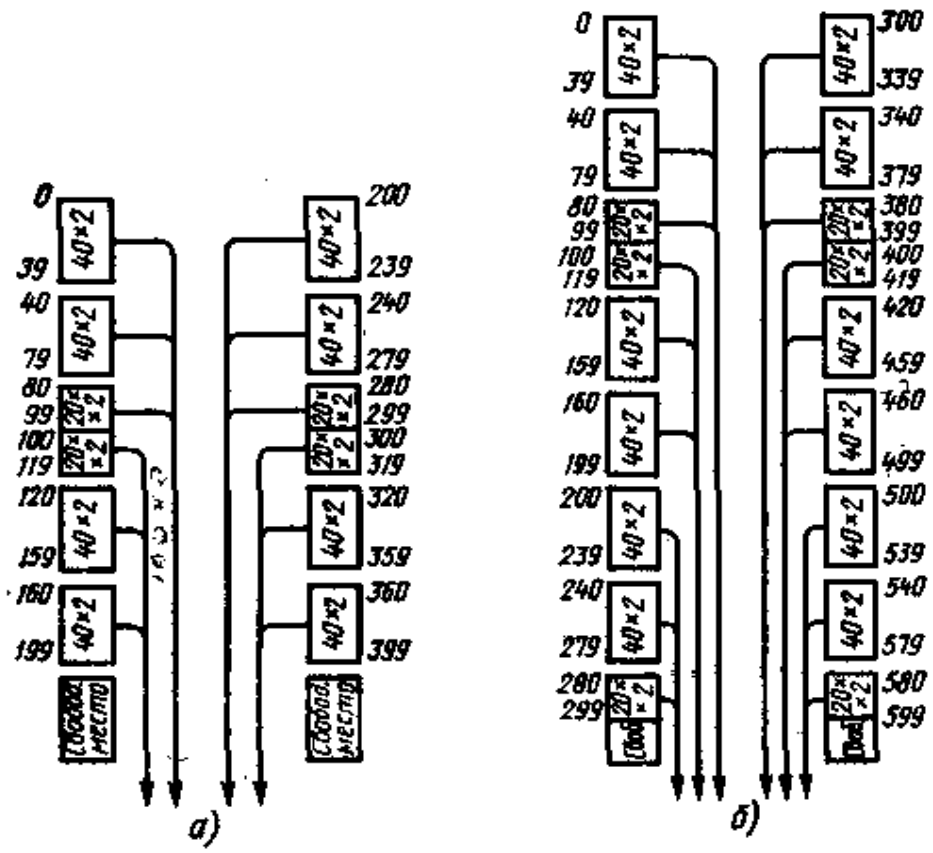


Рис. 8.46. Схемы расшивки кабелей емкостью 100×2 на рамки с разделительными пружинами 40×2 и 15×2 (10×3) для двухпроводных соединительных линий на кроссе полуторной (*а*) и двойной (*б*) высоты

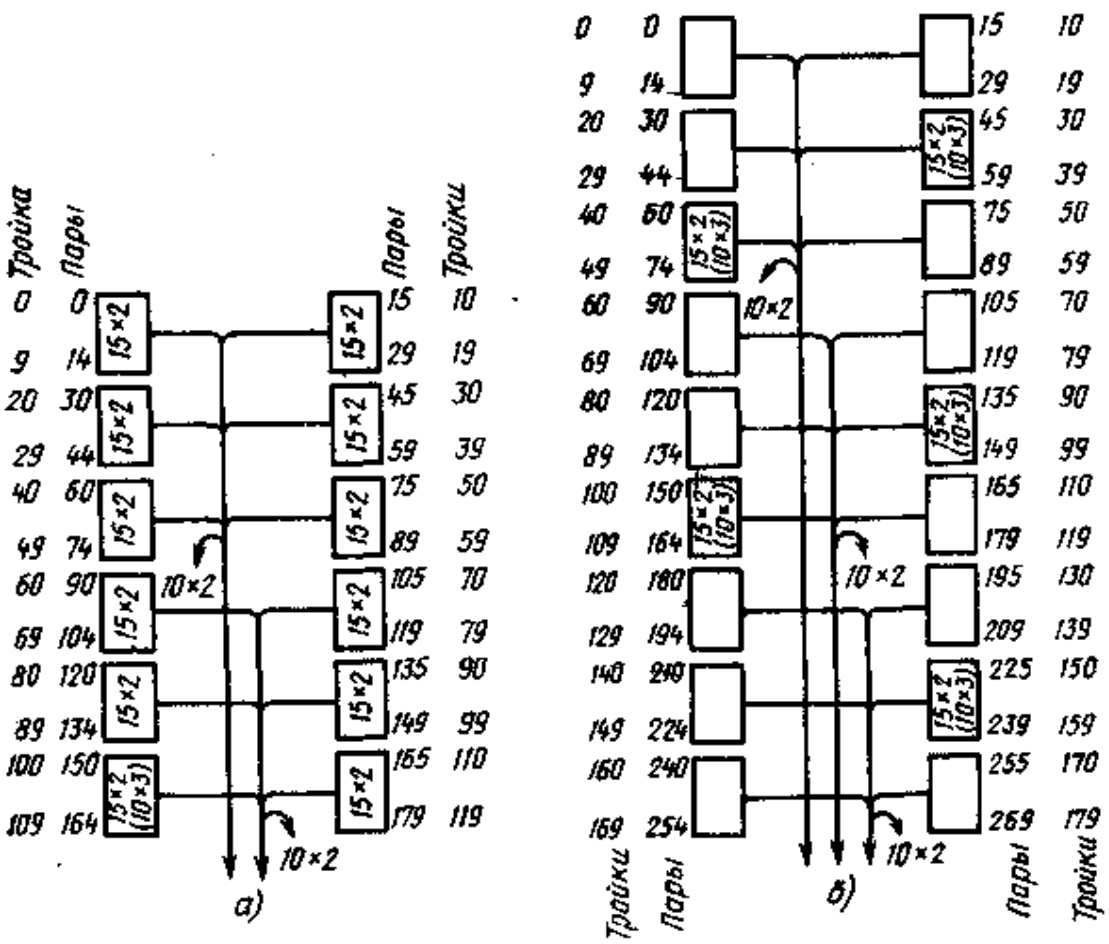


Рис 8.47 Схемы расшивки кабелей емкостью 100×2 на рамки с разделительными пружинами 40×2 и 10×3 (15×2) для трехпроводных соединительных линий на кроссе полуторной (*а*) и двойной (*б*) высоты

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, применяются кабели с поливинилхлоридной оболочкой и изоляцией жил ТСВ. Допускается применение кабелей с поливинилхлоридной оболочкой и полиэтиленовой изоляцией жил ТПВ, но при этом жгут расшивки должен обматываться поливинилхлоридной лентой. При необходимости можно также применять кабели ТПП и ТППэп, но жгут расшивки и полиэтиленовые оболочки кабелей на всем участке их прохождения по помещению кросса должны обматываться поливинилхлоридной лентой.

Монтаж рамок соединительных линий. На телефонных сетях СССР для соединительных линий находили применение рамки не только различных типов и конструкций, но и с различным порядком 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 двух-, так и трехпроводных соединительных линий. Порядок образования парных и троечных линий на этих рамках показан на рис. 8.45. 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 6 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. 8.46 и 8.47.

Раздел 9

Оборудование вводов и монтаж оконечных устройств. Необслуживаемые усилительные (регенерационные) пункты

9.1. Общие сведения

Для ввода кабелей в здание (ОУП, МТС, АТС и т. д.) оборудуется вводный блок из асбоцементных (металлических) труб, как правило, закладываемый при строительстве здания. Длина труб должна обеспечивать доступ к их внешним концам без нарушения отмостки, обваловки, дренажей, водоотводных кюветов и других сооружений. Число труб блока определяется проектом с учетом перспективы развития. Трубы вводного блока укладываются с уклоном 5 ... 10° от здания.

Каналы вводного блока (свободные и занятые) для предотвращения попадания по ним воды и особенно газа в помещение тщательно герметизируются со стороны помещения специальными устройствами, а со стороны станционного колодца (коллектора) — специальными пробками, паклей и технической замазкой. Места ввода кабелей в НУП (НРП) — цистерны, контейнеры и т. д. — герметизируются пайкой или специальными компаундами.

Внутри помещения бронированные кабели на расстоянии 150 ... 200 мм освобождаются от пряжи и брони; оболочки и броня всех кабелей перепаиваются

между собой. При необходимости систематического контроля за состоянием изолирующих шланговых покровов соединение оболочек и брони между собой и с заземлением осуществляется в клеммном щитке контрольно-измерительного пункта КИП.

При вводе кабелей в алюминиевой оболочке от соединительной, разветвительной или газонепроницаемой муфты до оконечных устройств (боксов, ОГКМ и т. д.), как правило, применяются кабели в свинцовых оболочках.

Высокочастотные симметричные кабели с высоким и низким уровнями передачи укладываются в раздельные пакеты с расстоянием между ними не менее 50 мм.

Счет пар в боксах, установленных на концах усилительного участка кабеля, должен быть одинаковым, поэтому сращивание жил в соединительной, разветвительной или газонепроницаемой муфте на одном из концов (ОУП, НУП) производится напрямое (цвет в цвет), а на другом — по результатам прозвонки.

Внутренняя полость боксов заливается кабельной массой МКС. Боксы, заряженные кабелями с бумажной изоляцией жил, должны заливаться массой, разогретой до температуры 110 ... 120 °С, а кабелями с полиэтиленовой или полистирольной изоляцией — до 60 °С.

9.2. Ввод кабелей в здания ОУП

Место ввода кабелей выбирается с учетом минимального расстояния до оконечных устройств, наименьшего числа изгибов, обеспечения защиты кабелей от механических повреждений и удобства эксплуатационного обслуживания.

Работы по оборудованию вводов осуществляются в следующей последовательности: а) подготовка каналов вводного блока; б) разметка мест установки

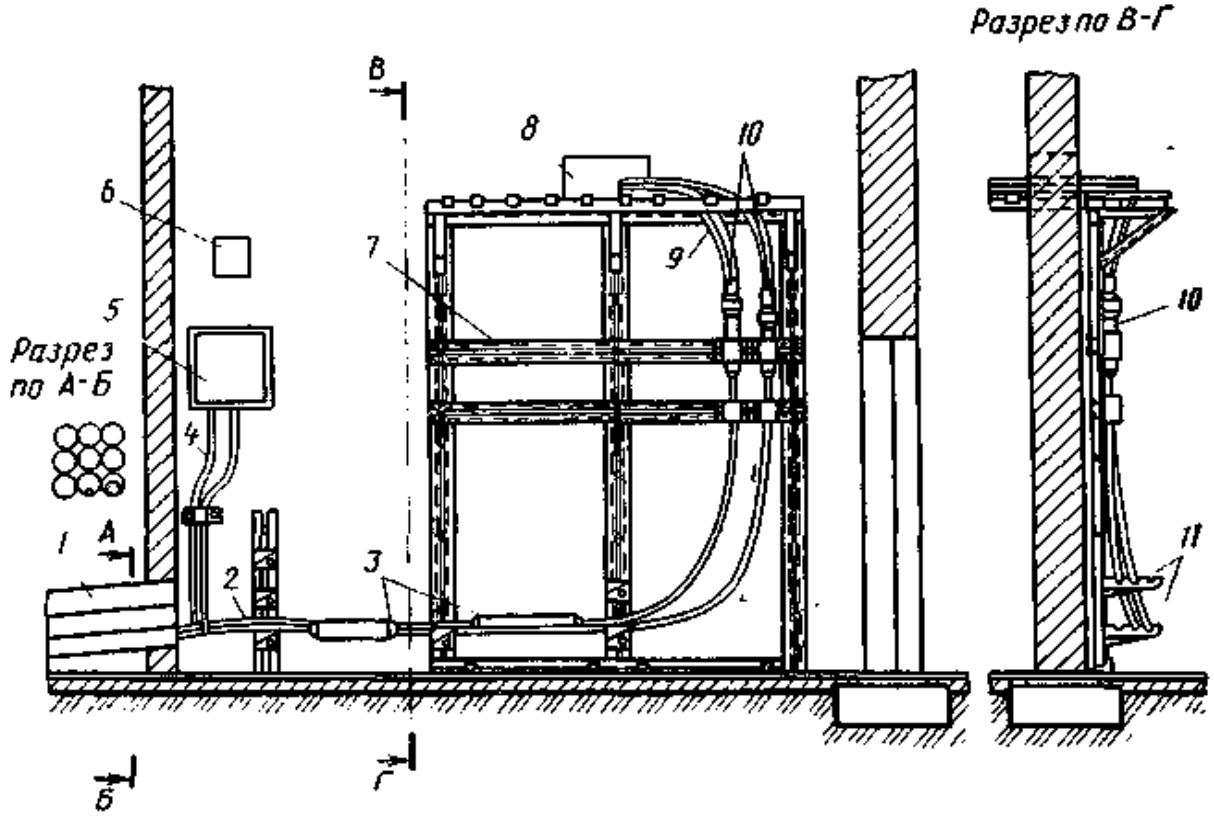


Рис. 9.1. Ввод кабелей в здание ОУП (ОП, МТС):

1 — вводный блок; *2* — магистральный кабель; *3* — газонепроницаемые муфты; *4* — воздуховод; *5* — УСКД-1М; *6* — панель КИП; *7* — каркас для разветвительных муфт; *8* — отверстие из шахты в ЛАЦ; *9* — распределительный кабель; *10* — разветвительные муфты; *11* — консоли

линейно-кабельного оборудования и крепления металлических конструкций; в) пробивка отверстий для крепления конструкций, их установка и закрепление; г) ввод линейных кабелей, удаление их защитных покровов и укладка, перепайка брони и оболочек (подпайка проводов КИП); д) герметизация каналов вводного блока; е) зарядка и установка боксов, монтаж оконечных газонепроницаемых коаксиальных муфт (ОГКМ), укладка распределительных кабелей; ж) сращивание вводных или распределительных кабелей с линейным кабелем — монтаж соединительных (разветвительных, газонепроницаемых, изолирующих) муфт; з) измерения и испытания.

Примерный вариант оборудования ввода кабелей в ОУП показан на рис. 9.1.

9.3. Необслуживаемые усилительные (регенерационные) пункты

Значительное большинство усилительных (регенерационных) станций на современных магистральных и внутризоновых кабельных линиях работает в автоматическом режиме, т. е. не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала. Между двумя обслуживаемыми (питающими) пунктами (ОУП) располагается до 60 и более необслуживаемых пунктов (НУП, НРП). Электропитание аппаратуры, установленной в НУП, передается дистанционно от источников тока, расположенных в ОУП, по тем же проводникам (жилам), что и основная информация. Число пунктов, которые могут быть запитаны дистанционно, зависит от конструкции и характеристик кабеля и системы передачи.

Контроль за работой усилительной аппаратуры, оборудованием для содержания кабеля под избыточным давлением осуществляется автоматически (дистанционно) с помощью специальной системы телесигнализации и телеуправления.

Линейно-кабельное оборудование и аппаратура системы передачи НУП размещаются либо в металлических цистернах (рис. 9.2), либо в малогабаритных контейнерах (рис. 9.3).

Конструкция НУП (НРП) определяется типами магистрального кабеля и системы передачи. Обычно НУП состоит из металлической подземной части, в которой размещается оборудование, и небольшой наземной части, предохраняю-

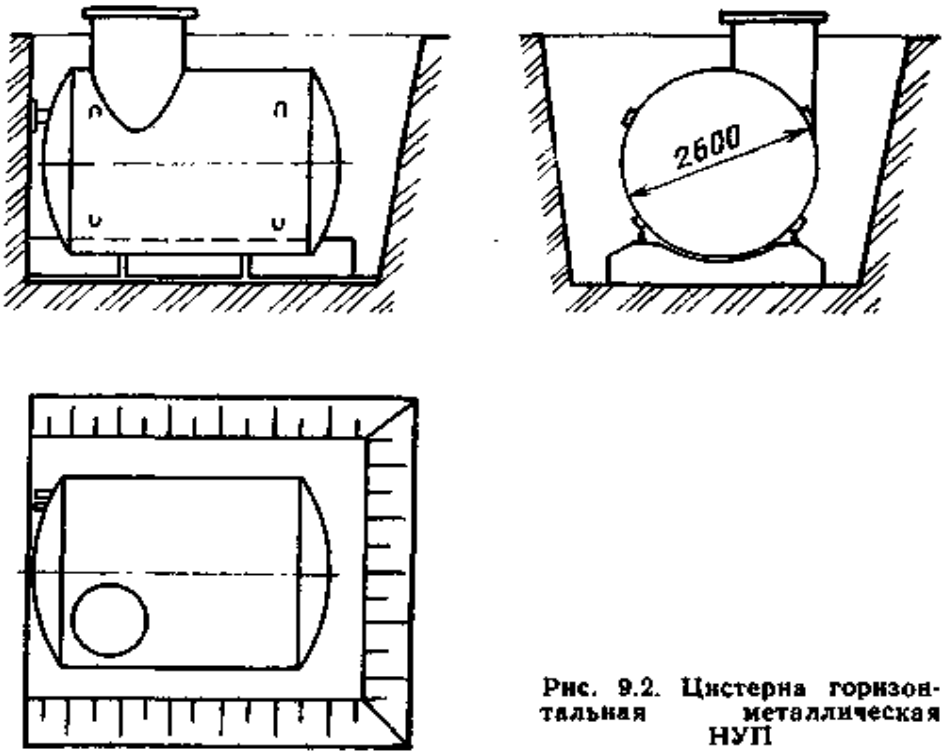


Рис. 9.2. Цистерна горизонтальная металлическая НУП

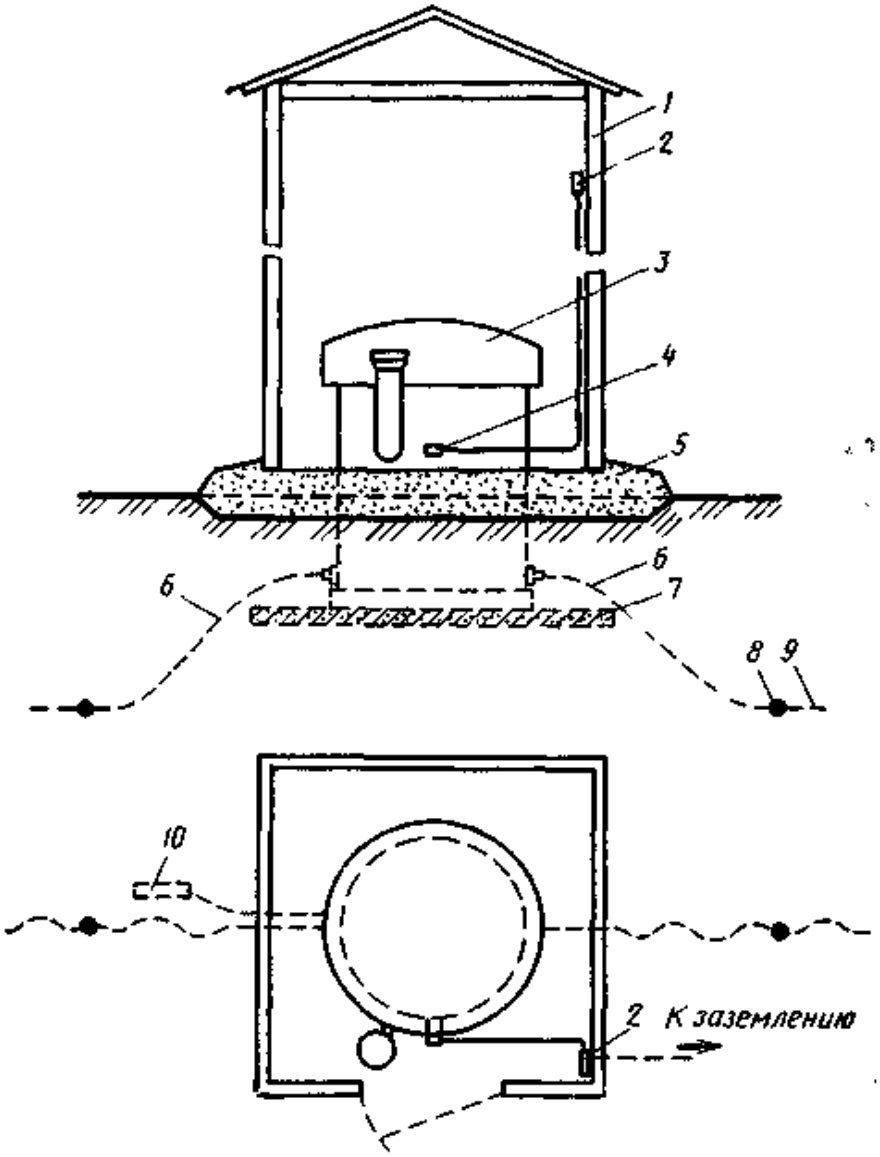


Рис. 9.3. Контейнер НУП со стабкабелями системы передачи К-300:
1 — наземная часть; *2* — щиток КИП; *3* — контейнер; *4* — штырь заземления; *5* — отмостка; *6* — стабкабели; *7* — бетонная плита; *8* — муфта КГС; *9* — линейный кабель; *10* — блок термодатчиков АРУ

щей вход (крышку) подземной части от атмосферного влияния (снежных заносов, дождя, пыли и т. д.). В наземной части некоторых конструкций НУП размещается оборудование для содержания кабеля под давлением, устройства сигнализации и т. д.

На ранее построенных линиях (кабель МКС, система передачи К-60) НУП представляет собой подземную вертикальную двустенную стальную камеру, между стенками которой размещена термоизоляция из минеры (рис. 9.4).

На ранее построенных линиях с коаксиальным кабелем КМ-4 и системой передачи К-1920 НУП представляет собой горизонтальную одностенную стальную цистерну длиной 4 м и диаметром 2,6 м. Аналогичные цистерны длиной 6 м использовались для кабеля КМ-8/6 с аппаратурой К-1920 и К-300.

В настоящее время используется универсальная стальная одностенная цистерна длиной 2,4 м, предназначенная для кабелей КМ-4 и КМ-8/6 и систем передачи К-3600, К-1920П, К-1020, К-300 и К-24Р.

9.4. Ввод кабелей в цистерны НУП

Работы по оборудованию вводов выполняются в следующей последовательности: а) рытье траншей и котлованов для прокладки подлежащих вводу кабелей и монтажа изолирующих муфт, термоблоков АРУ и т. д.; б) укладка кабе-

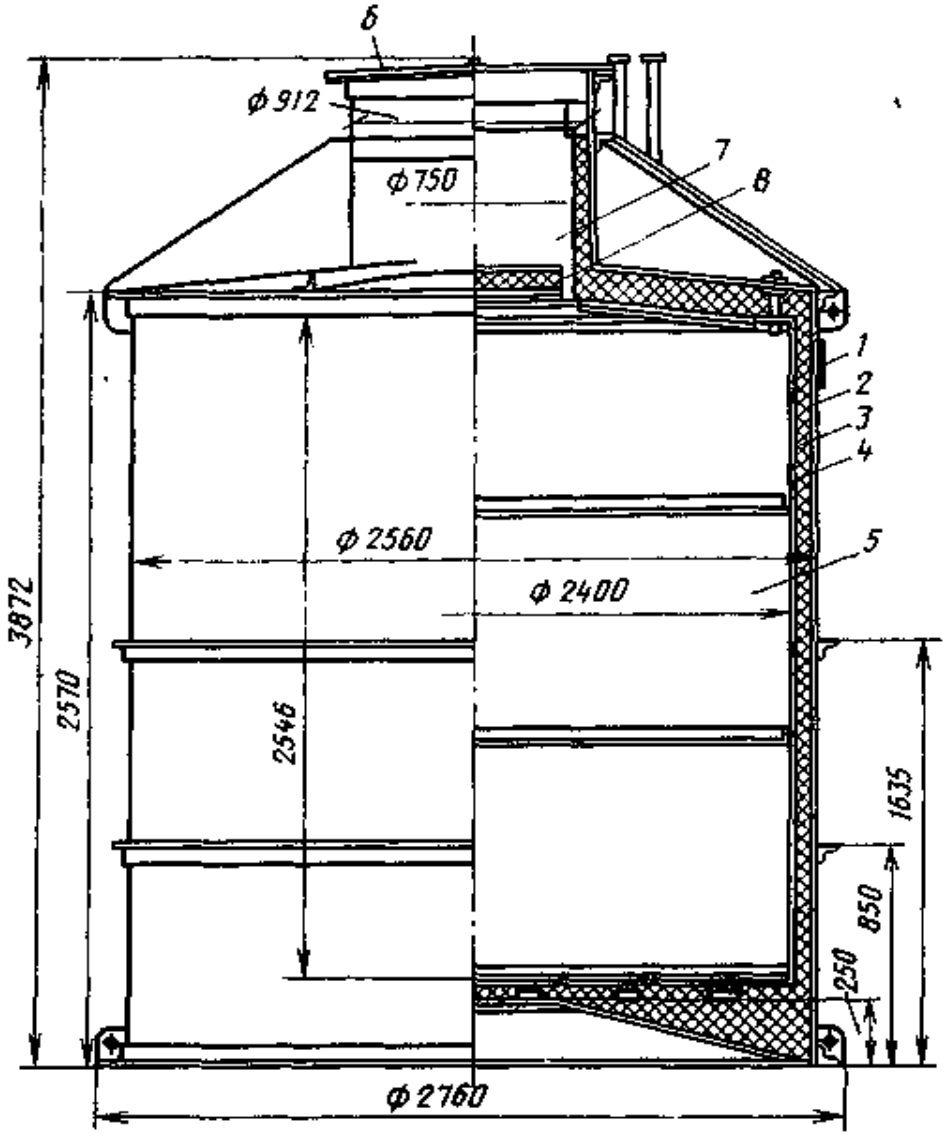


Рис. 9.4. Цистерна-термокамера НУП системы передачи К-60:

1 - слой антикоррозионной защиты; *2* — внешняя стенка термозащитной камеры; *3* — утеплитель; *4* — внутренняя стенка; *5* — внутреннее помещение; *6* — крышка горловины; *7* — горловина термокамеры; *8* — утеплительный щит

лей в траншеи, разделка их концов; в) ввод кабелей, монтаж вводных патронов, укрепление кабелей на подходе к цистерне; г) проверка оборудования и оконечных устройств со стабкабелями (УОК, УВК, КАЕ, боксов, муфт АРУ, ГМС и т. д.); д) укладка кабелей внутри цистерны, монтаж соединительных муфт на стыке стабкабелей с линейным кабелем, распайка гибких симметричных кабелей на вводных гребенках; е) монтаж термоблоков АРУ в котлованах и устройств АРУ внутри цистерны (муфты АРУ, бокса, разветвительной муфты для кабелей 7×4, ГМС и др.); ж) установка и монтаж оборудования для содержания кабеля под давлением; з) установка щитов КИП, подключение проводов КИП, протекторной защиты, заземляющих устройств; монтаж устройств сигнализации и служебной связи; и) измерения и испытания вводных устройств перед монтажом МИС; к) монтаж МИС, л) установка замерных столбиков, засыпка траншей и котлованов.

Прокладка кабеля на подходе к вводным патронам в зависимости от уровня грунтовых вод и заглубления цистерны показаны на рис. 9.5, разделка конца линейного кабеля — на рис. 9.6, а монтаж вводного патрона — на рис. 9.7.

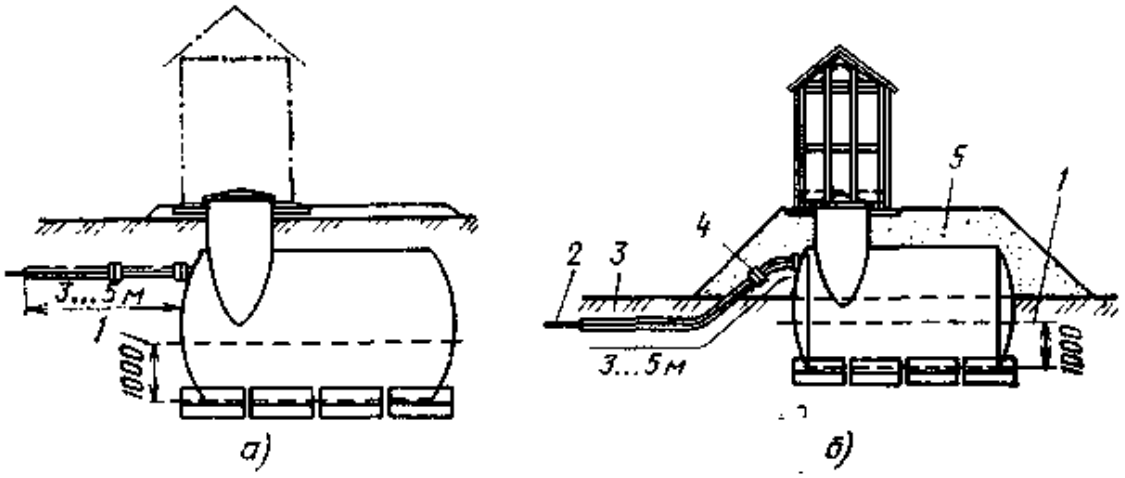


Рис. 9.5. Ввод кабелей в заглубленную (*а*) и полузаглубленную с обваловкой (*б*) цистерну НУП:

1 — максимальный расчетный уровень грунтовых вод; *2* — кабель; *3* — угловая сталь; *4* — проволочные хомуты; *5* — насыпной грунт

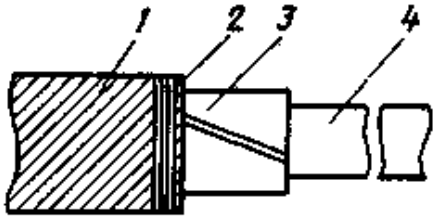


Рис. 9.6. Разделка конца кабеля для ввода в горизонтальную цистерну НУП:

1 — наружный покров; *2* — бандаж; *3* — броня; *4* — оболочка

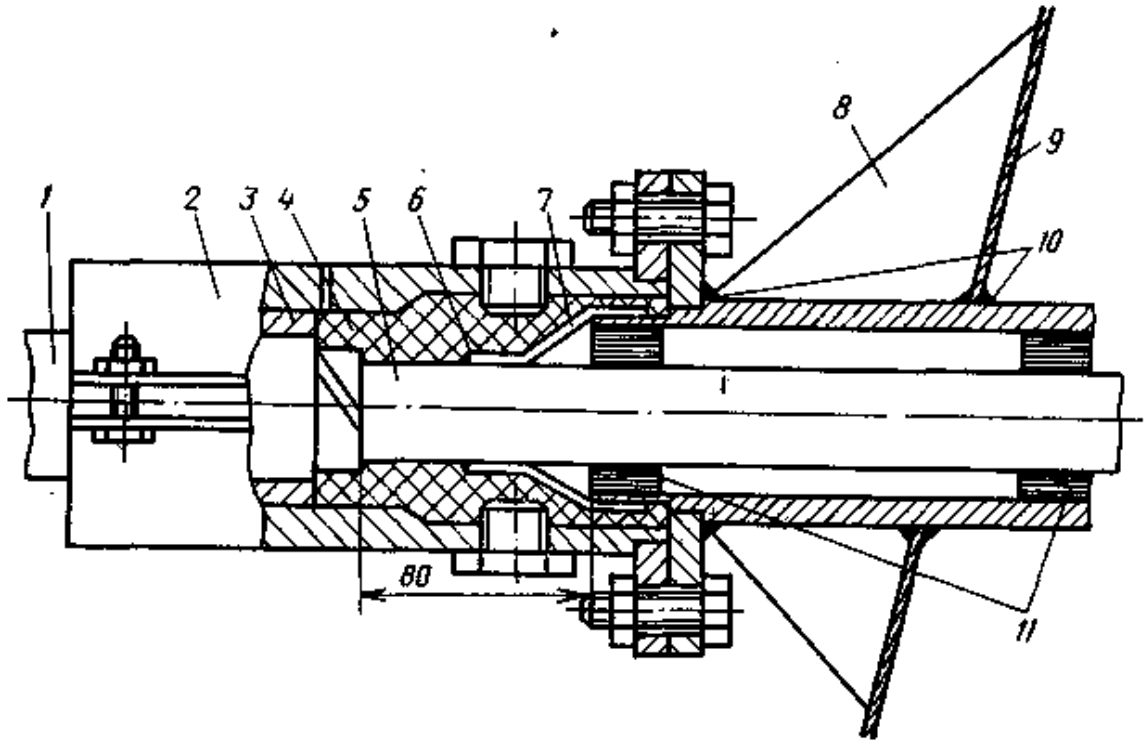


Рис. 9.7. Монтаж вводного патрона:

1 — кабель с наружным покровом; *2* — накладка; *3* — втулка стальная; *4* — масса битумная; *5* — оболочка кабеля; *6* — пайка; *7* — конус свинцовый; *8* — ребро жесткости цистерны; *9* — торцевая стенка; *10* — сварка; *11* — свинцовые прокладки

9.5. Ввод кабелей в контейнеры НУП и НРП

В необслуживаемых усилительных или регенерационных пунктах, в которых аппаратура системы передачи и оконечные вводно-кабельные устройства расположены в контейнере (кроме стабкабелей), работы по оборудованию вводов сводятся к монтажу соединительной (газонепроницаемой, разветвительной) муфты на стыке линейного кабеля со стабкабелем контейнера. В зависимости от системы передачи и конструкции контейнеров последние устанавливаются непосредственно в грунте, в колодцах кабельной канализации, в цистернах или укрепляются на железобетонной опоре.

Необслуживаемый усилительный пункт системы передачи К-60П-4, применяемый на симметричных одночетверочных высокочастотных кабелях ЗКП, ЗКА, МКС и МКСА, состоит из подземного винипластового стакана, в котором размещается усилительная аппаратура, и наземного металлического корпуса, где расположены оконечные вводно-кабельные устройства (рис. 9.8). В нижней части корпуса имеются водные патрубки, через которые выводятся концы одночетверочных кабелей. Внутри корпуса концы стабкабелей заканчиваются газонепроницаемыми разъемами для соединения со станционными устройствами. Корпус НУП защищен от механических повреждений железобетонным колодцем с люком.

Включение НУП в линию производится путем монтажа соединительной муфты на стыке стабкабелей с линейными кабелями.

Необслуживаемый усилительный пункт системы передачи К-300 (см. рис. 9.3), применяемый на малогабаритном коаксиальном кабеле МКТ-4, представляет собой стальной цилиндрический корпус с приваренным дном и плотно закрывающейся крышкой. Через патрубки в корпусе выведены концы стабкабелей МКТ-4. Внутри корпуса стабкабеля разделаны в разветвительной муфте на гибкие разветвительные коаксиальные и симметричные кабели, концы которых заканчиваются коаксиальными и симметричными разъемами для соединения линии со стан-

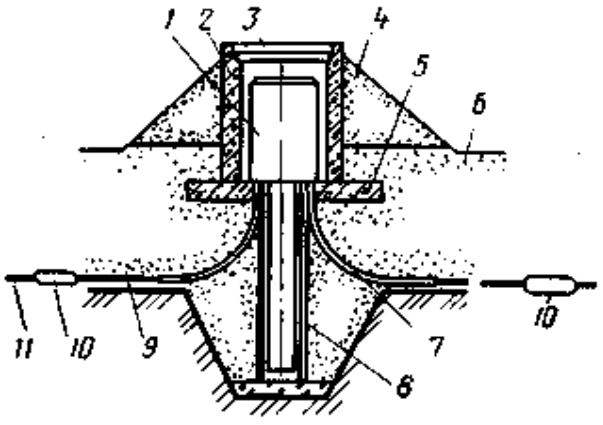


Рис. 9.8

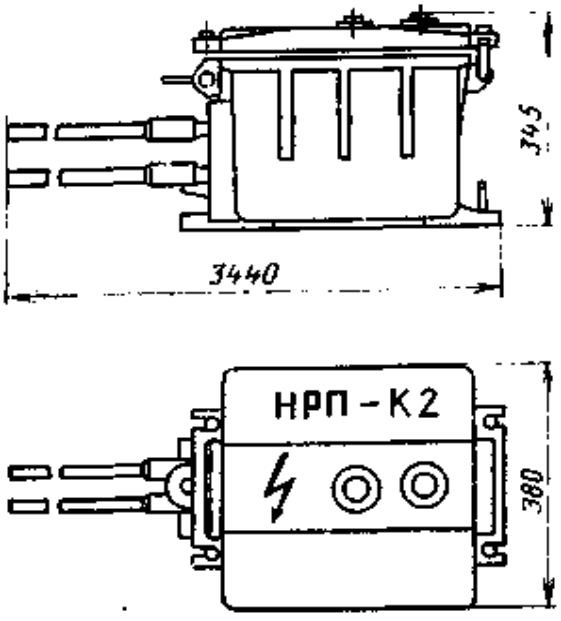


Рис. 9.9

Рис. 9.8. Вид НУП со стабкабелями системы передачи К-60П-4 на одночетверочном кабеле (в разрезе)

1 — корпус; *2* — защитный бетонный (кирпичный) колодец; *3* — люк; *4* — обваловка; *5* — плита несущая; *6* — отмостка; *7* — вводная стальная труба; *8* — труба асбоцементная; *9* — стабкабель; *10* — муфта соединительная; *11* — линейный кабель

Рис. 9.9. Контейнер НРП-К2 системы передачи ИКМ-120 со стабкабелями

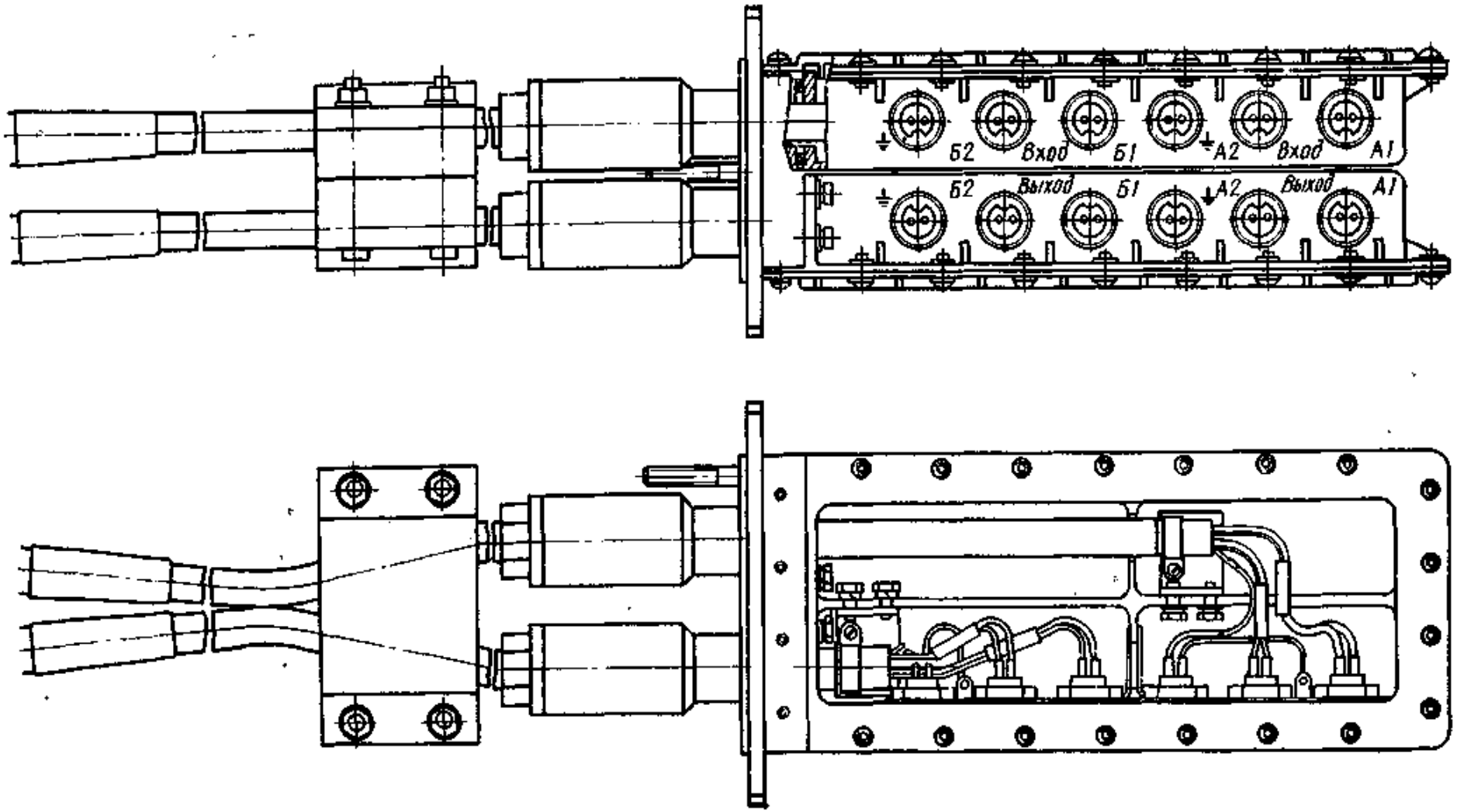


Рис. 9.10. Герметичная вводная муфта со стабкабелями для НРП-К2 и НРП-02 системы передачи ИКМ-120

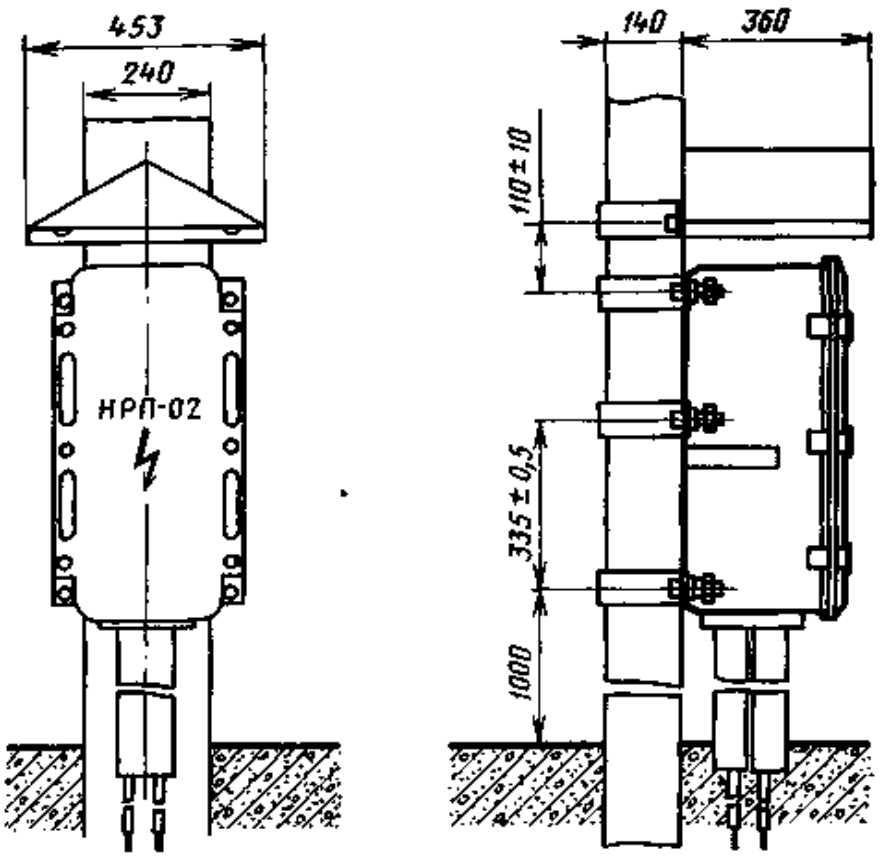


Рис. 9.11. Контейнер НРП-02 системы передачи ИКМ-120, установленный на железобетонной опоре

ционными устройствами. Внешние концы стабкабелей после установки НУП соединяются с линейным кабелем через газонепроницаемую муфту КГС (см. § 9.10).

Контейнеры необслуживаемых регенерационных пунктов типа НРП-К2 (рис. 9.9) системы передачи ИКМ-120 устанавливаются в специально построенных колодцах кабельной канализации ККС-5. В состав НРП-К2 входит герме-

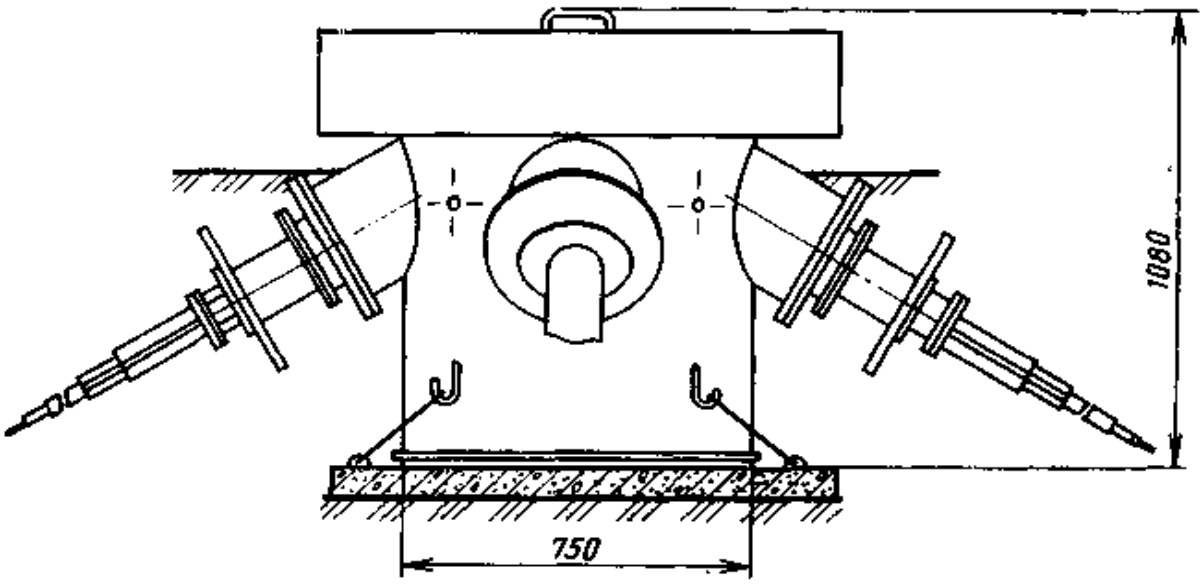


Рис. 9.12. Контейнер НРП-Г8 со стабкабелями системы передачи ИКМ-120

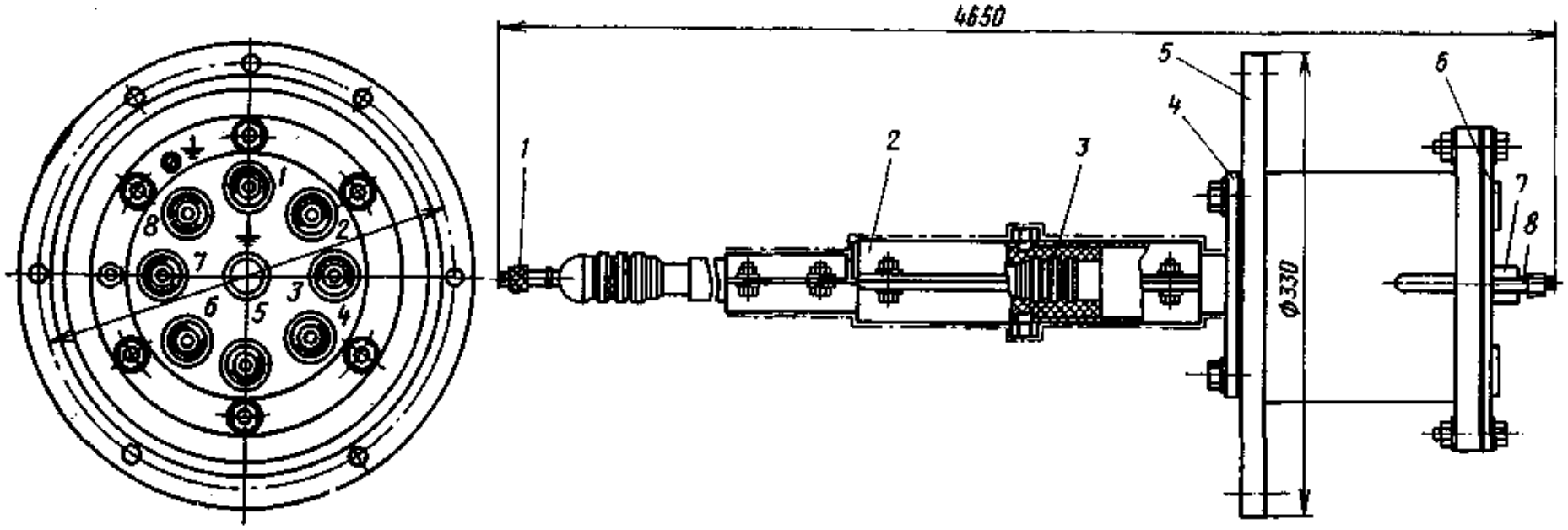


Таблица 9.13.1

Номер четверки кабеля	Расцветка пар	Номер розетки
1	Красная — желтая Синяя — зеленая	1 2
2	Красная — желтая Синяя — зеленая	3 4
3	Красная — желтая Синяя — зеленая	5 6
4	Красная — желтая Синяя — зеленая	7 8

Рис. 9.13. Устройство вводно-кабельное (УВК) для НРП-Т8 системы передачи ИКМ-120:

1 — вентиль; *2* — защитный хомут; *3* — масса битумная; *4* — прокладка изолирующая; *5* — корпус УВК; *6* — розетка; *7* — вилка закорачивающая; *8* — воздуховод

тичная вводная муфта с четырьмя стабкабелями марки ЗКАШп 1×4×1,2 (рис. 9.10).

До установки колодца в углах котлована заглубляются вертикальные электроды заземляющего устройства из некондиционных труб или угловой стали 50×50×5 мм длиной 2,5 м, соединенных между собой стальной полосой 40×4 мм.

Включение НРП-К2 в одночетверочную кабельную линию осуществляется в соединительной муфте на стыке стабкабелей с линейными кабелями. Включение НРП-К2 в кабельную линию многопарного кабеля (например, МКС 4×4×1,2) осуществляется с помощью монтажа четырех разветвительных муфт на стыке стабкабелей с линейными кабелями. При этом в зависимости от числа предусмотренных проектом систем передачи ИКМ-120 стабкабели НРП впаиваются в разветвительную муфту. Остальные четверки линейного кабеля (не используемые для системы ИКМ-120 по данному проекту) с помощью отрезков одночетверочных кабелей, впаянных в разветвительные муфты, спрямляются или используются для других систем передачи. По мере увеличения числа систем ИКМ-120 стабкабели НРП сращиваются с одночетверочными кабелями, выведенными из разветвительных муфт, без демонтажа последних и нарушения связей.

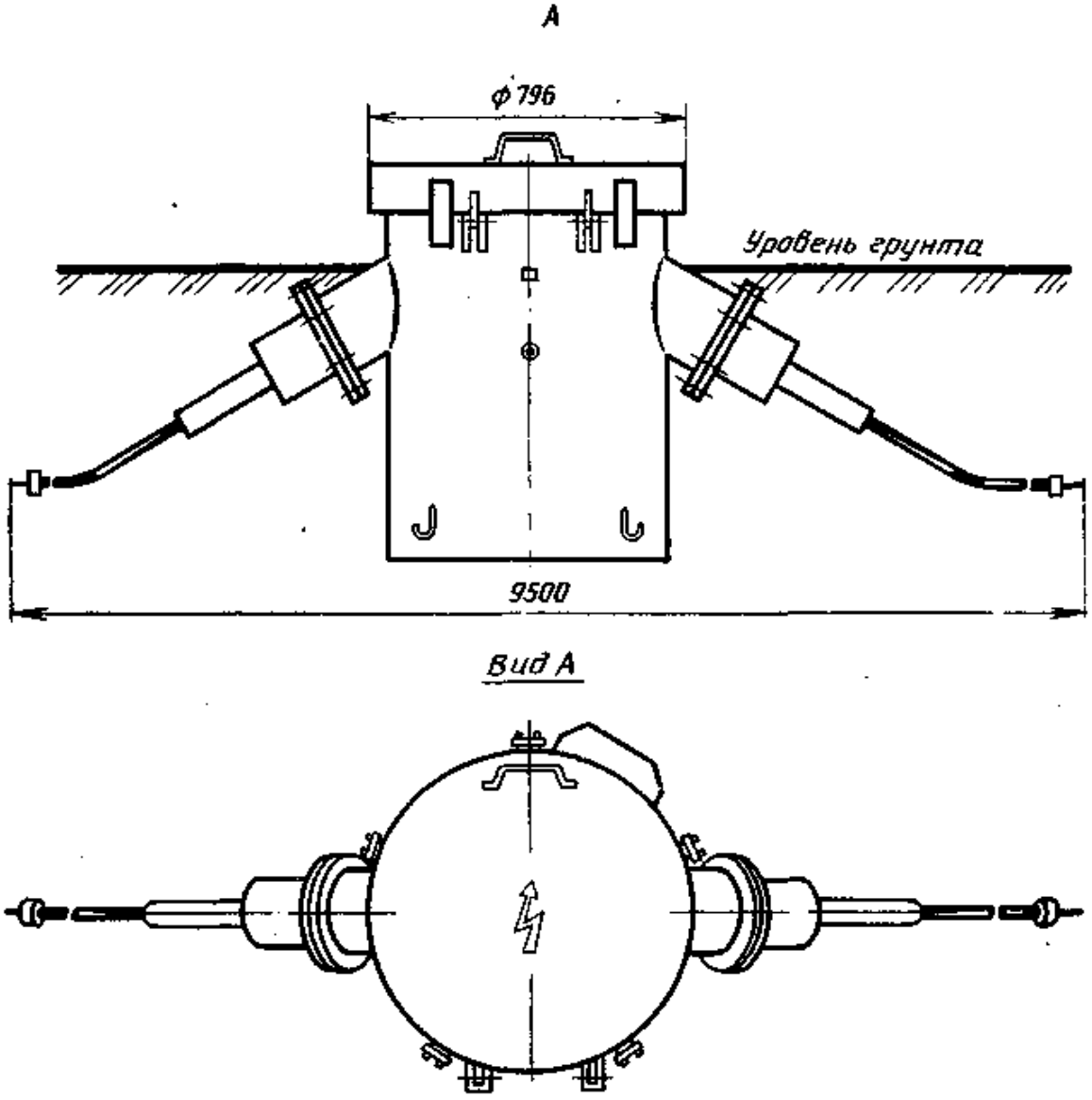


Рис. 9.14. Контейнер НРПГ-2 с устройством оконечным кабельным системы передачи ИКМ-480

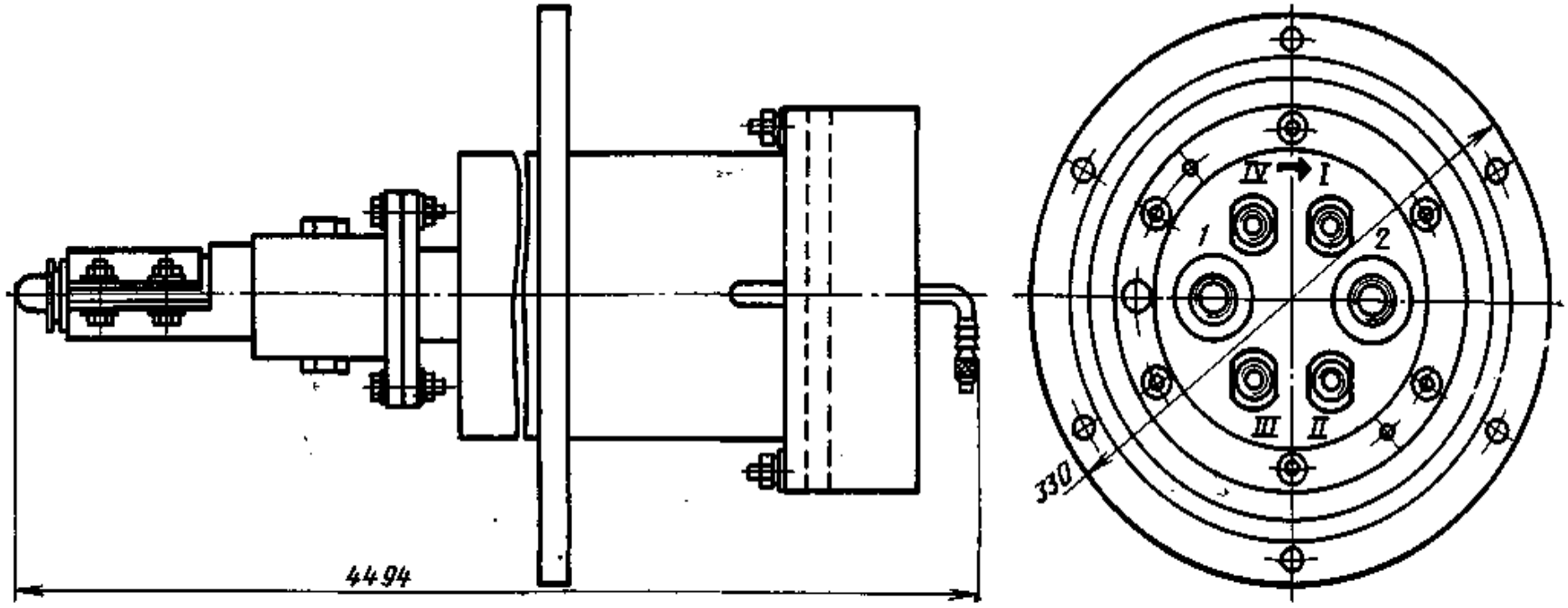


Рис. 9.15. Устройство оконечное кабельное со стабкабелями для НРПГ-2

Контейнеры НРП-02 системы передачи ИКМ-120 устанавливаются на железобетонной опоре прямоугольного сечения (рис. 9.11). Корпус контейнера крепится к опоре с помощью специального комплекта деталей, поставляемого вместе с контейнером. В состав НРП-02 входит также герметичная вводная муфта с четырьмя стабкабелями типа ЗКПБ 1×4×1,2 для соединения контейнера с линейным кабелем.

Контейнер НРП-Г8 системы передачи ИКМ-120 заглубляется в грунт примерно на две трети высоты корпуса и устанавливается на железобетонной плите (рис. 9.12). В состав НРП-Г8 входят четыре вводно-кабельных устройства (УВК) со стабкабелями (рис. 9.13), предназначенные для герметизации концов линейных кабелей и подключения линейных регенераторов внутри контейнера с помощью полуразъемов и шнуров.

Включение НРП-Г8 в кабельную линию осуществляется путем монтажа четырех соединительных муфт на стыке стабкабелей с линейными кабелями. В качестве стабкабелей применяется кабель марки МКСАБпШп 4×4×1,2.

Контейнеры необслуживаемых регенерационных пунктов типа НРПГ-2 (рис. 9.14) системы передачи ИКМ-480 заглубляются в грунт на две трети высоты корпуса и устанавливаются на железобетонной плите. В состав НРПГ-2 входят два оконечных кабельных устройства (рис. 9.15) со стабкабелями МКТА-4, с помощью которых в соединительных муфтах осуществляется включение контейнера в кабельную линию.

Устройство вводно-кабельное (УВК) предназначено для герметизации концов кабелей КМ-4 и КМ-8/6 в системах передачи ИКМ-1920 и К-10800. Для системы передачи ИКМ-1920 УВК поставляется со стабкабелем соответствующего типа и устанавливается на корпусе контейнера НРП с помощью фланцев и болтов. В УВК имеется разъем для подключения гибких кабелей от аппаратуры системы передачи, а также штуцер для подключения воздуховода. Стабкабель УВК сращивается с линейным кабелем в соединительной муфте.

Контейнеры НУП системы передачи К-10800, предназначенные для установки непосредственно в грунте, поставляются с УВК без стабкабелей. Соединение устройства с линейным кабелем осуществляется на трассе после установки контейнера.

В настоящее время разработан унифицированный контейнер для систем передачи К-10800, К-3600 и К-1920П. При этом часть контейнеров будет устанавливаться непосредственно в грунте, а часть (примерно через 30 км) в цистернах; в первом случае в качестве вводного устройства используется УВК, во втором — УОК.

Герметизация концов малогабаритного коаксиального кабеля МКТ-4 в системе передачи ВК-960-2 осуществляется с помощью герметичных боксов, устанавливаемых в контейнерах НУП ВК-960-2.

9.6. Монтаж оконечных газонепроницаемых коаксиальных муфт ОГКМ и ОГКМ-С

Муфты ОГКМ предназначены для оконечной распайки и герметизации концов однокоаксиальных распределительных кабелей. Для кабелей типа КРК (2,6/9,4) используются ОГКМ, изготавливаемые по МРТУ РХО.364.046 ТУ, а для малогабаритных распределительных кабелей типа КТС (1,2/4,6) — ОГКМ-С по ТУ-4-72 РХО.364.409 ТУ-ЛУ. Основные характеристики муфт приведены в табл. 9.1.

Муфта ОГКМ (рис. 9.16) представляет собой линейную часть коаксиального разъема, станционная часть которого (штепсельное гнездо) разделывается на гибкий станционный кабель типа КГК. Разъем предназначен для коммутации высокочастотных электрических цепей и цепей дистанционного питания.

Центральный штырек *10* для внутреннего проводника опрессован фасонной изоляционной втулкой *9*. Этот узел вкладывается в гильзу *2* для внешнего проводника, которая, в свою очередь, вставляется в изоляционную втулку *6* и далее

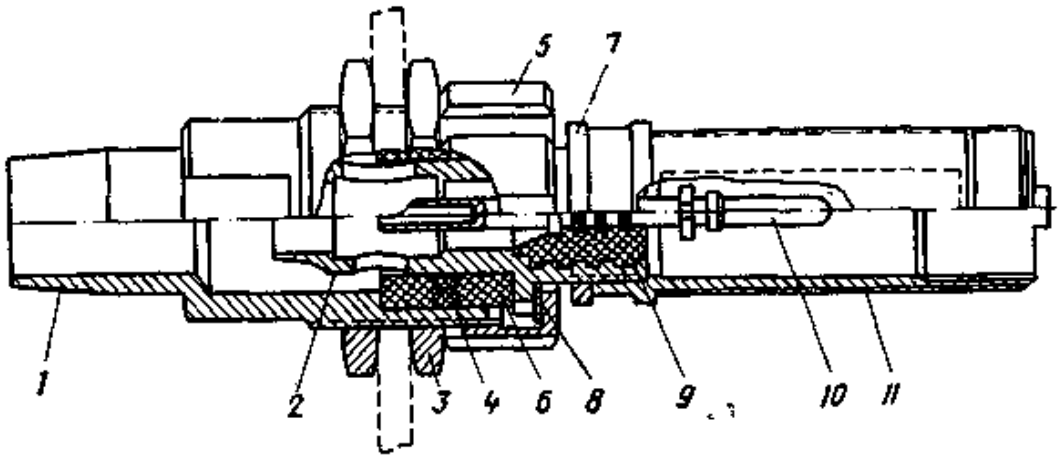


Рис. 9.16 Оконечная газонепроницаемая коаксиальная муфта ОГКМ

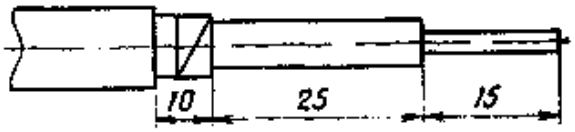
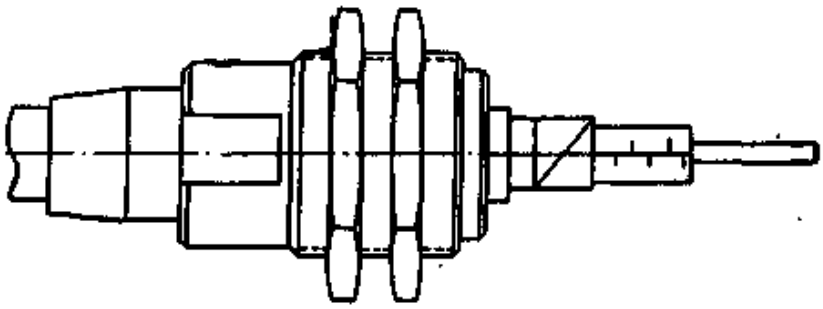


Рис. 9.17. Разделка конца кабеля КРК для монтажа ОГКМ

Рис. 9.18. Корпус муфты ОГКМ, надвинутый на разделенный конец кабеля



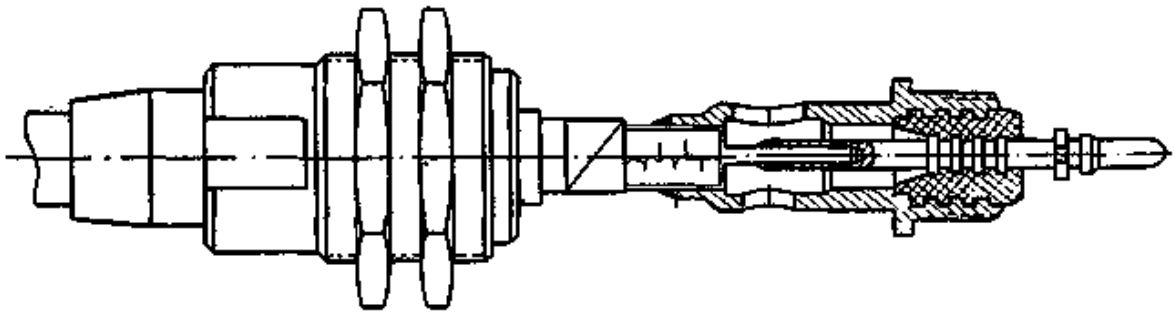


Рис. 9.19. Положение штепселя во время пайки

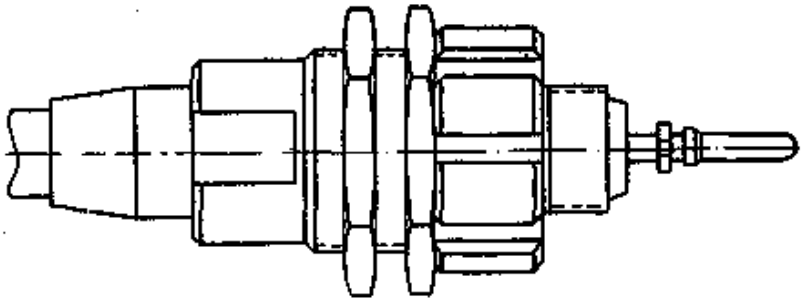


Рис. 9.20. Сочленение втулки штепселя с корпусом муфты и закрепление их фасонной гайкой

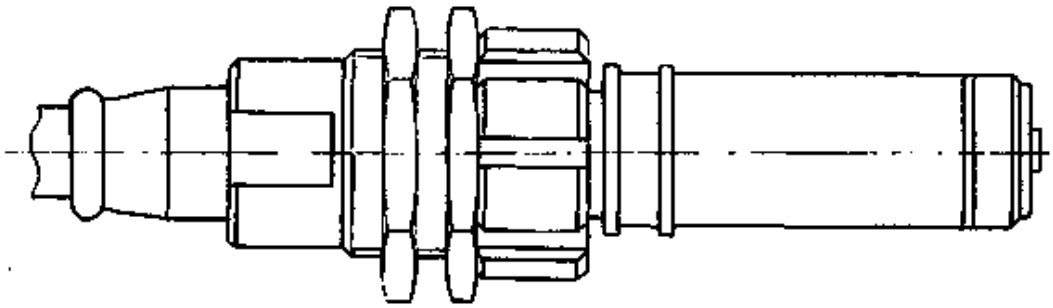


Рис. 9.21. *Общий вид смонтированной муфты ОГКМ*

в корпус муфты *1*, соединяемый со свинцовой оболочкой кабеля. На гильзу *2* навинчена соединительная гильза *11*, являющаяся гнездом для подключения штепселя от аппаратуры. На корпус соединительной гильзы навинчена фасонная

Таблица 9.1

Основные характеристики муфт типа ОГКМ

Характеристика	Единица измерения	Для коаксиальных пар	
		2,6/9,4	1,2/4,6
Постоянное рабочее избыточное давление	кгс/см²	0,5...0,6	0,5...0,6
Испытательное избыточное давление воздуха при погружении в водяную ванну на 3 мин*	кгс/см²	2,5±0,5	2,5±0,5
Сопротивление изоляции, не менее:	МОм		
между центральным и внешним контактами		10 000	10 000
между внешним контактом и корпусом муфты		5	50
Рабочее напряжение (переменный ток, 50 Гц)	В	1000	1000
Испытательное напряжение постоянного тока в течение 1 мин:	В		
между центральным и внешним контактами		4500	3000
между внешним контактом и корпусом муфты		75	500
Рабочие условия окружающей среды:			
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

* Показатель исправности муфты — отсутствие воздушных пузырьков.

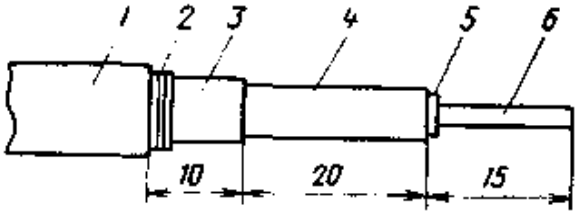


Рис. 9.22. Разделка конца кабеля КТС:
1 — оболочка; *2* — поясная изоляция; *3* — экранные ленты; *4* — внешний проводник; *5* — баллонная изоляция; *6* — внутренний проводник

гайка *5*, фиксирующая положение гильзы *2*, и контргайка *7*. Изоляционная шайба *8* обеспечивает изоляцию внешнего проводника коаксиальной пары от корпуса муфты и свинцовой оболочки кабеля. Гайки *3* предназначены для крепления муфты на кронштейне кабельроста. Герметизация в местах соединения изоляционных втулок с гильзами обеспечивается с помощью резинового кольца *4*, уплотняемого при навинчивании гайки *5*.

Разделка конца кабеля КРК для монтажа ОГКМ показана на рис. 9.17, монтаж муфты — на рис. 9.18 — 9.20, а общий вид смонтированной ОГКМ — на рис. 9.21.

Аналогично монтируется муфта ОГКМ-С на малогабаритном распределительном кабеле типа КТС 1,2/4,6 разделка конца которого показана на рис. 9.22.

9.7. Монтаж переходной газонепроницаемой соединительной муфты ПГМС

Муфта ПГМС устанавливается на стыке распределительного кабеля МКСГ и станционных однопарных кабелей КМС-2; противоположный конец кабеля МКСГ включается в разветвительную муфту коаксиального кабеля для вывода симметричных пар, а концы кабелей КМС-2 в ЛАЦ ОУП (ОП) подключаются к плате стойки служебной связи аппаратуры К-3600 (К-1920П) или к вводной плате стойки VKД аппаратуры VLT-1920.

На кабеле КМ-8/6 к муфте ПГМС подключается 14 кабелей КМС-2 (в том числе один резервный), на кабеле КМ-4 — 10 кабелей.

При монтаже муфты ПГМС распайка симметричных пар кабеля МКСГ 7×4 с линейной стороны и кабелей КМС-2 со станционной стороны производится таким образом, чтобы каждый кабель КМС-2 соединялся с одной из пар кабеля МКСГ, при этом жила *а* (первая) линейного кабеля соединяется с жилой *а* станционного кабеля КМС-2.

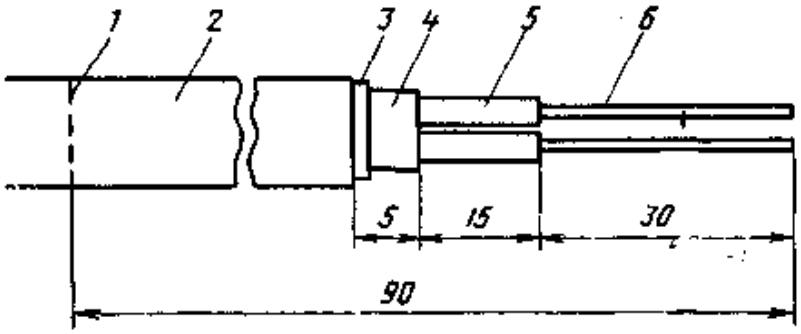


Рис. 9.23. Разделка конца кабеля КМС-2:
1 — место установки нажимной шайбы; *2* — оболочка; *3* — экран; *4* — поясная полиэтиленовая изоляция; *5* — полиэтиленовая изоляция жил; *6* — жилы

Рис. 9.24. Сращивание жилы кабеля КМС-2 в разрезной гильзе:
1 — жила кабеля КМС-2; *2* — гильза медная разрезная; *3* — жила муфты ГМС

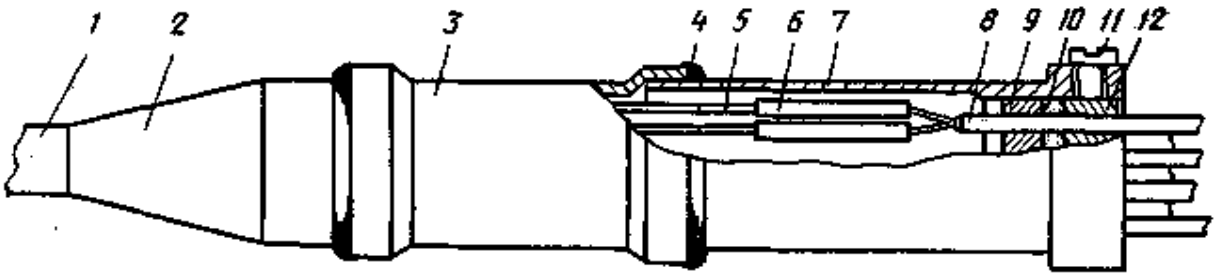


Рис. 9.25. Общий вид смонтированной муфты ПГМС:
1 — кабель МКСГ 7×4; 2 — конус свинцовый; 3 — муфта ГМС-7; 4 — пайка; 5 — гильзы полиэтиленовые изолирующие; 6 — гильза полиэтиленовая; 7 — цилиндр латунный; 8 — кабель КМС-2; 9 — шайба нажимная; 10 — шайба резиновая; 11 — винт центрирующий; 12 — шайба упорная

При подключении к муфте ПГМС 14 кабелей КМС-2 следует устанавливать уплотнительную шайбу с 17 отверстиями, а при подключении 10 кабелей — шайбу с 13 отверстиями.

Разделка конца кабеля КМС-2 показана на рис. 9.23, сращивание жилы кабеля КМС-2 в разрезной гильзе с жилой муфты ПГМС — на рис. 9.24, а общий вид смонтированной муфты ПГМС — на рис. 9.25.

9.8. Монтаж устройства оконечного кабельного УОК

Устройство оконечное кабельное УОК (рис. 9.26) предназначено для герметизации концов кабеля в НУП и коммутации коаксиальных и симметричных цепей линейного кабеля со станционным оборудованием систем передачи К-3600, К-10800, К-1920П. Устройство изготавливается для кабелей КМ-8/6 и КМ-4 и поставляется с впаянным на заводе стабкабелем соответствующего типа. При монтаже следует обращать внимание на номер, указанный на корпусе УОК: для кабеля КМ-8/6 — РХЗ.609.004 и РХЗ.609.004.01; для кабеля КМ-4—ПХЗ.609.005 и РХЗ.609.005.01.

Оконечное устройство по чертежу РХЗ.609.004 предназначено для установки на конце кабеля А (КМ-8/6), а по чертежу РХЗ.609.004.01 — на конце кабеля Б. На конце А кабеля КМ-4 устанавливается УОК по чертежу РХЗ.609.005, а на

Таблица 9.2

Распайка симметричных цепей к одиночных жил кабеля на разъемы

Номер контакта вилки	Номера жил кабеля					
	КМ-8/6			КМ-4		
	Вилка 1	Вилка 2	Вилка 3	Вилка 1	Вилка 2	Вилка 3
1	8а	1ж	2а	—	7а	2а
2	8б	2ж	2б	—	7б	2б
3	9а	3ж	10а	6а	8а	10а
4	9б	4ж	10б	6б	8б	10б
5	5ж	—	—	—	—	—
6	6ж	—	—	—	—	—
7	5а	1а	6а	5а	1а	4а
8	5б	1б	6б	5б	1б	4б
9	4а	3а	7а	—	3а	9а
10	4б	3б	7б	—	3б	9б

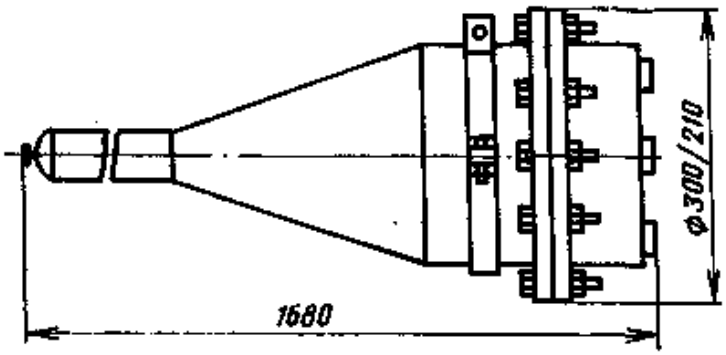


Рис. 9.26. Устройство оконечное кабельное (УОК) для кабелей КМ-8/6 (РХЗ.609.004 и РХЗ.609.004—01) и КМ-4 (РХЗ.609.005 и РХЗ.609.005—01)

Примечание. В числителе дан размер для УОК кабеля КМ-8/6, в знаменателе — для УОК кабеля КМ-4

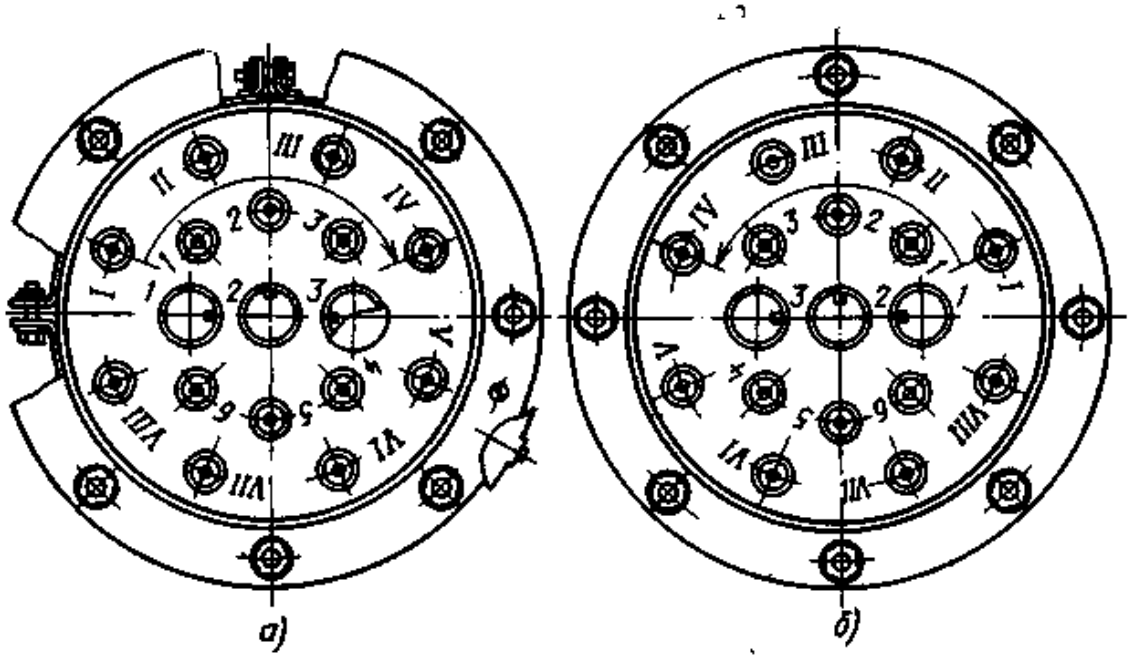


Рис. 9.27. Нумерация разъемов УОК для кабеля КМ-8/6:
а — на конце кабеля А (РХЗ.609.004); *б* — на конце кабеля Б (РХЗ.609.004—01)

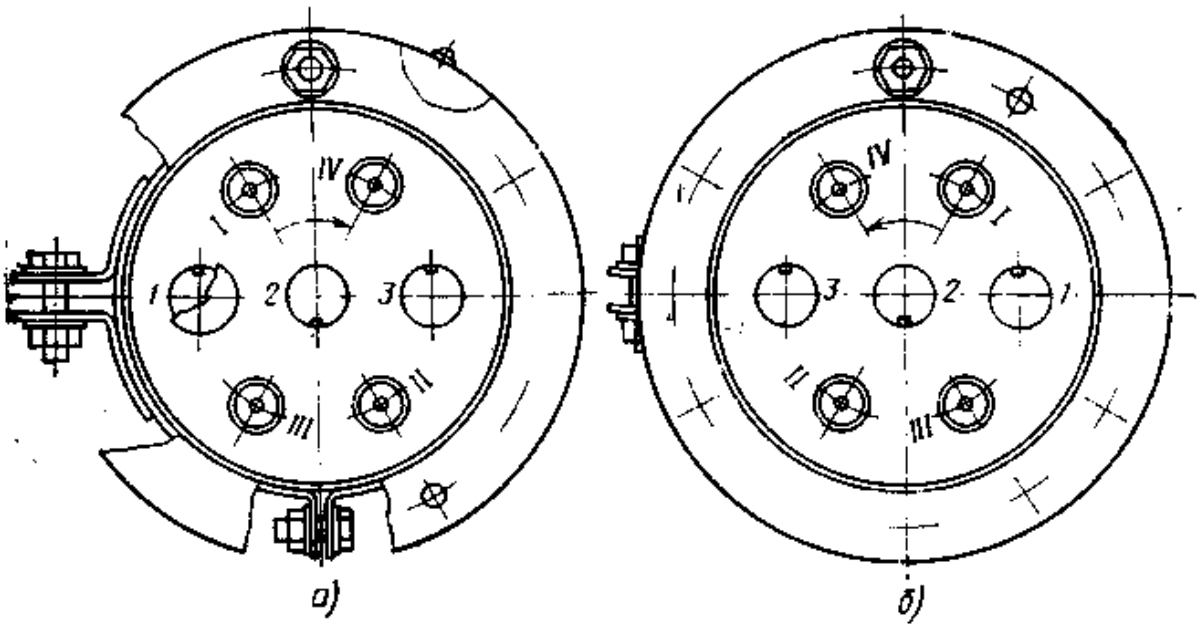


Рис. 9.28. Нумерация разъемов УОК для кабеля КМ-4:
а — на конце кабеля А (РХЗ.609.005); *б* — на конце кабеля Б (РХЗ.609.005—01)

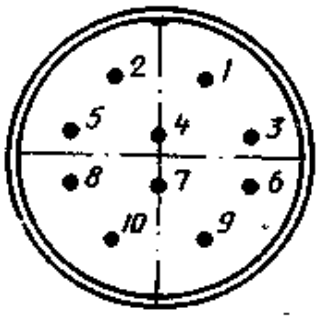


Рис. 9.29

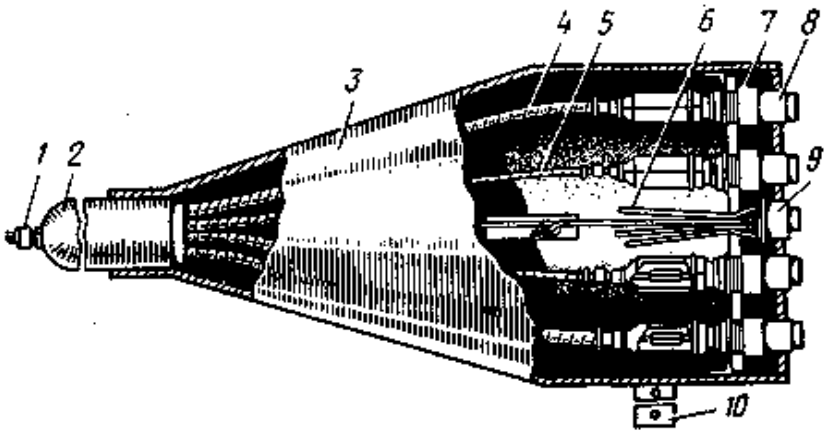


Рис. 9.30

Рис. 9.29. Нумерация контактов вилки разъема симметричных цепей 2РМГ в УОК для кабелей КМ-8/6 и КМ-4

Рис. 9.30. Общий вид УОК со стабкабелем КМ-8/6:

1 — вентиль; *2* — стабкабель; *3* — корпус; *4* — коаксиальная пара 2,6/9,4; *5* — коаксиальная пара 1,2/4,6; *6* — симметричные пары; *7* — герметизирующий компаунд; *8* — разъем коаксиальный; *9* — разъем симметричный; *10* — кронштейн для крепления

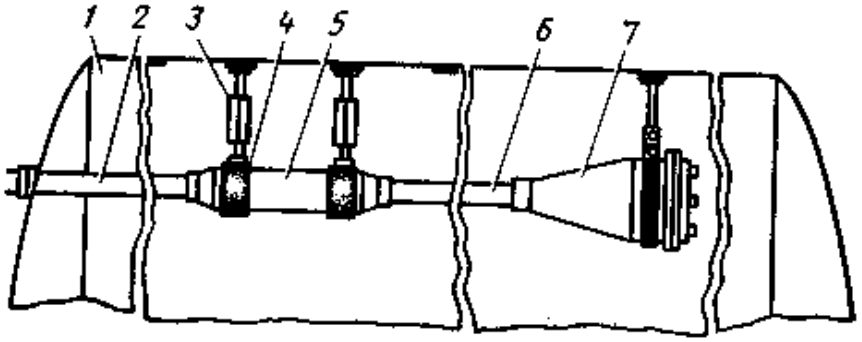


Рис. 9.31. Положение УОК и соединительной муфты в НУП:

1 — цистерна; *2* — кабель линейный; *3* — стяжка; *4* — хомут; *5* — муфта соединительная; *6* — стабкабель; *7* — УОК

конце Б — по чертежу РХ3.609.005.01. Визуально устройства для концов А и Б различаются по направлениям нумерации разъемов, что дополнительно указывается стрелкой, нанесенной на плате УОК (рис. 9.27 и 9.28).

Распайка симметричных цепей и одиночных жил кабелей КМ-8/6 и звездных четверок кабеля КМ-4 на разъемы должна соответствовать данным табл. 9.2 (рис. 9.29).

Стабкабель УОК сращивается с линейным кабелем в соединительной муфте. Коммутация цепей 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 смонтированного УОК показан на рис. 9.30, а положение УОК и соединительной муфты в НУП — на рис. 9.31.

9.9. Монтаж устройства оконечного газонепроницаемого КАЕ

Оконечное газонепроницаемое устройство типа КАЕ со стабкабелем длиной 2,5 ... 3,0 м предназначено для герметизации концов линейного кабеля КМ-4 и коммутации коаксиальных и симметричных цепей магистрального кабеля со станционным оборудованием системы передачи VLT-1920. Разделка концов кабеля и монтаж вводного патрона производятся в соответствии с рис. 9.6 и 9.7. Длина кабеля внутри цистерны примерно 1,2 м, при этом положение коаксиаль-

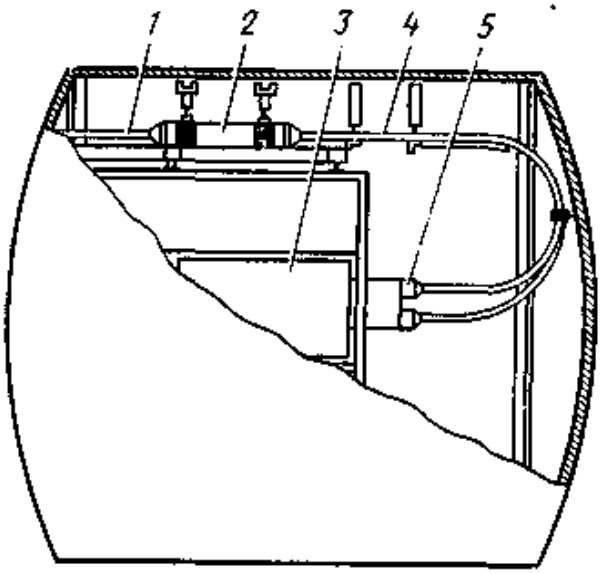


Рис. 9.32. Положение устройства КАЕ в соединительной муфты в НУП:

1 — кабель линейный; *2* — муфта соединительная; *3* — контейнер системы передачи VLT-1920; *4* — стабкабель КМГ-4; *5* — устройство КАЕ

ных пар на конце кабеля не регламентируется. Радиус изгиба стабкабеля должен быть не менее 450 мм. Имеющиеся на станционной стороне устройства (муфты) гибкие коаксиальные и симметричные проводники, а также воздуховоды вводятся через специальное отверстие в корпусе контейнера системы передачи и подключаются к станционному оборудованию, а корпус устройства сочленяется с корпусом контейнера с помощью фланцев, прокладки из герметика и болтов. Стабкабель устройства сращивается с линейным кабелем в соединительной муфте (рис. 9.32).

9.10. Монтаж коаксиальной газонепроницаемой соединительной муфты КГС

Муфты типа КГС (рис. 9.33) предназначены для герметизации концов малогабаритных коаксиальных кабелей МКТ-4 (МКТА-4) в случаях, когда не представляется возможным установить на концах коаксиальных пар муфты типа ОГКМ (например, в контейнерах НУП системы передачи К-300). Муфты изготавливаются по ТУ 45.1368—74 и устанавливаются на стыке линейного кабеля со стабкабелем типа МКТСШв-4.

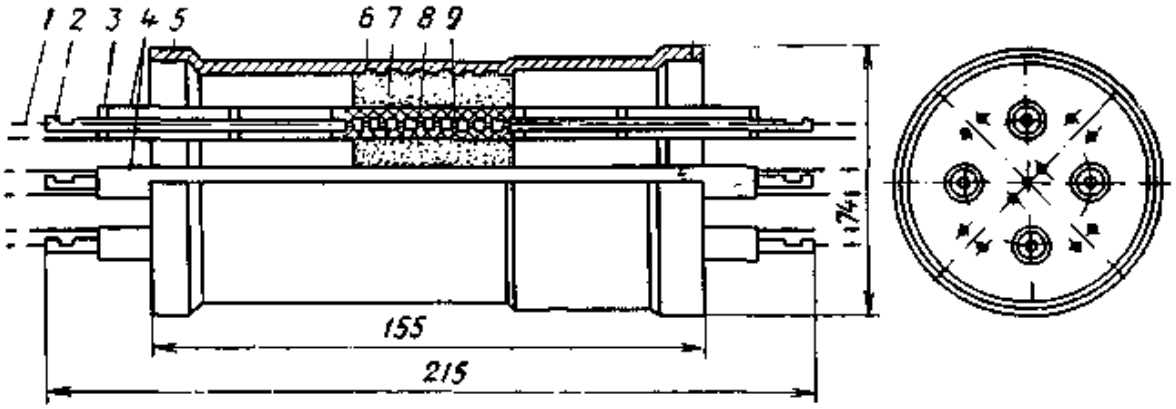


Рис. 9.33. Муфта коаксиальная газонепроницаемая соединительная КГС:

1 — жила; *2* — стержень внутреннего проводника; *3* — шайба фторопластовая; *4* — трубка внешнего проводника; *5* — цилиндр свинцовый; *6* — пазы на внутренней поверхности свинцового цилиндра; *7, 8* — компаунд ПДИ-ЗАК; *9* — пазы на стержне

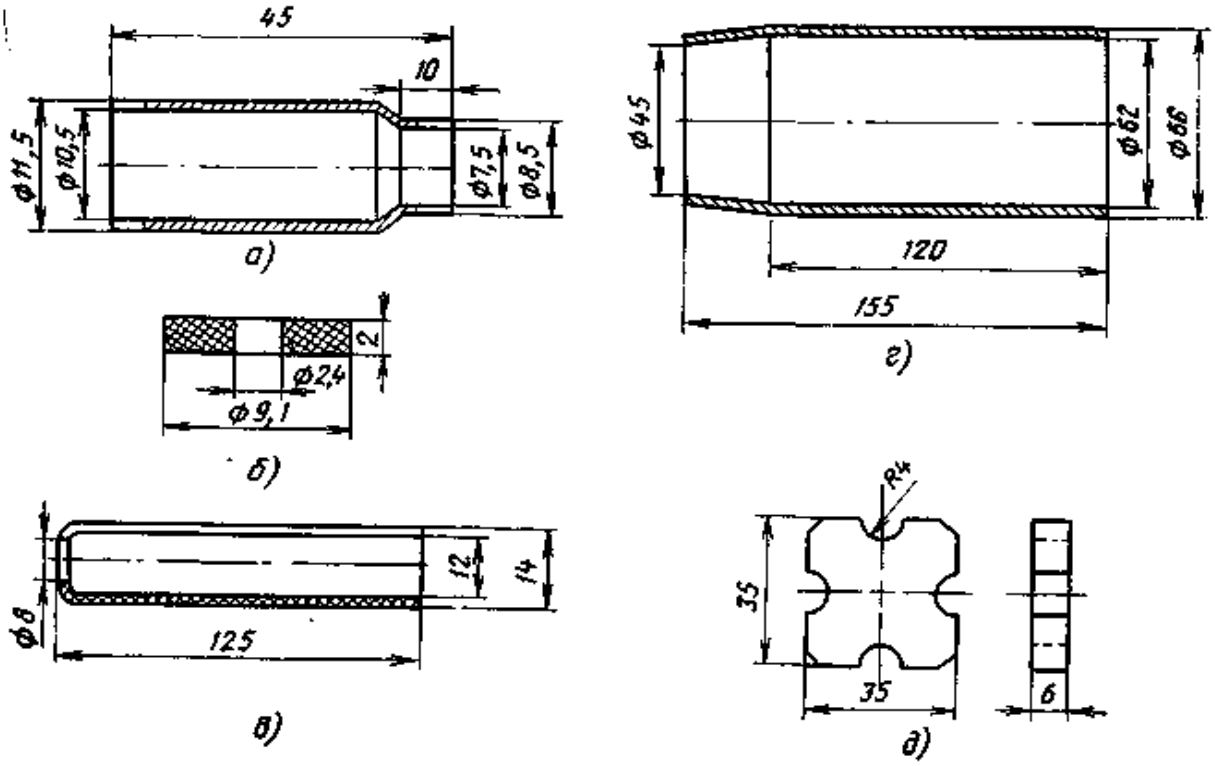


Рис. 9.34. Детали для монтажа муфты КГС:
а — втулка латунная переходная; *б* — шайба фторопластовая; *в* — втулка полиэтиленовая; *г* — конус свинцовый; *д* — диск

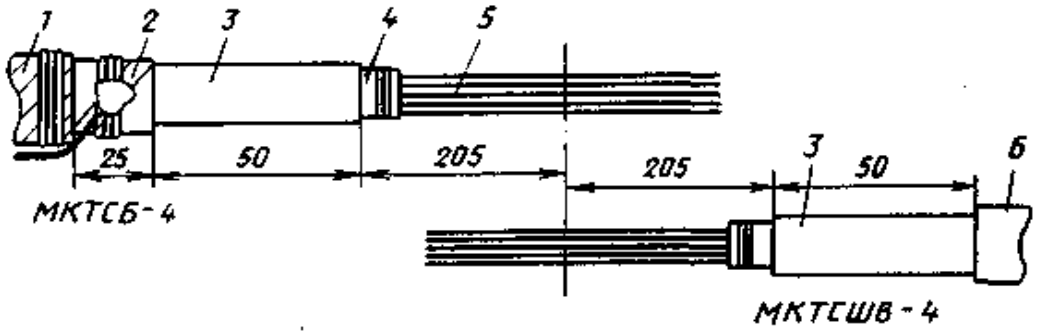


Рис. 9.35. Разделка концов кабелей для монтажа муфты КГС:
1 — наружный покров; *2* — броня; *3* — оболочка; *4* — поясная изоляция; *5* — жилы; *6* — шланг

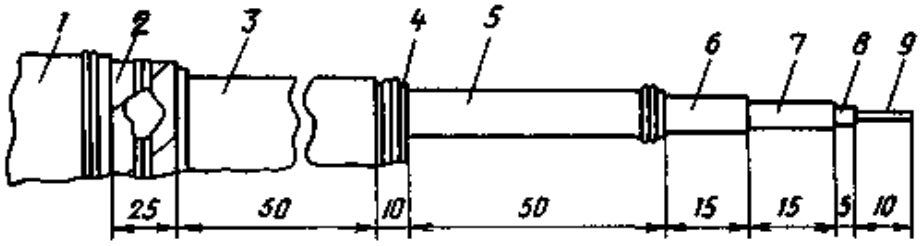


Рис. 9.36. Разделка коаксиальных пар для монтажа муфты КГС:
1 — наружный покров; *2* — броня; *3* — оболочка; *4* — поясная изоляция кабеля; *5* — изоляция коаксиальной пары; *6* — ленты экранные; *7* — внешний проводник; *8* — баллонная изоляция; *9* — внутренний проводник (условно показана только одна коаксиальная пара)

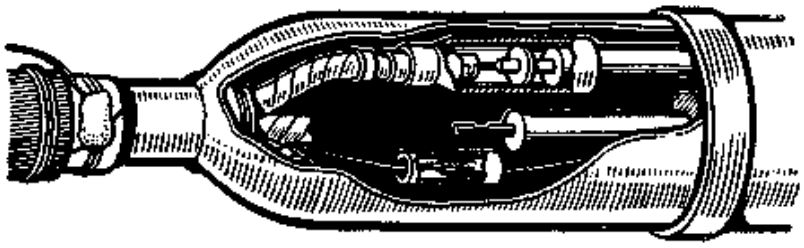


Рис. 9.37. Общий вид смонтированной муфты КГС на кабеле МКТ-4

Ниже приводятся основные характеристики муфт КГС.

Постоянное избыточное рабочее давление, кгс/см²	0,7
Испытательное газовое давление в течение 24 ч, кгс/см²	1,0
Электрическое сопротивление изоляции, не менее, МОм:	
между внутренним и внешним проводниками	100 000
между каждым внутренним проводником и всеми остальными внутренними и внешними проводниками, соединенными с корпусом	100 000
между внешними проводниками и корпусом	50
Испытательное напряжение постоянного тока в течение 2 мин, В:	
между внешним и внутренним проводниками	3500
между каждым внутренним проводником и всеми остальными внутренними и внешними проводниками, соединенными с корпусом	1000
между внешними проводниками и корпусом	450
Рабочая температура окружающей среды, °С	—10...+35

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 термошкафу при температуре 110... 120 °С в течение 10 мин; испытания производятся давлением 1 кгс/см² (98 кПа) в течение 24 ч.

Для монтажа муфты КГС используются инструменты и приспособления, применяемые при монтаже малогабаритного коаксиального кабеля МКТ-4 (кроме шаблона и диска), а также детали, изображенные на рис. 9.34. Разделка концов кабелей показана на рис. 9.35, а коаксиальных пар — на рис. 9.36.

Одновременно с выкладкой в котловане линейного и стабкабеля для монтажа муфты КГС от НУП до места расположения муфты прокладывается воздуховод (кабель МКС 1×4), один конец которого впаивается в конус линейной стороны муфты КГС, а второй вводится в наземную часть НУП и заканчивается вентилем, предназначенным для накачки кабеля и контроля за избыточным давлением. Общий вид смонтированной муфты показан на рис. 9.37.

9.11. Монтаж боксов

Для распайки магистральных, внутризоновых и соединительных симметричных кабелей, а также симметричных элементов комбинированных коаксиальных кабелей в качестве оконечных устройств применяются боксы типов БМ (БММ) 1—1, 1—2, 2—1, 2—2, 2—3, БМГ, БМВ (БМВМ) 2—1. Буквы БМ означают «бокс междугородный», первая цифра обозначает число вводных трубок, вторая цифра — число плинтов; бокс БМГ — герметизирован и предназначен для сырых помещений; бокс БМВ — влагозащитный; БММ; БМВМ — модернизированный.

Каждый из перечисленных боксов комплектуется соответствующим числом плинтов типа ПН-10 — на десять пар гнезд для низкочастотных кабелей или ПЭ-6 — на шесть пар гнезд для экранированных и высокочастотных кабелей.

При температуре окружающего воздуха +15... +35 °С и относительной влажности 60±15 % электрическое сопротивление изоляции между каждым

гнездом плинта и другими гнездами, соединенными между собой и с экраном плинта, должно быть не менее 50 000 МОм.

Включение (распайку) кабелей в боксе следует производить до его установки на место и до включения распределительного или вводного кабеля соответственно в разветвительную или газонепроницаемую муфту.

Конец кабеля освобождается от металлической оболочки на длине 300... 450 мм и вводится через вводную трубку в бокс таким образом, чтобы обрез оболочки выступал внутри бокса на 5... 10 мм. Жилы припаиваются с небольшой слабиной к штифтам припоем ПОССу-40-0,5, а вводная трубка — к оболочке припоем ПОССу-30-2. Внутренняя полость бокса заливается через одно из отверстий массой МКС.

9.12. Монтаж газонепроницаемой муфты ГМС

Муфта ГМС (см. рис. 12.7) является одновременно газонепроницаемой и соединительной и устанавливается обычно на вводах высокочастотных кабелей типа МКС в усилительные (регенерационные) пункты (ОУП, НУП, НРП). На одночетверочных кабельных линиях муфты ГМС вмонтированы в оконечные устройства, расположенные в контейнерах системы передачи К-60П-4; на кабелях емкостью 4×4 муфты ГМС установлены на оконечных устройствах вводно-кабельных шкафов ВКШ.

Перед монтажом муфта закрепляется таким образом, чтобы расстояние между краем ее свинцового цилиндра и обрезами оболочки было 90 мм для кабелей емкостью 1×4 и 4×4 и 100 мм для кабеля 7×4.

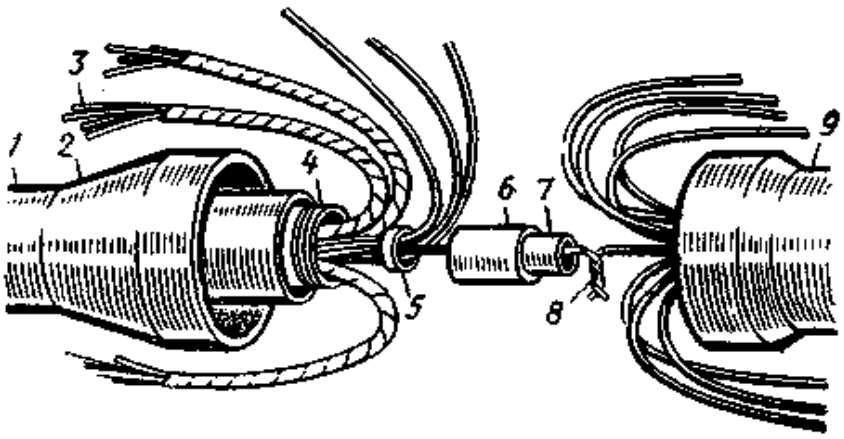


Рис. 9.38. Монтаж муфты типа ГМС:
1 — кабель; *2* — конус свинцовый; *3* — жилы; *4* — бандаж на поясной изоляции; *5* — кольцо групповое; *6* — гильза 50×5,5×6,5 мм; *7* — гильза 50×4×5 мм; *8* — скрутка жил; *9* — цилиндр муфты ГМС

На каждую четверку надвигается по одному групповому кольцу, а на каждую жилу муфты поочередно надвигаются изолирующие гильзы 50×4×5 и 50×5,5×6,5 (одна в другую). После скрутки жил муфты и кабеля и пропайки припоем ПОССу-40-0,5 сросток отгибается в сторону муфты и на него надвигается верхняя гильза. Аналогично сращиваются жилы всех четверок, сдвигаются групповые кольца, сросток муфты обматывается тремя-четырьмя слоями бумаги, свинцовые конуса сдвигаются до упора в бортик цилиндра и спаиваются сначала между собой, потом с оболочкой припоем ПОССу-30-2. Монтаж муфты ГМС показан на рис. 9.38.

9.13. Монтаж изолирующих муфт

Общие сведения. 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); при необходимости выделения участков кабеля для его защиты.

В зависимости от назначения, условий производства работ, типа кабеля и т. д. в качестве изолирующих допускается применение муфт заводского изготовления типов МИС и ГМСИ, а также устройство изолирующего промежутка на оболочке кабеля непосредственно на проложенном кабеле.

Изолирующие муфты могут быть газопроницаемыми (т. е. в местах их установки газ внутри кабеля и муфты может распространяться) и газонепроницаемыми. В некоторых случаях изолирующие муфты являются также и соединительными (на стыке строительных длин или линейного кабеля с вводным стабкабелем).

Муфты изолирующие МИС. Изолирующие соединительные газонепроницаемые муфты типов МИСс (для симметричных кабелей магистральной и внутризоновых сетей), МИСк (для коаксиальных кабелей) и МИСт (для телефонных кабелей ТГ и ТЗ) изготавливаются по ТУ 3а4.232.000. Ниже приводятся основные характеристики муфт типа МИС:

Рабочий интервал температуры, °С	—30. . .+40
Внутреннее избыточное рабочее давление, кгс/см² . .	0,5 . . . 0,6
Испытательное избыточное газовое давление в течение 24 ч, кгс/см²	2,0
Испытательное напряжение постоянного тока в течение 2 мин, В	2000
Сопротивление изоляции между свинцовыми цилиндрами, МОм	10 000

Размеры и назначение муфт приведены в табл. 9.3.

Муфта МИС (рис. 9.39) 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 вместо соединительной свинцовой муфты (кроме КМБ-8/6 и других кабелей большой емкости, диаметр сростка которых больше внутреннего диаметра изолирующей муфты). В остальных случаях в месте установки изолирующей

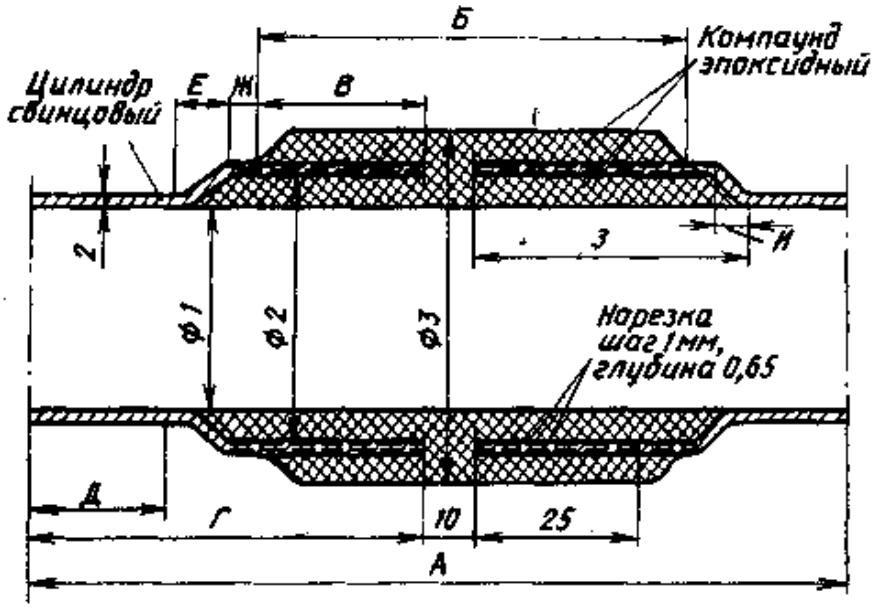


Рис. 9.39. Муфта изолирующая типа МИС

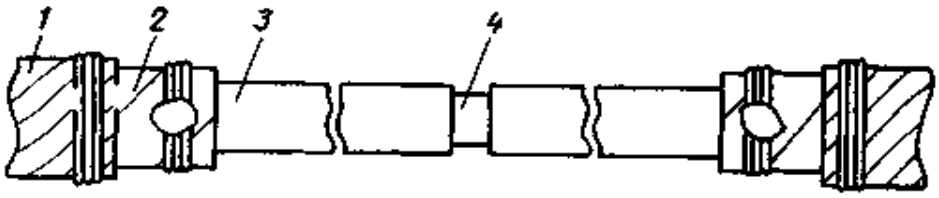


Рис. 9.40. Разделка кабеля для монтажа изолирующей муфты:
1 — наружный покров; *2* — броня; *3* — оболочка; *4* — изолирующий промежуток

Рис. 9.41. Муфта МИС, смонтированная на подходе к НУП (без вскрытия сердечника кабеля):
1 — наружный покров; *2* — броня; *3* — оболочка; *4* — пайка; *5* — муфта; *6* — изолирующий промежуток, обмотанный полиэтиленовой лентой; *7* — выводные провода КИП

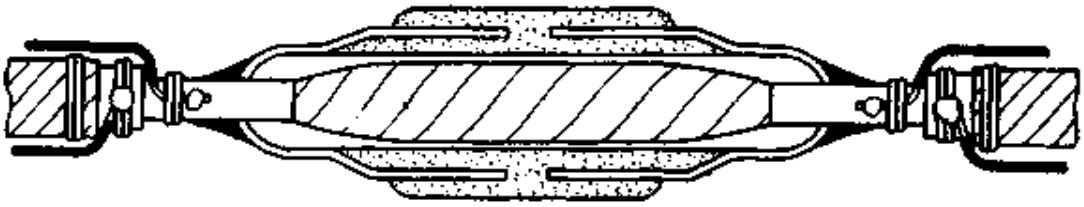


Рис. 9.42. Муфта МИС, смонтированная на стыке строительных длин кабеля в свинцовой или стальной оболочке

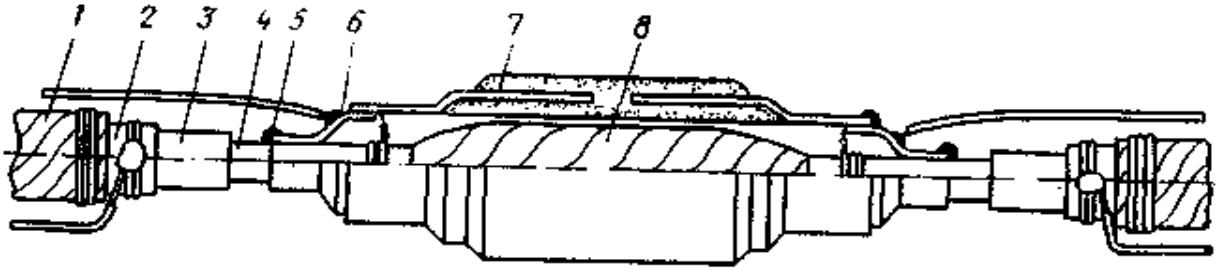


Рис. 9.43. Муфта МИС, смонтированная на кабеле в алюминиевой оболочке:
1 — наружный покров; *2* — броня; *3* — шланг полиэтиленовый; *4* — оболочка; *5* — клеевой шов; *6* — конус свинцовый; *7* — муфта МИС; *8* — сросток сердечника

Типоразмер	Марка кабеля	Диаметр, мм		Размеры, мм			
		по оболочке	наружный	А	Б	В	Г
				Муфты типа МИСк			
1	КМГ-4	33,0	33,0	260	110	50	125
2	КМБ-4	32,5	33,5	280	120	55	135
	КМК-4	33,9	50,0				
3	КМГ-8/6	45,3	45,3	360	150	70	175
	КМБ-8/6	44,7	64,0				
4	КМК-8/6	45,7	72,0	360	150	70	175
				Муфты типа МИСс			
1	МКС 1×4	11	16...25	210	90	40	100
2	МКС 4×4	20	24...41	260	110	50	125
3	МКС 7×4	24	29...50	280	120	55	135
				Муфты типа МИСт			
1	ТЗГ, ТЗБ и др.	—	11...15	220	90	40	105
2			15...33	260*/340	110	50	125*/190
			33...42	260	110	50	125
3			42...48	280	120	55	135
4			48...60	360	150	70	175
5			60...72	360	150	70	175
				Муфты типа МИСт			
1	ТГ 10×2, ТГ 30×2	9...14		220	90	40	105
2	ТГ 50×2, ТГ 100×2	14...33		260**/390	110	50	125**/190
3		24...40	—	260	110	50	125
4	ТГ 150×2 и более	40...48		280	120	55	135
5		48...62		360	150	70	175
6		62...72		360	150	70	175

* В числителе указаны данные для кабеля ТЗГ, а в знаменателе — ТЗБ.
** В числителе указаны данные для ТГ меньшей емкости, а в знаменателе — для ТГ

Таблица 9.3

изолирующих муфт МИС

(рис. 9.39)								Тип чугунной муфты	Назначение
Д	Е	Ж	З	И	∅1	∅2	∅3		
(для коаксиальных кабелей)									
45	15	15	80	15	45	53	70	—	Изолирующая
50	15	15	85	15	51	59	75	МЧ-65	
65	20	20	110	20	65	77	100	—	
65	20	20	110	20	75	87	110	—	
(для симметричных кабелей)									
35	10	15	60	15	25	33	50	МЧ-35	Изолирующая и соединительная
45	15	15	80	15	45	53	70	МЧ-65	
50	15	15	85	15	51	59	75	МЧ-65	
(для кабелей типа ТЗ)									
40	10	15	65	15	25	33	50	МЧ-35	Изолирующая и соединительная
45* / 100	15	15	80	15	45	53	70	МЧ-65* / МЧ-75	
45	15	15	80	15	45	53	70	Специально изготовляется	Изолирующая
50	15	15	85	15	51	59	75		
65	20	20	110	20	65	77	100		
65	20	20	110	20	75	87	110		
(для кабелей типа ТГ)									
40	10	15	65	15	25	33	50		Используется как изолирующая и соединительная
45** / 110	15	15	80	15	45	53	70		
45	15	15	80	15	45	53	70		Используется как изолирующая
50	15	15	85	15	51	59	75		
65	20	20	110	20	65	77	100		
65	20	20	110	20	75	87	110		

большей емкости.

Таблица 9.4

Разделка кабеля в свинцовой оболочке при монтаже изолирующих муфт типа МИС на вводе в НУП

Марка кабеля	Наружный диаметр кабеля, мм	Муфта МИС			Расстояние между обрезами, мм (рис. 9.39)			Тип чугунной муфты
		Тип	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	оболочки А	брони Б	наружного покрова В	
КМБ-8/6	56	МИСк-3	65	360	10	480	580	МЧ-75
КМБ-4	42	МИСк-1	45	260	10	360	420	МЧ-65
МКТСБ-4	33	МИСк-1	45	260	10	350	400	МЧ-65
МКСБ 7×4	39	МИСс-2	45	260	10	350	400	МЧ-65
МКСБ 4×4	34	МИСс-2	45	260	10	350	400	МЧ-65

Таблица 9.5

Разделка концов кабеля при монтаже изолирующих соединительных муфт МИС (на стыке строительных длин)

Марка кабеля	Тип изолирующей муфты	Расстояние между обрезами, мм				Тип чугунной муфты
		оболочки	внутреннего шланга	брони	наружного покрова	
КМБ-4	МИСк-3	340	—	480	540	МЧ-75
КМА-4	МИСк-3	340	500	620	670	МЧ-85
МКТС-4	МИСк-1	190	—	350	400	МЧ-65
МКТА-4	МИСк-1	190	370	480	530	МЧ-75
МКС-7×4	МИСс-3	200	—	370	420	МЧ-65
4×4	МИСс-2	160	—	370	420	МЧ-65
1×4	МИСс-1	110	—	320	370	МЧ-50
МКСАШп-7×4	МИСс-3	190	—	—	390	МЧ-65
4×4	МИСс-2	160	—	—	370	МЧ-65
1×4	МИСс-1	110	—	—	310	МЧ-50
МКСАБп, МКСАШпБп-7×4	МИСс-3	190	390	460	410	МЧ-75
4×4	МИСс-2	160	370	440	490	МЧ-75
МКССтШп-7×4	МИСс-3	190	—	—	390	МЧ-65
4×4	МИСс-2	160	—	—	370	МЧ-65
ЗКПАШп-1×4	МИСс-1	170	—	—	310	МЧ-50
ЗКПАШпБп-1×4	МИСс-1	170	310	380	430	МЧ-65

Примечание. При монтаже изолирующих соединительных муфт МИС на кабеле в алюминиевой оболочке с помощью клея ВК-9 наружный диаметр широкой стороны свинцового конуса должен быть на 1...2 мм меньше внутреннего диаметра свинцового цилиндра муфты МИС.

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 припаивают к оболочке припоем ПОССу-30-2. При монтаже изолирующих муфт на кабелях с изолирующими покровами восстановление последних осуществляется так же, как при монтаже соединительных муфт на данном кабеле.

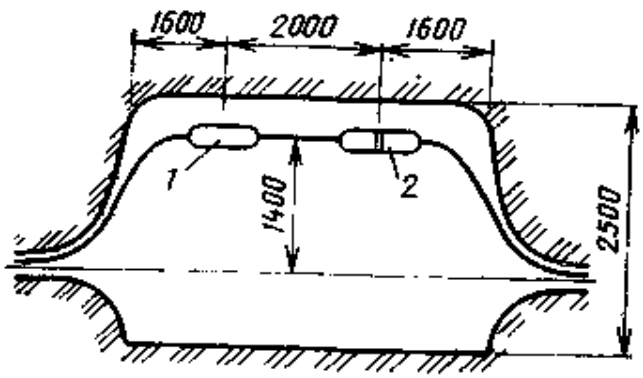


Рис. 9.44. Расположение соединительной (1) и изолирующей (2) муфт в котловане на кабеле КМ-8/6

Размеры разделки кабеля в свинцовой оболочке при монтаже изолирующих муфт МИС на вводе в НУП приведены в табл. 9.4 (рис. 9.40). Устройство на кабеле изолирующего промежутка (без разреза сердечника) и общий вид смонтированной изолирующей муфты показаны на рис. 9.41.

Размеры разделки концов кабеля при монтаже изолирующих муфт на стыке строительных длин (когда муфта является одновременно соединительной и изолирующей) приведены в табл. 9.5. Общий вид смонтированной муфты на кабеле в свинцовой или стальной оболочке показан на рис. 9.42, а в алюминиевой оболочке — на рис. 9.43.

При необходимости установки изолирующей муфты на стыке строительных длин (отрезков) кабеля КМ-8/6 монтируются две муфты; сначала изолирующая типа МИСк-3 (без разрезания сердечника) и рядом с ней обычная соединительная (рис. 9.44).

Муфты изолирующие ГМСИ. Монтаж газонепроницаемых изолирующих муфт ГМСИ (см. рис. 12.8), устанавливаемых на симметричных кабелях емкостью 7×4, 4×4 и 1×4, должен производиться так же, как при монтаже муфт ГМС (см. рис. 9.38). Муфты ГМСИ следует устанавливать в непосредственной близости к оборудованию для содержания кабелей под постоянным избыточным давлением с учетом того, что линейная сторона этих муфт должна быть соединена воздуховодом с указанным оборудованием.

9.14. Шунтирование изолирующих муфт конденсаторами

Устанавливаемые на высокочастотных симметричных кабельных линиях изолирующие муфты должны быть зашунтированы по переменному току в следующих случаях.

а) На кабелях в свинцовых оболочках:

на вводах кабелей в цистерны НУП и контейнеры НРП, установленные в грунтах с удельным сопротивлением грунта менее 100 Ом·м;

на концах выделенных участков кабеля, подлежащего электрохимической защите от коррозии,

б) На кабелях в алюминиевой и стальной гофрированной оболочках:

во всех случаях на вводах кабелей в цистерны НУП и контейнеры НРП (вне зависимости от величины удельного сопротивления грунта);

на стыках этих кабелей с кабелями в свинцовых оболочках.

Шунтирование по переменному току производится конденсатором типа КБГ-МН-2 емкостью 0,5 мкФ, рассчитанным на рабочее напряжение 1500 В.

Примечания: 1. Допускается использование двух параллельно включенных конденсаторов по 0,25 мкФ.

2. Запись для заказа: «Конденсатор КБГ-МН-2 1500 В-0,5 мкФ±10 %В. ГОСТ 6118—78».

9.15. Монтаж разветвительных муфт

На кабелях междугородной связи разветвительные муфты (рис. 9.45) устанавливают в шахтах, кроссах, НУПах и других местах, где линейная сторона кабеля распаивается на несколько распределительных кабелей, каждый из которых подлежит включению в разные оконечные устройства (боксы, ОГКМ, блоки терморезисторов АРУ и т. д.). Кроме того, разветвительные муфты устанавливают на переходах через реки и водоемы, где подземный кабель подлежит распайке на два подводных кабеля: основной и резервный.

Рис. 9.45. Двухпалая (*а*) и четырехпалая (*б*) разветвительные муфты:
1 — корпус; *2* — крышка; *3* — пальцы

Независимо от материала металлической оболочки и способа сращивания применяют свинцовые разветвительные муфты, конструктивные размеры которых для некоторых магистральных и внутризоновых кабелей приведены в табл. 9.6.

Таблица 9.6

Свинцовые разветвительные муфты

Тип кабеля	Детали муфты	Размеры, мм			Число деталей муфты	Примечание
		Длина	Внутренний диаметр	Толщина		
МКС-4×4	Пальцы	150	22	2,0	2	
	Крышка	50	60	2,5	1	
	Корпус	270	54	2,0	1	
МКС-7×4	Пальцы	150	26	2,0	2	
	Крышка	50	76	2,5	1	
	Корпус	270	70	2,0	1	
МКТ-4	Пальцы	150	26	2,0	2	
	Крышка	50	76	2,5	1	
	Корпус	270	70	2,0	1	
КМ-4	Пальцы	200	45	2,0	2	Для речных переходов
	Крышка	100	90	4,0	1	
	Корпус	400	82	3,0	1	
	Пальцы	130	13	2,0	5	Для монтажа оконечных устройств
	Палец	130	8	2,0	1	
	Крышка	100	76	3,0	1	
	Корпус	360	66	3,0	1	

Окончание табл. 9.6

Тип кабеля	Детали муфты	Размеры, мм			Число деталей муфты	Примечание
		Длина	Внутренний диаметр	Толщина		
КМ-8/6	Пальцы	200	60	3,0	2	Для речных переходов
	Крышка	110	140	4,0	1	
	Корпус	400	130	3,5	1	
	Конус	90	120	3,5	1	
	Пальцы	240	12	2,0	7	Для монтажа оконечных устройств
	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	

9.16. Монтаж линейных устройств автоматической регулировки усиления АРУ

Устройства АРУ для систем передачи К-3600 и К-1920П. Автоматическая регулировка усиления по температуре грунта на магистральных линиях с коаксиальными кабелями КМ-8/6 и КМ-4 применяется:

в системе передачи К-3600 — для аппаратуры К-3600, К-1020Р, К-24Р и ПСС;

в системе передачи К-1920П — для аппаратуры К-1920П, К-24Р и ПСС.

В качестве блоков термодатчиков (БТД) для указанных выше систем передачи используются следующие унифицированные однотипные БТД:

РЕ2.149.006 — для аппаратуры К-3600, К-1020Р, К-1920П;

РЕ2.149.007 — для аппаратуры К-24Р и ПСС (объединенный БТД);

2Г2.149.015 — для аппаратуры К-24Р.

Все типы БТД имеют единую конструкцию (рис. 9.46) и отличаются схемой.

В зависимости от назначения НУП (основной, регулирующий, корректирующий) на магистральных линиях с кабелями КМ-4 и КМ-8/6 установка БТД производится в соответствии с табл. 9.7.

Назначение НУП и устанавливаемые в нем БТД указываются в рабочей документации проекта. Ввод в цистерну НУП цепей АРУ от каждого БТД осуществляется отдельным соединительным кабелем ТЗБ 4×4×0,9, конец которого в НУП заканчивается муфтой АРУ (рис. 9.47).

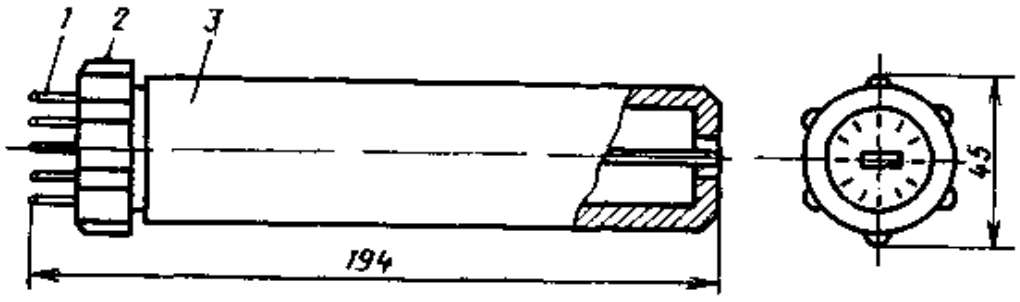


Рис. 9.46. Блок термодатчиков (БТД) для грунтовой АРУ систем передачи К-3600; К-1920П; К-24Р:

1 — стяжки; 2 — крышка; 3 — корпус пластмассовый

Таблица 9.7

Типы БТД, устанавливаемых в НУП

Система передачи	Назначение НУП		
	Основной	Регулирующий без аппаратуры ПСС	Регулирующий и корректирующий, с аппаратурой ПСС
	Магистральный кабель КМ-4		
К-3600	2Г2.149.015*	1.РЕ2.149.006 2.2Г2.149.015	1.РЕ2.149.006 2.РЕ2.149.007
К-1920П	2Г2.149.015	1.РЕ2.149.006 2.2Г2.149.015	1.РЕ2.149.006 2.РЕ2.149.007
	Магистральный кабель КМ-8/6		
К-3600	2Г2.149.015*	1.РЕ2.149.006 2.РЕ2.149.006 3.2Г2.149.015*	1.РЕ2.149.006 2.РЕ2.149.006 3.РЕ2.149.007
К-1920П	2Г2.149.015	1.РЕ2.149.006 2.РЕ2.149.007	1.РЕ2.149.006 2.РЕ2.149.007

* Устанавливается в случае установки в НУП аппаратуры К-24Р.

Длина соединительного кабеля (от муфты АРУ) приведена в табл. 9.8.

Блоки термодатчиков укладываются в грунт на проектную глубину прокладки магистрального кабеля (1,2±0,1 м) по трассе линии в сторону станции А.

При прокладке магистрального кабеля в трубопроводе кабельной канализации (коллекторе) соединительные кабели АРУ прокладываются также в канализации на уровне магистрального кабеля; длина соединительного кабеля для

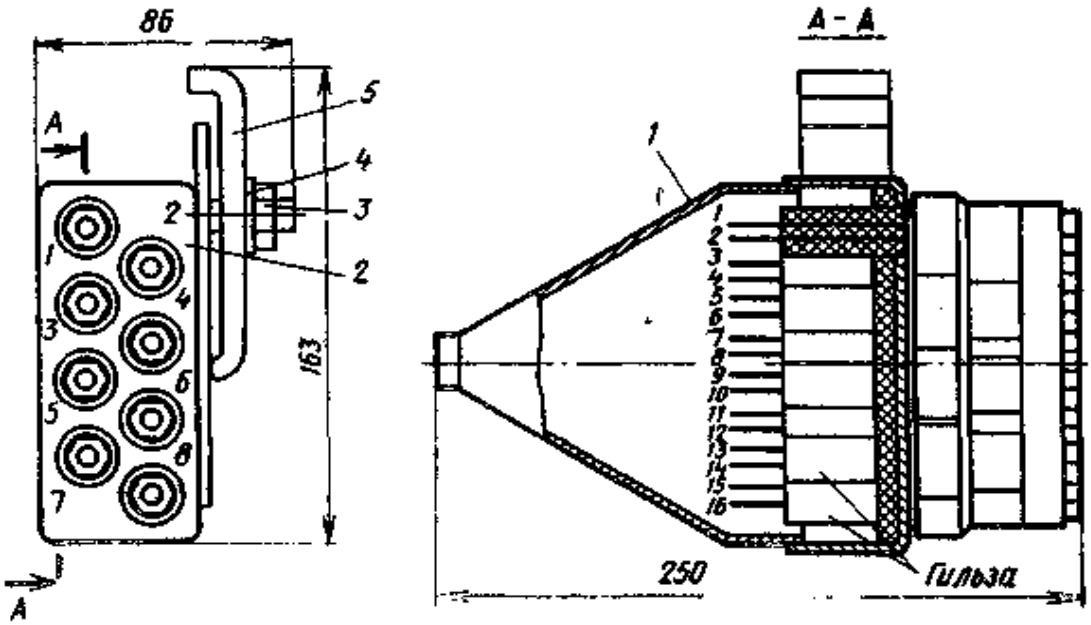


Рис. 9.47. Муфта АРУ.

1 — кожух; *2* — колодка; *3* — гайка; *4* — шайба; *5* — скоба для крепления

Таблица 9.8

Длина соединительного кабеля

Система передачи	Тип магистрального НУП кабеля		Длина соединительного кабеля, м
К-3600, К-1920П	КМ-4 и КМ-8/6	Основной, регулирующий	11,5
К-3600	КМ-8/6	Корректирующий	12,5
К-1020Р	КМ-8/6	Регулирующий	15
		Корректирующий	14
К-24, К-24 и ПСС	КМ-4, КМ-8/6	Любой	10

систем передачи К-3600, К-1920П и К-1020Р допускается в пределах 5 ... 25 м, а для системы К-24Р (К-24Р и ПСС) — 5 ... 15 м.

Исправность БТД проверяется измерением электрического сопротивления датчиков: БТД считаются исправными, если разброс измеренных сопротивлений датчиков по сравнению с их средним значением не превышает 3% для БТД РЕ2.149.006 и 10% для РЕ2.149.007 и 2Г2.149.015.

Примечания: 1. Перед проведением измерений БТД должны находиться в помещении, где производятся измерения, не менее двух часов.

2. Измерения производятся: в БТД РЕ2.149.006 и РЕ2.149.007 с контактов 1—2, 3—4, 5—6, 7—8, 9—10, 11—12, 13—14 и 15—16; в БТД 2Г2.149.015 — с контактов 1—3 и 11—13.

3. Для оценки исправности цепей термодатчиков системы К-24Р следует произвести измерения не менее трех БТД.

Значения сопротивлений термодатчиков в зависимости от температуры окружающей среды приведены в табл. 9.9.

Разделка конца соединительного кабеля для монтажа БТД показана на рис. 9.48, а распайка жил для контактов блока приведена в табл. 9.10.

Таблица 9.9

Значения сопротивлений термодатчиков, Ом, в зависимости от окружающей температуры

Тип БТД	Температура в помещении при измерении, °С							
	18	19	20	21	22	23	24	25
РЕ2.149.006	208	201	194	188	183	172	167	162
РЕ2.149.007 (цепи ПСС)	122	118	114	111	108	105	102	99
РЕ2.149.007 (цепи К-24Р) 2Г2.149.015	52	49	47	45	43	41	39	37

Таблица 9.10

Распайка жил кабеля для контактов БТД

Номер четверки кабеля	Номер пары кабеля	Номера контактов монтажной гребенки БТД		
		РЕ2.149.006	РЕ2.149.007	2Г2.149.015
1	1	1—2	1—2	—
	2	3—4	3—4	—
2	3	5—6	5—6	—
	4	7—8	7—8	—
3	5	9—10	9—10	—
	6	11—12	11—12	—
4	7	13—14	13—14	1—3
	8	15—16	15—16	11—13

Примечание. Расцветка четверок: 1 — красная; 2 — зеленая; 3 — синяя; 4 — желтая. Расцветка жил в парах: 1, 3, 5, 7 — красная—желтая; 2, 4, 6, 8 — зеленая — синяя.

Таблица 9.11

Распайка жил кабеля в муфте АРУ

Номер четверки	Номер пары	Номера контактов муфты АРУ
1	1	1—2
	2	3—4
2	3	5—6
	4	7—8
3	5	9—10
	6	11—12
4	7	13—14
	8	15—16

На рис. 9.49 показаны детали свинцового корпуса, с помощью которого герметизируется БТД, а на рис. 9.50 — общий вид смонтированного БТД (в разрезе).

Распайка жил соединительного кабеля в муфте АРУ показана на рис. 9.51 и в табл. 9.11.

После монтажа БТД и муфты АРУ сопротивления термодатчиков в зависимости от температуры грунта должны соответствовать данным, приведенным в табл. 9.12.

Таблица 9.12

Значения сопротивлений термодатчиков, Ом, в зависимости от температуры грунта

Тип БТД	Температура грунта, °С										
	—15	—10	—5	0	5	+10	15	20	25	30	35
РЕ2.149.006	613	523	446	330	323	273	231	194	162	135	116
РЕ2.149.007 (цепи ПСС)	335	292	252	215	184	156	133	114	99	86	76
2Г2.149.015 РЕ2.149.007 (цепи К-24Р)	302	225	168	128	98	76	60	47	37	30	24

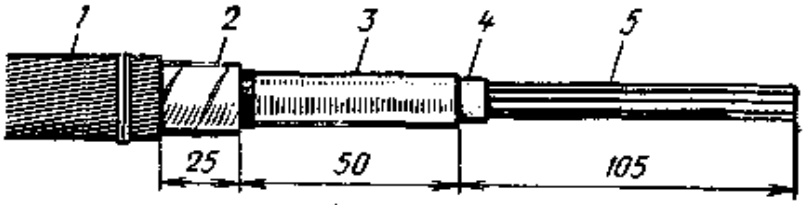


Рис. 9.48. Разделка конца кабеля для монтажа БТД:
1 — наружный покров; *2* — броня; *3* — оболочка; *4* — поясная изоляция; *5* — жилы

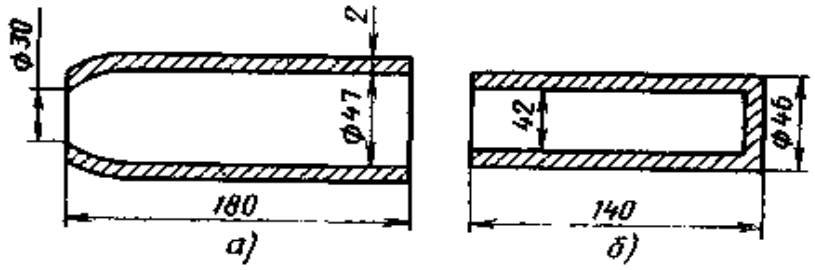
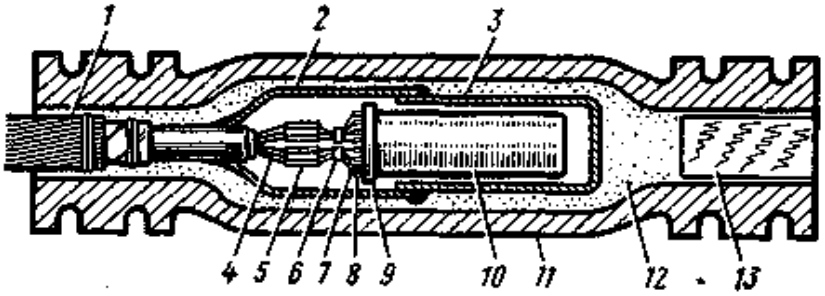


Рис. 9.49. Свинцовый корпус для БТД:
а — цилиндр; *б* — стакан

Рис. 9.50. Общий вид смонтированного БТД (в разрезе):
1 — кабель; *2* — цилиндр; *3* — стакан; *4* — жилы кабеля; *5* — гильзы изолирующие; *6* — кольца групповые; *7* — выводные проводники; *8* — стрипсы; *9* — крышка; *10* — корпус; *11* — муфта чугунная; *12* — масса битумная; *13* — пробка деревянная



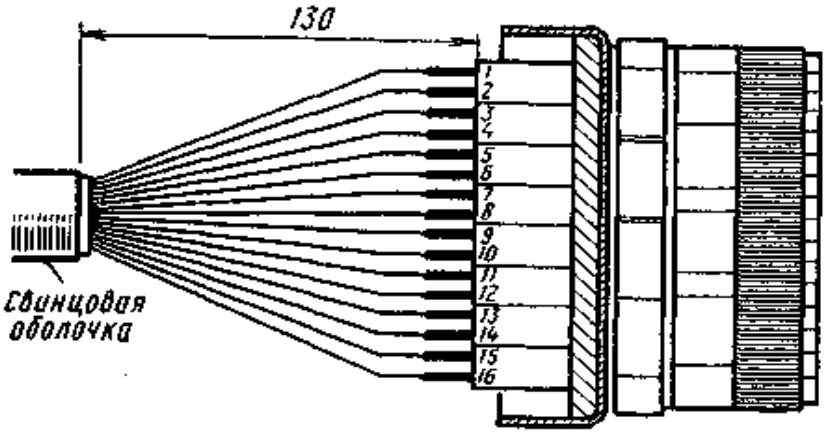


Рис. 9.51. Распайка кабеля в муфте АРУ

Электрическое сопротивление изоляции между парами смонтированного кабеля АРУ, измеренное с контактов муфты АРУ, должно быть не менее 100 МОм.

Устройства АРУ для системы передачи К-60П. Приведенные ниже сведения по монтажу линейных устройств грунтовой АРУ на НУП системы передачи К-60П распространяются на внутризоновые симметричные высокочастотные кабели с кордельно-полистирольной изоляцией типа МКС.

Блок термодатчиков для системы К-60П представляет собой металлический каркас с гетинаксовыми планками, на которых укреплены термодатчики и стрипсы для припайки жил соединительного кабеля. Каркас прикреплен к

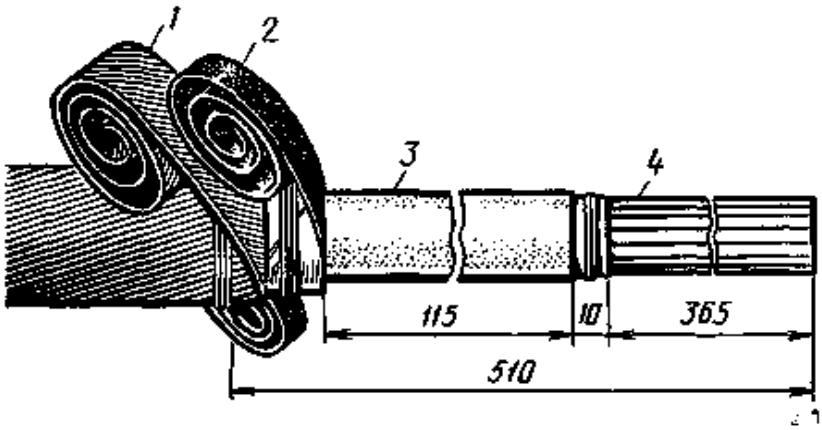


Рис. 9.52. Разделка кабеля для монтажа БТД системы передачи К-60П:

1 — пряжа; *2* — бронеленты; *3* — оболочка; *4* — жилы

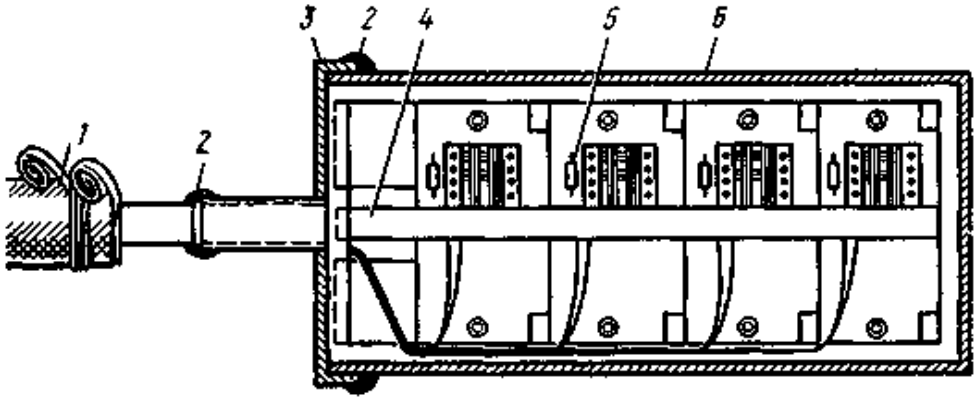


Рис. 9.53. Монтаж БТД системы передачи К-60П:

1 — кабель соединительный; *2* — пайка; *3* — крышка с патрубком; *4* — каркас для крепления платы с термодатчиками; *5* — термодатчик; *6* — стакан стальной

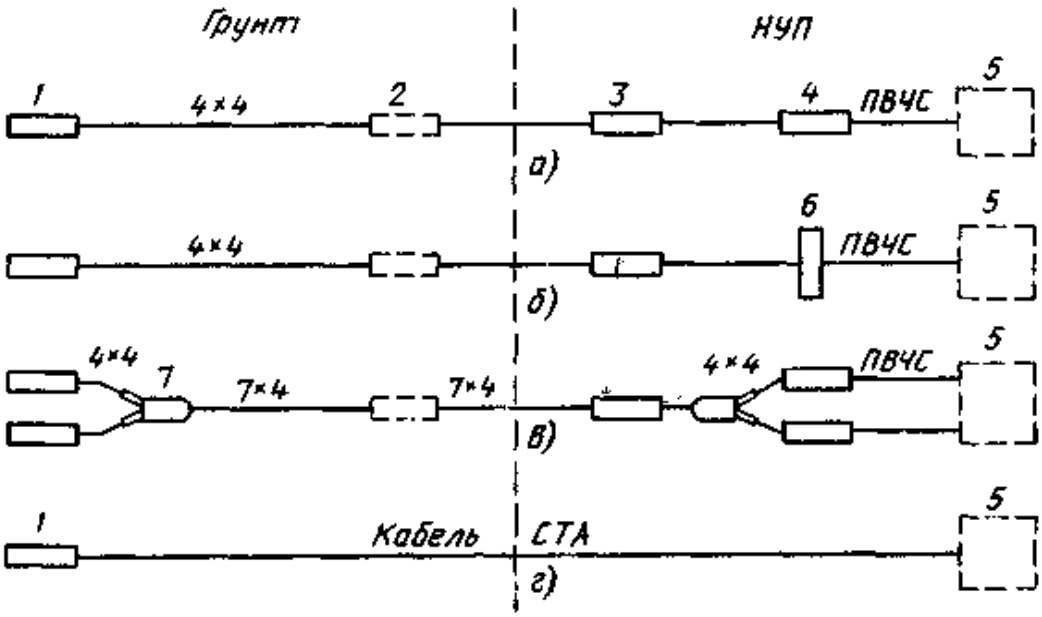


Рис. 9.54. Схемы размещения устройств АРУ на магистралях с симметричными кабелями: *а* — 4×4 с использованием муфты АРУ; *б* — то же, с разделкой кабеля на бокс; *в* — 7×4; *г* — с использованием кабеля СТА;

1 — БТ; *2* — муфта МИС; *3* — муфта ГМС; *4* — муфта АРУ; *5* — плата ВКО; *6* — бокс; *7* — разветвительная муфта

крышке стального стакана, в середине которой имеется отверстие с патрубком для ввода кабеля. Промышленностью выпускаются БТД только для кабелей емкостью 4×4 (восемь датчиков). Для кабелей 7×4 могут быть использованы датчики от этих БТД с соответствующим удлинением каркаса и стального стакана.

На НУП устанавливаются два БТД — по одному для каждого направления передачи. Непосредственно в камере НУП соединительный кабель распаивается в муфте АРУ, боксе или муфте ГМС. В комплекте оборудования системы передачи К-60П к стойке ВКШ для распайки соединительного кабеля типа МКС 4×4 придаются две муфты АРУ (см. рис. 9.47).

От муфты АРУ, бокса или муфты ГМС до аппаратуры прокладывается кабель ПВЧС-250. В качестве соединительного кабеля между БТД и муфтой АРУ (боксом, муфтой ГМС) прокладывается кабель такого же типа, как на линии. Если на линии проложен кабель в алюминиевой или стальной гофрированной оболочке, для АРУ следует применять кабель в свинцовой оболочке. Длина соединительного кабеля 10 м, глубина прокладки — такая же, как проектная глубина линейного кабеля. Разделка кабеля показана на рис. 9.52, а общий вид смонтированного БТД — на рис. 9.53.

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 станке БТД или в муфтах АРУ и соединяются с кабелем выводными проводниками. Схемы размещения устройств АРУ на симметричных линиях междугородной связи показаны на рис. 9.54.

В качестве соединительного кабеля, исключающего необходимость симметрирования, изготовлена опытная партия кабеля, сердечник которого состоит из 8 или 14 проводов ПВЧС-250, заключенных в свинцовую оболочку, с наружным покровом типа Б. Один конец такого кабеля распаян в БТД, а второй — непосредственно на аппаратуре (при этом отпадает также необходимость в муфтах АРУ, ГМС или боксе).

Раздел 10

Электрические измерения и измерительные приборы

10.1. Общие сведения

Электрические измерения и испытания (проверки) в процессе строительства линейных сооружений кабельных линий связи производят с целью контроля за качеством монтажных работ (применяемых материалов, оборудования, арматуры) и оценки электрического состояния законченных строительством линейно-кабельных сооружений.

Электрические измерения и испытания (проверки) производятся постоянным и переменным током.

Постоянным током измеряют электрическое сопротивление изоляции проводников (жил) и изолирующих покровов, электрическое сопротивление цепей (сопротивление шлейфа), разность сопротивлений жил (омическая асимметрия цепей), производят испытание изоляции напряжением, проверку целости жил и экранов, правильности (полярности) включения пар в оконечные устройства и парности жил.

Переменным током измеряют собственное затухание цепей, характеристическое сопротивление цепей с дополнительной индуктивностью, переходное затухание между цепями на ближнем конце, защищенность цепей на дальнем конце, емкостные связи и асимметрию, коэффициент отражения коаксиаль-

ных пар, а также проверяют жилы на сообщение, контролируя емкость каждой жилы по отношению к земле.

Измерения коэффициентов отражения от неоднородностей волнового сопротивления коаксиальных пар строительными организациями не производятся, и протоколы измерений этого параметра не входят в состав исполнительной документации, представляемой приемочным комиссиям. Измерения коэффициентов отражения при необходимости проводятся эксплуатационными организациями на смонтированных кабельных (усилительных, регенерационных) участках, имеющих дополнительные муфты, кабельные вставки или пересекающих водные преграды.

Кроме того, постоянным и переменным током измеряются: потенциалы (токи) в оболочке (броне) кабеля, сопротивление заземлений, параметры работы защитных устройств (катодных станций, электрических дренажей, протекторов и т. д.).

Измерения переменным током проводятся после измерений постоянным током и только в том случае, если параметры, измеренные постоянным током, соответствуют нормам.

Приборы, применяемые для измерения параметров линий связи, поверяются в соответствии с действующим законодательством о государственной и внутриведомственной поверке средств измерений. Погрешность приборов не должна превышать величин, указанных ниже.

Измеряемый параметр (испытание)	*Погрешность*
Электрическое сопротивление проводов постоянному току	±0,5%
Омическая асимметрия цепей	±0,5%*
Электрическое сопротивление изоляции	±2,5%**
Испытание изоляции напряжением	±2,5%
Электрическая емкость цепи, измеренная:	
мостовым методом	±1%+0,5 нФ
методами непосредственной оценки	±3%***
Собственное затухание симметричной цепи	±1,0 дБ
Переходное затухание, защищенность	±2,0 дБ
Входное сопротивление симметричной цепи:	
по модулю	±3%
по углу	±5°
Коэффициент отражения от неоднородностей волнового сопротивления коаксиальных пар	±20%

* Погрешность относится к половине сопротивления цепи.
** Погрешность относится к длине рабочей части шкалы.
*** Погрешность относится к верхнему пределу шкалы.

Измерительные приборы должны использоваться в строгом соответствии с инструкциями по эксплуатации, прилагаемыми к каждому прибору.

При измерениях переменным током необходимо устранить влияние генератора на приемник (индикатор). При измерении симметричных цепей экраны измерительных шнуров должны быть надежно соединены с металлической оболочкой (экраном) кабеля и корпусом прибора. При измерении коаксиальных пар экраны измерительных шнуров должны быть надежно соединены с внешним проводником коаксиальной пары и корпусом прибора. Корпуса измерительных приборов следует соединить с заземлением. Проводники, используемые для соединения экранов и заземления корпусов, должны иметь сечение не менее 1 мм^2 и минимально возможную длину. При измерениях переходного затухания, защищенности, а также собственного затухания (симметричных пар) переходное затухание между цепями высокого и низкого уровня измерительного комплекта должно быть на 20 дБ выше, чем наибольшее нормируемое зна-

чение измеряемого параметра. При измерениях методом сравнения переходного затухания, защищенности и собственного затухания симметричных пар необходимо нагружать измеряемые цепи на согласованные нагрузки.

10.2. Состав и объем электрических измерений

В процессе строительства электрическим измерениям и испытаниям подвергаются элементы линейных сооружений, приведенные в табл. 10.1. Измерения проводятся в объемах, указанных в табл. 10.2.

Таблица 10.1

Элементы линейных сооружений, подвергающиеся электрическим измерениям и испытаниям

Объект измерений	Параметры (проверки, испытания), измеряемые и контролируемые	
	постоянным током	переменным током
Междугородные ВЧ и НЧ кабели		
Строительная длина симметричного кабеля под нормированным избыточным давлением, перед прокладкой	Электрическое сопротивление изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном) и броней (при ее наличии)	—
То же, при отсутствии давления	То же и электрическое сопротивление изоляции жил	—
Строительная длина коаксиального кабеля под нормированным избыточным давлением, перед прокладкой	Электрическое сопротивление изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном) и броней (при ее наличии); испытание изоляции напряжением	—
Строительная длина коаксиального кабеля при отсутствии давления, а также симметричного и коаксиального кабелей, подлежащая прокладке через реки, болота, в занятых каналах кабельной канализации и других труднодоступных местах; строительная длина с вмятинами, пережимами, трещинами, обломанными концами и т. д.	То же, электрическое сопротивление изоляции; проверка целости жил и экранов	—
Строительная длина кабеля после прокладки перед монтажом	То же и электрическое сопротивление изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном, броней) и землей; в кабеле ВКПА — между внешним проводником и землей*	Емкостные связи и емкостная асимметрия низкочастотных кабелей (типа ТЗ, ТДС и т. д.) в процессе симметрирования

Продолжение табл. 10.1

Объект измерений	Параметры (проверки, испытания), измеряемые и контролируемые	
	постоянным током	переменным током
Смонтированный шаг, секция	То же	То же
Смонтированный кабельный (усилительный, регенерационный) участок коаксиального кабеля	Электрическое сопротивление изоляции; испытание изоляции напряжением; электрическое сопротивление изоляции защитных покровов; проверка целости жил и экранов	Переходное затухание на ближнем конце между двумя симметричными парами в кабелях КМ-4 в диапазоне частот 10...110 кГц (система передачи К-24Р) или 20...600 кГц (первичная ЦСП со скоростью передачи 2,048 Мбит/с)
Смонтированный кабельный (усилительный) участок низкочастотного симметричного кабеля	То же	Защищенность цепей на ближнем и дальнем концах; характеристическое сопротивление цепей с дополнительной индуктивностью
Смонтированный кабельный (усилительный, регенерационный) участок высокочастотного симметричного кабеля	То же; омическая асимметрия и электрическое сопротивление шлейфа жил**	Защищенность цепей на дальнем конце
Секция ОУП-ОУП (ОРП-ОРП) коаксиального кабеля	—	Затухание цепей с дополнительной индуктивностью в диапазоне частот 0,3...2,6 кГц (участковая служебная связь для систем передачи К-1920П, VLT-1920, К-3600, ИКМ-1920, ВК-960-20)
Городские телефонные кабели		
Строительная длина кабеля под нормальным избыточным давлением, перед прокладкой	Электрическое сопротивление изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном) и броней (при ее наличии)	—
То же, при отсутствии давления	То же и электрическое сопротивление изоляции жил; проверка целости жил и экранов	—
Строительная длина кабеля (или ее части) после прокладки перед монтажом	Электрическое сопротивление изоляции между металлической оболочкой (экраном) и землей (броней); проверка целости жил и экранов	—

Продолжение табл. 10.1

Объект измерений	Параметры (проверки, испытания), измеряемые и контролируемые	
	постоянным током	переменным током
Отрезок смонтированной линии длиной 0,8..1,0 км	То же; парность жил; электрическое сопротивление изоляции жил	—
Смонтированная кабельная линия, в том числе пары смонтированного межстанционного кабеля, подлежащего оснащению аппаратурой ИКМ-30, до включения в контейнер НРП	Электрическое сопротивление изоляции между металлической оболочкой (экраном) и землей (броней); электрическое сопротивление изоляции жил; электрическое сопротивление шлейфа жил***; проверка жил на сообщение путем контроля емкости каждой жилы по отношению к земле; проверка полярности включения пар в оконечные устройства*4	Переходное затухание на ближнем конце*5; собственное затухание цепей с дополнительной индуктивностью
Цепь смонтированного кабеля, предназначенного для системы ИКМ-30, после включения в НРП (на регенерационном участке)	Проверка правильности включения в оконечные устройства	Переходное затухание на ближнем конце (при однокабельной системе)

Кабели сельской связи

Однопарный кабель в бухте перед прокладкой (погруженный в воду)	Электрическое сопротивление изоляции между жилами и между каждой жилой и водой; проверка целости жил	—
Строительная длина кабеля, не подлежащего содержанию под избыточным давлением, при наличии вмятин, пережимов, трещин и т. д.	Электрическое сопротивление изоляции; испытание изоляции напряжением; проверка целости жил и экранов	—
Строительная длина (или ее части) после прокладки перед монтажом	Электрическое сопротивление изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном) и землей (броней); электрическое сопротивление изоляции жил; проверка целости жил и экранов	—

Окончание табл. 10.1

Объект измерений	Параметры (проверки, испытания), измеряемые и контролируемые	
	постоянным током	переменным током
Смонтированный шаг, секция высокочастотного кабеля	Электрическое сопротивление изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном) и землей (броней); электрическое сопротивление изоляции жил; испытание изоляции напряжением	—
Смонтированный кабельный (усилительный, регенерационный) участок высокочастотного кабеля	Электрическое сопротивление изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном) и землей (броней); электрическое сопротивление изоляции жил; испытание изоляции напряжением; целость жил и экранов; омическая асимметрия; электрическое сопротивление шлейфа жил**	Переходное затухание между цепями на ближнем конце (на линиях, предназначенных для оснащения аппаратурой ИКМ-12, ИКМ-15, ИКМ-30) или защищенность цепей на дальнем конце (на линиях, предназначенных для оснащения аппаратурой КНК-6, КНК-12)
Смонтированная линия СТС и РС из однопарных кабелей типа ПРППМ, МРМП	Электрическое сопротивление изоляции между жилами и между каждой жилой и землей	—
Смонтированная фидерная линия РС из однопарных кабелей	То же и испытание изоляции напряжением	Входное сопротивление

* Испытание изоляции симметричных кабелей напряжением проводится только в строительных длинах, проложенных в скальном грунте или в каналах кабельной канализации, занятых ранее проложенными кабелями. В шагах, секциях, на усилительных или регенерационных участках испытание изоляции напряжением проводится независимо от условий прокладки кабеля. Если избыточное воздушное давление, измеренное в проложенных в грунте строительных длинах симметричных ВЧ кабелей перед монтажом кабеля, не снизилось, допускается не проводить контроль электрического сопротивления изоляции жил и проверку целости жил и экранов.

** Омическая асимметрия и электрическое сопротивление шлейфа жил симметричных высокочастотных кабелей измеряются только на соединительных линиях ГТС и СТС.

*** Электрическое сопротивление шлейфа жил измеряется в объеме 1% емкости оконечного устройства, но не менее одной цепи (пары).

*4 В случае неготовности станционных сооружений (кросса) вместо проверки полярности включения пар в оконечные устройства на участке АТС — шкаф производится проверка целости жил и экранов от станционной муфты до бокса.

*5 Переходное затухание на ближнем конце контролируется прослушиванием и измеряется на парах, по которым прослушивается сигнал генератора.

Примечания. 1. Электрические измерения постоянным и переменным током низкочастотных кабелей на смонтированных линиях производятся после их включения в оконечные устройства.

2. Электрическое сопротивление изоляции проверяется по принципу допускового контроля.

3. Испытание изоляции пупинизированных цепей напряжением не проводится.

Таблица 10.2

Объем электрических измерений и испытаний

Измеряемый и контролируемый параметр (испытание)	Место или объем измерений, испытаний
Электрическое сопротивление изоляции защитных покровов	Между металлической оболочкой и землей (для кабеля без брони)
	Между металлической оболочкой (экраном) и броней
	Между броней и землей
	Между внешним проводником и землей (в подземных кабелях типа ВКПА)
Электрическое сопротивление изоляции проводников (жил) симметричных кабелей	Между каждой жилой и остальными жилами, соединенными с металлической оболочкой (экраном)
Электрическое сопротивление изоляции проводников (жил) коаксиальных кабелей	Между внутренним и внешним проводниками коаксиальных пар
	Между каждой жилой и остальными жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой
	Между контрольной жилой и внешними проводниками коаксиальных пар, соединенными между собой и с заземленной металлической оболочкой (в кабелях типа МКТ-4)
Испытание изоляции напряжением:	
ВЧ симметричных кабелей и неэкранированных однородных междугородных НЧ кабелей	Между пучком жил и металлической оболочкой
	Между каждой жилой и остальными жилами, соединенными с металлической оболочкой
неоднородных экранированных междугородных НЧ кабелей	Между пучком неэкранированных жил и металлической оболочкой
	Между каждой неэкранированной жилой и остальными неэкранированными жилами, соединенными с металлической оболочкой
	Между каждой жилой экранированных пар и остальными жилами экранированных пар, соединенными с экранами и с заземленной металлической оболочкой
коаксиальных кабелей	Между внутренним и внешним проводниками коаксиальных пар
	Между каждым внешним проводником коаксиальной пары и всеми другими внешними проводниками коаксиальных пар, соединенными между собой и с заземленной оболочкой
	Между каждой жилой и другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой
	Между контрольной жилой и соединенными между собой внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой (в кабелях типа МКТ-4)

Продолжение табл. 10.2

Измеряемый и контролируемый параметр (испытание)	Место или объем измерений, испытаний
Электрическое сопротивление шлейфа жил симметричных ВЧ кабелей	Все цепи кабелей, проложенных на соединительных линиях ГТС и СТС
Электрическое сопротивление шлейфа жил городских телефонных кабелей	1% емкости оконечного устройства, но не менее одной цепи (пары)
Омическая асимметрия жил симметричных ВЧ кабелей	Все цепи кабелей, проложенных на соединительных линиях ГТС и СТС
Емкостные связи и емкостная асимметрия в междугородных НЧ кабелях	Все четверки строительных длин кабелей и полушагов (в конденсаторной муфте) в процессе симметрирования
Отклонение рабочей емкости цепи (от среднего значения) междугородного НЧ кабеля на шаге пупинизации	Пары, используемые в однополосной двухпроводной схеме организации связи, при выравнивании рабочих емкостей
Переходное затухание на ближнем конце:	
междугородных НЧ кабелей*	Между основными и искусственными цепями каждой четверки и смежных четверок одного и того же повива (без перемены мест влияющей и подверженной влиянию цепей) с двух сторон участка** (на частоте 800 Гц между неэкранированными парами; на частоте 5 кГц между неэкранированными и экранированными парами и между экранированными парами)
ВЧ кабелей сельской связи	В комбинациях всех взаимовлияющих пар на полутактовой частоте аппаратуры передачи без перемены мест с двух сторон участка (на линиях, предназначенных для оснащения аппаратурой ИКМ-12, ИКМ-15, ИКМ-30С, ИКМ-12×3, ЗОНА-15)
коаксиальных кабелей	Между двумя симметричными парами в кабелях типа КМ-4 в диапазоне частот 10...110 кГц (система передачи К-24Р) или в диапазоне частот 20...600 кГц (первичная ЦСП со скоростью передачи 2,048 Мбит/с) без перемены мест с двух сторон участка
городских телефонных кабелей	Между каждой парой и последовательно остальными парами прослушиванием и измерением на парах, по которым прослушивается сигнал генератора, на частоте 800 Гц
Защищенность цепей на дальнем конце:	
междугородных НЧ кабелей	В комбинациях основных и искусственных цепей каждой четверки и смежных четверок одного и того же повива без перемены мест с одной стороны участка** (на частоте 800 Гц или 5 кГц)

Окончание табл. 10.2

Измеряемый и контролируемый параметр (испытание)	Место или объем измерений, испытаний
междугородных ВЧ кабелей	В 100% комбинаций влияющих и подверженных влиянию пар: а) с переменой мест с одной стороны участка во всем диапазоне частот линейного тракта систем передачи с ЧРК или б) без перемены мест с одной стороны регенерационного участка системы ИКМ-120 на частоте 4224 кГц, или в) с переменой мест с одной стороны регенерационного участка системы ИКМ-480С в направлении передачи сигнала на частоте 17 184 кГц
ВЧ кабелей сельской связи	В 100% комбинаций влияющих и подверженных влиянию пар с переменой их мест с одной стороны участка во всем диапазоне частот линейного тракта (на линиях, предназначенных для оснащения аппаратурой КНК-6, КНК-12, КАМА)
Модуль характеристического сопротивления пар междугородного НЧ кабеля	Все пары с дополнительной индуктивностью с двух сторон участка на частоте 800 Гц для неэкранированных и 5 кГц для экранированных пар
Частотная зависимость модуля характеристического сопротивления пары междугородного НЧ кабеля	Одна пара с наибольшим отклонением модуля характеристического сопротивления от номинального на частотах 0,3; 0,5; 0,8; 1; 2; 2,4; 3 и 3,5 кГц для неэкранированных пар; на частотах 0,1; 0,4; 0,8; 1; 2; 5; 7; 8; 10 кГц для экранированных пар с катушками индуктивности 12 мГн и дополнительно на частоте 13 кГц с катушками 7,65 мГн с двух сторон участка
Затухание цепи:	
коаксиальных кабелей	Симметричная пара с дополнительной индуктивностью в диапазоне частот 0,3...2,6 кГц (участковая служебная связь для систем передачи К-1920П, VLT-1920, К-3600, ИКМ-1920 и ВК-960-2)
городских телефонных кабелей	Пары с дополнительной индуктивностью в диапазоне частот 0,3...3,4 кГц

* Переходное затухание на ближнем конце A_0 связано с нормируемым значением защищенности цепи на ближнем конце $A_{э0}$ соотношением $A_{э0}=A_0-\alpha l$, где αl — расчетное значение собственного затухания цепи, подверженной влиянию; α — коэффициент затухания; l — длина цепи.

** На усилительных участках с постоянными ответвлениями измерения переходного затухания (защищенности) производятся во всех сочетаниях точек высокого (выходы каналов НЧ) и низкого (входы каналов НЧ) уровня в соответствии с конкретной схемой организации связи.

10.3. Нормы электрических параметров

При контроле электрического сопротивления изоляции кабеля и арматуры на промежуточных этапах строительства следует руководствоваться нормами этого параметра, указанными в технических условиях и стандартах на данный

элемент линейно-кабельных сооружений. Ниже приводятся нормы электрического сопротивления изоляции смонтированных кабельных (усилительных, регенерационных) участков и линий ГТС:

Электрическое сопротивление изоляции между внутренним и внешним проводниками коаксиальных пар, МОм·км, не менее	10 000
Электрическое сопротивление изоляции между каждой жилой (симметричной пары или отдельной) в коаксиальных кабелях и другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой, до монтажа УОК (УВК) и с разъемов КАЕ, смонтированного с кабелем, при температуре +20 °С, МОм·км, не менее:	
жилы в бумажной изоляции	3000
жилы в полиэтиленовой изоляции	5000
То же, после монтажа УОК и УВК, МОм, на участок, не менее:	
при относительной влажности воздуха не более 80%	500
при относительной влажности воздуха более 80%	2,5
Электрическое сопротивление изоляции между контрольной жилой в кабелях типа МКТ-4 и соединенными между собой внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой, МОм, на участок, не менее:	
при относительной влажности воздуха не более 80%	10
при относительной влажности воздуха более 80%	2,5
Электрическое сопротивление изоляции между каждой жилой и всеми остальными жилами, соединенными с металлической оболочкой (экраном) в симметричных ВЧ и междугородных НЧ кабелях, при температуре +20 °С, МОм·км, не менее	10 000
Электрическое сопротивление изоляции между каждой жилой городских телефонных кабелей и всеми остальными жилами, соединенными с металлической оболочкой (экраном), при температуре +20 °С, МОм·км, не менее	1000
Электрическое сопротивление изоляции полиэтиленового шлангового защитного покрова кабеля, МОм·км, не менее:	
между металлической оболочкой (экраном) и землей (для кабеля без брони), между броней и землей	5
между металлической оболочкой и броней для:	
100% участков	0,1
50% »	1
10% »	5
между внешним проводником коаксиальной пары проложенного в земле кабеля типа ВКПА и землей	5

При применении в качестве оконечных устройств УОК (УВК) контроль электрического сопротивления изоляции коаксиальных пар, жил симметричных пар, звездных четверок и одиночных жил проводится до и после монтажа обоих УОК (УВК).

Если при измерении электрического сопротивления изоляции между металлической оболочкой (экраном) и землей (для кабелей без брони) или между броней и землей установленная норма (5 МОм·км) не выдерживается и в результате проверки состояния кабеля прибором ИМПИ-3 и устранения сосредоточенных повреждений довести сопротивление изоляции до нормы не представляется возможным, то допускается принимать в эксплуатацию кабели по фактически достигнутым значениям, но не менее 100 кОм·км.

Испытание изоляции кабелей производится в течение 2 мин напряжением постоянного тока. В табл. 10.3 приводятся значения напряжений при испытаниях кабелей различных типов, не находящихся под избыточным воздушным давлением, на разных этапах строительства.

Таблица 10.3

Нормы испытательного напряжения

Место испытания	Значение испытательного напряжения, В			
	Строительная длина		Смонтированный шаг, секция	Смонтированный кабельный (усилительный, регенерационный) участок
	на кабельной площадке	после прокладки		
Коаксиальные кабели				
Между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары:				
2,6/9,4	3400	3200	3100	3000
1,2/4,6	2600	2400	2200	2000
2,1/9,7	3800	3600	3300	3000
Между внешним проводником коаксиальной пары и всеми другими внешними проводниками, соединенными между собой и с заземленной оболочкой:				
2,6/9,4	400	350	300	300
1,2/4,6	—	—	—	200
Между каждой жилой диаметром 0,9 мм и другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой:				
в кабеле типа КМ-4 с изоляцией				
воздушно-бумажной	800	750	700	700
полиэтиленовой	1300	1250	1200	1200
в кабеле типа КМ-8/6				
в четверке	900	850	800	800
в отдельных парах	1100	1050	1000	1000
одиночная жила	1100	1050	1000	1000
Между каждой жилой диаметром 0,7 мм и другими жилами, соединенными с внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой	600	600	500	500
Между контрольной жилой в кабеле типа МКТ-4 и соединенными между собой внешними проводниками коаксиальных пар и заземленной металлической оболочкой	350	350	300	300

Окончание табл. 10.3

Место испытания	Значение испытательного напряжения, В			
	Строительная длина		Смонтированный шаг, секция	Смонтированный кабельный (усилительный, регенерационный) участок
	на кабельной площадке	после прокладки		
Симметричные ВЧ кабели				
Между пучком всех жил и заземленной металлической оболочкой (экраном)	2400	2200[1]	2000	2000
Между каждой жилой и всеми остальными жилами, соединенными с заземленной металлической оболочкой (экраном)	1700	1700	1500	1500
Междугородные НЧ кабели				
Между пучком жил однородного или пучком неэкранированных жил неоднородного кабеля и заземленной металлической оболочкой	2000	2000	1800	1800
Между пучком жил экранированных пар и экранами, соединенными с заземленной металлической оболочкой для жил диаметром, мм:				
0,8 и 0,9	1100	1100	1000	1000
1,2 и 1,4	2000	2000	1800	1800

При испытаниях напряжением изоляции кабелей, находящихся под избыточным воздушным давлением, испытательное напряжение необходимо повысить в симметричных кабелях на 60 В, в коаксиальных кабелях при испытании коаксиальных пар — на 100 В и при испытании симметричных пар и контрольной жилы — на 15 В на каждую 0,01 МПа (0,1 кгс/см^2). Для симметричных и коаксиальных кабелей, проложенных в высокогорных районах, испытательное напряжение необходимо уменьшить соответственно на 30 и 50 В на каждые 500 м высоты. Вместо испытания напряжением изоляции каждой жилы и симметричных ВЧ кабелях допускается одновременное проведение испытаний изоляции между двумя группами четверок, пар и жил, одна из которых соединена с заземленной металлической оболочкой (экраном). Примеры объединения четверок, пар и жил в группы представлены на рис. 10.1, *а—д*, а расцветка жил — на рис. 10.1, *е* (для симметричного кабеля емкостью 4×4) и на рис. 10.2, *а—ж*, а расцветка жил — на рис. 10.2, *з* (для симметричного кабеля емкостью 7×4).

Ниже приводятся нормы электрического сопротивления шлейфа и омической асимметрии жил симметричных ВЧ кабелей, проложенных на линиях ГТС и СТС, а также электрического сопротивления шлейфа жил городских телефонных кабелей (*d* — диаметр жилы, *l* — ее длина).

Электрическое сопротивление шлейфа жил симметричных ВЧ кабелей при температуре +20 °С, Ом/км, не более	$46/d^2$
Омическая асимметрия жил симметричных ВЧ кабелей, Ом, не более	$0{,}23\sqrt{l}/d^2$
Электрическое сопротивление, Ом/км, не более, шлейфа жил городских телефонных кабелей диаметром, мм:	
0,32	458
0,4	296
0,5	192
0,7	96

Нормы электрических параметров, измеряемых переменным током, на смонтированных кабельных (усилительных, регенерационных) участках и линиях ГТС приведены в табл. 10.4—10.12.

Защищенность цепей симметричных ВЧ кабелей, оборудуемых аппаратурой К-12+12, КВ-12, К-60, VLT-120, при обеспечении защищенности с помощью устройств противосвязи, включаемых на ОУП, должна быть не менее 55 дБ (на кабельном участке без включения элементов противосвязи) и не менее 64 дБ (при включении элементов противосвязи на НУП).

Отклонение шагов пупинизации симметричной пары с дополнительной индуктивностью на кабельном участке систем передачи К-3600, К-1920П, ИКМ-1920 и ВК-960-2 не должно превышать ±3%. На ОУП (ОРП) устанавливаются полукатушки (две катушки, включенные параллельно).

В системе передачи VLT-1920 отклонение шагов пупинизации от среднего на секции ОУП-ОУП не должно превышать ±3%. В отдельных случаях допускается отклонение от среднего шага плюс 100 м. Таких удлиненных шагов из общего их числа на секции ОУП-ОУП может быть не более 10%. Допускаются укороченные относительно среднего шаги пупинизации. При этом недоста-

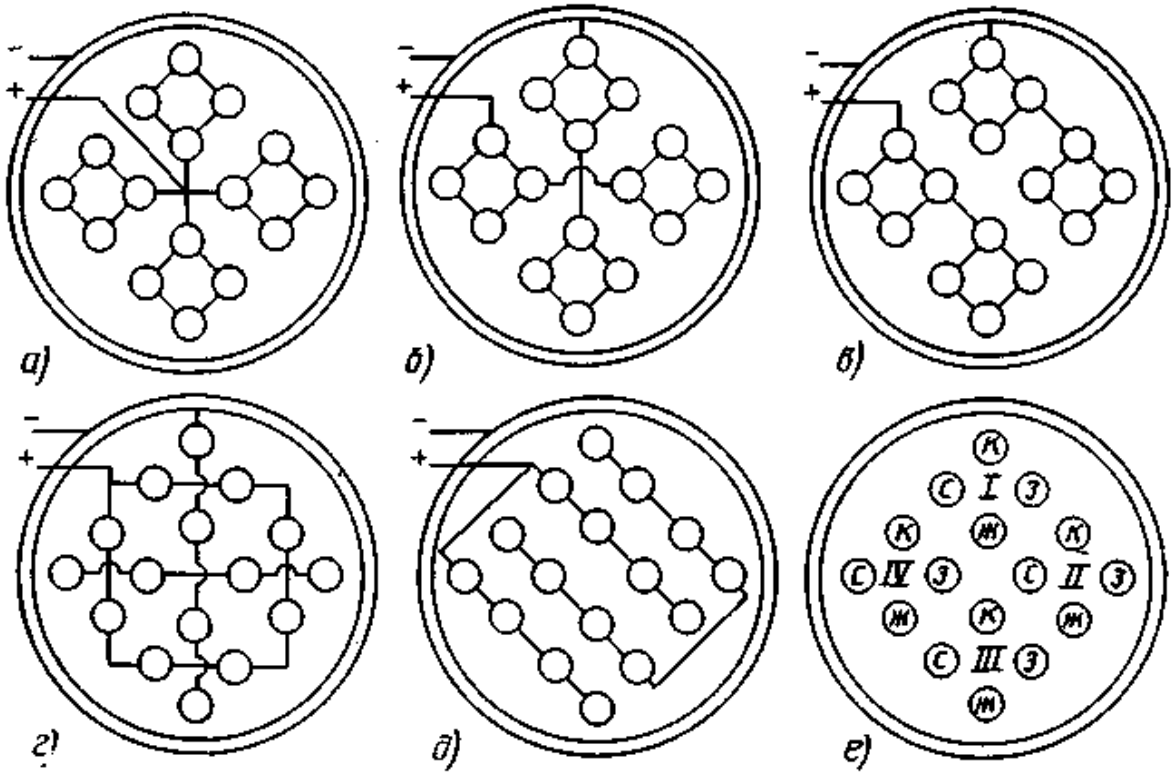


Рис. 10.1. Схемы испытания напряжением изоляции четырехчетверочного кабеля

Таблица 10.4

Нормы защищенности цепей на дальнем конце симметричных ВЧ кабелей, оборудованных аппаратурой систем передачи К-12+12, КВ-12, К-60, VLT-120, при симметрировании (в линейном спектре частот системы передачи)

Сеть	Защищенность, дБ, не менее в комбинациях взаимовлияющих цепей	
	100 %	90 %
Магистральная	71	74
Внутризоновая при числе усилительных участков:		
1...5	64,0	70,0
6...11	64,5	70,0
12...17	65,5	70,5
18...22	67,0	71,5
23...28	68,0	72,5
29...33	68,5	73,0
34...39	69,5	74,0
40...44	70,0	74,5
45 и более	71,0	75,5

Таблица 10.5

Нормы защищенности цепей на дальнем конце симметричных ВЧ кабелей, оборудуемых аппаратурой системы передачи ИКМ-120, а также при оборудовании одних четверок аппаратурой К-60, а других — ИКМ-120

Кабель	Частота, кГц	Защищенность, дБ, не менее
Емкостью 4×4 и 7×4:		
в межчетверочной комбинации взаимовлияющих цепей	4224	35
во внутричетверочной комбинации взаимовлияющих цепей	4224	27
Емкостью 1×4	4224	25
Многопарный при измерениях в комбинациях: влияющая цепь — пара, оборудуемая аппаратурой ИКМ-120; цепь, подверженная влиянию, — пара, оборудуемая аппаратурой К-60	250	62

Таблица 10.6

Нормы защищенности цепей на дальнем конце кабелей типа МКС 4×4×1,2, оборудуемых аппаратурой ИКМ-480С, а также при оборудовании одних четверок аппаратурой К-60, а других — ИКМ-480С

Комбинация цепей	Частота, кГц	Защищенность, дБ, не менее
Межчетверочная взаимовлияющих цепей	17 184	22
Внутричетверочная	17 184	10
Влияющая цепь — пара, оборудуемая аппаратурой ИКМ-480С; цепь, подверженная влиянию, — пара, оборудуемая аппаратурой К-60	250	62

Таблица 10.7

Нормы электрических параметров основных и искусственных цепей междугородных симметричных НЧ кабелей

Параметр	Пары, оборудованные тональными усилителями	Экранированные пары, оборудованные усилителями вещания
Номинальные значения характеристического сопротивления пар с дополнительной индуктивностью	См: табл. 10.8	См. табл. 10.9
Защищенность цепей на ближнем и дальнем концах, дБ, не менее, на частоте:		
800 Гц	65	—
5 кГц	—	85

Примечание. Электрические нормы характеристического сопротивления пар с дополнительной индуктивностью относятся к парам, которые в усилительных пунктах должны оканчиваться полушагом и на протяжении участка ОУП-ОУП имеют шаги включения катушек, отклоняющиеся от принятого в проекте шага не более чем на 0,5%.

Таблица 10.8

Типовые частотные зависимости номинальных значений характеристического сопротивления пар с дополнительной индуктивностью

Диаметр жилы, мм	Индуктивность катушки, мГн, цепи		Шаг пупинизации, км	Характеристическое сопротивление, Ом, на частоте, кГц							
	основной	искусственной		0,3	0,5	0,8	1,0	2,0	2,4	3,0	3,5
0,9	140	—	1,7	1640	1600	1590	1600	1910	2180	3280	—
	—	56	1,7	835	790	775	785	870	925	1010	
1,2	100	—	1,7	1490	1485	1490	1495	1605	1715	1925	—
	—	70	1,7	775	775	775	780	795	1070	1315	
1,4	140	—	1,7	1520	1525	1550	1570	1860	2125	3220	—
	—	56	1,7	760	775	760	770	850	905	1070	—
0,9	70	—	1,7	1325	1230	1200	1205	1270	1315	1425	1575
1,2	70	—	1,7	1170	1150	1150	1150	1230	1280	1400	1565
0,9	100	—	1,2	1735	1680	1680	1700	1785	1860	2020	2230
1,2	100	—	1,2	1625	1615	1620	1630	1735	1815	1990	2220

Примечание. Отклонения от номинальных величин не должны превышать ±15%.

Таблица 10.9

Типовые частотные зависимости номинальных значений характеристического сопротивления экранированных пар с дополнительной индуктивностью

Диаметр жилы, мм	Индуктивность катушки, мГн	Шаг пупинизации, км	Характеристическое сопротивление, Ом, на частоте, кГц									
			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 не должны превышать ±15%.

ющие длины пар должны быть дополнены конденсаторами, включенными параллельно в пары. Электрическая емкость конденсаторов должна быть равна электрической емкости недостающей длины пары. На ОУП (ОП) окончание полушаговое.

Полушаги пупинизации укороченной длины не допускаются.

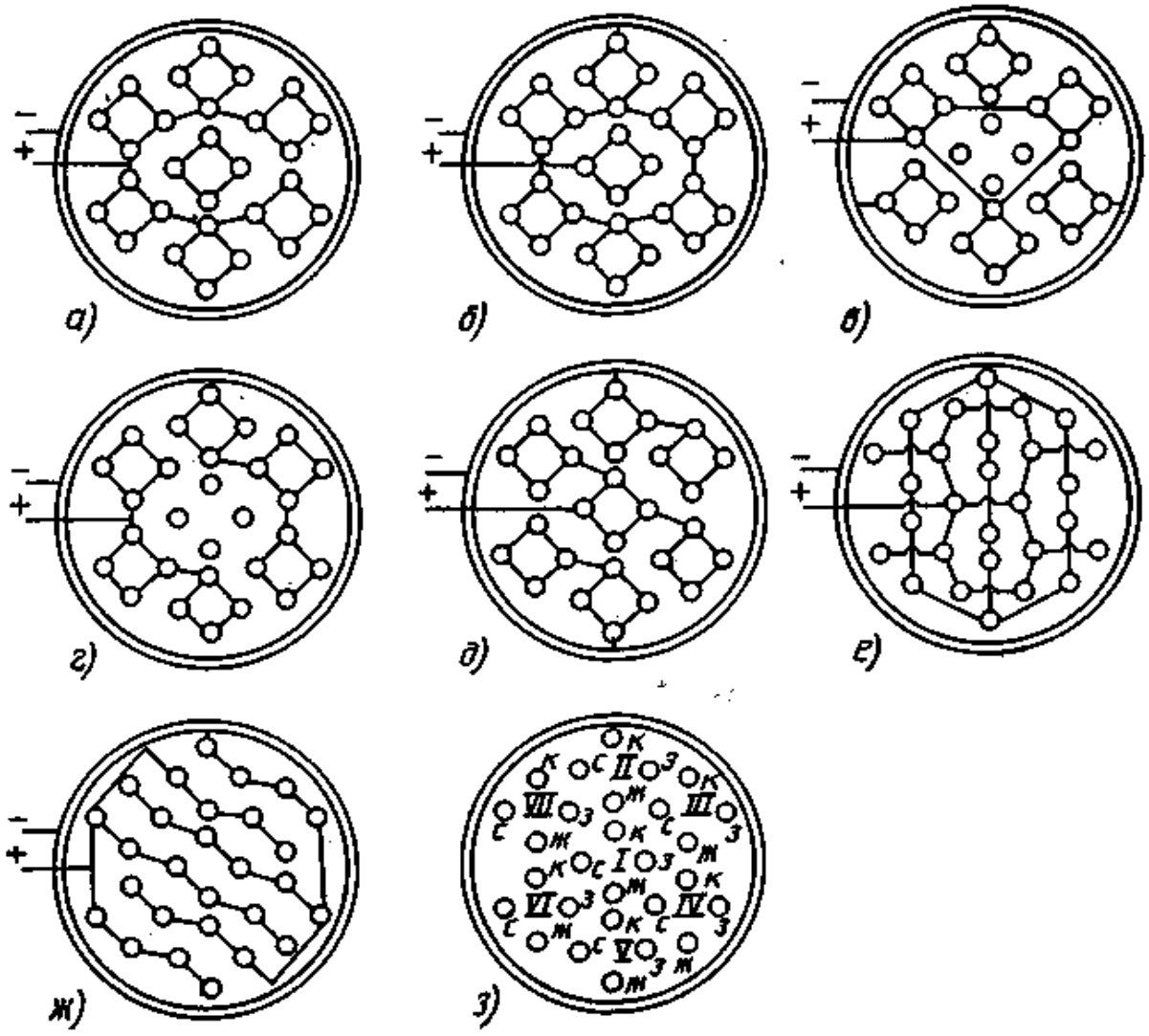


Рис. 10.2. Схемы испытания напряжением изоляции семичетверочного кабеля

Таблица 10.10

Нормы электрических параметров симметричных пар и пар звездных четверок коаксиальных кабелей

Параметр	Норма
Переходное затухание на ближнем конце между двумя симметричными парами в кабелях типа КМ-4, дБ, не менее, используемых:	
для систем передачи К-24Р в диапазоне частот 10...110 кГц	78 (для 6 и 3 км) 82 (для 1,5 км) 65 (для 3 км)
для первичных ЦСП со скоростью передачи 2,048 Мбит/с в диапазоне частот 20...600 кГц	
Номинальные значения коэффициентов затухания симметричной пары с дополнительной индуктивностью в диапазоне частот 0,3...2,6 кГц, измеренные на секции ОУП—ОУП (ОРП—ОРП) в кабелях типов КМ-4 и МКТ-4	См. табл. 10.11

От общего числа шагов пупинизации на секции ОУП-ОУП укороченных шагов может быть не более:

25% при недостающей длине пары до 100 м;

5% при недостающей длине пары до 400 м.

Укороченные шаги пупинизации, у которых недостающая длина пар превышает 100 м, должны размещаться на одной трети секции ОУП-ОУП, находящейся на ее середине.

Допускается установка катушек индуктивности не на стыке строительных длин.

Таблица 10.11

Частотная зависимость номинальных значений коэффициентов затухания симметричной пары с дополнительной индуктивностью в кабелях типов КМ-1, МКТ-4 и КМ-8/6 при температуре +20 °С

Частота, кГц	Коэффициент затухания симметричной пары, дБ/км, с шагом, м				
	1500		1000	1200	1000
	КМ-4	КМ-8/6	КМ-4		МКТ-4
0,3	0,182	0,178	0,155	0,166	0,228
0,4	0,183	0,179	0,158	0,168	0,232
0,6	0,187	0,182	0,160	0,170	0,236
0,8	0,189	0,184	0,162	0,172	0,239
1,3	0,196	0,192	0,168	0,178	0,248
1,8	0,206	0,201	0,176	0,184	0,259
2,4	0,217	0,212	0,189	0,195	0,277
2,6	0,221	0,216	0,194	0,200	0,285

Примечание. Отклонение коэффициента затухания от номинальных значений не должно превышать 10% для максимальной длины секции ОУП—ОУП (ОРП—ОРП).

Таблица 10.12

Нормы переходного затухания на ближнем конце и защищенности цепей на дальнем конце кабелей сельской связи и городских телефонных кабелей

Параметр	Частота, кГц	Норма, дБ, не менее
Кабели сельской связи		
Переходное затухание между основными цепями на ближнем конце линий, предназначенных для оснащения аппаратурой:		
ИКМ-12	352	61
ИКМ-15	512	58
ИКМ-30С, ИКМ 12×3, ЗОНА-15	1024	56
Защищенность цепей на дальнем конце линий, предназначенных для оснащения аппаратурой:		
КНК-6	16..120	61
КНК-12	6...108	61
КАМА	12...548	69,5
Городские телефонные кабели		
Переходное затухание на ближнем конце	0,8	
100% пар		65
95% пар		69,5

10.4. Обработка результатов измерений

Результаты измерений электрических параметров на кабельных линиях связи до сравнения с нормами обрабатывают с целью приведения измеренных величин к единице длины при температуре +20 °С.

Приведению подлежат величины: измеренного сопротивления изоляции между каждой жилой и остальными жилами, соединенными с землей (для кабелей с бумажной и кордельно-бумажной изоляцией жил); сопротивления шлейфа жил; затухания цепей.

Измеренные значения электрического сопротивления изоляции жил приводят к температуре +20 °С по формуле $R_{из\,20}=R_{из\,t}K_{т.и}$, где $R_{из\,t}$ — измеренное значение электрического сопротивления изоляции при температуре t, °С; $K_{т.и}$ — поправочный коэффициент для расчета сопротивления изоляции жил, определяемый по формуле $K_{т.и}=\dfrac{1}{1+\alpha_{из}(t-20)}$; $\alpha_{из}$ — температурный коэффициент сопротивления изоляции, равный для бумажной и кордельно-бумажной изоляции —0,06 1/°С.

Значения поправочного коэффициента $K_{т.и}$ приведены в табл. 10.13.

Результаты измерения электрического сопротивления изоляции кабелей с полистирольной и полиэтиленовой изоляцией к температуре +20 °С не приводятся.

Измеренные значения электрического сопротивления шлейфа жил приводят к температуре +20 °С по формуле $R_{шл\,20}=R_{шл\,t}K_{т.ш}$, где $R_{шл\,t}$ — измеренное значение электрического сопротивления шлейфа жил при температуре

Таблица 10.13

Значения $K_{т.и}$ для бумажной и кордельно-бумажной изоляции

t, °С	$K_{т.и}$	t, °С	$K_{т.и}$	t, °С	$K_{т.и}$	t, °С	$K_{т.и}$
—10	0,36	—2	0,43	+6	0,54	+14	0,73
—9	0,37	—1	0,44	+7	0,56	+15	0,77
—8	0,37	0	0,45	+8	0,58	+16	0,81
—7	0,38	+1	0,47	+9	0,60	+17	0,85
—6	0,39	+2	0,48	+10	0,62	+18	0,89
—5	0,40	+3	0,50	+11	0,65	+19	0,94
—4	0,41	+4	0,51	+12	0,68	+20	1,0
—3	0,42	+5	0,53	+13	0,70	+25	1,43

Таблица 10.14

Значения $K_{т.ш}$ для медных и алюминиевых жил

t, °С	$K_{т.ш}$ для жил		t, °С	$K_{т.ш}$ для жил		t, °С	$K_{т.ш}$ для жил	
	медных	алюминиевых		медных	алюминиевых		медных	алюминиевых
—10	1,136	1,142	+1	1,082	1,087	+12	1,034	1,035
—9	1,131	1,137	+2	1,078	1,082	+13	1,029	1,030
—8	1,126	1,132	+3	1,073	1,077	+14	1,025	1,026
—7	1,121	1,127	+4	1,068	1,072	+15	1,020	1,021
—6	1,116	1,122	+5	1,064	1,067	+16	1,016	1,017
—5	1,111	1,117	+6	1,060	1,063	+17	1,012	1,013
—4	1,106	1,112	+7	1,055	1,058	+18	1,008	1,008
—3	1,101	1,107	+8	1,050	1,053	+19	1,004	1,004
—2	1,096	1,102	+9	1,046	1,048	+20	1,000	1,000
—1	1,092	1,097	+10	1,042	1,044	+25	0,980	0,980
0	1,087	1,092	+11	1,038	1,040			

Таблица 10.15

Ориентировочные значения температуры почвы на глубине 0,8 м для Европейской части СССР

Месяц	Температура, °С, для зоны			Месяц	Температура, °С, для зоны		
	лесной (подзол)	черноземной	пустынно-степной		лесной (подзол)	черноземной	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	3,8	7,6	2,5
VI	12,2	12,9	14,1	XII	0,9	4,5	0,4

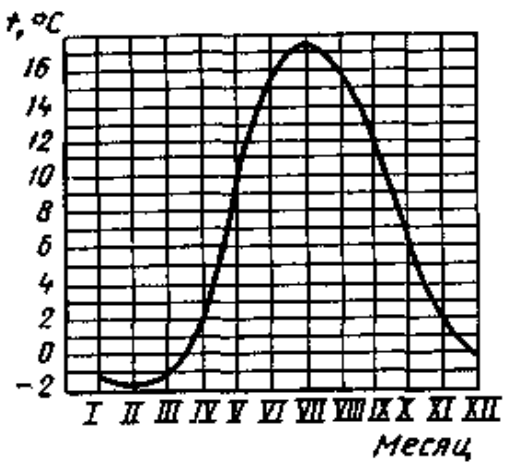


Рис. 10.3. Изменение температуры воздуха в кабельном колодце по месяцам года (Европейская часть СССР)

t °С; $K_{т.ш}$ — поправочный коэффициент для расчета сопротивления шлейфа жил, определяемый по формуле $K_{т.ш} = \frac{1}{1+\alpha_ш (t-20)}$; $\alpha_ш$ — температурный коэффициент сопротивления жил, равный 0,00393 1/°С для медных и 0,00403 1/°С для алюминиевых жил.

Значения поправочного коэффициента $K_{т.ш}$ приведены в табл. 10.14.

Измеренные значения затухания цепей приводят к температуре +20°С по формуле $a_{20} = \frac{a_t}{1+\alpha_\alpha (t-20)}$, где a_{20}—захутание при температуре +20 °С; a_t — затухание, измеренное при температуре t, °С; α_α — температурный коэффициент затухания, равный $3 \cdot 10^{-3}$ 1/°С.

Температура кабеля для расчета приведенных величин определяется по измерению температуры воздуха в колодцах на уровне 0,5 м выше его дна; измерению температуры грунта на уровне проложенного кабеля; сведениям ближайшей метеостанции; температуре окружающего воздуха; ориентировочным данным, приведенным на графике рис. 10.3 и в табл. 10.15.

10.5. Измерения сооружений защиты

С целью выявления опасности коррозионного разрушения подземных металлических сооружений связи, а также для определения эффективности действия применяемой электрохимической защиты производится измерение разности потенциалов между подземными сооружениями связи и землей, а также между ними и соседними металлическими сооружениями.

Измерение разности потенциалов между кабелем связи (броня и оболочка перепаяны) и землей, между броней и землей, между оболочкой и землей, между корпусом НУП и землей и т. д. производится контактным методом с применением ампервольтметра М231. В качестве заземлителя используется неполяризующийся медно-сульфатный электрод сравнения. Положительная клемма прибора подключается к кабелю или камере НУП, а отрицательная — к электроду сравнения. Если стрелка прибора отклоняется влево, потенциал сооружения имеет отрицательное значение, если вправо — положительное. Величина разности потенциалов между сооружением и землей может быть определена по формуле

$$U_{с-з} = \pm U_{изм} + |U_с|,$$

где $U_{изм}$ — измеренная величина потенциала, В; $U_с$ — стационарный потенциал металла в грунте (без внешней поляризации), В. Среднее значение $U_с$ может быть принято: для стали —0,55 В, для свинца —0,48 В, для алюминия —0,7 В.

Разность потенциалов подземного кабеля связи относительно земли можно измерять в колодцах кабельной канализации, контрольно-измерительных пунктах (КИП) или в специально отрываемых шурфах (рис. 10.4).

При необходимости измерения разности потенциалов кабеля относительно земли на участках между КИП используется метод выноса заземлительного электрода. Этот метод заключается в том, что в КИП (колодце или шурфе) измерительный прибор подключается к кабелю, а электрод сравнения располагается или на поверхности земли над кабелем (при измерениях на кабелях,

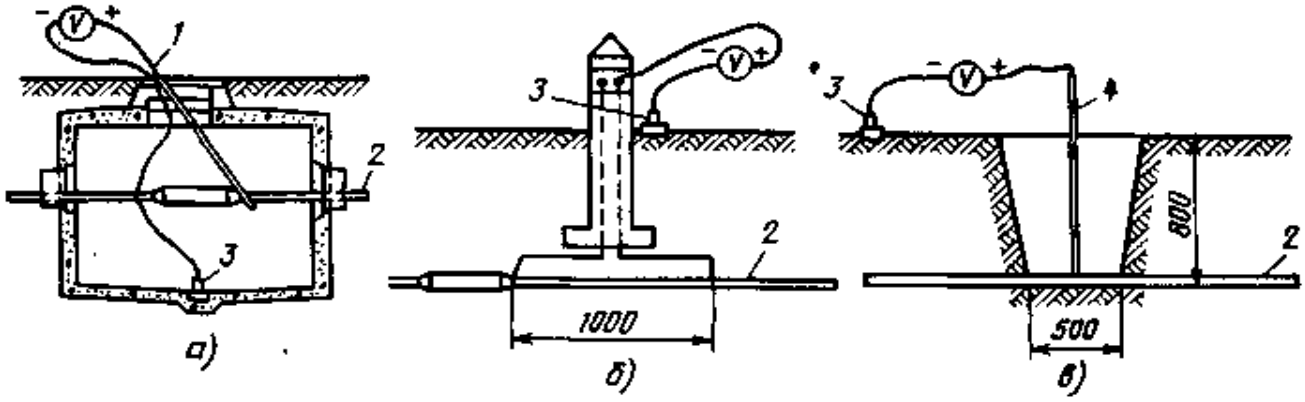


Рис. 10.4. Схема измерения разности потенциалов кабеля относительно земли в колодце (*а*), в контрольно-измерительном пункте (*б*) и в шурфе (*в*):

1 — штанга со свинцовым электродом; *2* — кабель; *3* — неполяризующийся электрод; *4* — штанга с зубчатым электродом

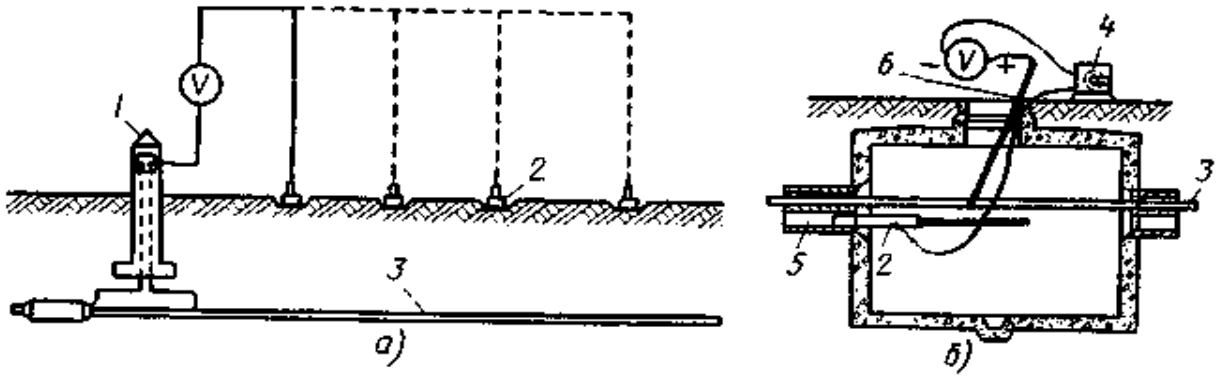


Рис. 10.5. Схема измерения разности потенциалов кабелей относительно земли по методу выноса электрода в грунте (*а*) и в канализации (*б*):

1 — контрольно-измерительный пункт; *2* — электрод сравнения; *3* — кабель; *4* — катушка с проводом; *5* — свободный канал; *6* — штанга со свинцовым электродом

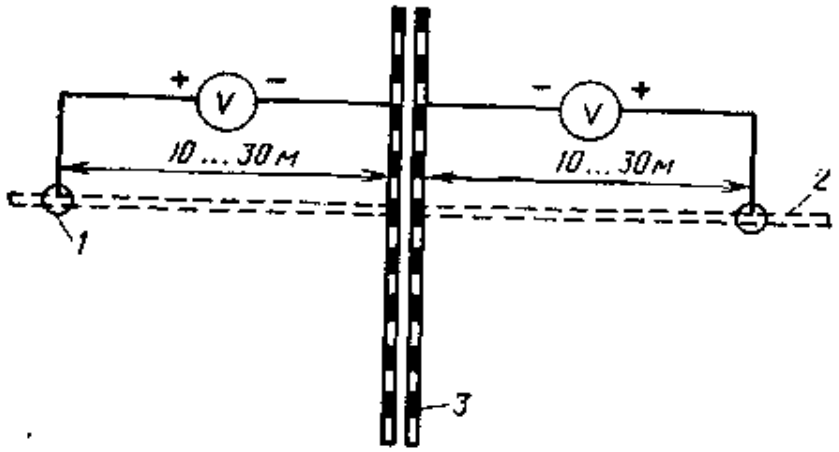


Рис. 10.6. Схема измерения разности потенциалов между кабелем и рельсами на участке пересечения:

1 — колодец или КИП; *2* — кабель; *3* — рельсовые пути

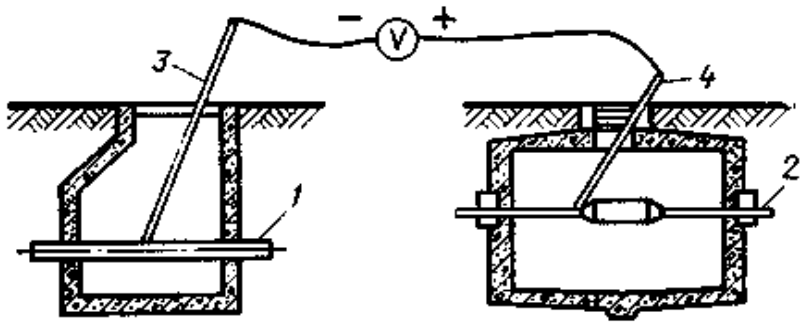


Рис. 10.7. Схема измерения разности потенциалов между кабелем и соседним сооружением в колодцах:
1 — трубопровод; *2* — кабель; *3* — электрод сравнения со стальным наконечником; *4* — электрод сравнения со свинцовым наконечником

проложенных в грунте, рис. 10.5, *а*), или в свободном канале (при измерениях на кабелях, проложенных в канализации, рис. 10.5, *б*). Электрод сравнения располагается в тех местах, где необходимо определить потенциал. Расстояние от точки подключения прибора к кабелю до точки выноса электрода сравнения не должно превышать 250 м.

В зонах отсутствия блуждающих токов отсчеты производятся через каждые 15 ... 20 с в течение 3 ... 5 мин. В зонах влияния блуждающих токов трамвая отсчеты производятся в течение 5 ... 10 мин через каждые 10 ... 20 с, а при большой частоте движения вагонов — через каждые 5 ... 10 с. В зонах влияния блуждающих токов электрифицированных железных дорог отсчеты производятся через каждые 10 с в течение 10 ... 15 мин. При этом необходимо, чтобы за период измерений мимо пункта наблюдения прошло не менее чем по два электропоезда (трамвая) в разных направлениях.

Схема измерения разности потенциалов между кабелем и рельсами на участке пересечения показана на рис. 10.6. Измерение разности потенциалов между подземными сооружениями связи и другими подземными металлическими сооружениями производятся в местах их пересечений и наибольших сближений (рис. 10.7).

10.6. Определение расстояния до места повреждения

В процессе строительства линий связи возможны следующие виды повреждений: понижение электрического сопротивления изоляции жил (проводников), обрыв жил и проводников, сосредоточенная омическая асимметрия цепи, разбитость пар, понижение электрической прочности изоляции коаксиальных и симметричных пар кабелей, понижение электрического сопротивления изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (краном) и землей (броней).

Понижение электрического сопротивления изоляции. Выбор метода измерения зависит от наличия или отсутствия жил (проводников) с исправной (условно исправной) изоляцией с сопротивлением $R_{из}$, минимального значения сопротивления изоляции поврежденной жилы $R_п$, соотношения переходных сопротивлений исправной и поврежденной жил $K_п = R_{из}/R_п$, равенства или неравенства электрических сопротивлений исправной и поврежденной жил $R_a = R_b$ или $R_a \neq R_b$. В табл. 10.16 приведены методы электрических измерений для определения расстояния до места понижения электрического сопротивления изоляции и рекомендуемые приборы, реализующие эти методы. Расстояние до места повреждения определяется по формулам, приведенным в инструкции по эксплуатации приборов.

Обрыв жил (проводников). Для определения расстояния до места обрыва применяют следующие методы: измерения емкости поврежденной цепи, измерения отношения емкостей исправных и поврежденных жил, импульсный метод. Выбор метода измерений определяется наличием или отсутствием исправных жил и состоянием изоляции в месте повреждения. Метод измерения емкости применяется, как правило, при обрыве всех жил. Метод рекомендуется также

для определения расстояния до места обрыва одного или обоих проводников однокоаксиальных кабелей. Метод измерения отношения емкостей применяется при обрыве одной или нескольких жил (проводников), когда в наличии имеются неповрежденные жилы (проводники). Импульсный метод применяется при обрыве жил (проводников), если сопротивление изоляции в месте повреждения значительно отличается от волнового сопротивления поврежденной цепи ($R_п \geqslant 10$ кОм).

В импульсных приборах могут применяться два способа определения расстояния до места повреждения: с масштабными метками времени (прибор Р5-1А) и с калиброванной задержкой начала развертки импульсной характеристики (приборы Р5-5, Р5-9, Р5-10). При первом способе расстояние до места повреждения определится по числу меток на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) прибора между зондирующим и отраженным от места обрыва импульсами. При втором способе определение расстояния (времени распространения импульса до места повреждения и обратно) производится по показаниям ручек прибора при последовательном совмещении фронтов зондирующего и отраженного импульсов со специальной чертой на экране ЭЛТ. В табл. 10.17 приведены методы электрических измерений для определения расстояния до места обрыва и рекомендуемые приборы, реализующие эти методы.

Сосредоточенная омическая асимметрия $R_а$. Для определения расстояния до места сосредоточенной омической асимметрии применяется метод моста короткого замыкания с использованием низкой частоты, реализованный в приборе ПКП-4. Погрешность измерения ±5% при $R_а < 5$ Ом и ±3% при $R_а \geqslant 5$ Ом.

Разбитость пар. При монтаже кабелей связи возможны ошибки в соединении проводников, заключающиеся в том, что какая-либо жила одной пары соединяется с жилой другой пары. Такие пары называются разбитыми. Расстояние до места разбитости пар определяется импульсным методом и методом моста переменного тока.

Импульсный метод дает возможность определять места одной или нескольких разбитостей пар. При этом методе в одну из разбитых пар с выхода прибора подается зондирующий импульс. Импульс, распространяясь по линии, проходит до места разбитости, которое характеризуется резким увеличением электромагнитной связи между парами. В результате импульс переходит из первой пары во вторую, которая подключена к входу прибора, и возвращается к началу линии. На экране ЭЛТ появляется отраженный импульс (выброс), соответствующий резкому уменьшению переходного затухания в месте разбитости. Если в кабеле имеется несколько мест разбитости, то на экране ЭЛТ будут видны импульсы, соответствующие местам разбитости пар. При определении мест разбитости пар импульсным методом применяются приборы типа Р5. Расстояние до места разбитости определяют либо по числу меток между зондирующим и отраженным импульсами на экране ЭЛТ (прибор Р5-1А), либо по показаниям ручек прибора при последовательном совмещении фронтов зондирующего и отраженного импульсов со специальной чертой на экране ЭЛТ (приборы Р5-5, Р5-9, Р5-10).

Метод моста переменного тока применяется, если жилы перепутаны в одной или двух муфтах. Измерение производится на частоте 10 или 25 Гц (при длине участка более 3 км) и 800 Гц (при длине участка менее 3 км). При определении места разбитости пар методом моста переменного тока применяются приборы ПКП-4 и ПКП-5. Погрешность определения расстояния ±1,5% длины линии.

Понижение электрической прочности изоляции. Для определения расстояния до места повреждения применяются высоковольтные мосты постоянного тока. Уравновешивание моста производится в моменты пробоя изоляции. Высоковольтные мосты бывают с непосредственным отсчетом расстояния по показателям моста (Р41270 с источником напряжения П4110) и с отсчетом по показаниям моста коэффициента пропорциональности, по которому рассчитывается расстояние (ВВМ-77, входящий в комплект КОП). Определение места понижения электрической прочности изоляции (места пробоя изоляции) производится на

Таблица 10.16

Методы электрических измерений для определения расстояния до места понижения электрического сопротивления изоляции

Характер повреждения	Рекомендуемый метод измерений	Рекомендуемые приборы	Погрешность измерений, %	Примечание
		При $K_п > 400$		
10 МОм $\leqslant R_п \leqslant$ 50 МОм	Дифференциальный	ПКП-4	±1,5	
	Дифференциально-компенсационный	ПКП-4	±1,5	
$R_п \leqslant$ 10 МОм	Варлея	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	
	Муррея	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	
	Трех измерений мостом с постоянным отношением плеч	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	Применяется на строительных длинах, а также при $R_a \neq R_b$
	Двух измерений мостом с постоянным отношением плеч (метод Фишера)	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	Применяется при $R_a \neq R$
		При $3 \leqslant K_п \leqslant 400$		
10 МОм $\leqslant R_п \leqslant$ 50 МОм	Двусторонний дифференциальный	ПКП-4	±1,5	
	Двусторонний дифференциально-компенсационный	ПКП-4	±1,5	
$R_п \leqslant$ 10 МОм	Купфмюллера	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	
	Двусторонний Варлея	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	
	Двусторонний Муррея	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	
	Двусторонний Фишера	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±1,0 при $R_п \leqslant$ 10 МОм ±0,5 при $R_п \leqslant$ 1,0 МОм	Применяется при $R_a \neq R_b$

	При $1{,}3 \leqslant K_и \leqslant 3$		
$R_п \leqslant 0{,}1$ МОм	Двусторонний компенсационный с использованием двух поврежденных пар	ПКП-4; ПКП-5	±0,5
	Односторонний компенсационный с использованием одной исправной и двух поврежденных пар	ПКП-4; ПКП-5	±0,5
	Двух односторонних измерений с использованием двух поврежденных пар	ПКП-4; ПКП-5	±0,5
$R_п \leqslant 50 R_{шл}$	Блавье	ПКП-4; ПКП-5; ПКП-3	±2,0
	Двустороннего измерения сопротивления поврежденной цепи мостом переменного тока частоты 10...25 Гц	ПКП-4; ПКП-5	±1,5
	При наличии помех		
$R_п \leqslant 10$ МОм $K_и \geqslant 400$	Моста с переменным отношением плеч с использованием двух поврежденных пар и индикатора с двумя входными цепями	ПКП-4	±1,0
$R_п \leqslant 10$ МОм $3 \leqslant K_и \leqslant 400$	Двусторонний метод моста с переменным отношением плеч с использованием двух поврежденных пар и индикатора с двумя входными цепями	ПКП-4	±1,0

Таблица 10.17

Методы электрических измерений для определения расстояния до места обрыва жил (проводников)

Характер повреждения	Рекомендуемый метод измерений	Рекомендуемые приборы	Погрешность измерений, %
	Измерение емкости оборванных жил		
$R_и > 1{,}0$ МОм	Мостом переменного тока: при $L < 3$ км на частоте 800 Гц	ПКП-4	±1,0
	при $L > 3$ км на частоте 10 или 25 Гц	ПКП-4	±1,0
$R_и > 10$ МОм	Методом заряда-разряда	ПКП-3, МУПС-2	±2,5
$R_и > 1{,}0$ МОм	Методом вольтметра-амперметра	ПКП-4, ПКП-5	±2,5
	Измерение отношения емкостей оборванной и исправной жил		
$R_и > 1{,}0$ МОм	Мостом переменного тока при $L < 3$ км на частоте 800 Гц	ПКП-4	±0,6
	при $L > 3$ км на частоте 10 или 25 Гц	ПКП-4; ПКП-5	
$R_и > 10$ МОм	Мостом пульсирующего тока	ПКП-3	±0,6
	Импульсный метод	Р5-10 Р5-9 Р5-5	±2,0

трассе кабеля. Основными методами отыскания места пробоя являются индукционный и акустический.

Индукционный метод основан на прослеживании вдоль трассы кабеля изменения напряженности магнитного поля тока, протекающего по кабелю. В месте пробоя напряженность магнитного поля резко изменяется. Определение места пробоя изоляции индукционным методом производится комплектом КОП, в состав которого кроме высоковольтного моста ВВМ-77 входят усилитель универсальный оконечный УУО и набор индукционных датчиков (щупов): ЩАВ — щуп активный выносной, применяется при определении мест пробоя с поверхности грунта; ЩАБ — щуп активный болотный, применяется при определении мест пробоя в кабелях, проложенных в болотах; ЩАН — щуп активный накладной, применяется для уточнения места пробоя на открытых кабелях (путем наложения щупа на кабель).

Акустический метод определения места пробоя основан на прослеживании вдоль трассы изменения интенсивности акустического сигнала, возникающего при пробое изоляции. Определение места пробоя акустическим методом производится с помощью прибора ИМП-2 с поверхности грунта. Для этого в поврежденные жилы необходимо включить источник высокого напряжения и установить такое напряжение, чтобы происходили периодические пробои изоля-

ции. В месте пробоя сигнал, воспринимаемый акустическим датчиком прибора ИМП-2, будет максимальным.

Понижение электрического сопротивления изоляции защитных покровов между металлической оболочкой (экраном) и землей (броней). Расстояние до места повреждения определяется мостом постоянного тока. В качестве вспомогательного провода используется исправная жила или исправная оболочка другого кабеля. Метод дает приемлемые результаты при наличии только одного повреждения или наличии преобладающего повреждения. Если повреждение изоляции металлических оболочек носит массовый характер, измерение расстояния до места повреждения не производят.

Места понижения сопротивления изоляции металлических оболочек (экранов) кабелей с наружными защитными покровами относительно земли определяются методом градиента потенциалов. На бронированных кабелях без внешних защитных покровов этот метод не применяется. Метод реализуется в приборах ИМПИ-2 и ИМПИ-3 и основан на прослеживании вдоль трассы изменения напряженности электрического поля, обусловленного токами утечки; при этом в месте повреждения наблюдается увеличение напряженности.

10.7. Измерительные приборы и индикаторы

Прибор кабельный переносной ПКП-3 (рис. 10.8) предназначен для измерения параметров кабельных и воздушных линий связи постоянным током, а также для определения расстояния до места повреждения изоляции или места обрыва жил кабеля. Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220, 36 и 24 В частотой 50 Гц или от батарей сухих элементов 165-У (3 шт.) и 373 (5 шт.). Габаритные размеры прибора (с батареями в одной упаковке) 398×319×267 мм, масса 14,5 кг (масса без батарей 11,5 кг). Виды и пределы измерений:

сопротивления постоянному току в пределах 10^{-1} ... 10^{6} Ом; при измерении сопротивления в пределах 10^{-1} ... 10^{4} Ом основная погрешность измерения $\pm(0{,}2+1/R_{изм})$ %; при измерении сопротивления в пределах 10^{4} ... 10^{6} Ом основная погрешность измерения ±2,5% измеряемой величины;

омической асимметрии цепи в пределах 0,1 ... 100 Ом при сопротивлении шлейфа $R_{шл}=10...5000$ Ом; основная погрешность измерения $+(0{,}2+20/R_{шл})$ %;

сопротивления изоляции в пределах $3\cdot10^{5}$ ... 10^{10} Ом; основная погрешность измерения относительно длины шкалы ±2,5%;

емкости методом заряд — разряд в пределах 0,001 ... 5 мкФ; основная погрешность измерения по отношению к верхнему пределу шкалы ±2,5%;

расстояния до места повреждения изоляции жил измерением коэффициента K в пределах 0,01 ... 1 при $R_{шл}=10$ ... 2000 Ом, основная погрешность измерения $\pm0{,}2+\left(1+\frac{R_{шл}/1000}{KR_{шл}}\right)\left(1+\frac{4R_{п}}{10^{6}}\right)$%, где $R_{п}$ — переходное сопротивление изоляции кабеля в месте повреждения, Ом;

расстояния до места обрыва жил мостовым методом на пульсирующем токе; основная погрешность измерения по отношению к верхнему пределу измерения +0,3%.

Прибор кабельный переносной ПКП-4 (рис. 10.9) предназначен для измерения параметров кабельных и воздушных линий связи постоянным током, а также для определения расстояния до места понижения сопротивления изоляции жил, места их обрыва и места сосредоточенной омической асимметрии. Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220, 24 В частотой 50 Гц или от встроенной батареи гальванических элементов типа «Салют» (12 шт.). Габаритные размеры прибора 460×330×250 мм, масса (с батареями) 18 кг. Виды и пределы измерений:

электрического сопротивления постоянному току в пределах 10^{-1}...10^{5} Ом; основная погрешность измерения $\pm(0{,}2+1/R_{изм})$ %;

омической асимметрии $R_а$ цепи в пределах 0,1 ... 100 Ом при сопротивлении шлейфа $R_{шл}$ = 10...5000 Ом; основная погрешность измерения $\pm(0{,}2+20/R_{шл})$ %;

сопротивления изоляции в пределах $10^5 ... 2 \cdot 10^{10}$ Ом; основная погрешность измерения относительно длины шкалы ±2,5%;

электрической емкости в пределах 1 ... 10^3 нФ методом вольтметра-амперметра; основная погрешность измерения относительно верхнего предела шкалы ±2,5%;

расстояния до места понижения сопротивления изоляции при $R_{шл}$ = = 10 ... 5000 Ом; основная погрешность измерения ±(0,5 ... 3) % в зависимости от переходных сопротивлений в месте повреждения;

расстояния до места обрыва методом моста переменного тока; основная погрешность измерения ±0,6%;

расстояния до места сосредоточенной омической асимметрии; погрешности измерения: ±5% (при $R_а \leqslant 5$ Ом), ±3% (при $R_а \geqslant 5$ Ом).

Прибор кабельный переносной ПКП-5 (рис. 10.10) предназначен для измерения параметров кабельных линий связи постоянным током, а также определения расстояния до места повреждения изоляции или места обрыва жил кабеля. Электропитание прибора осуществляется от одного из следующих источников: сети переменного тока напряжением 220, 36, 24 В, частотой 50 Гц; встроенной батареи сухих элементов «Салют» (12 элементов). Габаритные размеры прибора 453×330×240 мм, масса (со встроенной батареей и шнурами) 12,5 кг. Виды и пределы измерений:

сопротивления шлейфа в диапазоне $10^{-1} ... 10^5$ Ом; погрешность измерения $\pm(0{,}2+1/R_{шл})$ % в нормальных условиях; $\pm(0{,}5+1/R_{шл})$ % в рабочих условиях;

омической асимметрии в диапазоне $10^{-1} ... 10^2$ Ом при $R_{шл}$ = 10 ... 5000 Ом; погрешность измерения, отнесенная к половине сопротивления шлейфа: $\pm(0{,}2+20/R_{шл})$ % в нормальных условиях, $\pm(0{,}5+20/R_{шл})$ % в рабочих условиях;

сопротивления изоляции $R_{из}$ в диапазоне $10^5 ... 2 \cdot 10^{10}$ Ом; погрешность измерения относительно длины диапазона измерений:

а) для схемы, работающей при отсутствии помех, ±2,5% в нормальных условиях; ±3,5% в рабочих условиях;

б) для схемы, работающей в условиях помех промышленной частоты и ее гармоник и импульсных помех с частотой 0,1 ... 15 Гц напряжением до 5 В: $\pm\left(2{,}5+\dfrac{l_{изм}\,R_{доп}}{l_1\,R_{изм}}\right)$ % в нормальных условиях, где $l_{изм}$ — длина участка шкалы от начала до отметки, соответствующей измеряемому сопротивлению $R_{изм}$;

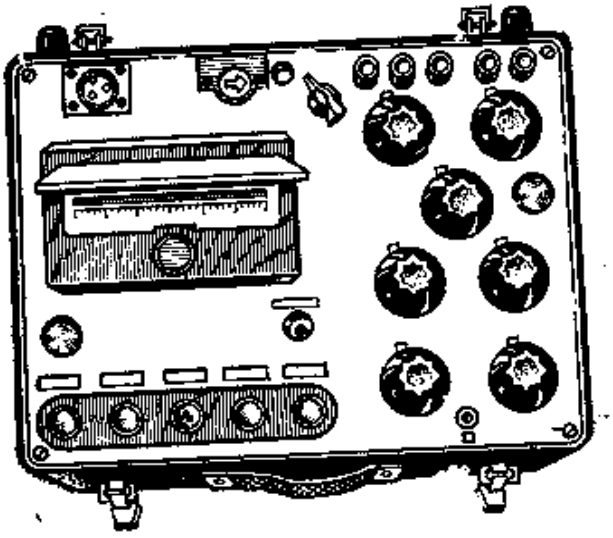


Рис. 10.8. Прибор ПКП-3

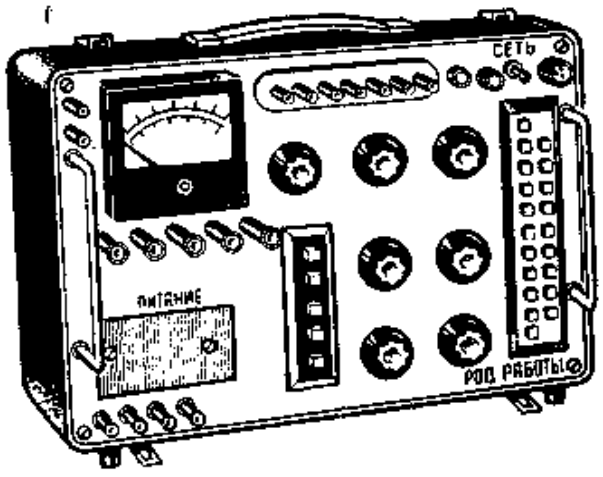


Рис. 10.9. Прибор ПКП-4

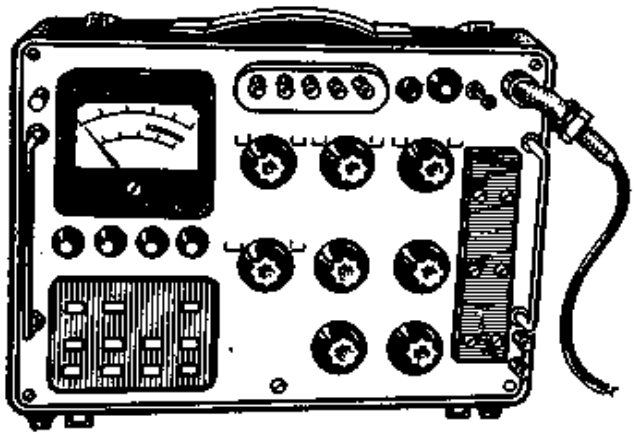


Рис. 10.10. Прибор ПКП-5

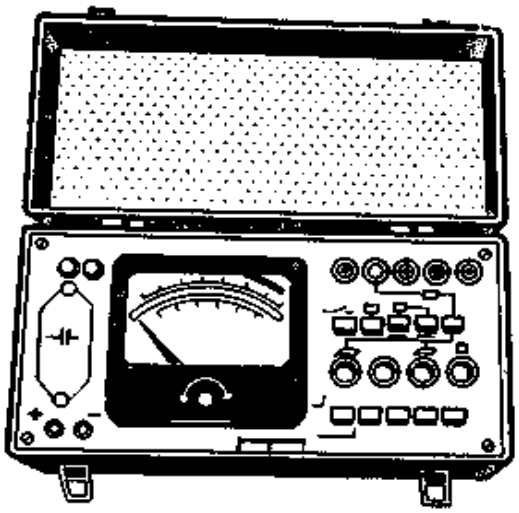


Рис. 10.11. Прибор МУПС-2

l_1 — длина диапазона измерений; $R_{доп}=10$ кОм — дополнительное сопротивление в схеме измерения $R_{из}$; $\pm\left(3{,}5+\frac{l_{изм}\,R_{доп}}{l_1\,R_{изм}}\right)\%$ — в рабочих условиях;

емкости в диапазоне 3 ... 3000 нФ; погрешность измерения по отношению к верхнему пределу шкалы ±2,5% в нормальных условиях при $R_и \geqslant 10^7$ Ом;

расстояния до места понижения электрического сопротивления изоляции путем определения отношения R_x/R_l, где R_x — электрическое сопротивление до места повреждения; $R_l=R_{шл}/2$ — электрическое сопротивление исправного провода:

а) методом моста с постоянным и переменным отношением плеч при $K_и \geqslant 400$ и $3 \leqslant K_и \leqslant 400$;

б) двусторонним методом разветвленных токов при $1{,}3 \leqslant K_и \leqslant 3$; погрешность измерения:

при $K_и \geqslant 3$ ±0,2% при $R_и \leqslant 10^6$ Ом и ±1,0% при $R_и \leqslant 10^7$ Ом в нормальных условиях; ±0,5% при $R_и \leqslant 10^6$ Ом и ±1,5% при $R_и \leqslant 10^7$ Ом в рабочих условиях;

при $1.3 \leqslant K_и \leqslant 3$ и $R_и \leqslant 10^6$ Ом ±0,5% в нормальных условиях и ±0,75% в рабочих условиях;

расстояния до места обрыва жил путем определения отношения C_x/C_l методом моста переменного тока с переменным отношением плеч, где C_x — емкость участка линии до повреждения; C_l — емкость участка линии длиной $2l-l_x$; l — длина участка линии; l_x — расстояние до места повреждения; погрешность измерения при утечке $R_и \geqslant 10^8$ Ом: ±0,06% в нормальных условиях; ±0,9% в рабочих условиях.

Малогабаритный универсальный прибор спайщика МУПС-2 (рис. 10.11) предназначен для измерения электрических параметров кабельных линий ГТС в процессе их монтажа. Электропитание прибора осуществляется от батареи шести элементов типа А316 «Квант» или двух элементов 3336-У общим напряжением 9 В. Габаритные размеры прибора 279×124×158 мм, масса (с элементами питания) 3,5 кг. Виды и пределы измерений:

сопротивления изоляции в пределах 0,1 ... 10 000 МОм на пяти поддиапазонах: 0,1 ... 1; 1 ...10; 10 ... 100; 100 ... 1000; 1000 ... 10 000 МОм;

электрической емкости в пределах 1 ... 1000 нФ на трех поддиапазонах: 1 ... 10; 10 ... 100; 100 ...1000 нФ;

расстояния до места обрыва или повреждения изоляции провода непосредственно по шкале прибора в процентах от длины линии соответственно по отношению (от 0,1 до 1,0) емкостей проводов или сопротивлений провода;

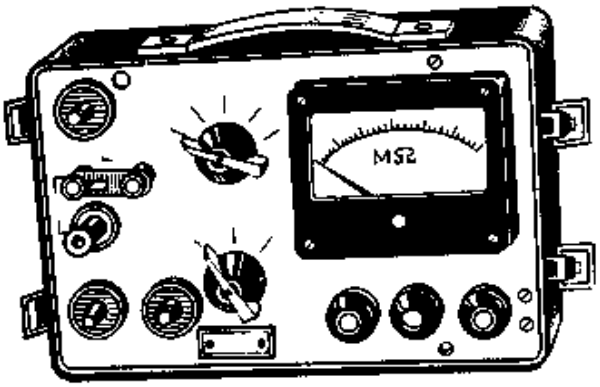


Рис. 10.12. Мегомметр МЕГ-9

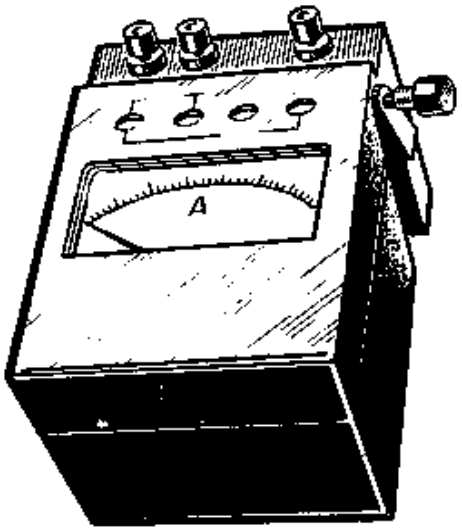


Рис. 10.13. Мегомметр М4100/1-5

выявление грубых дефектов проводов (гальваническая связь или сильное сообщение с любым другим проводом линии, обрыв, замыкание на землю (экран) или сильное понижение изоляции);

выявление слабых дефектов проводов (слабое сообщение с любым другим проводом или понижение изоляции, обрыв).

Основная погрешность измерений ±2,5% длины шкалы.

Мегомметр МЕГ-9 (рис. 10.12) предназначен для измерения сопротивления изоляции кабеля, а также других объектов при электрической емкости, не превышающей 1 мкФ. Электропитание прибора осуществляется от элементов типа 165-У (2 шт.). Габаритные размеры прибора 310×210×175 мм, масса (с элементами электропитания) 8,0 кг. Сопротивление изоляции измеряется в пределах 10...10^5 МОм. Диапазон измеряемых сопротивлений разбит на пять поддиапазонов. Основная погрешность измерения (в зависимости от поддиапазона) ±10 или ±15%.

Мегомметр М4100/1-5 (рис. 10.13) предназначен для измерения сопротивления изоляции обесточенных электрических цепей. В зависимости от выходного напряжения на разомкнутых зажимах и пределов измерения приборы М4100/1-5 имеют пять модификаций. Приборы модификации М4100/3 и М4100/4 рекомендуется использовать при контроле электрического сопротивления изоля-

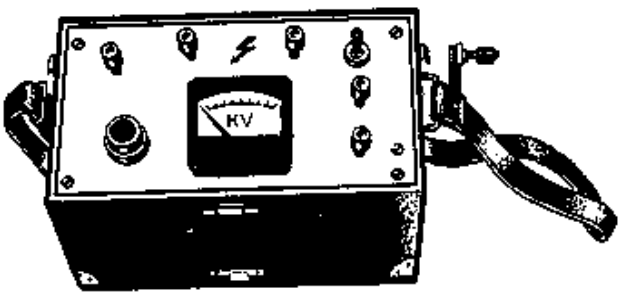


Рис. 10.14. Тренировочно-испытательная установка ТИУ-64

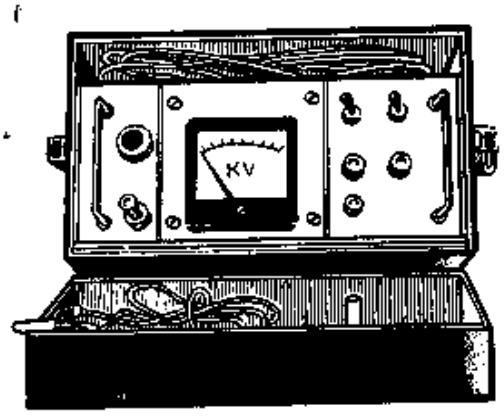


Рис. 10.15. Тренировочно-испытательное устройство

Таблица 10.18

Основные технические данные приборов М4100/3 и М4100/4

Модификация прибора	Пределы измерения		Рабочая часть шкалы		Основная погрешность в рабочей части шкалы	Номинальное выходное напряжение, В
	кОм	МОм	кОм	МОм		
М4100/3	0...1000	0...500	0...1000	0,05...100	±1% длины рабочей части шкалы	500+50
М4100/4	0...1000	0...1000	0...1000	0,2...200		1000+100

ции шланга. Электропитание прибора осуществляется от встроенного индуктора. Габаритные размеры 220×155×140 мм, масса 3,5 кг. Основные технические данные приведены в табл. 10.18.

Тренировочно-испытательная установка ТИУ-64 (рис. 10.14) предназначена для испытания электрической прочности изоляции кабелей связи. Электропитание осуществляется от встроенного индуктора или сухих элементов типа 145-У (6 шт.). Габаритные размеры 280×160×200 мм, масса 8,0 кг. Основные технические данные:

диапазон изменения выходного напряжения постоянного тока 200 ... 4000 В;

контроль выходного напряжения осуществляется по встроенному стрелочному прибору, погрешность контроля ±5%;

предусмотрена плавная регулировка выходного напряжения во всем диапазоне.

Тренировочно-испытательное устройство ТИУ-5 (рис. 10.15) предназначено для испытания и тренировки напряжением постоянного тока изоляции симметричных и коаксиальных кабелей связи. Электропитание осуществляется от внутренней батареи из девяти гальванических элементов типа 376 или внешнего источника постоянного тока напряжением 11 ... 15 В. Габаритные размеры 290×182×250 мм, масса 5 кг. Основные технические данные:

диапазон изменения выходного напряжеия 200 ... 5000 В;

регулировка выходного напряжения ступенчатая (первая ступень — до 1000 В, вторая — до 5000 В) и плавная (внутри ступени);

основная погрешность установки выходного напряжения ±3,0%.

Рис. 10.16. Приспособление ПКУ

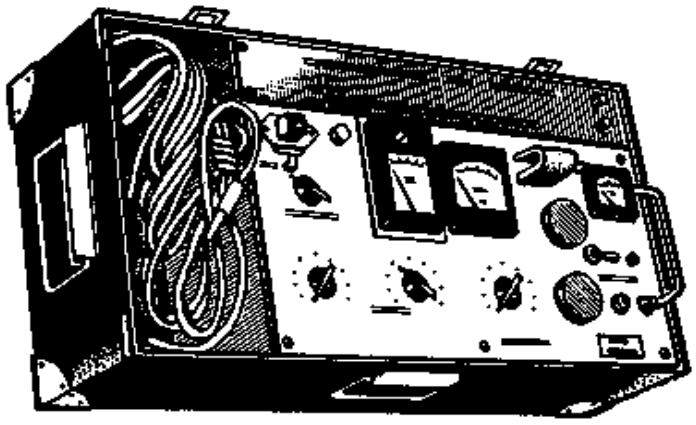


Рис. 10.17. Высоковольтный мост ВВМ-77

Приспособление кабельное универсальное ПКУ (рис. 10.16) предназначено для проверки состояния изоляции симметричных и коаксиальных кабелей связи постоянным током. Электропитание осуществляется от встроенного источника питания (десять аккумуляторов ЦНГК-0,9) или внешнего источника постоянного тока напряжением 12+3 В. Габаритные размеры 277×210×210 мм, масса не более 6 кг. Основные технические данные:

диапазон установки выходного напряжения постоянного тока 200 ... 5000 В;

регулировка напряжения ступенчатая (первая ступень — до 1000 В, вторая — до 5000 В) и плавная (внутри ступени);

основная погрешность установки выходного напряжения не более ±3%;

диапазон контроля сопротивления изоляции 0 ... 100 000 МОм;

выходное напряжение при контроле сопротивления изоляции 500±10 В.

Комплект для отыскания мест пробоя КОП (рис. 10.17—10.21) предназначен для дистанционного определения расстояния до мест пробоя изоляции цепей и последующего их уточнения на трассе кабеля при строительстве и эксплуатации магистралей связи. В комплект входят: высоковольтный мост ВВМ-77; усилитель универсальный оконечный УУО; щуп активный накладной ЩАН; щуп активный выносной ЩАВ; щуп активный болотный ЩАБ. Электропитание ВВМ-77 осуществляется от встроенной батареи аккумуляторов КНГК-11Д (10 шт.) или от внешнего источника напряжением 11 ... 16 В. Зарядное устройство, входящее в комплект моста, обеспечивает заряд аккумуляторов от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В. Электропитание УУО осуществляется от двух элементов типа 3336 или аккумуляторной батареи 7Д-0,1 напряжением 7,5 ... 10 В. Габаритные размеры и масса: высоковольтного моста ВВМ-77 565×320×265 мм, 20 кг; усилителя УУО 175×135×110 мм, не более 3,5 кг; щупа ЩАН 1500×24×24 мм, не более 1,8 кг; щупа ЩАВ 945×100×240 мм, не более 6 кг; щупа ЩАБ 1500×35 мм, не более 2 кг. Основные технические данные:

ВВМ-77 обеспечивает подачу в кабель испытательного напряжения постоянного тока 200 ... 4000 В (плавно регулируется);

контроль напряжения, подаваемого в кабель, осуществляется по встроенному стрелочному прибору с относительной погрешностью ±5%;

мостовая схема ВВМ-77 выполняет определение расчетного коэффициента с точностью, обеспечивающей расчет расстояния до места пробоя с погрешностью ±0,2%; кроме определения коэффициента расстояния ВВМ-77 обеспечивает возможность работы в режимах индикации электрической прочности изоляции кабеля и подачи испытательного напряжения в кабель для уточнения места повреждения;

уточнение места пробоя производится усилителем УУО совместно с одним из щупов (ЩАН, ЩАВ, ЩАБ);

Рис. 10.18. Усилитель универсальный оконечный УУО

Рис. 10.19. Щуп активный накладной

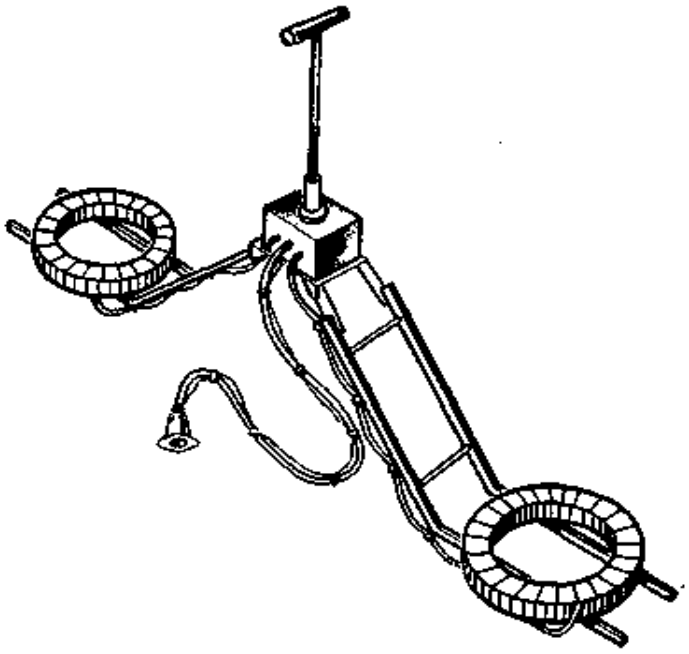


Рис. 10.20. Щуп активный выносной

Рис. 10.21. Щуп активный болотный

рабочая частота усилителя 1208±2 Гц;

результирующая погрешность определения мест пробоя с использованием поисковых устройств ±5см.

Источник напряжения постоянного тока П4110 (рис. 10.22) предназначен для испытания и тренировки электрическим напряжением изоляции симметричных и коаксиальных кабелей связи, а также используется совместно с высоковольтным мостом Р41270 при определении расстояния до

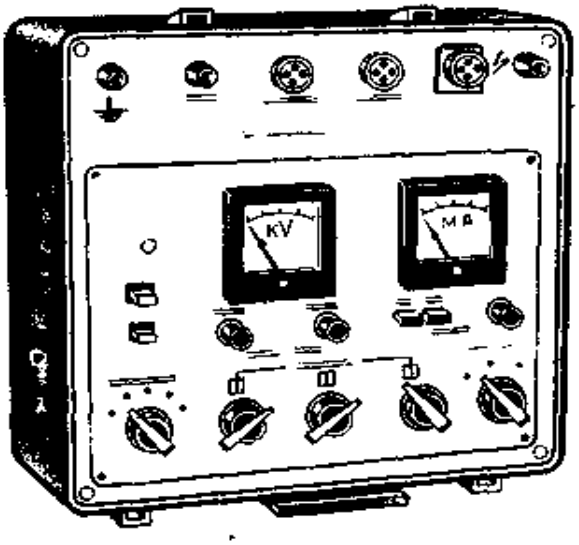


Рис. 10.22. Источник напряжения П4110

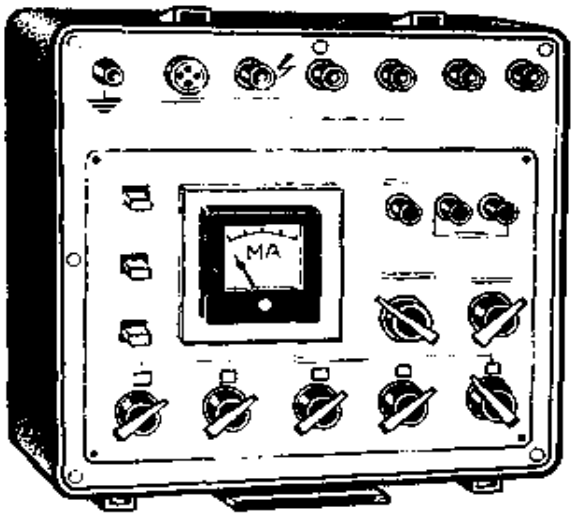


Рис. 10.23. Высоковольтный мост Р41270

мест пониженной электрической прочности изоляции (мест пробоя). Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или внешней аккумуляторной батареи номинальным напряжением 12 В. Габаритные размеры источника 498×366×235 мм, масса 12 кг. Основные технические данные:

выходное напряжение постоянного тока 100 ... 5000 В;

дискретность установки выходного напряжения 10 В;

основная погрешность установки выходного напряжения ±1,5%;

основная приведенная погрешность контроля выходного напряжения ±10%;

диапазон измеряемых токов утечки 0,04. . .200 мкА;

основная приведенная погрешность измерения токов утечки ±2,5%.

Высоковольтный мост Р41270 (рис. 10.23) предназначен для определения в кабелях связи расстояния до места повреждения изоляции жил или проводников (мест пробоя). Питание моста осуществляется от источника напряжения постоянного тока П4110. Габаритные размеры 498×366×235 мм, масса 12 кг. Основные технические данные:

рабочий диапазон длин симметричных кабелей 100 ... 25 000 м и коаксиальных кабелей 100. . .9300 м;

мост обеспечивает непосредственный отсчет расстояния до места повреждения в единицах длины;

погрешность определения расстояния до места повреждения $\pm(1+d/l)$ % длины измеряемого кабеля, где $d=1{,}0/(2R_{км})$; $R_{км}$ — среднее погонное сопротивление жил или проводников кабеля, Ом/км; l — общая длина измеряемого кабеля, км.

Индикатор места пробоя ИМП-2 (рис. 10.24) предназначен для отыскания мест пониженной электрической прочности изоляции жил (проводников) кабелей связи. Электропитание осуществляется от батарей типа 3336 «Планета-1» или «Планета-2». Габаритные размеры и масса: приемника 190××126×194 мм, 2,5 кг; электромагнитного поискового устройства 1500×188 мм, 1,4 кг; штыря (4 шт.) 1200 мм (длина), 1,5 кг; акустического поискового устройства 236×76 мм, 1,4 кг. Основные технические данные: зона локализации места пробоя на поверхности грунта 2 м, зона локализации места пробоя на открытом кабеле 0,1 м.

Искатель места повреждения изоляции ИМПИ-2 (рис. 10.25) предназначен для точного определения места понижения сопротивления изоляции кабеля, определения трассы и глубины прокладки кабеля. Электропитание генератора осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 12,5 В, индикатора — от батареи типа 3336-У, кабелеискателя — от двух элементов типа 336. Состав комплекта: генератор импульсов с габаритными размерами 265×183×140 мм и массой 3 кг; индикатор импульсов с габаритными размерами 190×108×100 мм и массой 1,7 кг; кабелеискатель длиной 1115 мм, диа-

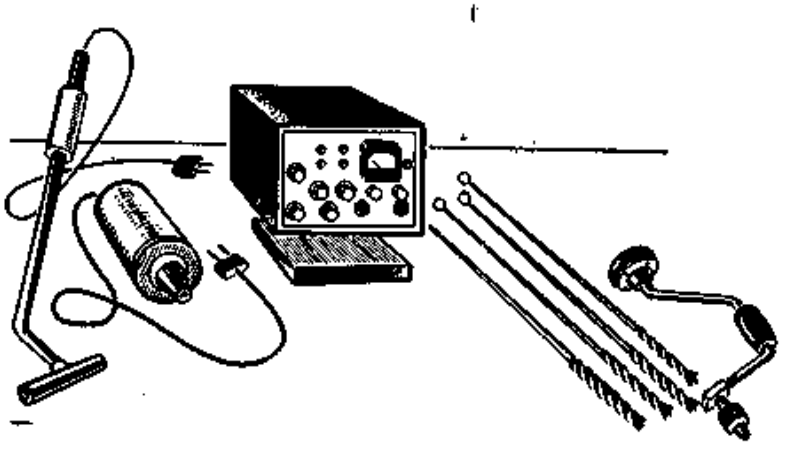


Рис. 10.24. Индикатор места пробоя ИМП-2

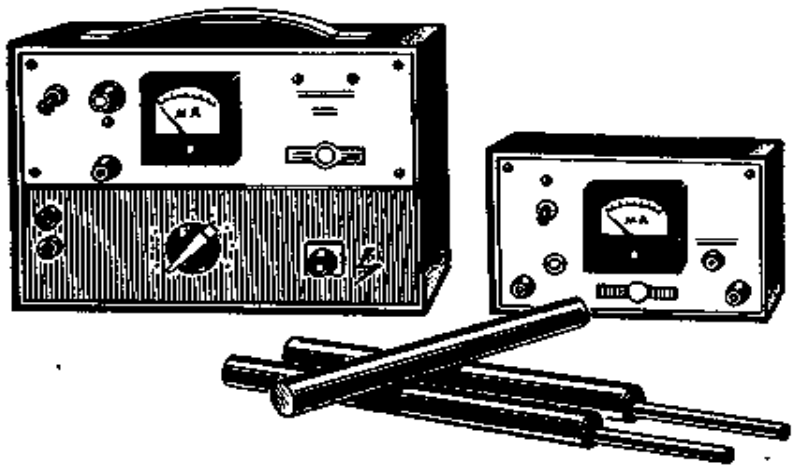


Рис. 10.25. Искатель места повреждения изоляции ИМПИ-2

метром 30 мм и массой 1,1 кг. Виды и пределы измерений: точное определение в полевых условиях трассы и мест повреждения наружных пластмассовых покровов кабелей связи с переходным сопротивлением между металлической оболочкой (экраном) кабеля и землей не более 100 кОм при сопротивлении изоляции исправного кабеля не менее 200 кОм; отыскание места понижения сопротивления изоляции жил по отношению к земле у кабелей с пластмассовыми оболочками. Погрешность определения места повреждения не превышает ±0,2 м.

Индикатор места повреждения изоляции ИМПИ-3 (рис. 10.26) предназначен для определения совместно с генератором ГИС, усилителем мощности УМ-ГИС и искателем кабелей ИП-8 мест понижения электрического сопротивления изоляции кабелей связи. Электропитание осуществляется от четырех встроенных батарей гальванических элементов, образующих две группы напряжением по 9 В. Габаритные размеры и масса: индикатора 190×128×184 мм, 2 кг (без источников питания); контактного штыря 130×1090 мм, 0,85 кг. Виды и пределы измерений: определение мест понижения электрического сопротивления изоляции по отношению к земле металлических оболочек (экранов) небронированных кабелей с наружными пластмассовыми оболочками и жил кабелей с пластмассовыми оболочками (без экранов) при переходном сопротивлении в месте повреждения изоляции не более 1 МОм. Погрешность определения места повреждения изоляции не превышает ±0,2 м.

Генератор испытательных сигналов ГИС (рис. 10.27) предназначен для подачи в кабели связи испытательных сигналов тональной частоты при определении трассы кабеля, глубины его залегания и мест повреждения.

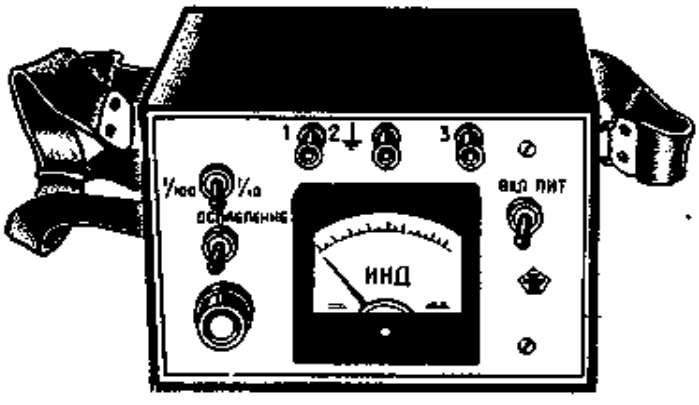


Рис. 10.26. Индикатор места повреждения изоляции ИМПИ-3

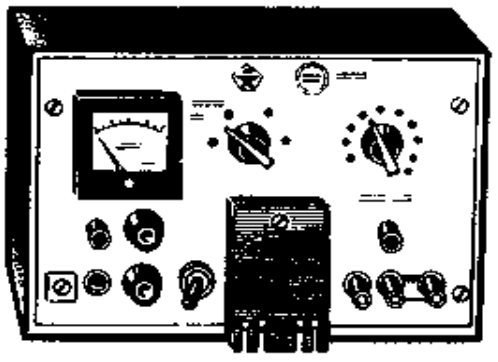


Рис. 10.27. Генератор ГИС

Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 24, 220 В, частотой 50 Гц; от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 ... 15 В; от встроенного источника постоянного тока, состоящего из восьми элементов типа 373 («Сатурн») напряжением 12 В. Габаритные размеры и масса: генератора 280×237×192 мм, 5 кг; блока сетевого питания 177×141×112 мм, 1,75 кг; возбудителя индуктивного 240×163×60 мм, 1,4 кг. Основные технические данные: рабочие частоты генератора 1071±2,5 и 2227±3,5 Гц. Генератор на частоте 2227 Гц работает в непрерывном режиме, а на частоте 1071 Гц в одном непрерывном и двух прерывистых режимах. При этом в первом прерывистом режиме манипуляция производится несимметричными импульсами с длительностью посылки 1 ... 2 с и паузой 0,5 ... 0,2 с. Выходная мощность генератора на зажимах «Выход» в зависимости от вида источника питания и питающего напряжения 2 или 1 Вт.

Усилитель мощности УМ-ГИС (рис. 10.28) предназначен для усиления по мощности или преобразования испытательных сигналов, вырабатываемых генератором испытательных сигналов ГИС, и подачи их в кабели связи при отыскании особо сложных повреждений в кабелях с металлическими и неметаллическими оболочками. Электропитание усилителя осуществляется от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 ... 15 или 24 ... 26,5 В. Электропитание генератора ГИС при работе с усилителем мощности УМ-ГИС осуществляется от усилителя. Габаритные размеры 280×190×221 мм, масса не более 5 кг. Основные технические данные: выходная мощность усилителя на согласованной нагрузке не менее 25 Вт при питании от внешнего источника постоянного тока напряжением 24...26,5 В и не менее 10 Вт при питании от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 ... 15 В при подаче на вход усилителя синусоидального сигнала частотой 1071 или 2227 Гц напряжением не более 30 В; усилитель при подаче на его вход испытательного сигнала от генератора ГИС обеспечивает получение на выходе импульсов постоянного тока частотой 0,5±0,1 Гц, мощностью не менее 6,25 Вт на согласованных нагрузках 0,1; 1 и 10 кОм.

Искатель кабелей связи ИП-8 (рис. 10.29) предназначен для бесконтактного определения трассы, глубины залегания и места повреждения кабелей связи с металлическими или пластмассовыми оболочками, а также для отыскания кабеля в пучке. Искатель работает от сигналов генератора ГИС либо от генератора ГИС с усилителем мощности УМ-ГИС. Электропитание осуществляется от встроенной батареи питания, состоящей из трех гальванических

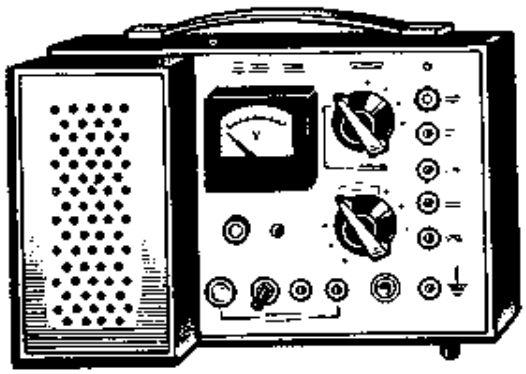


Рис. 10.28. Усилитель мощности УМ-ГИС

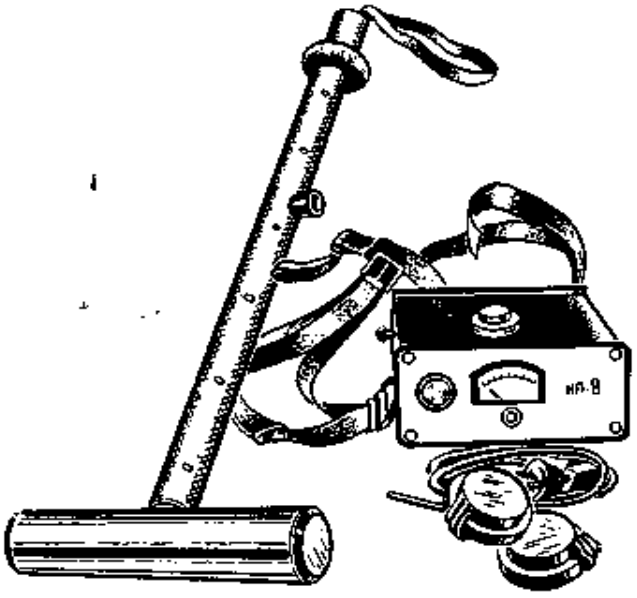


Рис. 10.29. Искатель кабелей связи ИП-8

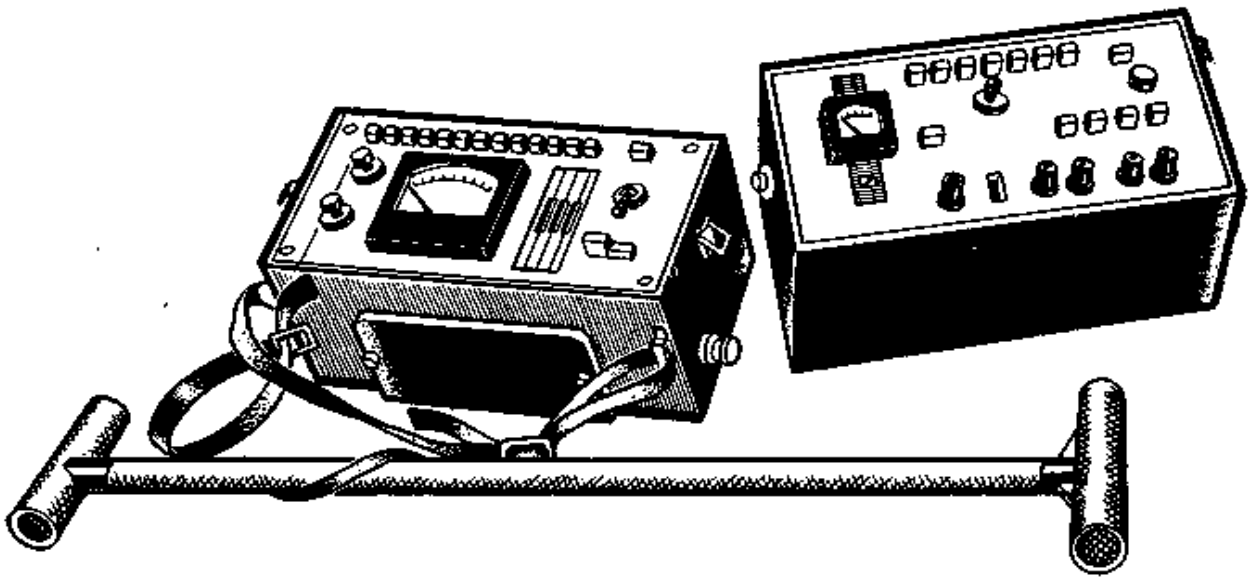


Рис. 10.30. Кабелеискатель КИ-4П

элементов типа А343 («Салют») общим напряжением 4,5 В. Габаритные размеры и масса: приемного устройства 195×134×59 мм, 0,9 кг (без батарей); антенны со штангой 850 мм (длина), 0,6 кг; катушки селекции кабеля 55×32 мм, 0,1 кг. Основные технические данные: полоса пропускания приемного устройства искателя 12 ... 20 Гц при номинальной рабочей частоте 1071±2,5 Гц; избирательность обеспечивает ослабление сигнала при отстройке на ±125 Гц от середины полосы пропускания не менее 32 дБ; минимальный коэффициент усиления по напряжению на частоте 1071±2,5 Гц, не менее: а) 14 000 при нормальных климатических условиях и напряжении питания 3,9 ... 4,5 В; б) 6000 при температуре —10 °С.

Кабелеискатель КИ-4П (рис.10. 30) предназначен для определения трассы и глубины залегания подземного кабеля и места повреждения жил при полном их замыкании. Применяется при всех типах кабелей (с неметаллической и металлической оболочками) и является кабелеискателем, эффективно работающим вблизи электрифицированных железных дорог, линий электропередач, сети радиотрансляции и других источников промышленных помех. Индикация трассы звуковая и визуальная (с помощью стрелочного прибора). Питание генератора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, батареи из девяти гальванических элементов 373 или от внешней аккумуляторной батареи напряжением 12 В ±5%. Питание приемного устройства осуществляется от двух батарей типа 3336У напряжением 9 В, обеспечивающих непрерывную работу в течение 20 ч. Габаритные размеры и масса: генератора 132×279×280 мм, 6 кг; приемного устройства 141×156×287 мм, 4 кг; искателя 750 мм (длина штанги), 0,7 кг. Основные технические данные: резонансная частота антенного контура 2225±25 Гц; максимально определяемая глубина залегания кабеля 1,5 м; чувствительность приемного устройства может меняться ступенями по 6 ... 7 дБ в пределах 62 ... 73 дБ и плавно в пределах не менее 6 дБ; частота звукового сигнала 975 Гц.

Прибор для измерения глубины залегания кабеля ПИГ (рис. 10.31) предназначен для дискретного измерения и непрерывного контроля с поверхности грунта глубины залегания кабеля. Прибор предназначен для работы совместно с генератором испытательных сигналов ГИС, к которому при необходимости может подключаться УМ-ГИС. Электропитание осуществляется от встроенной батареи элементов типа 343 «Салют» (12 шт.) или внешнего источника постоянного тока напряжением 13 ... 18 В. Габаритные размеры и масса: приемника 282×220×185 мм, 5 кг (без источника питания); поисковой системы 154×1038 мм, 0,9 кг. Основные технические данные: прибор обеспечи-

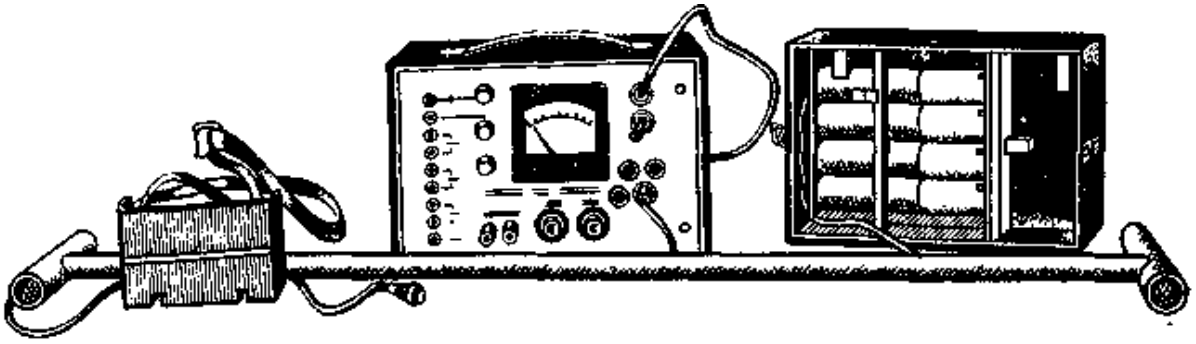


Рис. 10.31. Прибор ПИГ

вает измерение глубины залегания в пределах отсчетных шкал 0 ... 1,5 и 0 ... 3,0 м; основная погрешность, отнесенная к верхнему пределу измерения 1,5 м±6%, на пределе измерения 3,0 м±10%; избирательность прибора при отстройке на ±100 Гц относительно рабочей частоты 2227 Гц не менее 30 дБ в режиме измерения глубины залегания кабеля и не менее 45 дБ в режиме кабелеискателя с повышенной помехозащищенностью.

Измеритель переходного затухания ИПЗ-4 (рис. 10.32) предназначен для измерения переходного затухания на линиях или станциях ГТС. Электропитание генератора осуществляется от одного из следующих источников: батареи элементов 373 (10 шт.); внешнего источника постоянного тока напряжением 12 ... 15 В или 60 В при включении через делитель 60/12 В; сети переменного тока напряжением 36, 127, 220 В. Состав комплекта: генератор с габаритными размерами 265×183×166 мм, массой 3,3 кг; измеритель с габаритными размерами 265×183×148 мм, массой 4,4 кг. Основные технические данные: рабочая частота генератора 0,8 кГц; рабочий диапазон частот измерителя 0,3 ... ...5,0 кГц; диапазон измеряемых значений переходного затухания 17 ... 95,6 дБ.

Индикаторно-сигнализационное устройство ИСП (рис. 10.33) предназначено для применения в качестве индикатора к прибору ИПЗ-4 при измерениях переходного затухания между цепями, а также при симметрировании пупинизированных и непупинизированных низкочастотных кабелей связи. Электропитание осуществляется от внутренней батареи двух элементов типа 3336Л. Габаритные размеры 230×130×90 мм, масса 2,0 кг. Основные технические данные: устройство позволяет контролировать сигналы частотой 0,8 кГц± ±10% и 5,0 кГц ±5% с уровнями — (70 ... 20) дБ; обеспечивается звуковая сигнализация при превышении контролируемым сигналом устанавливаемого уровня.

Измеритель переходного затухания ИПЗ-5 (рис. 10.34) предназначен для измерения и допускового контроля переходного затухания между цепями линий передачи местных телефонных сетей и низкочастотных линий пере-

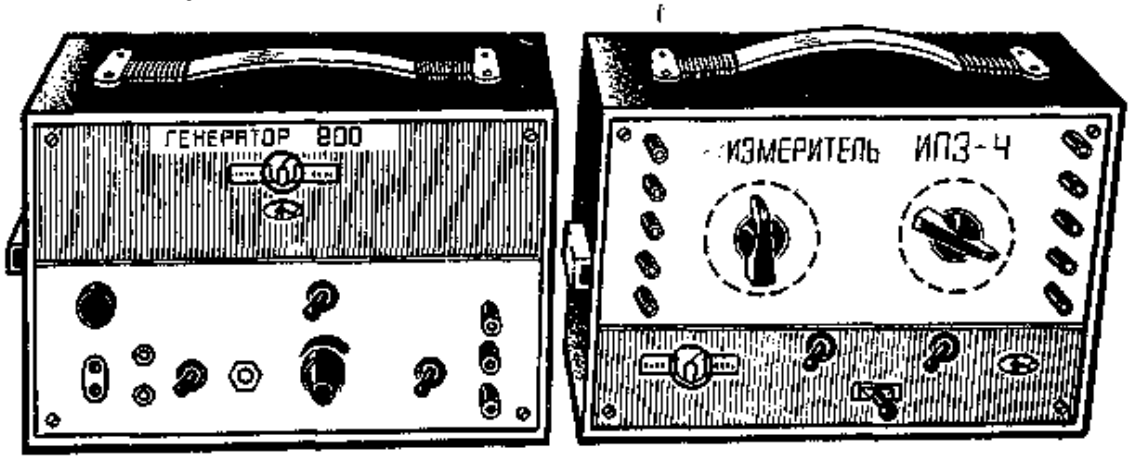


Рис. 10.32. Измеритель переходного затухания ИПЗ-4

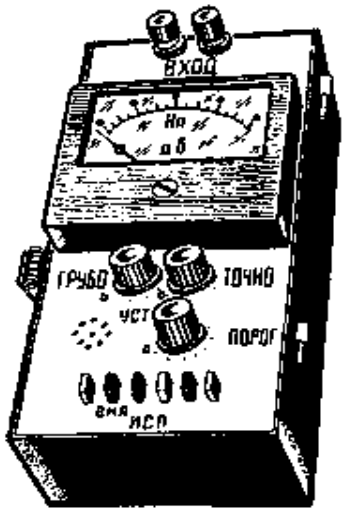


Рис. 10.33. Устройство ИСП

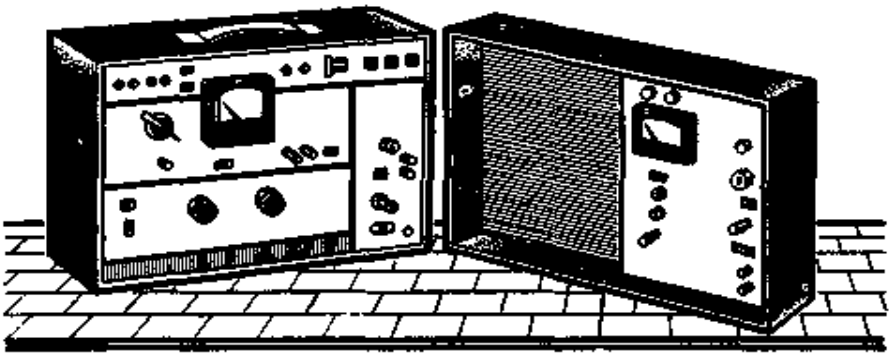


Рис. 10.34. Измеритель переходного затухания ИПЭ-5

дачи внутризоновых и магистральных сетей. Электропитание прибора осуществляется от одного из следующих источников: встроенных источников постоянного тока типа А343 (20 шт.); внешнего постоянного тока напряжением (12±1,2) В; сети переменного тока напряжением 36, 220 В, частотой 50 Гц. Габаритные размеры 405×275×225 мм, масса (без встроенных источников питания) 8,0 кг. Основные технические данные: рабочая частота генератора 0,8 кГц ±5% и 5,0 кГц ±5%; диапазон входных сигналов измерителя на этих частотах $15 \cdot 10^{-6} ... 20 \cdot 10^{-3}$ В; диапазон измерения переходного затухания 0 ... 110 дБ с дискретностью 1 дБ; основная погрешность измерения ±1 дБ в диапазоне 0 ... 70 дБ, ±1,5 дБ в диапазоне 70 ... 90 дБ, ±2 дБ в диапазоне 90 ... 110 дБ; обеспечивается звуковая сигнализация о занижении установленного допустимого порога измеряемого переходного затухания.

Измеритель емкостной асимметрии ТТ-3151 (рис. 10.35) предназначен для измерения емкостных связей между цепями и емкостной асимметрии цепей относительно земли при симметрировании низкочастотных кабелей внутри шагов. В состав ТТ-3151 входит мост для измерения емкости и батарейный измерительный комплект, состоящий из генератора и усилителя. Измерительный комплект расположен в общем кожухе с мостом, но при необходимости может быть извлечен из него и использован самостоятельно. Электропитание измерительного комплекта осуществляется от трех элементов 3336У напряжением 13,5 В. Габаритные размеры 380×300×270 мм, масса вместе с батарейным измерительным комплектом 10 кг. Габаритные размеры измерительного комплекта 350×165×50 мм, масса 2,5 кг. Основные технические данные: диапазон частот 0,3...10 кГц; измерительная частота батарейного измерительного комплекта 0,8 кГц; диапазон измерения в поддиапазоне I составляет ±200 пФ, а с набором дополнительных конденсаторов (девять ступеней по 200 пФ) ±2000 пФ, в поддиапазоне II ±40 пФ; погрешность измерений в поддиапазоне I не превышает ±4 пФ, а с набором дополнительных конденсаторов ±10 пФ, в поддиапазоне II ±(2%+1 пФ); диапазон измерения рабочих емкостных связей 0 ... 80 пФ.

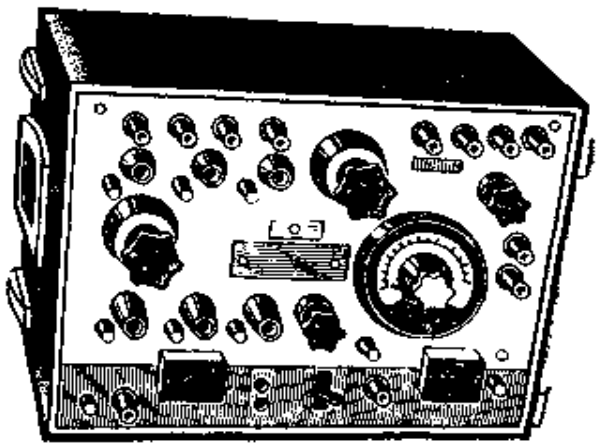


Рис. 10.35. Измеритель емкостной асимметрии ТТ-3151

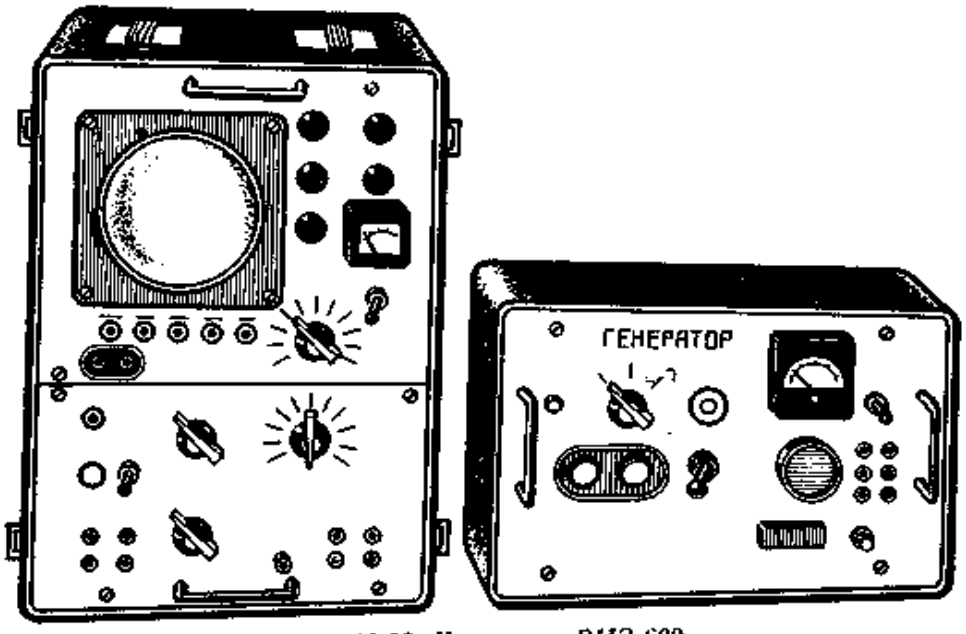


Рис. 10.36. Комплект ВИЗ-600

Визуальный измеритель переходного затухания ВИЗ-600 (рис. 10.36) предназначен для измерения частотных характеристик переходного затухания на ближнем и дальнем концах в симметричных кабельных линиях с волновым сопротивлением 140 и 170 Ом. Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Состав комплекта: генератор Г-ВИЗ-600, габаритные размеры 395×255×267 мм, масса 12 кг (с упаковкой 30 кг); индикатор И-ВИЗ-600, габаритные размеры 330×522×457 мм, масса 28 кг (с упаковкой 60 кг). Виды и пределы измерений: измерение переходного затухания в диапазоне частот 20 ... 600 кГц (20 ... 300; 300 ... 600; 20 ... 600); максимальная измеряемая величина переходного затухания между цепями с волновым сопротивлением 170 Ом: на ближнем конце 122 дБ, на дальнем конце 139 дБ. Погрешность при измерении переходного затухания до 130 дБ не превышает ±1,7 дБ, а до 139 дБ ±2,6 дБ.

Измеритель комплексных связей ИКС-600 (рис. 10.37) предназначен для измерения комплексных связей по активной и реактивной составляющим, а также переходного затухания и фазового угла на ближнем и дальнем конце в симметричных цепях с волновым сопротивлением 170 Ом. Электропитание генератора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Электропитание приемного устройства осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Габаритные размеры и масса: генератора 349×551×364 мм, 30 кг; устройства приема УПр-1 441×386×472 мм, 26 кг; устройства приема УПр-2 271×386×495 мм, 16 кг; питающего устройства 341×236×436 мм, 22 кг.

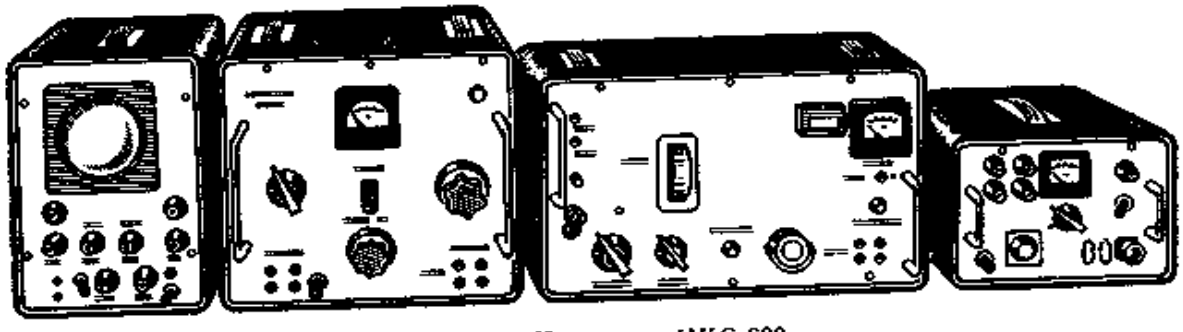


Рис. 10.37. Комплект ИКС-600

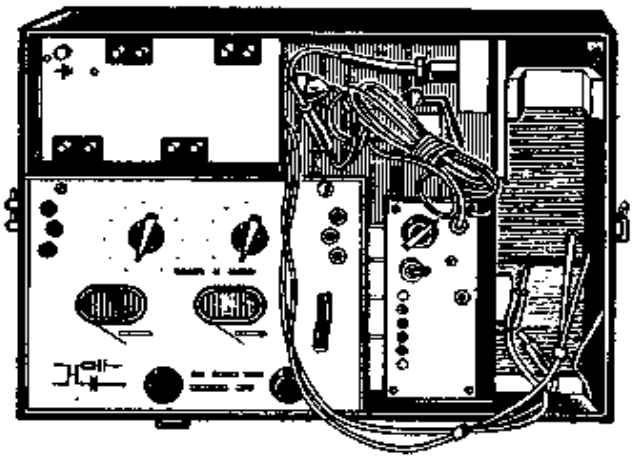


Рис. 10.38. Комплект КПС-67

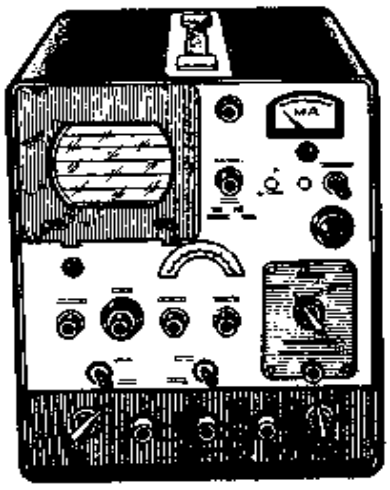


Рис. 10.39. Прибор УИП-КС

Виды и пределы измерений: комплексных связей по активной и реактивной составляющим 0 ... 1000 мкСм; переходного затухания до 130 дБ с погрешностью ±2,0 дБ и до 134 дБ с погрешностью ±3,0 дБ; защищенности на дальнем конце до 80,0 дБ; углов векторов комплексных связей с погрешностью ±15°. Рабочий диапазон частот 20 ... 600 кГц разбит на два поддиапазона: 20 ... 300 и 300 ... 600 кГц.

Комплект приспособлений спайщика КПС-67 (рис 10.38) предназначен для выполнения работ по монтажу и симметрированию междугородных кабелей связи. В состав комплекта входят: аппарат служебной связи АСС-67, предназначенный для организации связи между симметрировщиком и спайщиком во время симметрирования, используется с микротелефонной гарнитурой МТГ-1, входящей в состав КПС-67; переключатель операторов малогабаритный ПОМ, предназначенный для подбора оптимальных схем скрещивания внутри четверок кабеля при симметрировании; контур RC-68, предназначенный для подбора элементов контура противосвязи при симметрировании. Электропитание АСС-67 осуществляется от батарей типа 3336 (2 шт.) либо дистанционно от питающего устройства ПУ-АСС. Габаритные размеры и масса: аппарата АСС-67 70×103× ×105 мм, 1 кг; переключателя ПОМ 145×320×220 мм, 2 кг; контура RC-68 175×85×70 мм, 1 кг.

Универсальный импульсный прибор УИП-КС (рис. 10.39) предназначен для количественной оценки величин неоднородностей волнового сопротивления магистральных коаксиальных кабелей и определения расстояния до места их расположения, а также для измерения концевых значений волнового сопротивления как в строительных длинах, так и на смонтированных усилительных участках магистрального кабеля. Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 В. Комплект прибора размещается в двух укладочных ящиках, габаритные размеры которых 480×270×380 мм и 500×345× ×280 мм, масса соответственно 24 и 23 кг. Основные технические данные: прибор рассчитан для работы на коаксиальных парах 2,6/9,4 при длине кабеля до 12 км и на коаксиальных парах 1,2/4,6 при длине кабеля до 6,5 км с возможностью наблюдения на электронно-лучевой трубке участка длиной 200 ... 1000 м; обеспечивается измерение внутренних неоднородностей 0,05 ... 2,5 Ом с погрешностью не более 20% от измеряемой величины при измерении на участках длиной до 3 км; относительное измерение концевых значений волнового сопротивления коаксиального кабеля обеспечивается в пределах 75±2,5 Ом для пар 1,2/4,6 и 75±1,5 Ом для пар 2,6/9,4; погрешность определения расстояния до места неоднородности ±2% от измеряемой длины.

Измеритель неоднородностей кабеля Р5-14 (рис. 10.40) предназначен для измерения коэффициентов отражения от неоднородностей волнового сопротивления коаксиальных кабелей и определения расстояния до места расположения неоднородностей, а также для измерения концевых значений волнового сопротивления. Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 В. Габаритные размеры и масса: измерителя неоднородностей 405×240×380 мм, 16 кг; генератора зондирующих импульсов 220×75×60 мм, 1,2 кг; корректора 184×46×147, 0,9 кг; нагрузочного контура 164×70×104 мм, 1,5 кг.

Основные технические данные: длительность зондирующих импульсов 50, 100 и 400 нс; измерение коэффициентов отражения в пределах 1 ... 20% (0,15 ...3 Ом) обеспечивается при длительности импульса 50 нс на длине 1500 м для коаксиальной пары 2,9/9,4 (с корректором) и для пары 1,2/4,6 (без корректора), при длительности импульса 100 нс на длине 3500 м для пары 2,6/9,4 и 1,2/4,6 (с корректором) и на длине 2000 м для пары 2,1/9,7 (без корректора), при длительности импульса 400 нс на длине 5000 м для пары 2,1/9,7 (без корректора); погрешность измерения коэффициентов отражения ±10% измеренной величины; измерение расстояния до неоднородности производится на длине пары до 3200 м с основной погрешностью ±2%; пределы измерения отклонений концевых значений волнового сопротивления от номинала 75 Ом составляют ±1 Ом (для пары 2,6/9,4), ±2 Ом (для пары 1,2/4,6) и ±3 Ом (для пары 2,1/9,7).

Измеритель неоднородностей кабелей и линий Р5-5 (рис. 10.41) предназначен для определения импульсным методом расстояния до мест повреждения (обрыв, короткое замыкание) на воздушных и кабельных линиях электропередачи и связи, а также расстояния до мест неоднородностей (существенного измерения волнового сопротивления). Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 или 400 Гц и от источника постоянного тока напряжением 12 или 24 В. Габаритные размеры 170×230×450 мм, масса 9 кг. Основные технические данные: длительность и форма зондирующего импульса: 0,1 ... 0,3 мкс экспоненциальной формы; 1, 8 и 15 мкс прямоугольной формы; диапазоны регулировки времени задержки зондирующего импульса: 0 ... 100 мкс (ступенями через 10 мкс, в пределах ступени плавно), 0 ... 400 мкс (ступенями через 40 мкс, в пределах ступени плавно) и 0 ... 1600 мкс (ступенями через 160 мкс, в пределах ступени плавно); чувствительность усилителя приходящих сигналов 0,2 мм/мВ.

Измеритель неоднородностей кабелей Р5-9 (рис. 10.42) предназначен для обнаружения импульсным методом повреждений (обрыв, короткое замыкание) и мест сосредоточенной неоднородности волнового сопротивления в кабелях, а также для определения расстояния до мест неоднородности (повреждения). Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 или 400 Гц, аккумуляторной батареи из 20 аккумуля-

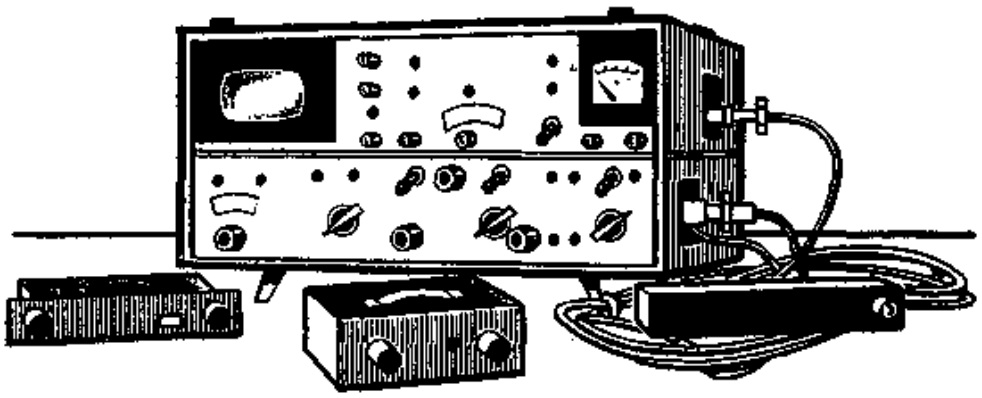


Рис. 10.40. Прибор Р5-14

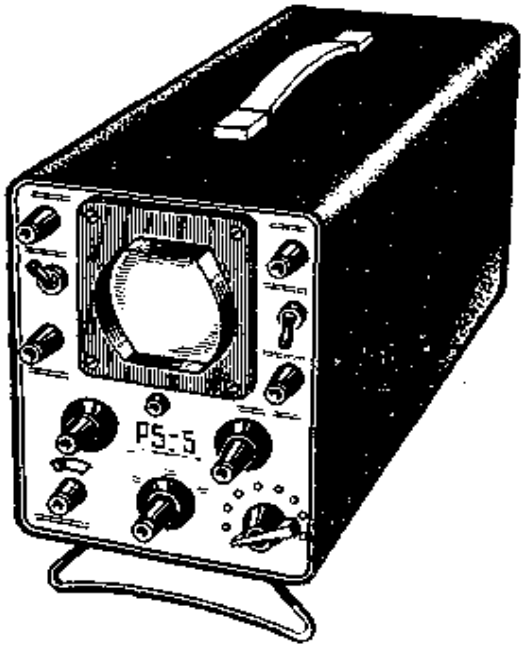


Рис 10.41. Прибор Р5-5

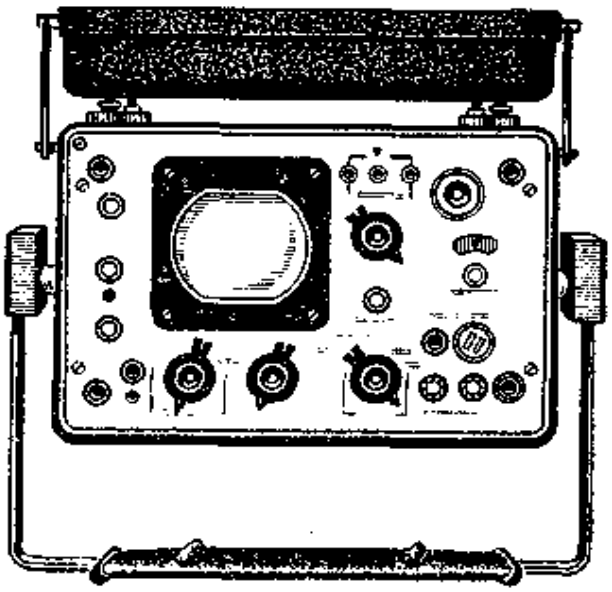


Рис 10.42. Прибор Р5-9

торов НКГ-1,5 или внешнего источника постоянного тока напряжением 27 В. Габаритные размеры 213×310×455 мм, масса 12,5 кг Основные технические данные: длительность зондирующего импульса (на нагрузке 50 Ом) 10; 30; 100; 500; 2000 нс; диапазон измерения расстояния (временной задержки) до неоднородности: 0 ... 100 м (0 ... 1 мкс), 0 ... 1000 м (0 ... 10 мкс)и 0 ... 10 000 м (0 ... 100 мкс); погрешность измерения расстояния (временная задержка) ±1% от конечного значения диапазона; чувствительность усилителя приходящих сигналов 0,015 мм/мВ.

Измеритель неоднородностей линий Р5-10 (рис. 10.43) предназначен для обнаружения импульсным методом повреждений (обрыв, короткое замыкание) и мест сосредоточенной неоднородности волнового сопротивления на воздушных и кабельных линиях электропередачи и связи, а также для определения расстояния до мест неоднородностей (повреждений) Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50

Рис. 10.43. Прибор Р5-10

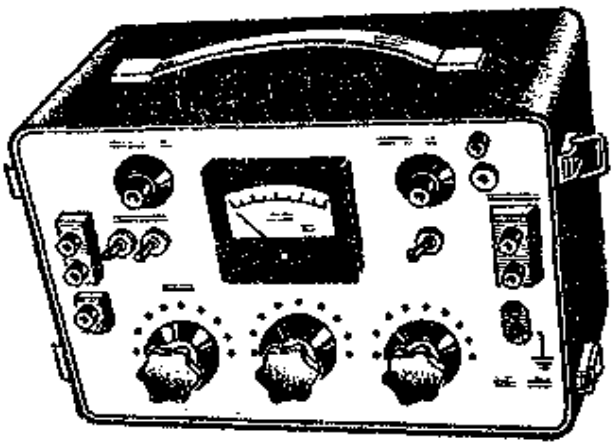


Рис. 10.44. Прибор П-321

или 400 Гц, аккумуляторной батареи из 20 аккумуляторов НКГ-1,5 или внешнего источника постоянного тока напряжением 10 ... 15 или 22 ... 30 В. Габаритные размеры 140×225×430 мм, масса измерителя с блоком питания от сети 9,8 кг, блока аккумуляторов 2,8 кг. Основные технические данные: длительность зондирующего импульса (на нагрузке 75 Ом) 0,05; 0,1; 0,3; 1,0; 3,0; 10; 30 и 100 мкс; диапазоны измеряемых расстояний: 0 ... 0,3; 0 ... 1,0; 0 ... 3,0; 0 ... 10; 0 ... 30; 0 ... 100; 0 ... 300 км; основная погрешность измерения расстояния ±1%; чувствительность усилителя приходящих сигналов 0,6 мм/мВ.

Прибор П-321 (рис. 10.44) предназначен для измерения затухания в линиях и каналах связи. Электропитание осуществляется от источника постоянного тока напряжением 24 В или переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Габаритные размеры 316×243×203 мм, масса 8 кг. Основные технические данные: генератор имеет 24 фиксированные частоты: 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,3; 1,6; 1,8; 2,1; 2,4; 2,7; 3,0; 3,4; 4; 5; 7; 8; 11; 12; 14; 15; 20; 24; 30 кГц; выходные уровни генератора (на 600-омную нагрузку): +1,5; +1,0; +0,5; 0; —0,5; —1,0; —1,5; —2,0; —3,0; —4,0 Нп; погрешность выходного уровня генератора на частоте 1,0 кГц при положении переключателя «0 Нп» после градуировки ±0,05 Нп; диапазон частот измерителя уровня 0,3...36 кГц; погрешность измерения уровня после предварительной градуировки на частоте 1,0 кГц на отметке «0 Нп» шкалы прибора в положении переключателя «0» ±0,05 Нп.

Прибор SCB 2982 («Нокия») (рис. 10.45) предназначен для измерения затухания и внятных наводок в симметричных кабелях, пары которых предназначены для оснащения аппаратурой системы передачи ИКМ-30. Электропитание осуществляется от встроенной аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Для заряда аккумулятора от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц в приборе имеется встроенное зарядное устройство. Габаритные размеры 260××130×295 мм, масса 5,2 кг. Основные технические данные: измерение затухания производится на частоте 1024 кГц; при измерении наводок выходной сигнал представляет собой псевдослучайную последовательность импульсов, напоминающую ИКМ-сигнал; основная погрешность приемника ±0,5 дБ.

Ампервольтметр М 231 (рис. 10.46) предназначен для измерения величины и напряжения постоянного тока, в том числе при коррозионных измерениях на рельсовых путях электрифицированного транспорта и подземных металлических сооружений. Габаритные размеры 181×180×95 мм, масса 1,4 кг. Основные технические данные: ампервольтметр имеет двустороннюю симметричную шкалу; диапазоны измерения: по току 0 ... 0,005; 0 ... 0,05; 0 ... 0,1; 0 ... 1; 0 ... 5 А; по напряжению 0 ... 75 мВ; 0 ... 0,5; 0 ... 1; 0 ... 5; 0 ... 10; 0 ... 50; 0 ... 100 В; основная погрешность на всех отметках шкалы ±1,5% (выражается в процентах суммы конечных значений шкалы).

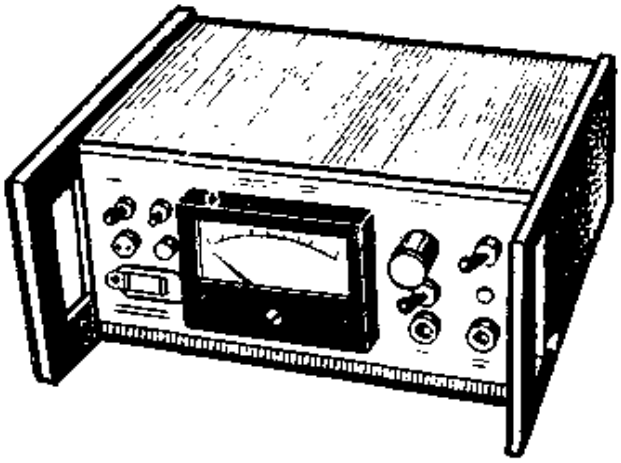


Рис. 10.45. Прибор SCB 2982

Рис. 10.46. Амперволтметр М 231

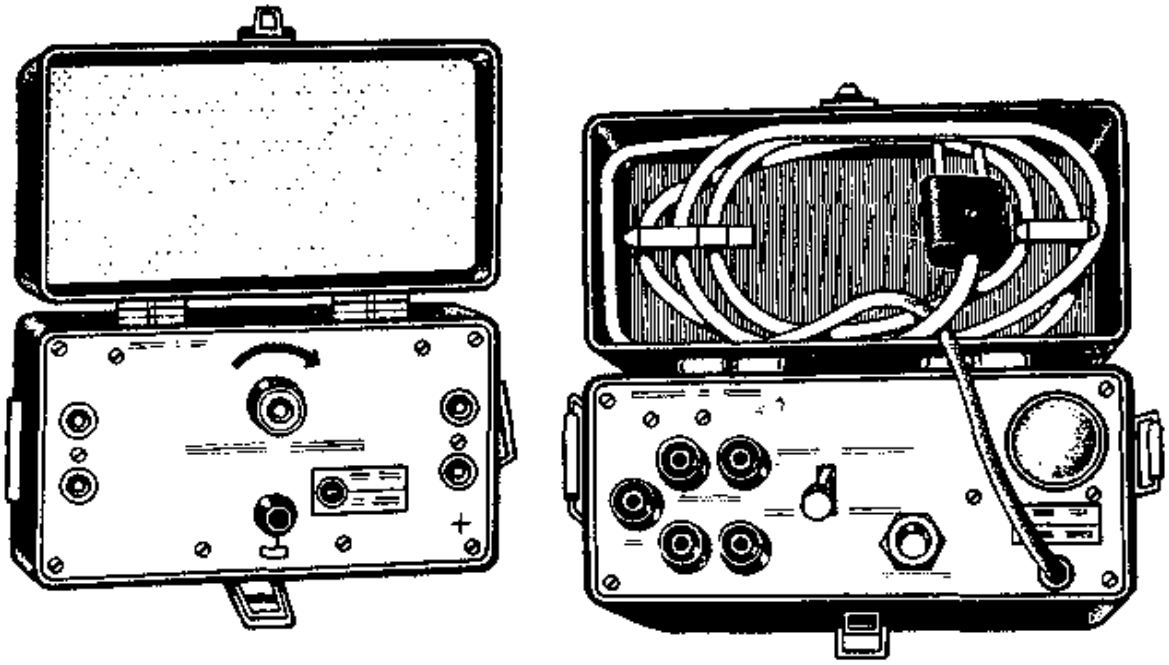


Рис. 10.49. Искатель кабельных пар ИКП-2М

Прибор кабельщика-спайщика ПКС (рис. 10.50) предназначен для отыскания определенных пар жил в многожильных кабелях местной связи, соединительных и разветвительных кабельных муфтах, определения места разбитости пар, а также места короткого замыкания или электрического сообщения проводов в многократных полях АТС и кроссировках. Прибор позволяет определять место повреждения изоляции проводов в кабелях при переходном сопротивлении в месте повреждения до 1000 Ом индукционным способом без вскрытия оболочки кабеля. Прибор обеспечивает громкоговорящую служебную связь: а) при гальваническом подключении прибора к жилам кабеля (или в цепи жила — земля); при индуктивной связи прибора с кабелем (без вскрытия его оболочки) на незадействованных кабелях.

Электропитание осуществляется от встроенной батареи, состоящей из шести элементов А343 «Салют-2» (при напряжении последних 7,2...8,2 В), сети пере-

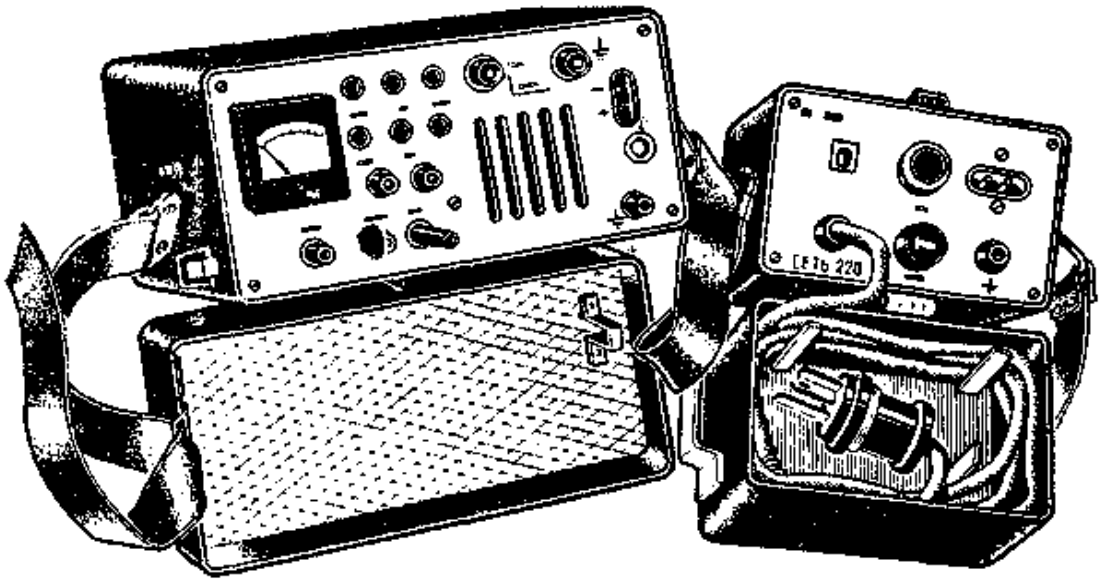


Рис. 10.50. Прибор ПКС

менного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц, внешнего источника постоянного тока напряжением $(9^{+1}_{-1,5})$В. Габаритные размеры: прибора ПКС 220×180×94 мм, блока сетевого питания БП-ПКС 150×205×88 мм, масса прибора без встроенного источника питания не более 5 кг. Основные технические данные: частота сигнала синусоидальной формы на выходе генератора прибора 1000±50 Гц; амплитуда сигнала манипулирована частотой 1...2 Гц; диапазон плавного регулирования напряжения сигнала на выходе усилителя в режимах «передача» и «прием» не менее 26 дБ; контроль напряжения источника питания и уровней сигналов генератора приема и передачи обеспечивает встроенный стрелочный индикатор.

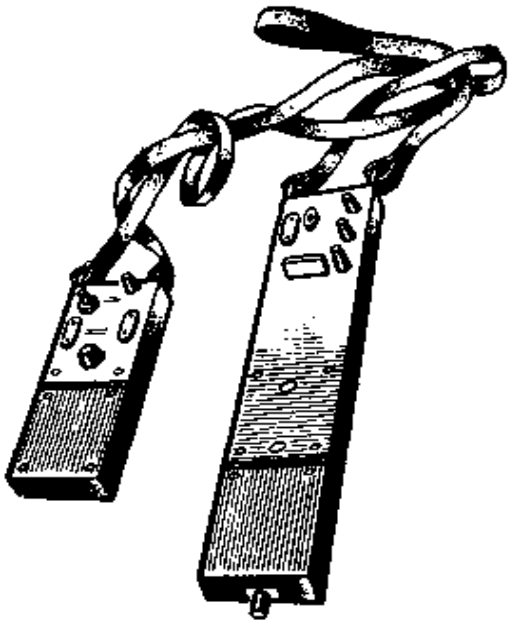


Рис. 10.51. Устройство ИПК-2

Устройство для отыскания пар кабеля ИПК-2 (рис. 10.51) предназначено для определения пучка жил кабеля, отыскания пар кабеля и организации служебной связи при строительстве, реконструкции и эксплуатации кабельных линий связи. Электропитание передатчика осуществляется от сети переменного тока напряжением 36 В, частотой 50 Гц или элемента типа 3336Л. Электропитание приемника осуществляется от элемента типа 3336Л. Габаритные размеры и масса: передатчика 357×72×60 мм, 3 кг; приемника 210×80×60 мм. 2 кг. Основные технические данные: частота последовательности прямоугольных импульсов на выходе передатчика 800±80 Гц; амплитуда выходных импульсов передатчика не менее 15 В при нагрузке 1 кОм; чувствительность приемника устройства не хуже 500 мкВ; коэффициент усиления приемника не менее 40 дБ.

Раздел 11

Симметрирование кабелей связи

11.1. Внутришаговое симметрирование НЧ кабелей

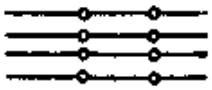
Внутришаговое симметрирование осуществляется скрещиванием жил четверок в симметрирующих муфтах, а также скрещиванием жил и включением конденсаторов в конденсаторных муфтах. Внутришаговое симметрирование осуществляется в одной (рис. 11.1, а), трех (рис. 11.1, б) и семи (рис. 11.1, в) точках (муфтах). Схема симметрирования (одно-, трех-, или семиточечная) задается проектом в зависимости от требуемой эффективности внутришагового симметрирования с учетом того, что скрещивание в одной точке позволяет уменьшить емкостные связи и асимметрию на 30%, в трех точках — в два, а в семи точках — в три раза.

При трехточечной схеме симметрирования сначала монтируют симметрирующие муфты в котлованах 1 и 2, а затем конденсаторную муфту (котлован 3). При семиточечном симметрировании сначала соединяют между собой строительные длины в котлованах 1, 2, 3, 4, затем пары длин в котлованах 5 и 6 и, наконец, полушаги в конденсаторной муфте (котлован 7).

Перед монтажом каждой муфты прибором ТТ-3151 измеряется емкостная связь и емкостная асимметрия на концах сращиваемых отрезков кабеля. Величины, измеренные на конце А кабеля, обозначаются через k_1, k_2, k_3 — емкостная связь и e_1, e_2, e_3 — асимметрия; на стороне Б — соответственно k'_1, k'_2, k'_3 и e'_1, e'_2, e'_3.

Таблица 11.1

Изменение значений емкостной связи и асимметрии в зависимости от примененной схемы скрещивания

Оператор		Схема соединения жил с конца		Емкостная связь			Емкостная асимметрия		
Номер	Обозначение	А	Б	k_1	k_2	k_3	e_1	e_2	e_3
1	···			$k_1+k'_1$	$k_2+k'_2$	$k_3+k'_3$	$e_1+e'_1$	$e_2+e'_2$	$e_3+e'_3$
2	X··			$k_1-k'_1$	$k_2-k'_2$	$k_3+k'_3$	$e_1-e'_1$	$e_2+e'_2$	$e_3+e'_3$
3	XX·			$k_1+k'_1$	$k_2-k'_2$	$k_3-k'_3$	$e_1-e'_1$	$e_2-e'_2$	$e_3+e'_3$
4	·X·			$k_1-k'_1$	$k_2+k'_2$	$k_3-k'_3$	$e_1+e'_1$	$e_2-e'_2$	$e_3+e'_3$
5	··X			$k_1+k'_1$	$k_2+k'_3$	$k_3+k'_2$	$e_1+e'_2$	$e_2+e'_1$	$e_3-e'_3$
6	X·X			$k_1-k'_1$	$k_2-k'_3$	$k_3+k'_2$	$e_1-e'_2$	$e_2+e'_1$	$e_3-e'_3$
7	·XX			$k_1-k'_1$	$k_2+k'_3$	$k_3-k'_2$	$e_1+e'_2$	$e_2-e'_1$	$e_3-e'_3$
8	XXX			$k_1+k'_1$	$k_2-k'_3$	$k_3-k'_2$	$e_1-e'_2$	$e_2-e'_1$	$e_3-e'_3$

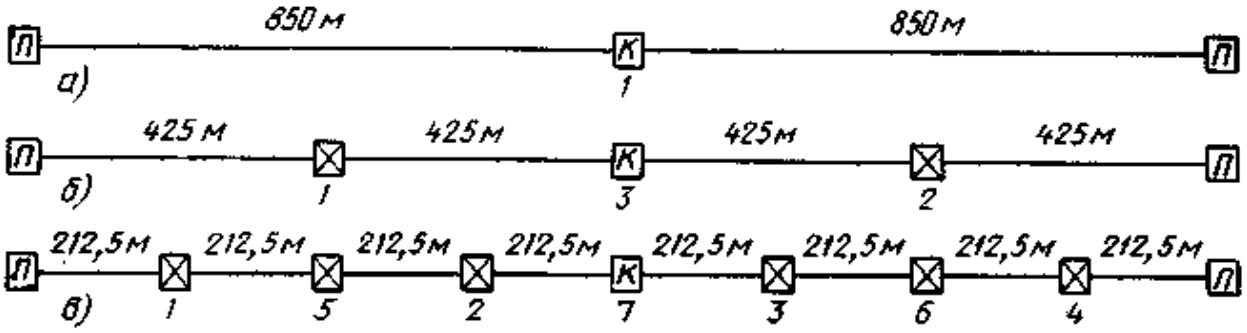


Рис. 11.1. Схемы симметрирования внутри шага пупинизации:
а — одноточечная; *б* — трехточечная; *в* — семиточечная; 1 . . . 7 — номера котлованов; П — пупиновская муфта; К — конденсаторная муфта

По измеренным значениям емкостной связи и емкостной асимметрии производится выбор оптимального оператора скрещивания жил и четверок. При этом следует пользоваться следующими правилами: 1) жилы первых пар четверки соединяются напрямое, когда знаки k_2 и k'_2 разные, и скрещиваются, когда знаки одинаковые; 2) жилы вторых пар соединяются напрямое, когда знаки k_3 и k'_3 разные, и скрещиваются, когда знаки одинаковые; 3) пары соединяются напрямое, когда абсолютные величины (без учета знака) k_2 и k'_2 или k_3 и k'_3 приблизительно равны; 4) пары скрещиваются, когда абсолютные значения e_1 и e'_2 или e_2 и e'_1 приблизительно равны. При определении скрещиваемых четверок следует пользоваться следующими правилами: 1) емкостная связь уменьшается, если суммарное число знаков «+» или «—» обоих концов соединяемых четверок будет нечетным; 2) соединяются четверки с наибольшими значениями коэффициентов связи; 3) уменьшение емкостной асимметрии не зависит от числа знаков «+» и «—»; 4) смешиваются четверки только одного повива и наиболее удаленные друг от друга.

Таблица 11.2

Допустимые значения емкостной связи и асимметрии НЧ кабелей

Параметр	Обозначение	Допустимое значение параметра, пФ	
		среднее	максимальное
Емкостная связь:			
между основными цепями в четверке	k_1	10	20
между основными и искусственными цепями в четверке	k_2, k_3	10	20
между искусственными цепями разных четверок	k_4	30	80
между основными цепями одной четверки и искусственной цепью другой смежной четверки	$k_5 \ldots k_8$	20	60
между основными цепями смежных четверок	$k_9 \ldots k_{12}$	10	30
Емкостная асимметрия:			
основных цепей	e_1, e_2	100	300
искусственной цепи	e_3	130	400

Точное определение оптимального оператора скрещивания производится на основании данных табл. 11.1.

Измеренные на концах смонтированного шага значения емкостных связей и асимметрии должны удовлетворять нормам, приведенным в табл. 11.2.

При организации однополосной двухпроводной системы передачи в процессе внутришагового симметрирования внутричетверочных комбинаций (а затем и при наращивании шагов) выравниваются рабочие емкости основных и искусственных цепей. При соединении полушагов (монтаже конденсаторных муфт) это выравнивание следует проводить подбором четверок, а при наращивании шагов — подбором четверок и включением дополнительных конденсаторов в стыковых муфтах. Относительное отклонение рабочих емкостей основных и искусственных цепей от средних значений на шаге пупинизации не должно превышать 1,5%.

11.2. Симметрирование НЧ кабелей при наращивании шагов

Шаги симметрирования наращиваются от концов усилительного участка к его середине. Предварительно монтируются нечетные муфты без измерения переходного затухания на ближнем конце. Четные муфты монтируются со скрещиванием по результатам измерения переходного затухания на ближнем конце между цепями внутри четверки. Переходное затухание измеряется прибором ИПЗ-5 на частоте 800 Гц для цепей, оборудованных индивидуальными тональными усилителями, и на частоте 5 кГц для цепей вещания. Для удобства определения наилучшей схемы соединения жил в четверке при измерениях используют переключатель операторов ПОМ, входящий в комплект приспособлений спайщика КПС-67. Для выбора наилучшей схемы соединения жил достаточно анализировать четыре оператора скрещивания: ···, ··X, X·· и X·X. Наилучшим является оператор скрещивания, обеспечивающий получение самых высоких значений переходного затухания на ближнем конце во всех внутричетверочных комбинациях взаимовлияющих цепей: между первой и второй основными цепями, между первой основной и искусственной, между второй основной и искусственной цепями.

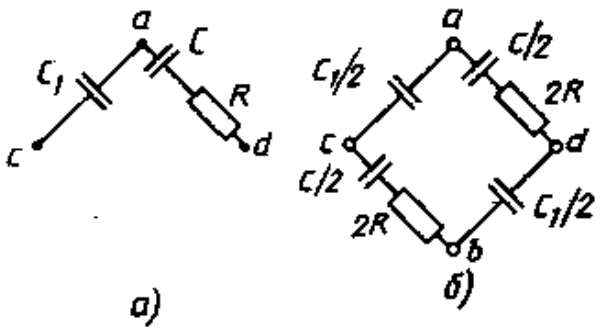


Рис. 11.2. Принципиальная (*а*) и монтажная (*б*) схемы включения контура противосвязи при концентрированном симметрировании

Обе половины усилительного участка, смонтированные наращиванием шагов, соединяются в средней (стыковой) муфте согласно результатам измерения защищенности цепей внутри каждой четверки. Схема соединения жил в каждой четверке определяется выбором наилучшего из восьми операторов скрещивания. Наилучшим считается оператор, который обеспечивает самые высокие значения защищенности всех внутричетверочных комбинаций цепей.

Окончательное доведение защищенности цепей до норм осуществляется концентрированным симметрированием на полностью смонтированном усилительном участке. Контуры противосвязи в подавляющем большинстве случаев включаются в одной муфте, расположенной вблизи середины участка (но не в стыковой и не в пупиновской). Контуры противосвязи подбираются с помощью контура RC-68, входящего в комплект КПС-67. Для устранения влияния контура противосвязи, включаемого в комбинацию основных пар, на защищенность в комбинациях искусственной и основных цепей значения проводимостей элементов контура делятся пополам и соответствующие конденсаторы и резисторы включаются в оба плеча одного и того же знака (рис. 11.2). При концентрированном симметрировании коротких усилительных участков (с затуханием менее 20 дБ) необходимо включать контуры противосвязи, одновременно контролируя защищенность цепи на дальнем конце и переходное затухание на ближнем конце.

11.3. Симметрирование экранированных пар

Внутришаговое симметрирование экранированных пар производится по коэффициенту e_1, измеряемому на частоте 800 Гц. Симметрирование осуществляется способом скрещивания в средней муфте шага; во всех остальных муфтах полушагов жилы экранированных пар соединяются напрямое. Остаточная асимметрия в шаге пупинизации (шаге симметрирования) не должна превышать 10 пФ. В случае необходимости в средней муфте включается конденсатор с учетом знака остаточной асимметрии. Если асимметрия имеет положительный знак, то конденсатор соответствующей емкости подключают между жилой *b* и экраном, если отрицательный, то между жилой *a* и экраном.

При наращивании шагов пупинизации измеряется переходное затухание на ближнем конце между экранированными парами на частоте 5 кГц. Если оказывается, что переходное затухание менее 113 дБ, то жилы скрещивают на выходе пупиновской катушки.

11.4. Симметрирование ВЧ кабелей

Симметрирование ВЧ кабелей проводится во всем диапазоне частот системы передачи. Симметрирование проводится на усилительных участках после монтажа оконечных устройств НУП, монтажа секций симметрирования (примерно четвертая часть усилительного участка), электрических измерений секций и проверки их герметичности. Во всех равноотстоящих муфтах (кроме симметрирующих) на усилительном участке строительные длины должны быть смонтированы по оператору систематического скрещивания Х·· . В случае, если монтируются одноименные концы строительных длин, их следует соединять по оператору ··· .

Симметрирование кабеля по результатам измерения защищенности цепей на дальнем конце производится скрещиванием жил четверок в трех симметрирующих муфтах (равноотстоящих друг от друга и от концов усилительного участка) и концентрированным симметрированием — включением контуров противосвязи в тех симметрирующих муфтах, где их подключение наиболее эффективно.

При симметрировании скрещиванием наилучшее сочетание операторов следует определять в два этапа: сначала выбрать для каждой из трех муфт один из двух основных операторов ··· или Х·· и затем в муфтах с основным оператором ··· пробовать дополнительные операторы ХХ·, ··Х и ХХХ, а в муфтах с оператором Х·· — ·Х·, Х·Х и ·ХХ. Если эта методика не позволяет получить (с учетом прибавки защищенности за счет включения контура противосвязи) требуемые нормы, следует проанализировать все сочетания из операторов ···, Х··, ··Х и Х·Х в каждой из трех муфт. Наилучшим сочетанием операторов скрещивания является такое, при котором (совместно с включением контура противосвязи) достигается наибольшая защищенность цепей данной четверки и достаточно подавляется эффект перестановки, т. е. защищенность не изменяется при перемене мест влияющей и подверженной влиянию цепей.

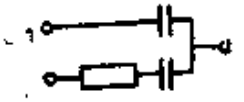
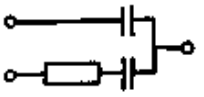
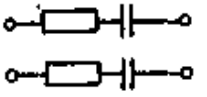
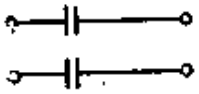
При концентрированном симметрировании для каждой из межчетверочных комбинаций необходимо определить муфту (или сочетание двух муфт), включение контуров противосвязи в которую (в которые) позволяет получить наибольшее значение защищенности. Определение точки включения контуров противосвязи следует выполнять в такой последовательности: третья муфта (от индикатора), вторая, первая, сочетание муфт третьей и первой, третьей и второй, второй и первой.

Операторы скрещивания и элементы контуров противосвязи подбираются с помощью переключателя ПОМ и контура RC-68, которые входят в состав комплекта спайщика КПС-67. Схема соединения элементов контура противосвязи и место его включения в зависимости от положения курбелей RC-68 определяются по табл. 11.3.

Симметрирование кабеля по результатам измерения переходного затухания на ближнем конце при необходимости производится в трех муфтах, расположенных

Таблица 11.3

Схемы включения контуров противосвязи в зависимости от положения переключателей

Номер схемы	Положение курбелей				Номер жилы	Схема соединения элементов контура	Номер жилы
	П	R	C	C_1			
1	1	0	>0	0	1		3
2	2	0	>0	0	2		3
3	1	>0	>0	0	1		3
4	2	>0	>0	0	2		3
5	1	>0	>0	>0	1		3
							4
6	2	>0	>0	>0	2		3
							4

Примечание. Цифрами 1 и 2 обозначены нечетная и четная жилы влияющей пары, цифрами 3 и 4 — нечетная и четная жилы пары, подверженной влиянию.

на расстояниях 0...400, 400...800 и 800...1300 м от НУП. Повышение переходного затухания во внутричетверочных комбинациях производится методом скрещивания и включения контуров противосвязи, а в межчетверочных комбинациях — включением контуров противосвязи. При выборе наилучшей схемы соединения жил в четверке следует опробовать только сочетания основных операторов скрещивания ··· и X·· . Контур противосвязи следует включать в той муфте, где его подключение наиболее эффективно. При симметрировании на ближнем конце не следует использовать конденсаторы емкостью более 30 пФ и резисторы сопротивлением менее 30 кОм.

При невозможности получить нормативные значения защищенности цепей на дальнем конце при использовании комплекта приборов типа ВИЗ симметрирование выполняют приборами ИКС-600 на верхней частоте диапазона симметрирования при выключенном электродвигателе.

Технология симметрирования контурами противосвязи зависит от характера и взаимного расположения годографов 1—2 и 2—1. На рис. 11.3 показаны наиболее часто встречающиеся годографы на межчетверочных комбинациях.

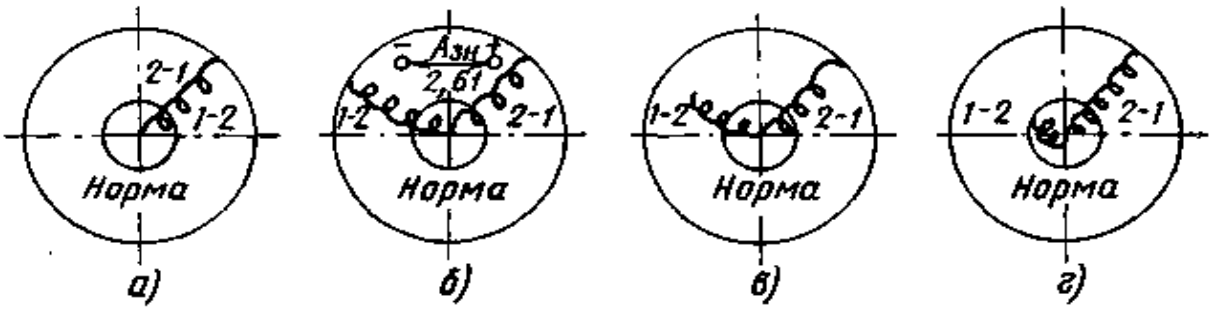


Рис. 11.3. Возможные варианты расположения годографов при симметрировании на дальнем конце

На рис. 11.3, *а*, годографы одинаковы по модулю (значениям защищенности) и совпадают по направлению. Манипулируя курбелями контура RC-68, находящегося на усилительном пункте, годографы поочередно сдвигают к окружности маски ЭЛТ, соответствующей требуемой защищенности.

На рис. 11.3, *б* годографы близки по модулю (значению защищенности), но различаются по фазе. С помощью курбеля С контура RC-68, подключенного к выводным проводникам третьего сростка, точки годографов сближаются, а затем курбелями R, C, C_1 они смещаются к центру до окружности, соответствующей требуемой защищенности.

На рис. 11.3, *в*, *г* годографы различаются и по модулю, и по фазе. Контуром RC-68, подключенным к выводным проводникам второго сростка, годографы выравнивают по защищенности, контуром RC-68 на третьем сростке годографы сближают, контуром RC-68 на первом сростке их смещают к центру до окружности, соответствующей требуемой защищенности.

Раздел 12

Испытание герметичности и постановка кабелей под постоянное избыточное воздушное давление

12.1. Общие сведения

Для предохранения кабеля от проникновения влаги при нарушении целости оболочки кабельные линии связи КЛС в процессе эксплуатации должны содержаться под постоянным избыточным воздушным давлением. Содержание кабеля под избыточным давлением позволяет систематически контролировать состояние оболочки, определять место ее повреждения и является наиболее эффективным средством повышения надежности и обеспечения бесперебойности действия КЛС.

Линия, подлежащая установке под давление, разбивается на отдельные герметичные участки. На концах герметичных участков кабеля устанавливаются газонепроницаемые устройства (муфты). Один или несколько участков, соединенных между собой воздуховодом, составляют секцию контроля герметичности кабеля КГК. Схемы содержания кабеля и контейнеров под избыточным давлением показаны на рис. 12.1—12.3.

Смонтированные усилительные участки магистральной и внутризоновых сетей, соединительные линии, кабельные вставки, а также кабели ГТС должны быть гер-

метичными и в тех случаях, когда это предусмотрено проектом, сдаваться в эксплуатацию под избыточным воздушным давлением 0,45...0,6 кгс/см².

Примечание. Для перевода давления в паскали (Па) следует применять коэффициент $K=9{,}8\cdot10^4$.

В процессе строительства на герметичность проверяют: строительные длины кабеля на барабанах, непосредственно перед прокладкой и после прокладки, непосредственно перед монтажом муфт; отрезки кабелей после затягивания их в каналы кабельной канализации, соединительные, разветвительные, газонепроницаемые, изолирующие и другие муфты до и после монтажа; пупиновские ящики и удлинители до и после монтажа; отрезки вводных и разветвительных кабелей с оконечными устройствами; оборудование и устройства для содержания кабеля и контейнеров под избыточным давлением: УСКД-1М, АУСКИД-1, КСУ, РУ-6ДМ, УПК-2М, ЩПВ и т. д.; контейнеры для размещения аппаратуры систем передачи НУП, НРП; воздуховоды; смонтированные шаги и секции кабеля; на кабелях ГТС — участки после соединения нескольких пролетов общей протяженностью около 0,5 км; смонтированные усилительные (регенерационные) участки и другие законченные монтажом соединительные линии, кабельные вставки, межстанционные или магистральные кабели ГТС.

На конце А строительной длины кабеля, поступающей от заводов-поставщиков, должен быть вентиль типа ЛК (ГОСТ 8107—75), с помощью которого измеряется давление в кабеле.

Допустимое избыточное давление в кабеле при его транспортировке составляет 0,5 ... 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 1,2 кгс/см² измеряется рабочим манометром МТИ со шкалой 1,6 кгс/см² и ценой деления не более 0,02 кгс/см², а давление до 3 кгс/см² — манометром со шкалой 4 кгс/см² и ценой деления не более 0,05 кгс/см². Давление

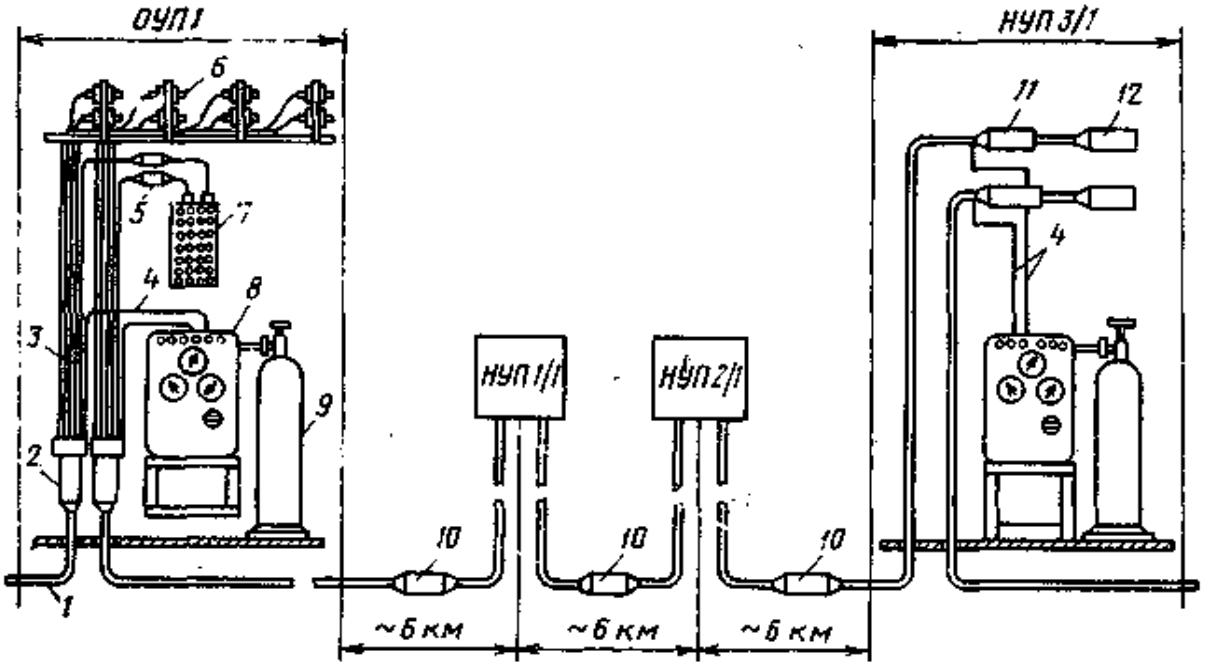


Рис. 12.1. Схема содержания междугородного кабеля под избыточным давлением на секции КГК:

1 — кабель; *2* — разветвительная муфта; *3* — распределительные кабели; *4* — воздуховод; *5* — муфты газонепроницаемые ГМС; *6* — ОГКМ; *7* — бокс; *8* — УСКД-1М (АУСКИД-1); *9* — баллон; *10* — соединительные муфты (на трассе); *11* — соединительная муфта (в НУП); *12* — УОК

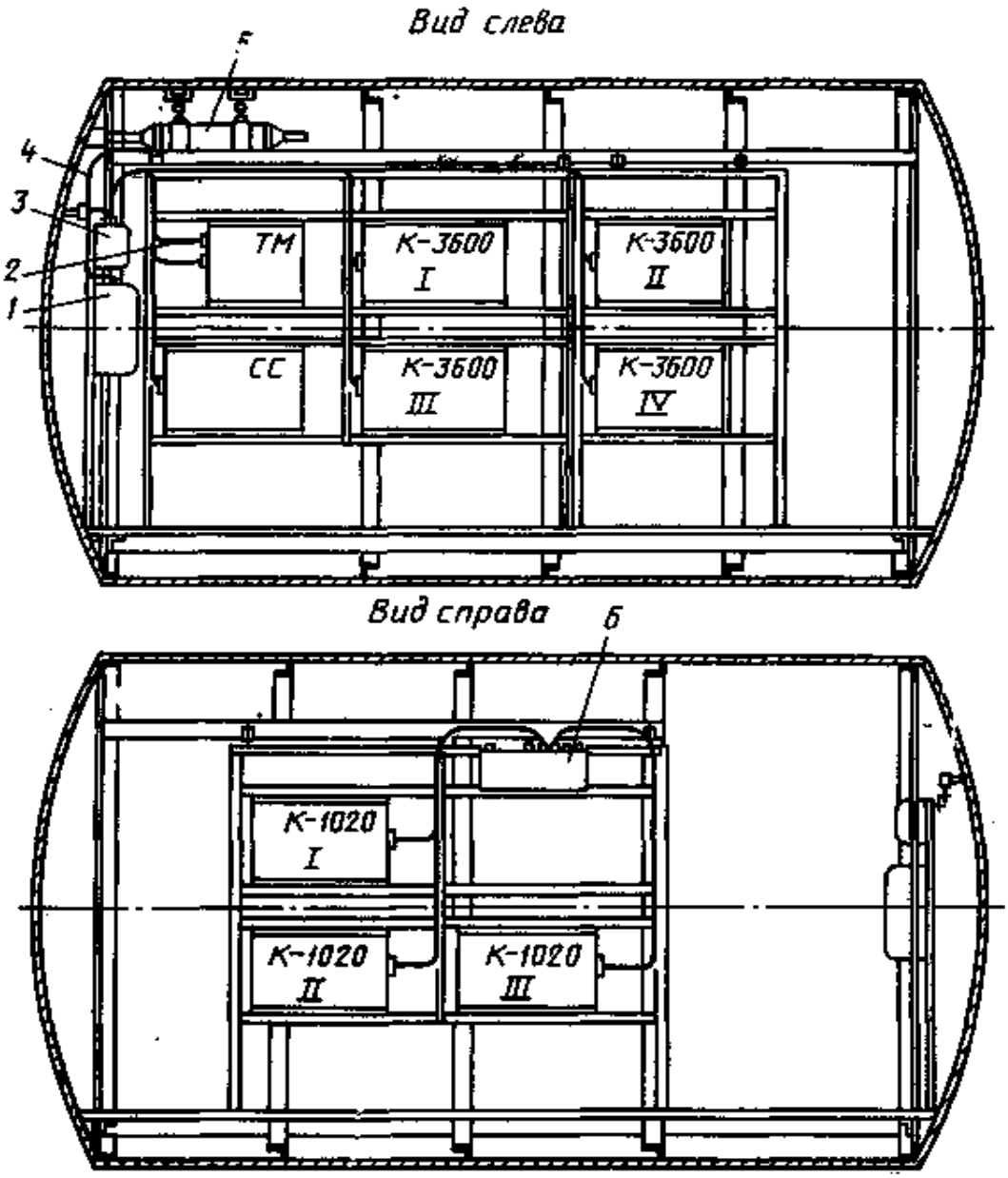


Рис. 12.2. Схема содержания под избыточным давлением контейнеров с аппаратурой системы передачи в цистерне НУП:

1 – УСКД-1М; *2* — кабель КМС; *3* — РУ-6ДМ (I); *4* — воздуховод; *5* — соединительная муфта; *6* — РУ-6ДМ (II)

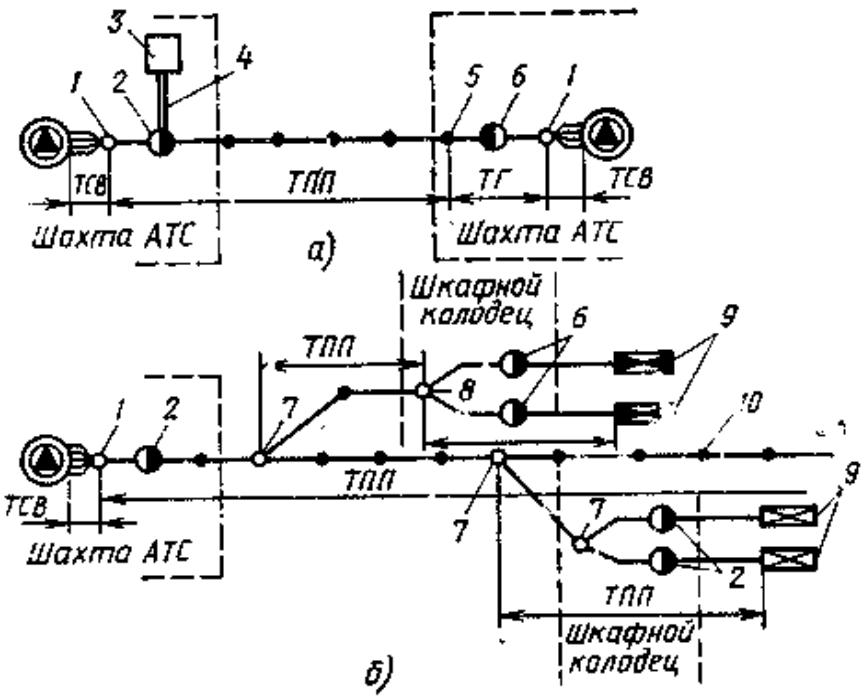


Рис. 12.3. Схема содержания межстанционных (*а*) и магистральных (*б*) кабелей ГТС под избыточным давлением:

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

в баллонах со сжатым воздухом измеряется манометром со шкалой до 250 кгс/см² и ценой деления 2 кгс/см².

Необходимо периодически проверять рабочие манометры по образцовым манометрам сравнением показаний.

12.2. Распространение воздуха в кабеле

Примерное время наполнения воздухом кабеля любого типа и участка любой длины до заданного избыточного давления может быть определено, если известна m — постоянная распространения воздуха в кабеле. Величина m может быть определена экспериментально на строительной длине кабеля. Для этого к одному концу строительной длины кабеля подключают манометр, а с другого конца в кабель нагнетают воздух до тех пор, пока манометр не покажет давление, равное давлению в месте нагнетания. Затем в месте нагнетания газа открывают вентиль и определяют время t, в течение которого давление на противоположном конце кабеля станет равным половине начального значения. Постоянная распространения газа в кабеле вычисляется по формуле $m=2{,}65(t/l^2)$, где t — время, ч; l — длина, км.

Постоянная распространения воздуха m для кабелей некоторых типов приводится в табл. 12.1.

Для получения в кабеле избыточного давления около 0,5 кгс/см² необходимо нагнетать воздух с обоих концов участка с начальным давлением $P_0=1{,}0$ кгс/см² до тех пор, пока избыточное давление в середине участка не до-

Таблица 12.1

Постоянная распространения воздуха в кабелях некоторых типов

Тип кабеля	КМ-4	МКС-7×4	МКС-4×4	МКС-1×4
m	4,5...5	1..1,3	2...2,2	2,2...2,8

стигнет величины $P_1/_2=0{,}3$ кгс/см². В этом случае время нагнетания воздуха в кабель определяется по формуле $t=0{,}054\ m/2$.

Для определения времени, необходимого для получения заданной величины давления при нагнетании воздуха с одного конца кабеля, вместо l берется величина, равная $2l$ (удвоенная длина участка).

В табл. 12.2 приведены данные о средней продолжительности накачки воздуха до давления 0,5 кгс/см² для некоторых кабелей, а в табл. 12.3 и 12.4 — о примерном количестве воздуха, необходимого для накачки 1 км некоторых кабелей и участков различной длины соответственно. Точность данных, приведенных в табл. 12.2 — 12.4, составляет ±10%.

Таблица 12.2

Ориентировочное время накачки воздуха в кабель при начальном давлении 1 кгс/см²

Тип кабеля	Длина участка, км	Время ч, накачки кабеля		Тип кабеля	Длина участка, км	Время ч, накачки кабеля	
		с двух сторон	с одной стороны			с двух сторон	с одной стороны
КМ-8/6	6	4,6	18,4	МКТ-4	6	16,3	65
	3	1,2	4,6		2	1,8	7,2
	2	0,5	2,0	МКС-7×4	20	24,8	100,0
КМ-4	6	9,2	37,0		5	1,6	6,2
	3	2,3	9,2	4×4	20	45,4	182
	2	1	4,0		5	2,8	11,2
	1,5	0,6	2,3	1×4	10	14	54,0
					5	3,5	14,0

Таблица 12.3

Количество воздуха, необходимое для накачки 1 км кабеля до различного избыточного давления

Тип кабеля	Избыточное давление, кгс/см²							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0	3,0
КМ-8/6	0,43	0,52	0,6	0,69	0,77	0,86	1,72	2,58

Окончание табл. 12.3

Тип кабеля	Избыточное давление, кгс/см²							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0	3,0
КМ-4	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,45	0,90	1,35
МКТ-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	0,2	0,23	0,25	0,50	0,75
4×4	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,15	0,30	0,45
1×4	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,07	0,11

Таблица 12.4

Количество воздуха, необходимое для накачки участков кабеля разной длины до различного избыточного давления

Тип кабеля	Длина кабеля, км	Избыточное давление, кгс/см²					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
КМ-8/6	6 3 1,5	2,6 1,3 0,65	3,1 1,6 0,8	3,6 1,8 0,9	4,2 2,1 1,1	4,7 2,4 1,2	5,2 2,6 1,6
КМ-4	6 3 1,5	1,4 0,7 0,35	1,6 0,8 0,4	1,9 0,9 0,45	2,2 1,1 0,55	2,5 1,3 0,65	2,7 1,4 0,7
МКТ-4	6 2	0,5 0,2	0,6 0,2	0,7 0,2	0,8 0,3	0,9 0,3	1,0 0,4
МКС-7×4	20 5	2,5 0,7	3,0 0,8	3,5 0,9	4,0 1,0	4,5 1,1	5,0 1,3
4×4	20 5	1,5 0,4	1,8 0,5	2,1 0,6	2,4 0,6	2,7 0,7	3,0 0,8
1×4	10 5	0,2 0,1	0,2 0,1	0,2 0,1	0,3 0,1	0,3 0,2	0,4 0,2

12.3. Допустимое избыточное давление

Допустимое давление для кабеля (в свинцовой оболочке) и соединительных муфт, кгс/см², может быть определено по формуле $P_{доп} \leqslant [10(t-0{,}05)]/r_{вн}$ или $P_{доп} \leqslant [(r_{нар}-0{,}05)^2-r^2_{вн}]/[(r_{нар}-0{,}05)^2+r^2_{вн}]$, где t — радиальная толщина оболочки, равная $r_{нар}-r_{вн}$, см; $r_{нар}$ и $r_{вн}$ — радиусы наружной и внутренней поверхностей оболочки кабеля (муфты), см.

Первая формула может применяться при условии, когда $t/r_{вн} \leqslant 0{,}06$. В остальных случаях расчет ведется по второй формуле. Допустимое постоянное избыточное давление, рассчитанное по этим формулам, для кабелей некоторых типов приведена в табл. 12.5.

Таблица 12.5

Допустимое постоянное избыточное давление

Тип кабеля	$P_{доп}$, кгс/см²	Тип кабеля	$P_{доп}$, кгс/см²	Тип кабеля	$P_{доп}$, кгс/см²
КМБ-8/6	0,45	ТЗБ 4×4×0,9	1,28	ТГ 100×2×0,5	0,99
КМБ-4	0,66	7×4×0,9	1,20	300×2×0,5	0,88
МКСБ 7×4×1,2	0,64	12×4×0,9	1,0	500×2×0,5	0,80
4×4×1,2	0,73	19×4×0,9	0,84	1000×2×0,5	0,77
1×4×1,2	1,10	37×4×0,9	0,79		
		61×4×0,9	0,76		

В целях унификации оборудования для содержания под давлением кабелей всех типов в СССР принята величина постоянного избыточного давления, равная 0,45 ... 0,6 кгс/см².

12.4. Нормы оценки герметичности

Герметичность кабеля оценивается сравнением показаний манометра, полученных при измерении давления в начале испытания и после истечения контрольного срока. Кроме того, можно оценивать герметичность, сравнивая результаты контрольных измерений с данными измерений, указанными в заводских протоколах (или других аналогичных документах), при условии, что период между измерениями не меньше установленного контрольного срока.

Оценка герметичности производится после выравнивания давления. Давление считается выравненным, если его значения, измеренные по концам участка длиной до 5 км, равны, а для участков длиной свыше 5 км не отличаются друг от друга более чем на 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 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.

Расчетные величины давления в зависимости от изменения температуры Таблица 12.6

Первоначальное давление P_1, кгс/см²	Значение $\pm\Delta P_{расч}$, кгс/см², в зависимости от изменения температуры $\pm\Delta t$, °С														
	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	0,08	0,08
0,62...0,63	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	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	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	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	0,08	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	0,07	0,07	0,08	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	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09
0,8...0,83	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	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	0,08	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	0,08	0,08	0,09	0,10
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	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10
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	0,08	0,09	0,10	0,11
1,08...1,1	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
1,5...1,53	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
1,54...1,56	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13
1,57	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
1,58...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	0,11	0,12	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	0,12	0,13
1,62...1,64	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
1,65...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	0,12	0,13	0,14
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	0,13	0,14
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 12.7

Нормы оценки герметичности кабелей, оконечных устройств и контейнеров магистральной и внутризоновых сетей

Объект испытания	Испытательное давление, кгс/см²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{доп}$), кгс/см²
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
В процессе строительства			
Строительные длины кабеля, поступившие под давлением на площадку от завода-поставщика	0,5...1,1	24	0
Строительные длины кабеля, поступившие без давления или с давлением менее 0,5 кгс/см² или без вентилей после их впайки 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*	0
То же, с пониженным давлением	0,8...1,0	48	0
Пупиновские 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 пупиновских ящиков и удлинителей)	0,8...1,0	0,2...0,3	
Муфты газонепроницаемые ГМС, ГМСИ до монтажа	2,0	3	0
Муфты изолирующие 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	0

Продолжение табл. 12.7

Объект испытания	Испытательное давление, кгс/см²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{доп}$), кгс/см²
Муфты газонепроницаемые КГС, КГСП	2,0	24	0
Смонтированные оконечные устройства 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
Устройство ввода кабелей в контейнеры ИКМ-480	0,75	0,25	Отсутствие пузырьков при погружении в воду
Устройство ввода кабелей в контейнеры ИКМ-1920 и К-10800	0,7...0,75	0,4	0,04
Устройство оконечное кабельное УОК со стабкабелем	0,75	0,25	Отсутствие пузырьков в слое воды над разъемом
Муфта оконечная типа КАЕ (со стабкабелем)**	1,5	24	0,04***
Кабельный бокс для контейнера НРП-К4 системы передачи ИКМ-120	1	1	0,02
Кабельный бокс для контейнера НРП-Г8 системы передачи ИКМ-120	1	4,5	0,02
Кабельный бокс для контейнера системы передачи ВК-960-2	0,5	48	0,01
Контейнеры НУП НРП-Г8 и НРП-К4 системы передачи ИКМ-120	1	24	0,025
Контейнер НРП-К12 системы передачи ИКМ-30	0,7	24	0
Контейнеры НУП систем передачи ИКМ-1920 и К-10800*4:			
внутреннее кольцо уплотнения крышки	0,7	0,1	Отсутствие пузырьков при смачивании мыльным раствором
внешнее кольцо	0,7	0,2	0
общая герметичность	0,7...0,75	120	0,02
Контейнеры НУП систем передачи К-3600, К-24, служебной связи СС, телемеханики ТМ*5	0,2±0,02	120*6	0,02***
Контейнеры НУП системы VLU-1920 с муфтой ААЕ	1	48*6	0,04***

Окончание табл. 12.7

Объект испытания	Испытательное давление, кгс/см²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{доп}$), кгс/см²
Устройство коммутации воздуха в контейнерах НУП (НРП)	0,7...0,8	0,3	0,05
Смонтированные шаги (1,7...2,5 км)	0,8...1,0	48	0
Смонтированные секции или кабели соединительных линий длиной 5...6 км:			
с пупиновскими ящиками	0,45	48	0
без пупиновских ящиков	0,8...1,0	48	0
Смонтированные усилительные участки:			
с пупиновскими ящиками	0,45	240	0,05
без пупиновских ящиков	0,5...0,6	240	0,05

* Не менее чем через 24 ч после прокладки давление должно оставаться неизменным.

** Испытание проводится, если муфты КАЕ поступили под избыточным давлением менее 0,5 кгс/см².

*** Величину утечки определяют по формуле $\Delta P = (P_{м.н} - P_{м.к}) + (P_{б.н} - P_{б.к}) + [(T_к - T_н)/T_к]\,(P_{м.к} + P_{б.к})$, где $P_{м.н}$ и $P_{м.к}$ — манометрическое избыточное давление в муфте (контейнере) в начале и конце испытательного срока, кгс/см²; $P_{б.н}$ и $P_{б.к}$ — барометрическое атмосферное давление в начале и конце испытательного срока, кгс/см² (1 мм рт. ст. = $1{,}36 \cdot 10^{-3}$ кгс/см²); $T_н$ и $T_к$ — температура окружающей среды в начале и конце испытаний, К (равная по шкале Кельвина $t_н + 273$ и $t_к + 273$). Вычисления проводят с точностью до третьего знака после запятой.

*** Испытаниям подвергаются только контейнеры, размещаемые в земле.

**** Испытания проводятся, если давление в контейнерах, поступивших от завода-изготовителя, менее 0,05 кгс/см².

***** Начальные измерения давления и температуры производятся через 8 ч после накачки.

Таблица 12.8

Нормы оценки герметичности кабелей ГТС

Объем испытаний	Испытательное давление, кгс/см²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{доп}$), кгс/см²
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, км:			
до 2	0,5	48	0
более 2	0,5	240	0

Окончание табл. 12.8

Объем испытаний	Испытательное давление кгс/см²	Минимальный контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{доп}$), кгс/см²
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 (ТПП) емкостью 100 пар и более*			
Строительная длина кабеля на барабане	0,5	24	0
Строительная длина кабеля после затягивания в канализацию	0,5	24	0
Участок смонтированного кабеля длиной, км:			
до 2	0,5	48	0
более 2	0,5	240	0,05

* В кабелях ТППШп испытывается только внутренняя оболочка.

Таблица 12.9

Нормы оценки герметичности оборудования для содержания кабеля под давлением

Объект испытаний	Верхний предел измерений манометра, кгс/см²	Испытательное давление, кгс/см²	Контрольный срок, ч	Норма герметичности (допустимая утечка $\Delta P_{доп}$), кгс/см²
УСКД-1М:				
верхняя ступень	250	140±10	3	5
на выходе установки	1,6	0,5±0,02	3	0*
АУСКИД-1 (АУСКИД):				
верхняя ступень	250	100±10	1	10
дозирующее устройство	6	2,0...2,3	1	0,1
на выходе установки	1,6	0,5±0,02	1	0**
АКОУ:				
верхняя ступень	250	100±10	3	10
дозирующее устройство	6	0,5...2,0	1	0,1
на выходе установки	1,6	0,5...0,02	3	0*
РУ-6ДМ	1,6	1	0,3	0,05
УПК-2М	1,6	0,5	0,3	0,02
ПУВИГ	250	100±10	0,5	10
ВКП-1	1,6	1±0,2	0,5	0
РУ (вакуумметр)			0,25	Разряжение не менее 0,5
Осушительное устройство	1,6	1	1	0,15

* Допускается повышение давления до 0,6 кгс/см².
** Допускается повышение давления до 0,65 кгс/см².

При $t_2^0 > t_1^0$ $\Delta P_{факт} = (P_1 + P_{расч}) - P_2 \leqslant \Delta P_{доп}$; при $t_2^0 < t_1^0$ $\Delta P_{факт} = (P_1 - P_{расч}) - P_2 \leqslant \Delta P_{доп}$.

Кабели считаются герметичными, если снижения давления за контрольный срок не произошло ($P_2 = P_2' - 1$) или фактическое снижение давления $\Delta P_{факт}$ не превышает допустимой нормы $\Delta P_{доп}$:

$$\Delta P_{факт} = (P_2' - 1) - P_2 \leqslant \Delta P_{доп}.$$

Расчетные значения давления $\pm\Delta P_{расч}$ в зависимости от изменения температуры $\pm\Delta t^\circ$ для испытательного давления P_1 в пределах 0,5...1,1 и 1,5...2,0 кгс/см² приведены в табл. 12.6.

Нормы оценки герметичности кабелей и оборудования для содержания кабелей под давлением приведены соответственно в табл. 12.7—12.9. Строительные длины кабеля, не выдержавшие испытаний по пп.1—3 табл. 12.7, испытываются в соответствии с требованиями ГОСТ или ТУ на кабель данного типа. Если и эти требования не выдерживаются, то заводу-изготовителю предъявляется рекламация.

12.5. Системы содержания кабеля под постоянным воздушным давлением

Системой содержания кабеля под давлением принято называть комплекс устройств, предназначенных для поддержания в кабеле постоянного избыточного воздушного давления. Давление в кабеле может поддерживаться следующими способами:

непрерывной автоматической подкачкой воздуха по мере его утечки с помощью специального автоматического оборудования;

периодической подкачкой воздуха 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.

12.6. Контроль исправности оболочки кабеля и методы определения района ее повреждения

Непрерывный контроль исправности оболочки кабеля, а также определение района повреждения осуществляется следующими методами.

Учет расхода воздуха. Метод основан на учете расхода воздуха, подаваемого в кабель с обоих концов участка для компенсации утечки, вызванной повреждением оболочки. Учитывая, что при установившемся режиме распределения давления в кабеле объем воздуха, подаваемого с обоих концов участка для компенсации утечки, обратно пропорционален расстоянию до места утечки, определяют район повреждения по расходу воздуха 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 только 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

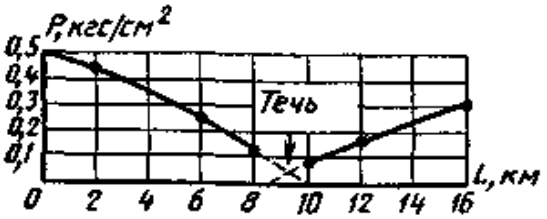


Рис. 12.4. Манометрический метод определения района повреждения

герметичных участков — электроконтактные манометры. При снижении давления до минимально допустимого 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 давления манометрами 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 воздуха. Пересечение этих кривых соответствует району утечки воздуха (рис. 12.4).

12.7. Определение места повреждения оболочки

Наиболее эффективным способом определения места негерметичности оболочки является использование индикаторных газов. Метод основан на способности всех газов перемещаться в почве, воде или другом газе в сторону меньшей концентрации 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, в течение которого индикаторный газ достигает поверхности земли, складывается из времени его распространения по кабелю до места выхода из оболочки и времени распространения до поверхности грунта.

В табл. 12.10 приведены расчетные значения времени распространения воздуха от места выхода из кабеля до поверхности грунта. 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, взрыво- и пожаробезопасность);

Таблица 12.10

Время распространения воздуха до поверхности различного грунта в зависимости от глубины залегания кабеля

Глубина залегания кабеля, м	Время распространения газа		
	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 воздуха в месте его выхода из кабеля составляет около 1,5 кгс/см².

2. Обычно почва над кабелем при прокладке разрушена, что способствует ускорению выхода воздуха на поверхность.

высокая электрическая прочность;
возможность производства в промышленном масштабе.

С учетом изложенных требований в качестве индикаторного газа для определения мест негерметичности кабелей связи наибольшее распространение получил хладон-22, свойства которого приведены ниже:

Наименование по ГОСТ	Дифторхлорметан
Нормальная температура кипения, °С	—40,8
Температура затвердевания, °С	—160
Плотность при температуре +20 °С:	
жидкость, кг/л	1,213
пар, кг/м³	38,76
Содержание дифторхлорметана, % по объему, не менее	99,60
Содержание воздуха или азота, % по объему, не более	0,2
Содержание воды, %, не более	0,0025

Хладон-22 транспортируется в цистернах, баллонах, бочках и других сосудах, рассчитанных на давление 12 кгс/см². Сосуд следует наполнять из расчета не более 1,1 кг жидкого хладона на литр объема сосуда. Потребитель обязан возвращать сосуды для повторного наполнения с избыточным давлением не менее 0,5 кгс/см².

На рис. 12.5 показана зависимость давления газообразного хладона, находящегося над жидким (в баллоне) от температуры. При нормальной температуре (+20 °С) хладон-22 — без цвета, запаха и вкуса, взрывобезопасен и не горюч; при концентрации свыше 20% окрашивает пламя паяльной лампы в голубой цвет. При температуре выше 400 °С, а также при электрическом разряде хладон разлагается, выделяя корродирующие оболочку кабеля вещества и ядовитые газы.

Место повреждения оболочки кабеля с помощью хладона-22 определяется следующим образом. По всей длине района повреждения трасса кабеля уточняется кабелеискателем и обозначается вешками через 5—10 м. Затем по всему участку через 1,5 ... 2,0 м над кабелем пробиваются шурфы диаметром около 2 см и глубиной 25 ... 30 см. Поврежденный участок обследуют галлоидным течеискателем для установления величины естественного «фона», создаваемого галоидосодержащими примесями (испарениями) почвы. В ближайшую к границе поврежденного участка муфту впаивают вентиль и снижают в этом районе избыточное давление (вентиль должен быть открыт в течение 20 ... 30 мин). После этого в кабель в течение 5...10 мин вводят хладон-22 под давлением 0,5...0,6 кгс/см² (за это время в кабель будет введено примерно 250 ... 500 г хладона). Схема введения в кабель газа приведена на рис. 12.31.

Для обеспечения движения индикаторного газа по кабелю (вдоль поврежденного участка) после хладона-22 через вентиль в него подают сухой воздух под давлением 0,5...0,6 кгс/см². Через 12...15 ч после введения хладона 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 хладона в грунте выявление места повреждения может продолжаться в течение пяти — семи суток.

Использование нерадиоактивных стабильных газов (хладона, 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. д. В этих случаях применяются радиоактивные газы, в частности бромистый метил.

Схема оборудования для введения радиоактивного газа в кабель приведена на рис. 12.6. На поверхности радиоактивный газ обнаруживают радиометром ИРР. Точка максимальной радиоактивности соответствует месту повреждения оболочки кабеля.

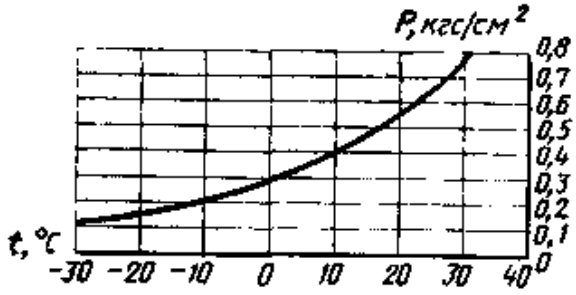


Рис. 12.5

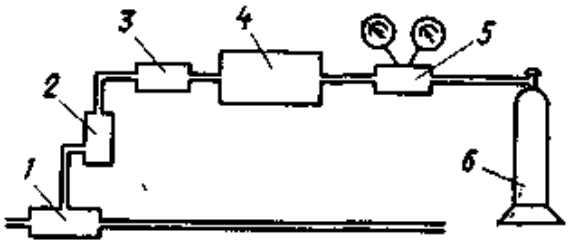


Рис. 12.6

Рис. 12.5. Зависимость давления газообразного хладона, находящегося в баллоне, от температуры

Рис. 12.6. Схема оборудования для введения радиоактивного газа в кабель:
1 — муфта линейного кабеля; *2* — приспособление для вскрытия ампул с радиоактивным газом; *3* — индикатор влажности; *4* — осушительная камера; *5* — редуктор с манометрами; *6* — баллон со сжатым воздухом

Радиоактивные индикаторные газы в некоторых случаях являются единственным средством определения места повреждения оболочки. Данный метод имеет ряд преимуществ перед методом стабильных газов: исключаются трудоемкие работы по шурфованию трассы, отпадает необходимость в мощных источниках тока для питания индикаторных приборов и т. д. Однако централизация производства радиоактивных газов, неудобство транспортировки, ограниченное время хранения, обусловленное распадом, препятствуют их широкому внедрению.

12.8. Оборудование, приборы и материалы, необходимые для содержания кабеля и контейнеров 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 воздушным 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, УВК и КАЕ (см. разд. 9).

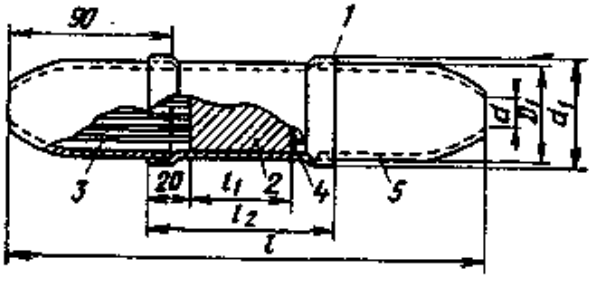
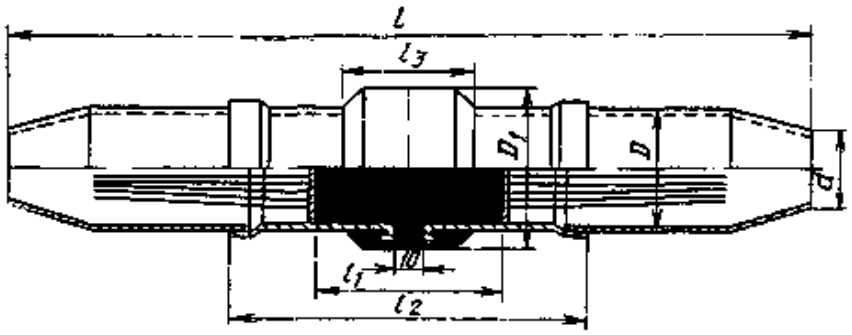


Рис. 12.7. Газонепроницаемая муфта ГМС

Муфта ГМС (рис. 12.7) представляет собой свинцовый цилиндр *1*, заполненный внутри полимеризованным 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 ГМСИ (газонепроницаемая изолирующая) отличается наличием на свинцовом цилиндре кольцевого изолирующего промежутка (рис. 12.8).

Рис. 12.8. Газонепроницаемая изолирующая муфта типа ГМСИ



Число и расположение жил в муфтах ГМС и ГМСИ определяются емкостью кабеля, для которого они предназначены. Состав эпоксидного компаунда приведен в табл. 12.11, а размеры и масса — в табл. 12.12.

Муфты должны выдержать без повреждений избыточное давление не менее 2 кгс/см² или вакуум не менее 720 мм рт. ст. в течение 24 ч и при такой же нагрузке один цикл резкого изменения температуры: 2 ч при — 40 °С и потом 2 ч при +50 °С. Муфты должны работать под постоянным избыточным воздушным давлением 0,5 ... 0,6 кгс/см² при температуре окружающей среды —10 ... +35 °С. Герметичность муфт проверяется прибором, изображенным на рис. 12.9. При включенном вакуумном насосе *1* и открытом вентиле *2* в цилиндре *3* создается вакуум, 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.

Таблица 12.11

Состав эпоксидного компаунда для муфт ГМС и ГМСИ

Компонент	ГОСТ, ТУ	Число 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% смеси

Таблица 12.12

Основные данные муфт ГМС и ГМСИ (см. рис. 12.7 и 12.8)

Тип муфты	Число жил	Размер муфты, мм								Общая масса, кг	Масса компаунда, кг
		l	l_1	l_2	l_3	D	D_1	d	d_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

Таблица 12.13

Основные размеры газонепроницаемых муфт МГ

Тип муфты	Наружный диаметр кабеля, мм	Размеры, мм				Расход массы МКС-6 на одну муфту, кг
		длина	наружный диаметр	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

Сопротивление изоляции между каждой жилой и всеми остальными, соединенными с корпусом, должно быть не менее 50 000 МОм, между двумя полуцилиндрами муфт ГМСИ — 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.

Муфты 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. 12.10). Основные данные таких муфт приведены в табл. 12.13.

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 ТПП при необходимости содержания их под избыточным давлением газонепроницаемые муфты оборудуются непосредственно на кабеле.

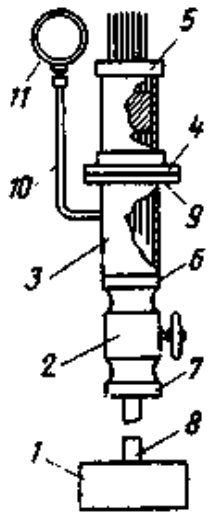


Рис. 12.9. Прибор для испытаний герметичности газонепроницаемых муфт типа ГМС, ГМСИ:

1 — вакуумный насос; *2* — вентиль; *3* — металлический цилиндр; *4* — шайба резиновая; *5* — муфта ГМС; *6, 7* — переходные муфты; *8* — шланг; *9* — шайба стальная; *10* — трубка; *11* — вакуумметр

Рис. 12.10. Газонепроницаемая муфта МГ, заливаемая непосредственно на кабеле

Таблица 12.14

Ориентировочные размеры полиэтиленовых газонепроницаемых муфт и расход компаунда

Емкость кабеля при диаметре жил, мм			Размеры цилиндрической части муфты, мм		Расход компаунда, кг
0,4	0,5	0,7	Длина	Внутренний диаметр	
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	

Таблица 12.15

Состав эпокситиоколовых компаундов ЭТЗК

Компонент	ГОСТ или ТУ	Число 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
Тиокол НВБ-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

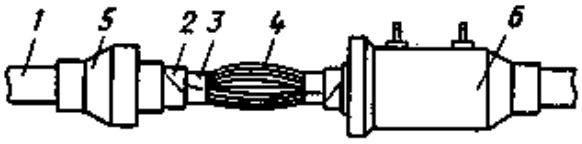


Рис. 12.11. Газонепроницаемая муфта на кабеле ТПП:

1 — оболочка кабеля; *2* — экран; *3* — поясная изоляция; *4* — жилы; *5* — конус полиэтиленовой муфты; *6* — полиэтиленовая муфта

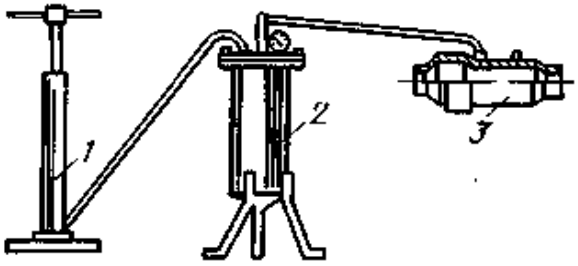


Рис. 12.12. Схема заливки газонепроницаемой муфты на кабеле ТПП под давлением:

1 — насос; *2* — заливочный бачок; *3* — муфта

Методика монтажа предусматривает установку полиэтиленовой муфты (рис. 12.11), сварку ее частей с оболочкой кабеля и между собой, заливку герметизирующего эпокситиоколового компаунда ЭТЗК. Размеры муфт и ориентировочный расход компаунда приведены в табл. 12.14, а состав компаунда — в табл. 12.15.

Вентили

Для контроля за величиной избыточного давления, а также для накачивания кабеля используются вентили типа ЛК (ГОСТ 8107—75). Вентиль (рис. 12.13) впаивается в один из концов строительной длины или шага кабеля, а в отдельных

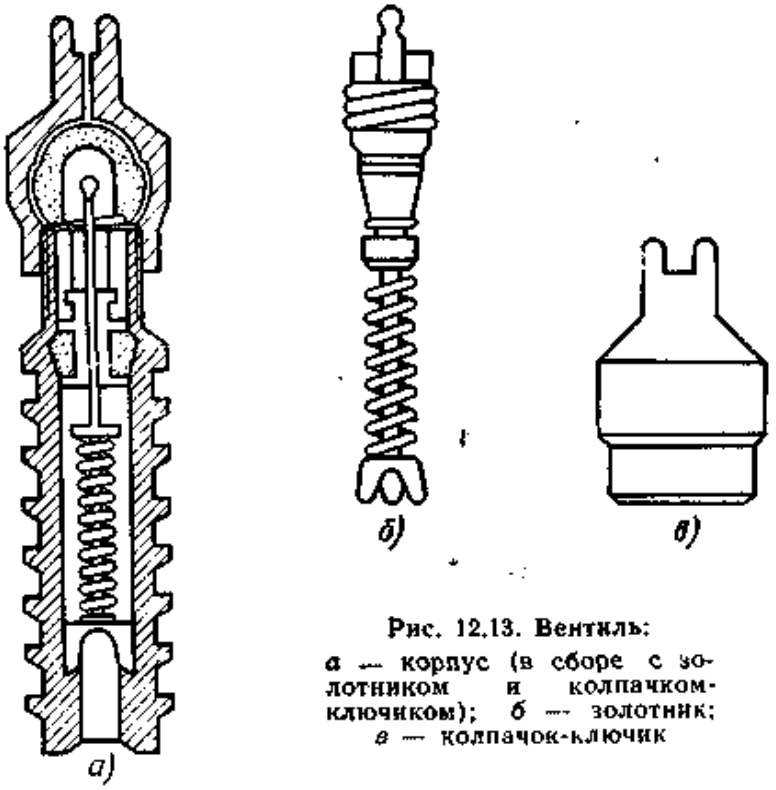


Рис. 12.13. Вентиль:

а — корпус (в сборе с золотником и колпачком-ключиком); *б* — золотник; *в* — колпачок-ключик

случаях — и в оборудование для испытаний герметичности (контрольные щитки, оконечные устройства, муфты и т. д.). Во время припайки из вентиля необходимо вынуть ниппель во избежание повреждения резины при нагревании.

Источники сжатого воздуха

В качестве источников сжатого воздуха для испытания герметичности кабеля и содержания его под постоянным воздушным давлением используются компрессоры, баллоны высокого давления и установки для ручной накачки кабеля.

Компрессорные установки предназначены для нагнетания воздуха в кабель и наполнения воздухом баллонов высокого давления. Производительностью компрессора называется объем воздуха, сжимаемого в единицу времени. Для определения производительности необходимо измерить объем воздуха на выходе из компрессора и пересчитать на условия состояния воздуха, входящего в компрессор. Технические характеристики компрессорных установок, применяемых в хозяйстве связи для содержания кабелей под давлением, приведены в табл. 12.16.

Установка компрессорная УК-1М. Предназначена для наполнения кабеля воздухом в пунктах, где имеется электроэнергия, и состоит из компрессора, электродвигателя и ресивера. Основные технические характеристики установки:

Производительность, м³/ч	1,2
Давление воздуха на выходе, кгс/см²	0,3...1,0
Электропитание:	
напряжение, В	220±10%
частота, Гц	50
потребляемая мощность, кВт	0,2
Габаритные размеры, мм	450×450×530
Масса, кг	40

Устройство переносное подкачивающее УПП (рис. 12.14). Предназначено для определения района повреждения оболочки кабеля, временной замены установок содержания кабеля под давлением (УСКД-1М, АУСКИД, АУСКИД 1) при снятии их на ремонт, дополнительной подачи воздуха в негерметичный кабель в период паводков и на речных переходах, а также для подачи индикаторного газа (хладона-22) в кабель при определении места повреждения оболочки. Устройст-

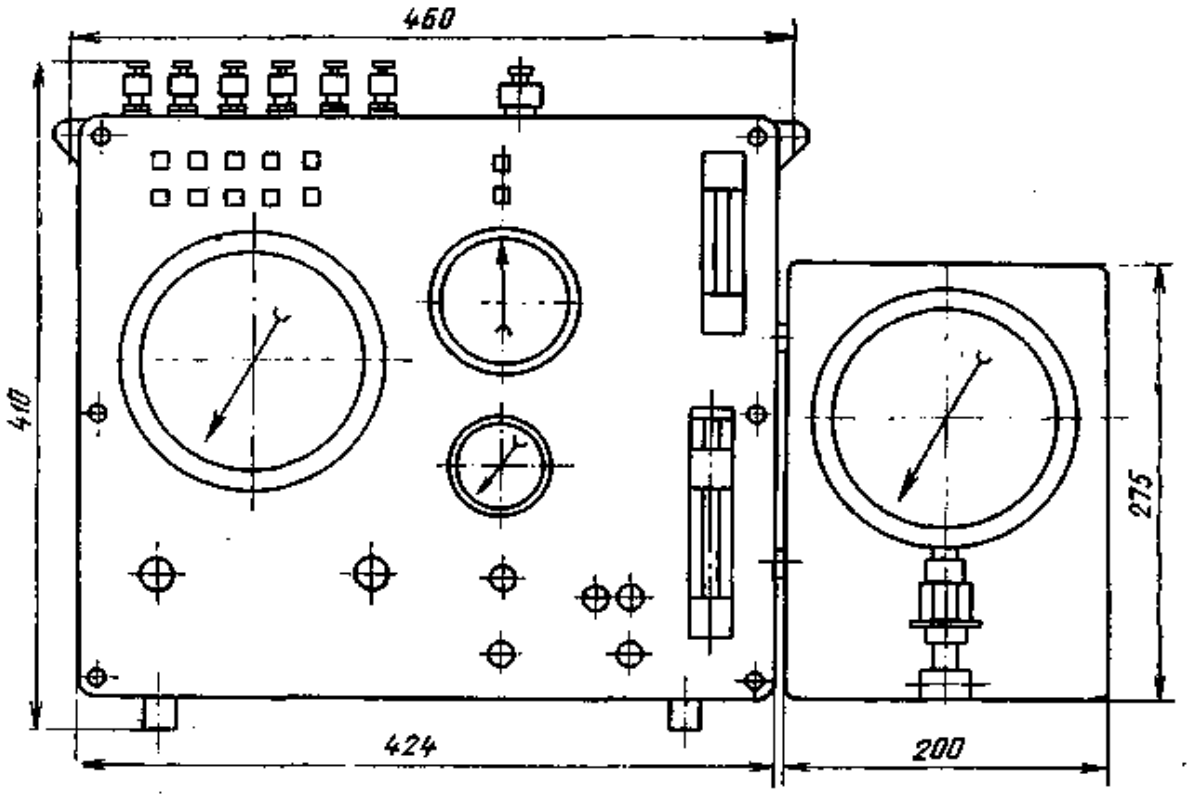


Рис. 12.14. Устройство переносное подкачивающее УПП

Характеристики компрессорных

Тип установки	Тип компрессора	Рабочее давление, кгс/см²	Производительность, м³/ч	Двигатель		
				Тип	Мощность, кВт	Число оборотов
8Г-ЗЗУ	Поршневой	230...350	90	Дизель ЯАЗ-204	44	1750...1930
КЗМО	Мембранный	2,0	1,3	Электродвигатель	0,25	—
О-16		4,0	30		2,8	1420
О-22		4,0	15		1,7	1420

во состоит из измерительного блока и переносного манометра. Источником сжатого воздуха служит баллон емкостью 40 или 5 л, наполненный воздухом под давлением 150 кгс/см². Осушка воздуха осуществляется с помощью осушительной камеры, контроль за влажностью воздуха — по индикатору.

Давление воздуха на выходе устройства контролируется встроенными манометрами. При размещении в НУП устройство обеспечивает подачу сигналов на ОУП о понижении давления воздуха в баллоне.

Устройство позволяет определить район негерметичности оболочки кабеля путем учета расхода воздуха, подаваемого в кабель с концов поврежденного участка, а также манометрическим методом. Определение расхода воздуха, подаваемого в негерметичный кабель, основано на измерении промежутка времени, в течение которого давление воздуха в эталонной емкости изменяется на определенную величину. Ниже приводятся технические характеристики устройства.

Давление воздуха на выходе, кгс/см²	0,5±0,02
Регулируемое давление воздуха на выходе, кгс/см²	0,5...2,0
Абсолютная влажность воздуха на выходе, г/м³	0,3
Подача сигнала при понижении давления воздуха в баллоне до, кгс/см²	30±5
Автоматическое прекращение подачи воздуха от баллона при снижении давления в нем до, кгс/см²	20±5
Габаритные размеры устройства, мм:	
измерительного блока	424×200×410
манометра (переносного)	200×80×275
Масса устройства в комплекте, кг	30
Рабочий интервал температур при относительной влажности воздуха 98% (при температуре 35 °С), °С	—40...+50
Точность определения района негерметичности оболочки кабеля, длины секции КГК, при методе:	
манометрическом	1,5
по расходу воздуха	2,5

Таблица 12.16

установок

Емкость ресивера, л	Масса, кг	Область применения
—	3250	Наполнение баллонов высокого давления
22	50	Периодическая подкачка кабеля на усилительных участках (при наличии осушительных камер)
70	168	
24	110	

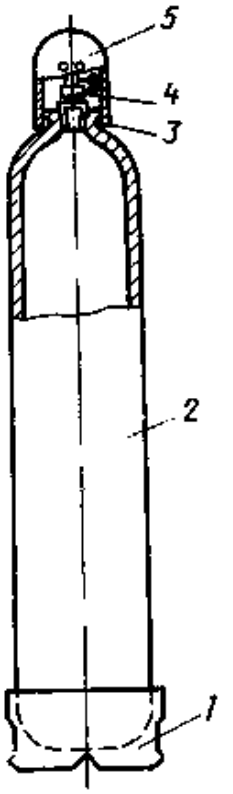


Рис. 12.15. Баллон высокого давления

Полевая нагнетательно-осушительная установка ПНОУ-3. Предназначена для накачки кабеля осушенным воздухом в полевых условиях. Установка состоит из основания, закрываемого металлическим кожухом, и чемодана. На основании размещены бензодвигатель «Дружба», компрессор СО-45А и бачок для бензина. В чемодане смонтированы: редуктор, осушительные камеры (рабочая и запасная), индикатор влажности, манометр и распределитель воздуха для накачки до четырех кабелей одновременно. Ниже приводятся технические характеристики ПНОУ-3.

Производительность, м³/ч	0,6
Степень осушки воздуха при относительной влажности до 98% (при температуре 25 °С), г/м³	0,3
Давление на выходе, кгс/см²	0,2...1,2
Рабочий интервал температур, °С	—10...+50
Габаритные размеры, мм:	
основания с кожухом	580×510×300
чемодана с приборами	340×500×130
Масса, кг	42

Баллоны высокого давления. Являются наиболее приемлемыми источниками сжатого воздуха для испытания герметичности кабелей при строительстве, а также при содержании их под давлением как экономичные и простые в эксплуатации. Изготовляются баллоны (рис. 12.15) по ГОСТ 949—73 на рабочее давление 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. 12.17 и 12.18.

Таблица 12.17

Размеры, емкость и масса баллонов из легированной стали на давление 150 кгс/см²

Емкость, л	Диаметр корпуса, мм	Толщина стенки, мм	Длина корпуса, мм	Масса*, 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

* Данные приведены без вентилей, колпаков, колец и башмаков, общая масса которых 8...10 кг.

Таблица 12.18

Характеристики баллонов высокого давления

Цвет окраски баллона	Надпись	Цвет надписи	Цвет полосы	Материал вентиля	Направление бокового штуцера
Черный	«Азот»	Желтый	Коричневый	Латунь	Правое
Белый	«Ацетилен»	Красный	—	По заказу потребителя	
Темно-зеленый	«Водород»	»	—	Латунь	Левое
Черный	«Сжатый воздух»	Белый	—	»	Правое
Голубой	«Кислород»	Черный	—	»	»
Алюминиевый или светло-серый	«Фреон» (с указанием номера)	»	—	Сталь или латунь	»

Таблица 12.19

Длина накачиваемых кабелей разных типов в зависимости от давления в баллоне

Давление в баллоне, кгс/см²	Длина кабеля, км, при давлении в баллоне, кгс/см²											
	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.

Количество сжатого воздуха, находящегося в баллоне, определяется произведением емкости баллона на величину избыточного давления. В табл. 12.19 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 —50 ... +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 (Р) и пробное гидравлическое (П), кгс/см²; емкость баллона, л; масса баллона, кг; клеймо ОТК; обозначение стандарта.

В табл. 12.20 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 превышать значений, указанных в табл. 12.21. 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.

Объем свободного воздуха в баллонах при различных значениях давления приведен в табл. 12.22.

Таблица 12.20

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/см²	125	130	135	140	145	150	155	160	165

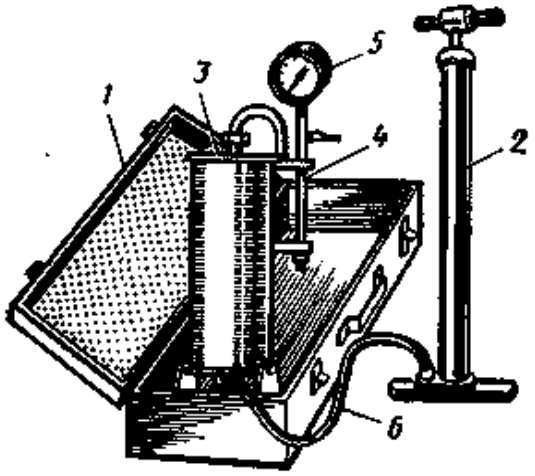


Рис. 12.16. Установка для ручной накачки кабеля

Установка КЛ-67М для ручной накачки кабеля. Используется при небольших объемах работ, когда применение компрессорных установок или баллонов высокого давления нецелесообразно. Установка (рис. 12.16) 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.

Таблица 12.21

Масса газа на 1 л емкости баллона

Газ	Хладон-22	Хладон-12	Углекислота
Масса, кг	1,0	1,1	0,75

Таблица 12.22

Объем свободного воздуха в баллонах при различных значениях давления

Давление, кгс/см²	Объем воздуха, л, вытекающего из баллонов емкостью, л							
	1	3	5	10	20	25	32	40
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,0	4	12	20	40	80	100	128	160
10	9	27	45	90	180	225	288	380
15	14	42	70	140	280	350	448	560
20	19	57	95	190	380	475	608	760
40	39	117	195	390	780	975	1248	1560
60	59	177	295	590	1180	1475	1888	2360
80	79	237	395	79	1580	1975	2528	3160
100	99	297	495	990	1980	2475	3168	3960
110	109	327	545	1090	2180	2725	3488	4360
120	119	357	595	1190	2380	2975	3808	4760
130	129	387	645	1290	2580	3225	4128	5160
140	139	417	695	1390	2780	3475	4448	5560
150	149	447	745	1490	2980	3725	4768	5960
151	150	450	750	1500	3000	3750	4800	6000

Редукторы

Редуктор снижает давление воздуха, поступающего из компрессора или баллона, до необходимой величины и автоматически поддерживает его постоянным в заданных пределах. На рис. 12.17 изображен двухступенчатый редуктор. Воздух в него поступает через штуцер с фильтром 1 и выходит из него через штуцер *2*. Работа обеих ступеней редуктора совершенно идентична. Через клапан *3* воздух 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 заданное давление. Под воздействием мембран приводятся в движение рычаги *9* и *10*, которые прикрывают входные сопла в каждой ступени, прекращая или уменьшая тем самым поступление воздуха в соответствующие камеры. При по-

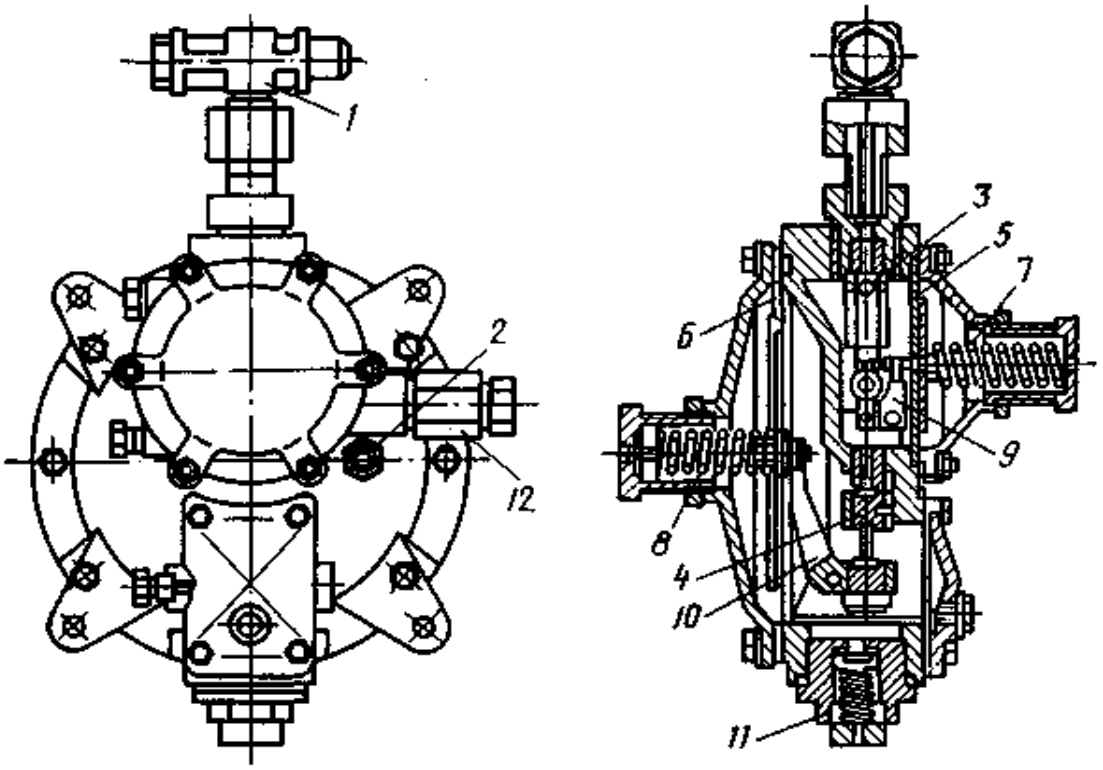
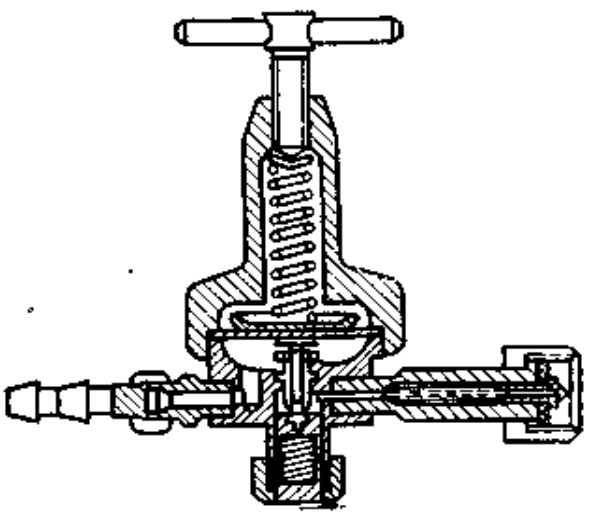
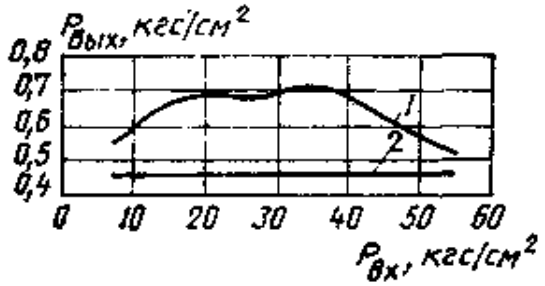


Рис. 12.17. Редуктор двухступенчатый



← Рис. 12.18. Редуктор одноступенчатый

Рис. 12.19. Зависимость давления газа на выходе редуктора от давления на его входе для одно- (*1*) и двухступенчатого (2) редукторов при одинаковой величине расхода газа (2,33 л/мин)



вышении давления выше допустимого срабатывают предохранительные клапаны *11, 12*. Одноступенчатый редуктор показан на рис. 12.18.

На рис. 12.19 приведены кривые зависимости давления воздуха на выходе от изменения давления на входе одно- и двухступенчатого редукторов при постоянном расходе воздуха. Стабильность давления на выходе особенно важно поддерживать, когда по расходу воздуха 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 (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 воздуха

Воздух, нагнетаемый в кабель, должен быть сухим. Количество водяных паров, содержащихся в воздухе, характеризуется абсолютной или относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется количеством воды, содержащейся в одном кубическом метре воздуха (г/м³). Относительная влажность представляет собой отношение действительного содержания воды в воздухе к возможному содержанию в нем воды в случае полного его насыщения при данной температуре и выражается в процентах.

Абсолютная влажность характеризует влажность воздуха при любой температуре, а относительная влажность — только при данной температуре. Пересчет относительной влажности в абсолютную и обратно производится по формулам $W = W_н Ф/100$ и $Ф = (W/W_н)100$, где W — абсолютная влажность, г/м³; $Ф$ — относительная влажность, %; $W_н$ — содержание воды в 1 м³ воздуха при насыщении его при данной температуре, г/м³. Значения $W_н$ для воздуха приведены в табл. 12.23.

Таблица 12.23

Содержание воды $W_н$ в воздухе при различной температуре

t, °С	$W_н$, г/м³	t, °С	$W_н$, г/м³	t, °С	$W_н$, г/м³	t, °С	$W_н$, г/м³
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

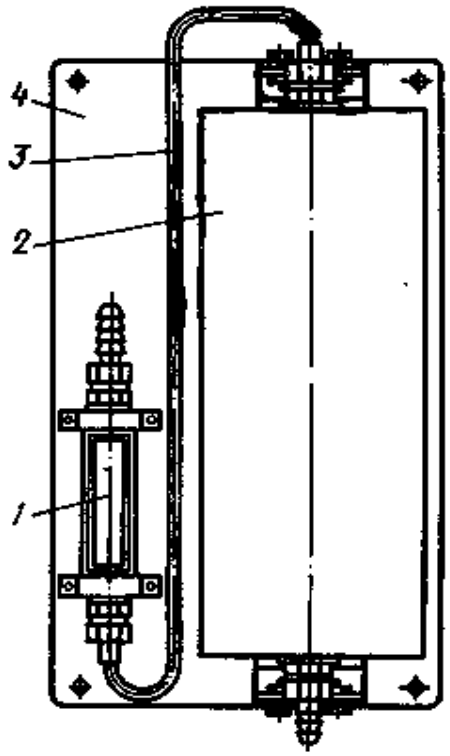


Рис. 12.20. Осушительное устройство с применением силикагеля

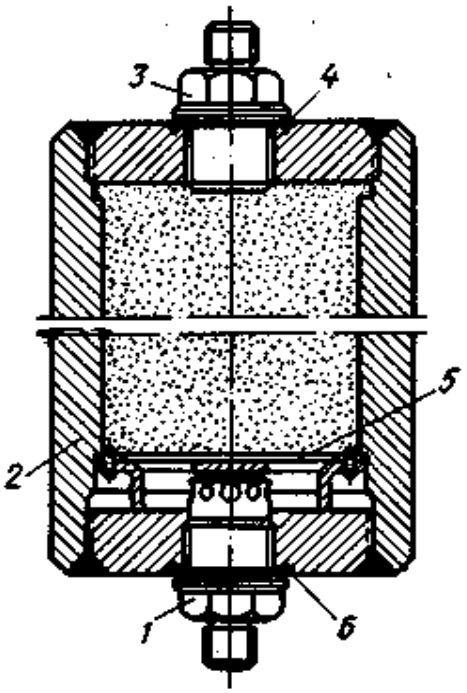


Рис. 12.21. Осушительная камера к установке АКОУ

Воздух, нагнетаемый в кабель, не должен содержать более 0,3 г влаги на 1 м³ (относительная влажность 2% при $t = 18$ °С). Соотношения между единицами измерения влажности воздуха приведены в табл. 12.24.

Влагопоглотительные вещества используются для осушки нагнетаемого в кабель воздуха. Сравнительные данные некоторых из них приведены табл. 12.25.

Наиболее распространенным и эффективным осушающим веществом, используемым при кабельных работах, является силикагель ($SiO NH_2 0$) марок: МСМ — мелкий мелкопористый; КСМ — крупный мелкопористый, изготовляемый по ГОСТ 3956—76. Силикагель представляет собой твердые стекловидные зерна с пористым строением, отличающимся равномерным распределением пор. Заводская упаковка — четырехслойные бумажные мешки по ГОСТ 2227—51. Масса

Таблица 12.24

Соотношения между единицами измерения влажности воздуха

Точка росы, °С	Абсолютная влажность, г/см³	Относительная влажность при температуре ±20 °С, %	Точка росы, °С	Абсолютная влажность, г/см³	Относительная влажность при температуре ±20 °С, %
—60	0,019	0,11	—10	2,05	12
—50	0,032	0,19	—5	3,18	19
—40	0,103	0,6	0	4,82	28
—30	0,3	1,8	20	17,0	100
—20	0,815	5,0			

Таблица 12.25

Характеристики влагопоглотительных веществ

Характеристика	Единица измерения	Значение		
		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 (отношение водяных паров 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	ГОСТ 3956—76 (марки МСМ и КСМ)	ТУ МХП 1120—44 и ГОСТ 450—77

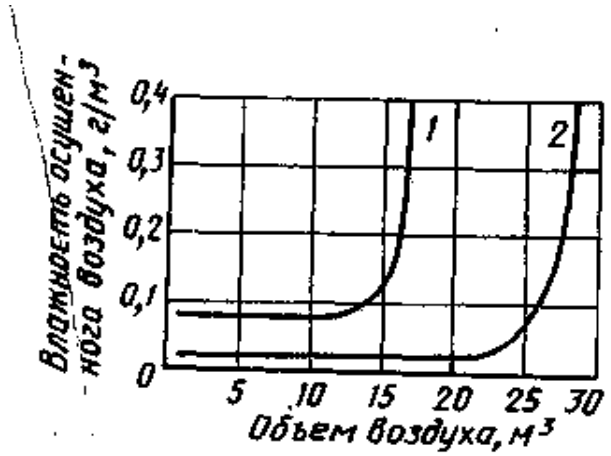


Рис. 12.22

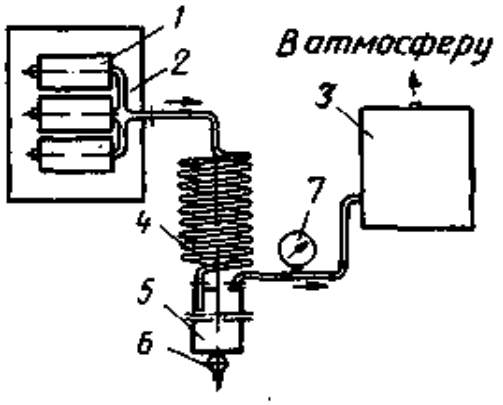


Рис. 12.23

Рис. 12.22. Зависимость осушающей способности осушительной камеры с силикагелем от объема прошедшего через нее воздуха при первоначальной осушке силикагеля до влажности 0,08 г/м³ (кривая *1*) и 0,3 г/м³ (кривая *2*)

Рис. 12.23. Регенерационная установка

брутто 20 ... 45 кг. Осушительная способность силикагеля значительно выше, чем хлористого кальция, что позволяет уменьшить габариты и массу осушительных устройств.

Осушительное устройство стационарного типа (рис. 12.20) представляет собой заполненный силикагелем металлический цилиндр *2*, соединенный с индикатором влажности *1* трубкой *3* и закрепленный на плате *4*. В торцевых частях цилиндра расположены два ниппеля с брикетными фильтрами, предотвращающими попадание в кабель частичек 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. 12.21 показана в разрезе осушительная камера, применяемая в автоматической контрольно-осушительной установке АКОУ. 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 выходящего из камеры воздуха. 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. 12.22 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 вакуумнасоса, и позволяет восстанавливать силикагель непосредственно в осушительных камерах. Схема этой установки изображена на рис. 12.23. Влага, выделенная из увлажненного силикагеля в осушительных камерах *1*, помещенных в сушильном шкафу *2*, в котором поддерживается температура 200 ... 220 °С, отсасывается компрессором *3* и конденсируется во влагоотде-

Таблица 12.26

Основные технические характеристики установки РУ

Характеристика	Единица измерения	Сушильный шкаф	Компрессорная установка	Отстойник
Электропитание:				
напряжение	В	220±10%	220±10%	—
частота	Гц	50	50	—
потребляемая мощность	кВт	2	0,2	—
Длина	мм	625	450	150
Ширина	»	660	450	140
Высота	»	760	530	480
Масса	кг	110	40	3

лителе, 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. 12.26.

При отсутствии регенерационных установок осушительная способность силикагеля может быть восстановлена в обычном термошкафу. 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. 12.24) 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 с помощью 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, проходяще-

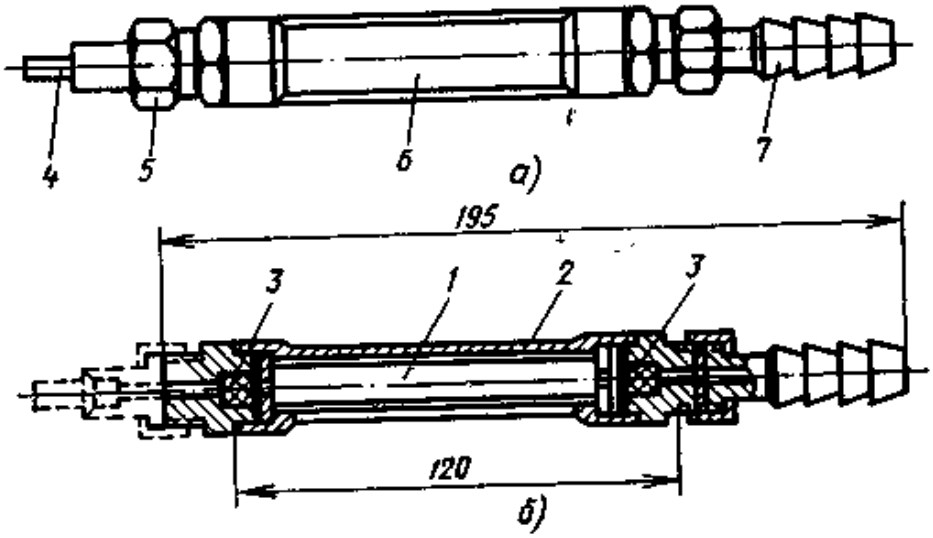


Рис. 12.24. Индикатор влажности КИВ-1:
а — общий вид; *б* — разрез

го 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 (рис. 12.25 и 12.26) основано на свойстве трубчатых пружин разжиматься или сжиматься при изменении давления находящегося внутри газа. Разжимаясь, незакрепленный конец пружины через систему рычагов и шестеренок воздействует на стрелку, которая передвигается над отградуированной шкалой и указывает давление.

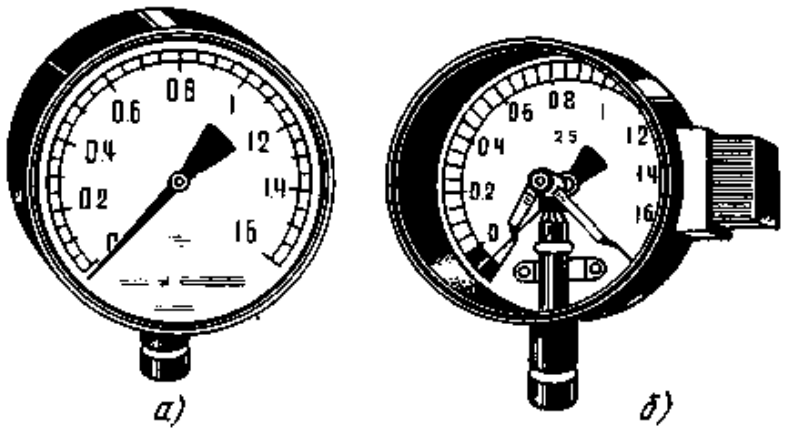


Рис. 12.25. Манометры:
а — показывающий (рабочий); *б* — показывающий (рабочий) электроконтактный

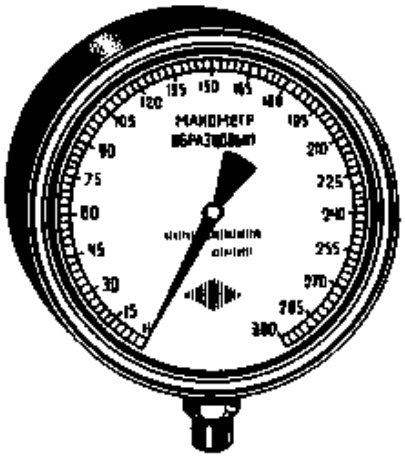


Рис. 12.26. Манометр образцовый

Рабочее давление, измеряемое техническими и контрольными манометрами, не должно превышать величины, соответствующей 3/4 шкалы при постоянной и 2/3 шкалы при переменной нагрузках. Для передачи сигналов об изменении давления и автоматического управления устройствами для подкачки воздуха в кабель применяются электроконтактные манометры ЭКМ, контактные группы которых замыкаются при достижении заданного минимального или максимального давления. В табл. 12.27 приведены основные технические характеристики манометров, используемых при строительстве и эксплуатации кабельных линий связи.

Таблица 12.27

Основные технические характеристики манометров и область их применения

Тип	Модель	Верхний предел измерений, кгс/см²	Класс точности	Область применения
Манометр для точных измерений МТИ	1218	0,6	0,6	Измерение избыточного давления воздуха в контейнерах системы передачи К-1920П и К-3600
То же	1218	1,0	0,6	Измерение избыточного давления воздуха в кабеле

Окончание табл. 12.27

Тип	Модель	Верхний предел измерений, кгс/см²	Класс точности	Область применения
Манометр для точных измерений МТИ	1218	1,6	1,0	Измерение избыточного давления воздуха в кабеле и контейнерах системы передачи VLT-1920
То же	1218	2,5	1,0	То же
»	1511	6,0	1,0	»
Манометр пружинный образцовый МО	11202	1,6	0,4	Проверка рабочих манометров
То же	11202	6,0	0,4	То же
»	11203	250	0,4	»

Примечания: 1. На манометрах МО шкала имеет 250 или 300 условных единиц.
2. Манометры, указанные в таблице, имеют диаметр 160 мм.
3. Манометры МТИ эксплуатируются в интервале температур —50...+60 °С при относительной влажности до 95% (при температуре 35 °С).
4. Манометры МТИ изготовляются по ТУ 25.05.1481—77.

Контрольные щитки с манометрами

Контрольные щитки с манометрами ЭКМ-1 (рис. 12.27) устанавливаются в ОУП, НУП, шахтах ГТС и тому подобных местах, где заканчивается участок кабеля, содержащийся 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 воздуховодным трубкам *5* через штуцер *6* и тройник *7* (при открытых запорных кранах). Масса щитка 5, 7 кг, размеры 405×325×160 мм. При двухкабельной системе в промежуточных пунктах устанавливаются по два щитка. Щитки изготовляются ОМЗ треста «Межгорсвязьстрой».

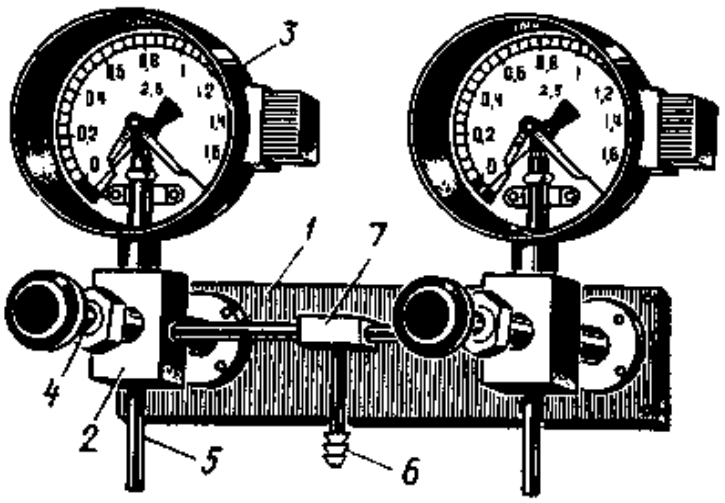


Рис. 12.27. Контрольный щиток с манометрами ЭКМ-1

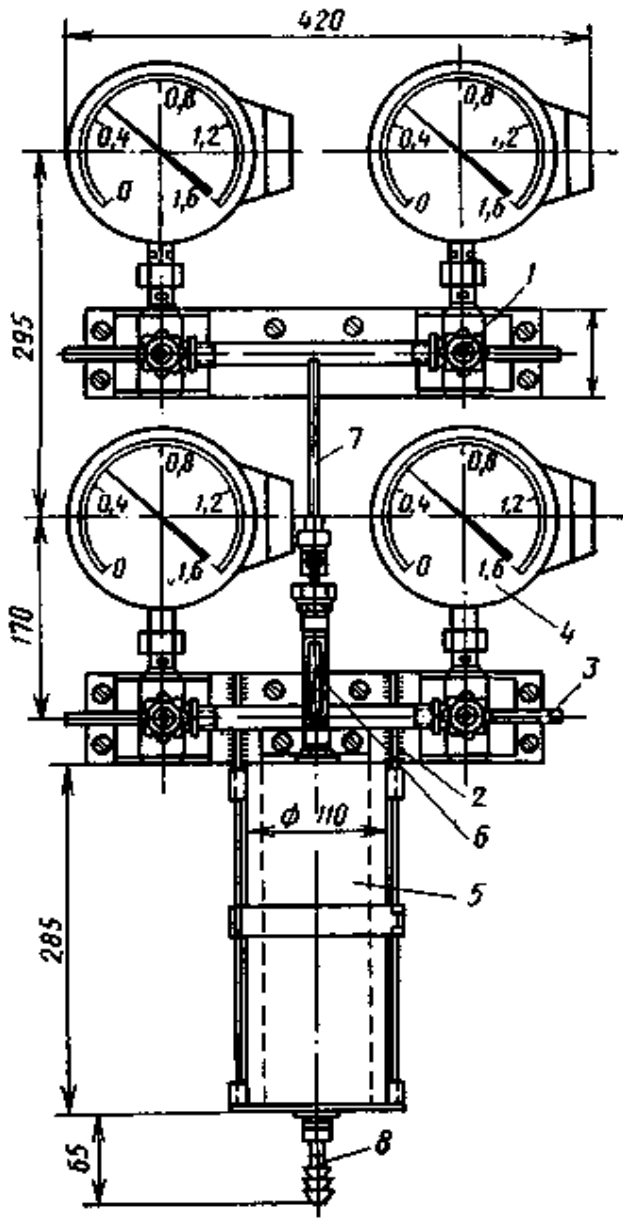


Рис. 12.28. Комбинированное контрольно-осушительное устройство:

1 — запорный кран; *2* — рама; *3* — воздуховоды; *4* — манометр; *5* — осушительное устройство; *6* — индикатор влажности; *7* — соединительные трубки; *8* — штуцер

На рис. 12.28 показано комбинированное контрольно-осушительное устройство для четырех кабелей КОУ-2, в котором щиток с манометрами объединен с осушительным устройством и индикатором влажности. Выпускаются также установки 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 СПД

Сигнализатор понижения давления ТК-29 000 (рис. 12.29) представляет собой стеклянную трубку-капилляр *1* с двумя впаянными контактами и выводными проводниками *2*. Одна сторона трубки открыта. В трубку помещены два 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 вставлены стеклянная трубка *6* с фильтром из ваты для защиты канала капилляра от засорения. Для защиты от механических повреждений сигнализатор заключен в металлический чехол.

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 0,35 ...

Рис. 12.29. Сигнализатор понижения давления СПД (без чехла)

0,25 кгс/см² замыкает контакты сигнальной цепи. Пока давление находится в пределах 0,3 ... 0,15 кгс/см², контакты остаются замкнутыми; при дальнейшем снижении давления столбик смещается вправо настолько, что контакты размыкаются.

Полевая установка ПУВИГ

Полевая установка для ввода индикаторного газа и воздуха ПУВИГ (рис. 12.30) 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 ... 150 до 0,5±0,1 кгс/см² с помощью двух редукторов.

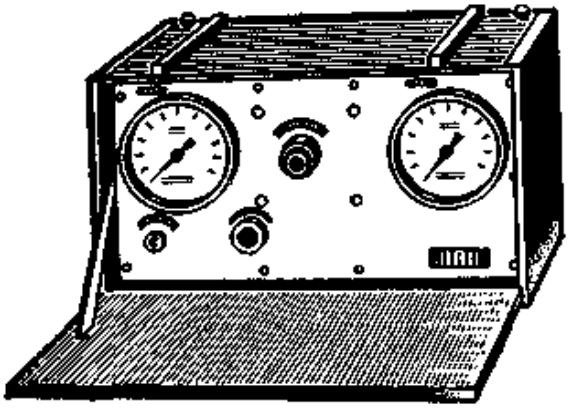


Рис. 12.30. Полевая установка ПУВИГ для ввода в кабель индикаторного газа

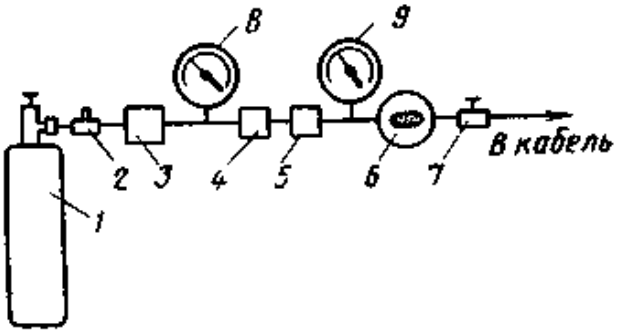


Рис. 12.31. Газовая схема полевой установки ПУВИГ

Газовая схема установки показана на рис. 12.31. 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 (250 кгс/см²) и *9* (1,6 кгс/см²) контролируется давление на входе и выходе установки. Тройник предназначен для подключения источника сжатого воздуха. Редуктор *4* снижает давление от 150 до 2,5 ... 5,5 кгс/см², а редуктор *5* — от 2,5 ... 5,5 до 0,5± ±0,1 кгс/см².

Ниже приводятся основные технические характеристики установки ПУВИГ.

Расход воздуха на выходе установки, л/мин, не менее	20
Рабочее давление газа на выходе, кгс/см²	0,5±0,1
Предел регулировки давления на выходе, кгс/см²	0,3—1,0
Осушающая способность, г/м³, — абсолютная влажность воздуха на выходе установки после израсходования пяти 40-литровых баллонов с начальным давлением 140±10 кгс/см² при снижении давления до 20 кгс/см²	0,3
Температура окружающей среды, °С, при работе:	
с фреоном	—10...+50
с воздухом	—30...+50
Температура хранения в упакованном виде, °С, при относительной влажности 40...70%, не ниже	—10
Скорость транспортировки в упаковке всеми видами транспорта по любым дорогам, км/ч, не более	30
Габаритные размеры, мм	660×390×360
Масса, кг	45

Полевая зарядная углекислотная станция ПЗУС

Станция предназначена для переливания в полевых условиях жидких газов (хладона, углекислоты) из транспортных баллонов в малолитражные. Кроме того, станция может быть использована для зарядки сжатым воздухом малолитражных баллонов до давления 150 кгс/см². Представляет собой переносную установку, состоящую из компрессорной станции, весов и стойки для больших (транспортных) баллонов. Компрессор, масляный насос и вентилятор приводятся в движение электростанцией АЛ-41-2.

Схема станции приведена на рис. 12.32, а внешний вид — на рис. 12.33. Жидкий газ поступает самотеком из баллона *1* через трубку *2*, маслоотделитель *3*,

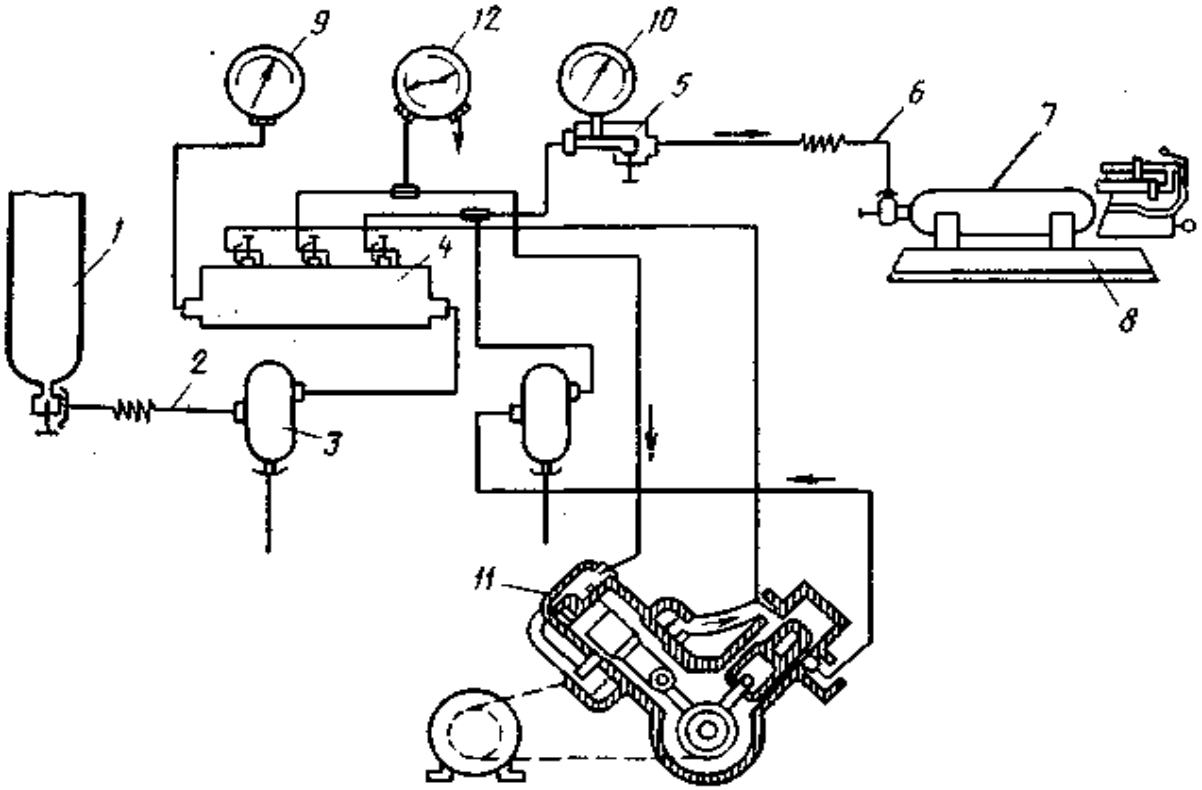


Рис. 12.32. Схема полевой зарядной углекислотной станции ПЗУС

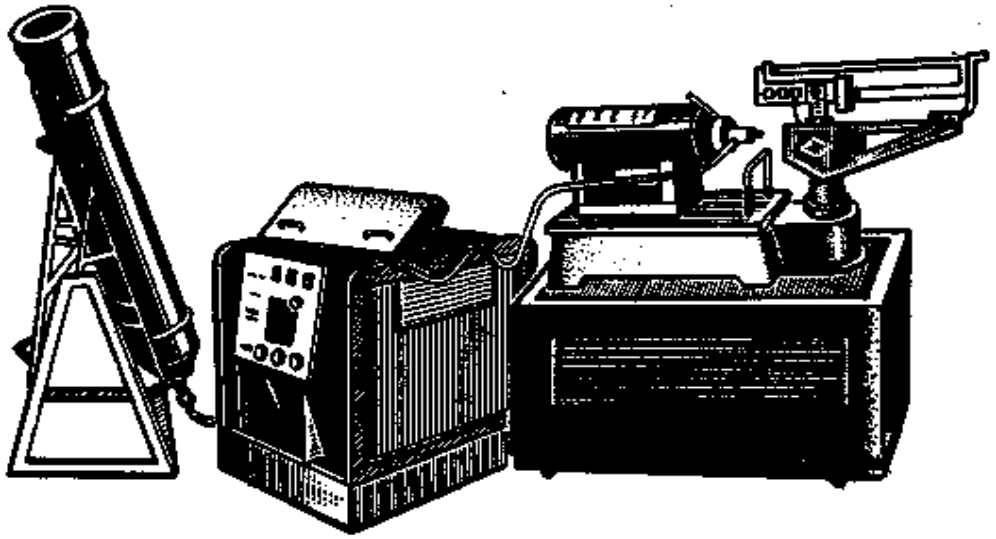


Рис. 12.33. Зарядная станция ПЗУС

Таблица 12.28

Габаритные размеры и масса станции ПЗУС

Наименование	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

распределитель *4*, коллектор *5*, трубку *6* в наполняемый баллон *7*, находящийся 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. Давление на входе компрессора контролируется манометром *12*. Ниже приводятся технические характеристики станции, а в табл. 12.28 — ее габаритные размеры и масса.

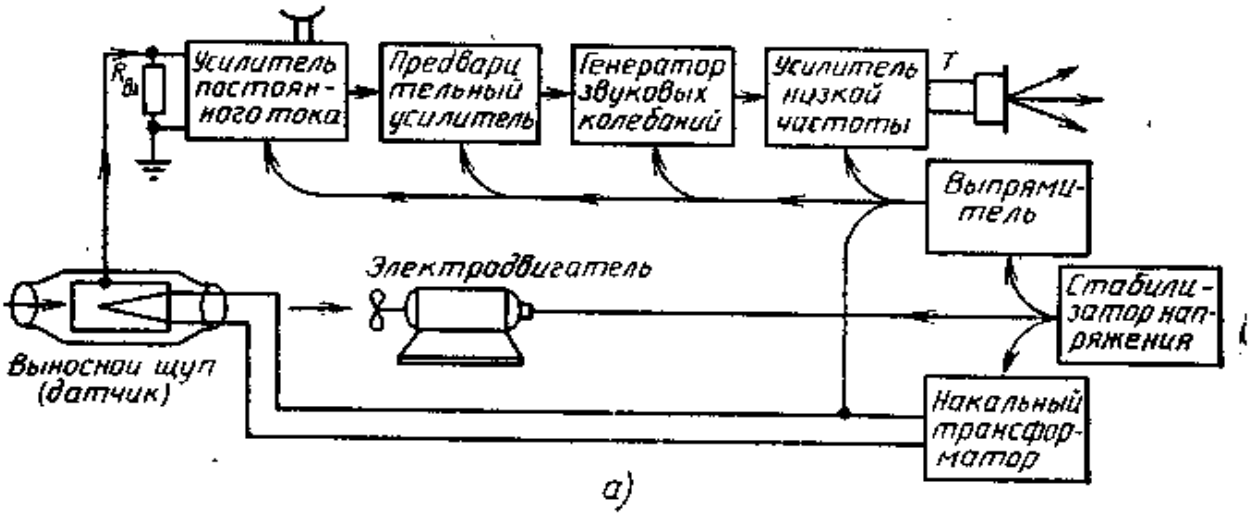
Допустимая максимальная температура окружающей среды при работе, °С	40
Производительность, шт./ч, при зарядке жидким газом баллонов емкостью, л:	
2	13...16
5	10
Производительность, шт./ч, при зарядке сжатым воздухом баллонов емкостью, л:	
5	3
10	2
Рабочее давление при зарядке, кгс/см², не более:	
жидким газом	120
сжатым воздухом	150
Время, необходимое для подготовки станции к работе, мин	10
Напряжение питания переменного (трехфазного) тока, В	220/380
Потребляемая мощность, кВт	2,8
Площадь, занимаемая станцией в рабочем положении, м²	4

Течеискатели

Галоидный течеискатель ГТИ-3 (рис. 12.34) предназначен для обнаружения мест утечки галоидосодержащих газов (хладон-22 и др.) и состоит из измерительного блока и выносного щупа. Вентиляционное устройство, расположенное совместно с датчиком в выносном щупе, непрерывно втягивает 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 ГТИ-3А отличается от ГТИ-3 в основном наличием специального устройства — галоидной течи ГАЛОТ-1, предназначенной для определения чувствительности и градуирования прибора. Течь установлена на передней панели измерительного блока.

Галоидный течеискатель ГТИ-6 (рис. 12.35) состоит из следующих конструктивно самостоятельных частей: регистрирующего блока, выносного щупа, вакуумного датчика и обдувателя. По принципу действия ГТИ-6 аналогичен приборам ГТИ-3 и ГТИ-3А, а конструктивно существенно от них отличается.



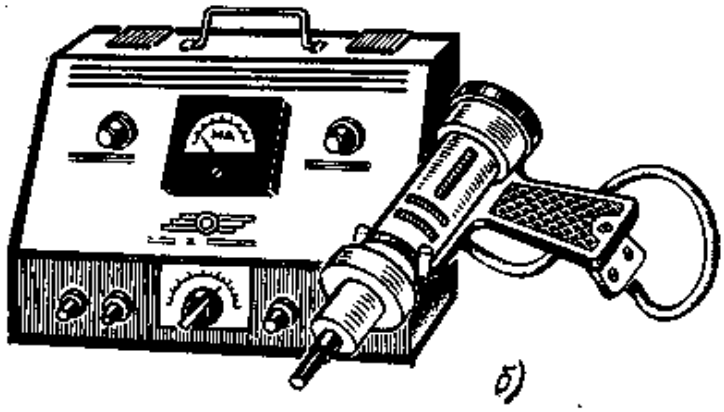


Рис. 12.34. Структурная схема (*а*) и общий вид (*б*) течеискателя ГТИ-3

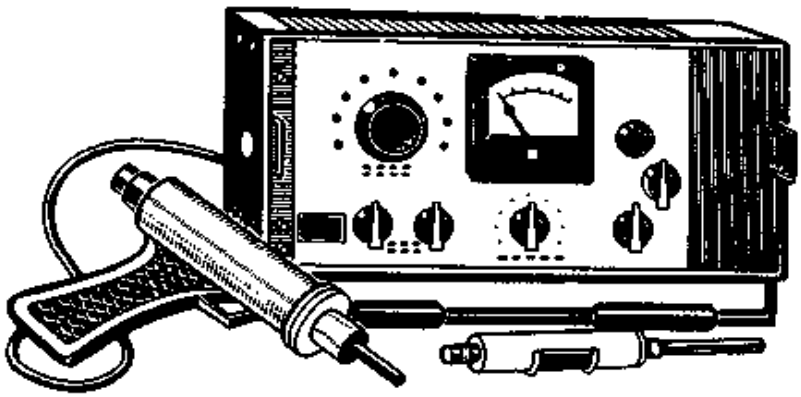


Рис. 12.35. Течеискатель ГТИ-6

Течеискатель имеет стрелочный, акустический и световой (неоновая лампа в выюсном щупе) индикаторы течи. Для проверки чувствительности течеискателя с выносным щупом и ориентировочной оценки обследуемых течей имеется встроенная калиброванная галоидная течь ГАЛОТ-1. Конструкцией предусмотрена работа с выносным щупом на расстоянии до 8 м от регистрирующего блока. Среднее время безотказной работы 1500 ч, время непрерывной работы 8 ч. Вакуумный датчик, предназначенный для проверки герметичности вакуумных систем, размещается внутри испытываемого объекта, а пробный газ (например, фреон) подается на предполагаемые места негерметичности с помощью придаваемого к течеискателю обдувателя.

Прибор ГТИ-6 целесообразно использовать в стационарных условиях (например, для проверки герметичности изготовленных муфт, смонтированных ОГКМ,

установок АКОУ и т. д.), так как в полевых условиях он менее удобен, чем другие течеискатели. Основные технические характеристики течеискателей ГТИ-3, ГТИ-3А и ГТИ-6 приведены в табл. 12.29.

Течеискатель БГТИ-5 имеет автономное батарейное питание и оформлен в виде легкого переносного прибора ранцевого типа. Принцип его действия основан на свойстве накаленной платины увеличивать ионную эмиссию со своей поверхности в присутствии галоидосодержащих газов.

Схема и общий вид прибора показаны на рис. 12.36. Прибор состоит из выносного щупа и измерительного блока с питанием. Кроме того, в отдельной упаковке придается переносное зарядное устройство. Выносной щуп в виде пистолета состоит из датчика, представляющего собой коаксиальный диод с платиновыми

Таблица 12.29

Основные технические характеристики течеискателей

Характеристика	Единица измерения	Значения		
		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*	мкА	30	30	20
Постоянная времени, не более**	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	мм	315×230××210	315×230××210	390×240×220
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	ІГД-18-100
Тип светового индикатора	—	—	—	ТН-0,2-1
Тип электродвигателя	—	ДСР-21	ДСР-22	ДП-1-13

* Чувствительность регулируется изменением напряжения накала датчика.

** Промежуток времени с момента поднесения щупа к калиброванной течи до момента отклонения стрелки прибора до 20 мкА.

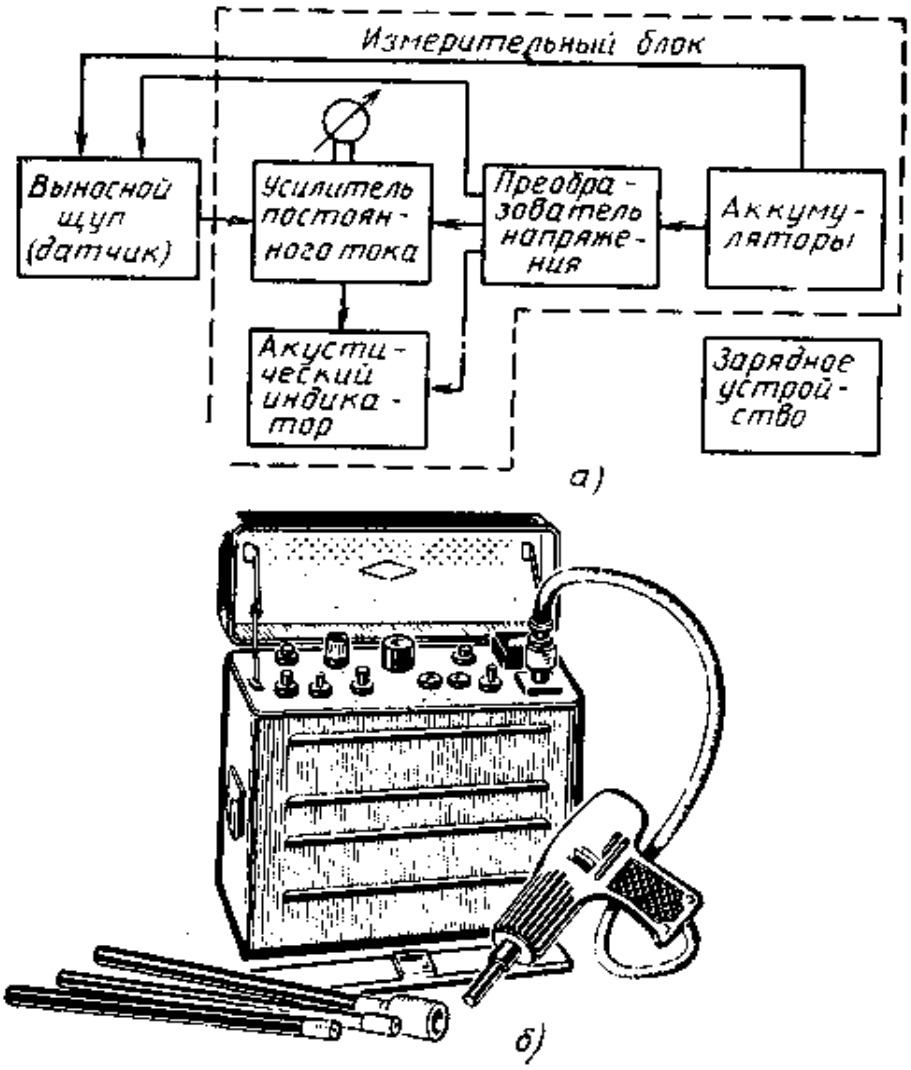


Рис. 12.36. Структурная схема (*а*) и общий вид (*б*) течеискателя БГТИ-5

электродами, и вентиляционного устройства, состоящего из двигателя с турбинкой. При необходимости щуп может работать с удлинителем — трубой длиной 750 мм, состоящей из трех звеньев по 250 мм.

В настоящее время промышленностью поставляются приборы БГТИ-5 (батарейный галогенный течеискатель) усовершенствованной модели (рис. 12.37), отличающиеся конструкцией, наличием устройства ГАЛОТ-1, более совершенными ак-

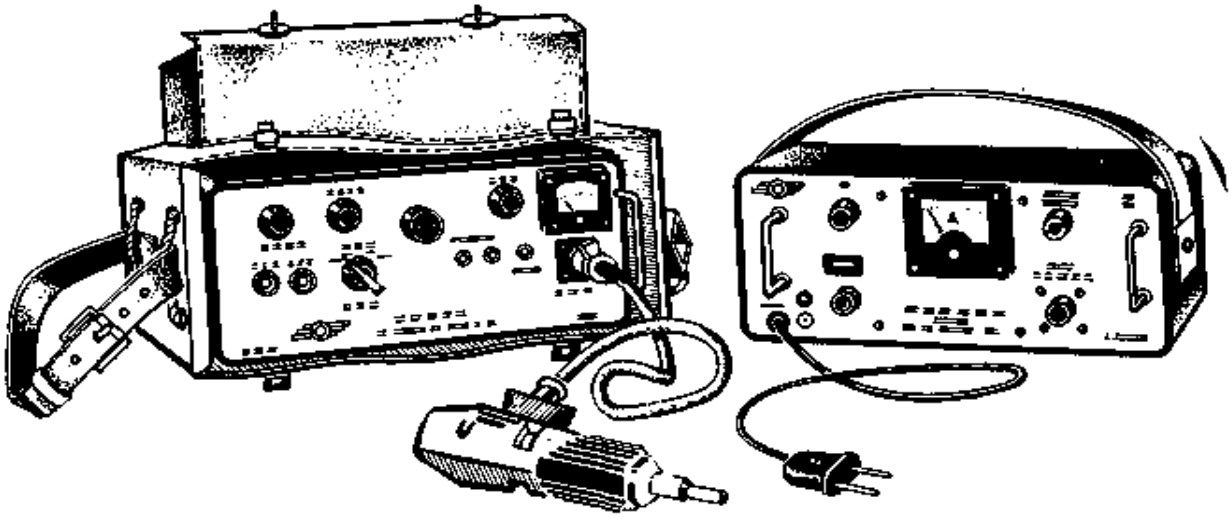


Рис. 12.37. Батарейный галогенный течеискатель БГТИ-5 с зарядным устройством

Чувствительность к утечке фрезона, [illegible]	[illegible]
Число диапазонов чувствительности усилителя	4
Шкала прибора (ток входного сигнала), мкА, при установке переключателя шкал в положение:	
1	1
10	10
100	100
Постоянная времени*, с, не более:	
без удлинительной трубки	3
с удлинительной трубкой 750 мм	10
Рабочий интервал температур, °С, при аккумуляторах:	
КНГК-10Д	+5...+35
СЦ-25	−10...+40
Относительная влажность рабочей среды, %, при 20±5 °С, не более	80
Среднее время безотказной работы, ч, не менее	2000
Габаритные размеры прибора, мм:	126×287×286
выносного щупа	175×135×50
ящика с имуществом	75×275×290
Масса:	
измерительного блока	2,5
блока питания	6,5
выносного щупа	0,65
зарядного устройства	4
ящика с имуществом	4
Индикатор стрелочный	М-4206
Индикатор акустический	ДЭМ-4М
Электродвигатель	ДП-1-13
Напряжение источника переменного тока для зарядного устройства, В	127/220±10%
Мощность, потребляемая от сети, В·А	65
Напряжения аккумуляторной батареи, В	12,5...15
Мощность, потребляемая прибором от батареи, Вт	25...30
Усилитель постоянного тока:	
напряжение, В	10
ток, мА	10
Акустический индикатор:	
напряжение, В	10
ток, мА	10
Преобразователь напряжения:	
напряжение, В	14,4
ток, мА	38
Электродвигатель:	
напряжение, В	6
ток, мА	90
Датчик выносного щупа:	
напряжение накала эмиттера, В	12
ток накала, А	1,8...1,9
напряжение на коллекторе относительно эмиттера, В	200
температура эмиттера, °С	850...950

* Под постоянной времени подразумевается время с момента поднесения щупа к месту течи до момента отклонения стрелки прибора не менее чем на 20% шкалы.

Характеристика	Единица измерения	[illegible]	[illegible]	НКГК-11Д[*6]
Емкость аккумулятора	А·ч	22...25	10	11*
Число аккумуляторов в батарее	шт.	3	3	3
Число аккумуляторов в блоке питания	»	12**	12	12
Напряжение (в блоке)	В	13...18	12,5...15,0	12,5...15,0
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***
Число циклов заряд-разряд		45	—	1000*[4]
Температура окружающей среды:	°С			
при эксплуатации		—30...+40	—	+15...+25*[5]
при хранении		—	—	0...35
Срок хранения:				
залитых	мес.	6	—	—
незалитых	год	3	—	1

* Номинальная емкость гарантируется после десятого цикла заряд-разряд при токе, не превышающем 1 А.

** В том числе два запасных.

*** При токе разряда 1...2 А напряжение в конце разряда должно составлять 3 В; при токе 2...4 А напряжение 2,7 В; при токе 4...12 А напряжение 2,4 В.

*[4] После 600 циклов средняя емкость должна быть не менее 9 А·ч.

*[5] Допускается работа при температуре до 0 °С; при этом время непрерывной работы не гарантируется.

*[6] Расшифровка марки: цифра перед буквами — число аккумуляторов в батарее; буквы НК, СЦ — система аккумуляторов (никелево-кадмиевые, серебряно-цинковые); Г — герметичные; К — блок пластин комбинированный; число после букв — номинальная емкость А·ч; Д — предназначены для работы в течение длительного времени.

В табл. 12.30 приведены характеристики аккумуляторов для питания БГТИ-5.

Течеискатель типа БГТИ-7 (рис. 12.38) предназначен для обнаружения индикаторного газа (хладона-22) в шурфах над трассой проложенного кабеля и состоит из регистрирующего блока, выносного щупа, двух блоков аккумуляторов, зарядного устройства и футляра.

Электропитание БГТИ-7 осуществляется от 12 соединенных последовательно никелево-кадмиевых аккумуляторов НКГК-11Д-45 общим напряжением 15 В. Ниже приводятся основные технические характеристики БГТИ-7.

Интервал рабочих температур, °С, при относительной влажности воздуха до 98% при температуре 25 °С	—10...+30
Время непрерывной работы, ч, не менее:	
в интервале температур 5...35 °С	4
в интервале температур —10...+5 °С	2
со сменой блока аккумуляторов	8
Габаритные размеры, мм:	
регистрирующего блока в футляре	188×326×348
выносного щупа	51×134×173
блока аккумуляторов	80×293×237
зарядного устройства	93×152×318
укладочного ящика	362×690×385
Масса, кг:	
регистрирующего блока с аккумуляторами в футляре	12
выносного щупа	0,7
блока аккумуляторов	6,5
зарядного устройства	3,5
комплекта в укладочном ящике	40
комплекта в транспортном ящике	75

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 $0{,}7\cdot10^{-3}...9{,}5\cdot10^{-3}$ л·мк/с. Устройство 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 упругости насыщения, и делают величину течи зависящей только от размеров выходного отверстия и температуры окружающей среды. В табл. 12.31 приведена зависимость величины течи от диаметра выходного отверстия при температуре окружающей среды +20 °С.

При изменении температуры на Δt величина течи изменяется на

$$K = \pm 6{,}6\cdot10^{-5}\,\Delta t.$$

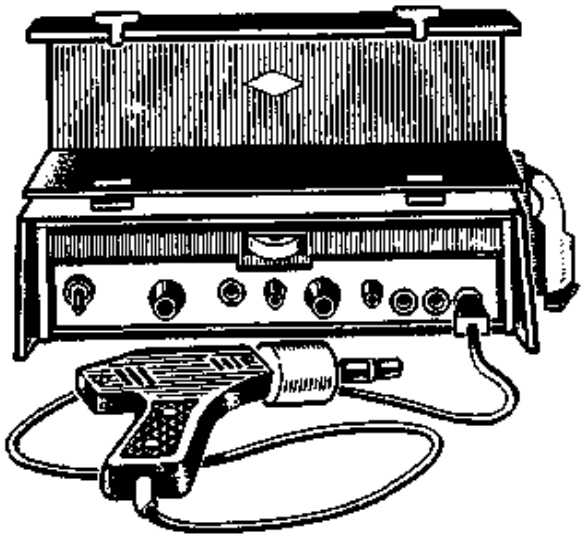


Рис. 12.38. Течеискатель БГТИ-7

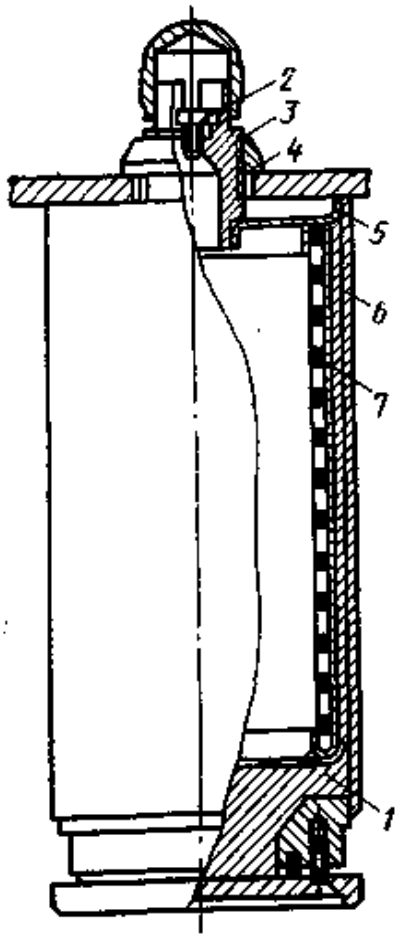


Рис. 12.39. Галлоидная течь ГАЛОТ-1

Таблица 12.31

Зависимость величины течи от размера выходного отверстия ГАЛОТ-1

Диаметр выходного отверстия, мм	0,3	1,7	3,5
Величина течи, л·мк/с	$0,7...1,25 \cdot 10^{-3}$	$2,0...4,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0...9,5 \cdot 10^{-3}$

Корпус ГАЛОТ-1 (рис. 12.39) представляет собой металлический цилиндр *6* диаметром 42 мм, к верхней части которого приварена крышка *5* с наконечником *3*. Наконечник имеет резьбу, что позволяет с помощью гайки *4* крепить ГАЛОТ-1. В центре наконечника имеется резьбовое отверстие диаметром 4 мм, в котором помещается сменная насадка *2*. Течь ГАЛОТ-1 комплектуется тремя насадками с выходными отверстиями 0,3; 1,7 мм и одной без отверстия. Внутри цилиндра *6* расположен цилиндр *7* из мелкоструктурной сетки. Вверху внутренний цилиндр приварен к крышке, а снизу закрыт донышком из такой же сетки. Пространство между цилиндрами заполнено гексахлорэтаном. 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...+50 °С; относительная влажность воздуха 65±15%.

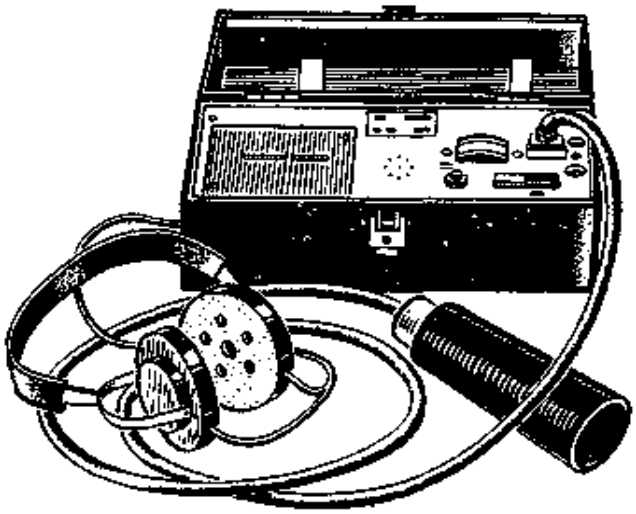


Рис. 12.40. Ультразвуковой течеискатель УЗТИ

Ультразвуковой течеискатель УЗТИ (рис. 12.40) предназначен для определения мест негерметичности объектов, содержащихся под избыточным давлением воздуха, и применяется на открытых участках (в смотровых устройствах, коллекторах, тоннелях и т. д.). Принцип действия основан на звуковой индикации акустической эмиссии струи воздуха, вытекающей сквозь отверстие в районе негерметичности объекта, содержащегося под избыточным давлением. Течеискатель УЗТИ выполнен в виде малогабаритного переносного устройства.

Электропитание осуществляется от двух батарей 3336 напряжением 9 В. Основные технические характеристики УЗТИ:

Время непрерывной работы, ч, не менее	24
Интервал рабочих температур при относительной влажности до 90% при температуре 30 °С, °С	—10...+40
Чувствительность индикации струи воздуха, м, вытекающей при избыточном давлении 0,35 кгс/см² из отверстий диаметром, мм:	
0,6	0,7
0,1	2,3
Габаритные размеры, мм	240×95×160
Масса, кг	2,5

Комплект КО

Комплект оборудования КО предназначен для точного определения места негерметичности оболочки кабеля и поставляется промышленностью в составе, приведенном в табл. 12.32.

Таблица 12.32

Состав оборудования комплекта КО

Наименование	Количество	Назначение
Установка ПУВИГ	1	Ввод индикаторного газа и воздуха в кабель
Течеискатель БГТИ-7	1	Точное определение места негерметичности
Генератор испытательных сигналов ГИС	1	Определение трассы кабеля
Кабелеискатель ИП-8	1	
Манометры образцовые МО с пределами: 1,6; 6,0 и 250 кгс/см²	3	Проверка рабочих манометров и измерение избыточного давления
Баллон высокого давления емкостью 5 л	2	Содержание воздуха и хладона
Шланги, комплект	1	Соединение установки с кабелем

Установка для содержания кабеля под давлением УСКД-1М

Установка предназначена для автоматической подачи в кабели сухого воздуха, который препятствует попаданию в них влаги при появлении негерметичности в оболочке. Установка размещается на усилительных (регенерационных) пунктах линий связи с коаксиальными и симметричными кабелями и позволяет содержать под давлением до четырех кабелей, поддерживать в них постоянное избыточное давление, контролировать давление на входе и выходе установки, визуально определять номер негерметичного кабеля, подавать сигналы о появлении негерметичности в оболочке кабеля и понижении давления воздуха в баллоне до предельно допустимой величины.

С помощью прибора ВКП-1 установка позволяет определять район повреждения кабеля, а также подавать в кабель индикаторный газ для точного определения места негерметичности оболочки кабеля.

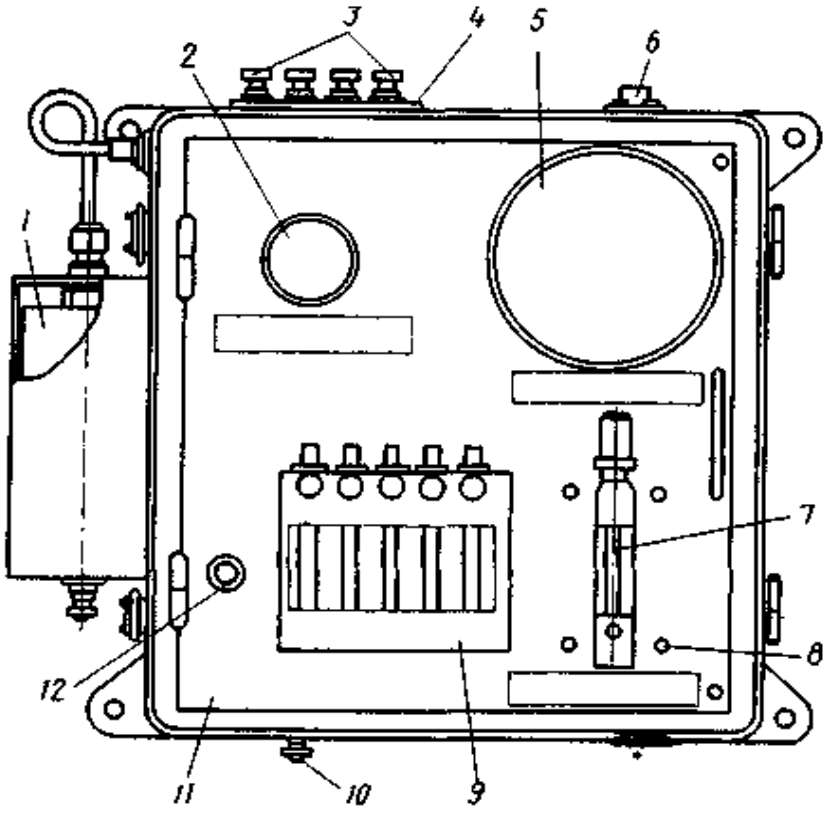
Установка работает от баллона вместимостью 40 л со сжатым воздухом, находящимся под давлением 150...20 кгс/см², или от компрессора, оборудованного ресивером и осушительной камерой, создающего давление 3 ... 8 кгс/см² производительностью не менее 20 л/мин.

Ниже приводятся основные технические характеристики УСКД-1М.

Номинальное давление воздуха на выходе установки при расходе воздуха 200...3000 см³/мин, кгс/см² . .	0,5±0,02
Минимальный контролируемый расход воздуха через один выход установки, см³/мин	10
Пропускная способность при свободном истечении воздуха в атмосферу, см³/мин	20 000

Рис. 12.41. Установка для содержания кабеля под давлением УСКД-1М:

1 — камера осушительная высокого давления; *2, 5* — манометры; *3* — штуцер; *4* — планка изолирующая; *6* — разъем; *7* — трубка ротаметрическая стеклянная; *8* — кнопка шунтирующая; *9* — блок ротаметров; *10* — винт для заземления; *11* — панель лицевая; *12* — клапан



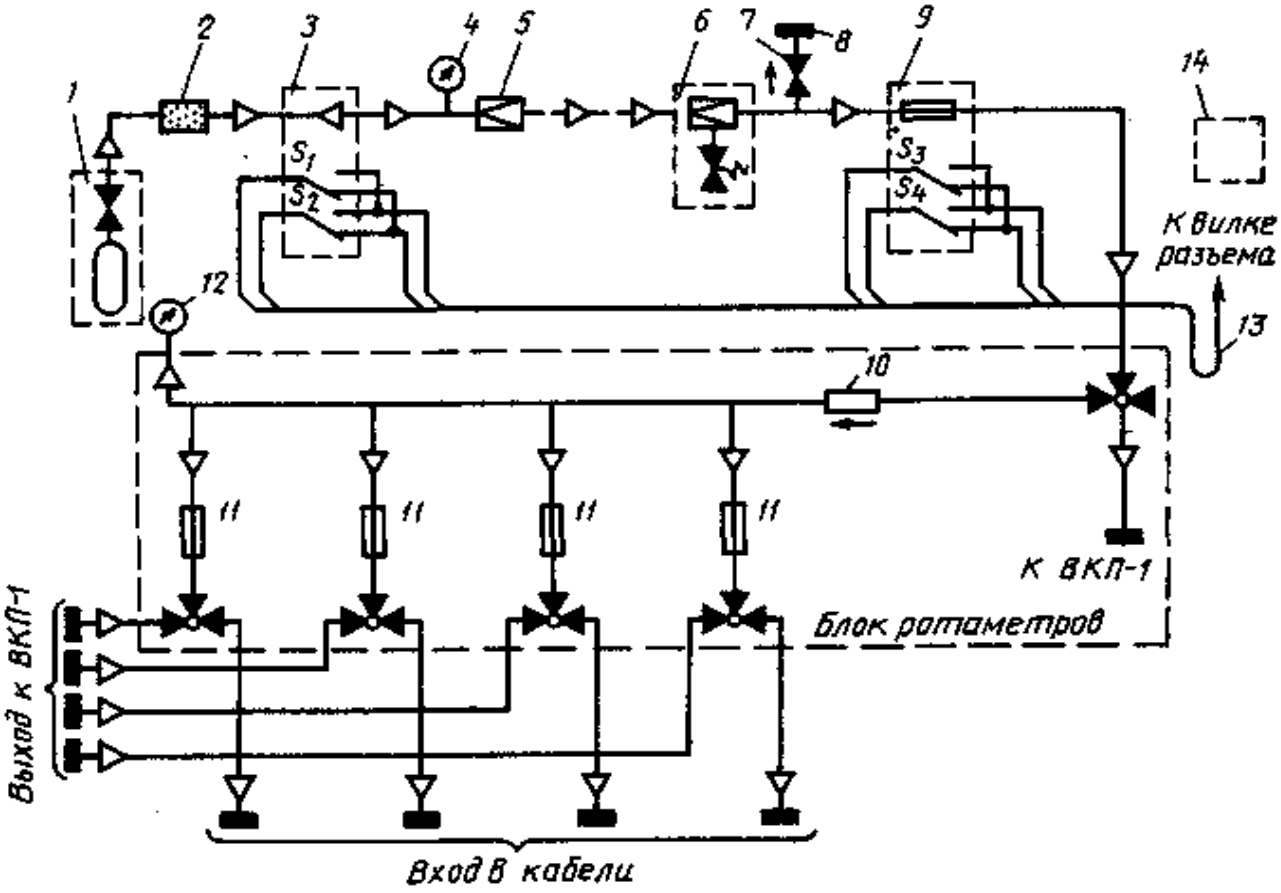


Рис. 12.42. Принципиальная пневмоэлектрическая схема УСКД-1М

Давление на выходе установки после прекращения отбора воздуха в течение 3 ч, кгс/см², не более	0,6
Давление в баллоне, кгс/см², при котором подается сигнал о необходимости замены баллона	40±10
Расход воздуха на выходе, при котором подается сигнал об аварийном расходе воздуха, см³/мин	55±5
Время запаздывания подачи сигнала об аварийном расходе воздуха, мин, не более	2
Давление, при котором автоматически прекращается подача воздуха от баллона в установку, кгс/см²	10...25
Габаритные размеры установки без выступающих частей, мм	424×215×454
Масса установки без баллона, кг	39

Примечание. Ящики с установкой должны храниться в закрытом сухом помещении, свободном от паров агрессивных газов, кислот, щелочей, керосина и бензина при температуре не ниже +5 °С и относительной влажности воздуха до 80%.

Общий вид установки приведен на рис. 12.41, а принципиальная пневмоэлектрическая схема — на рис. 12.42. Воздух из баллона *1* через осушительную камеру высокого давления *2* последовательно поступает в обратный клапан *3*, редуктор высокого давления *5* и редуктор низкого давления *6*. Давление воздуха в баллоне контролируется манометром *4*. Давление воздуха после редуктора низкого давления 0,5±0,02 кгс/см² поддерживается автоматически. Далее воздух проходит сигнализатор расхода *9* и блок ротаметров (рис. 12.43). Контроль за давлением на выходе установки осуществляется манометром *12*. В блоке ротаметров после индикатора влажности *10* воздух разделяется на четыре потока и попадает в кабели через ротаметры *11*, которыми контролируется расход воздуха. Через клапан *7* и штуцер *8* воздух при необходимости подается в повреж-

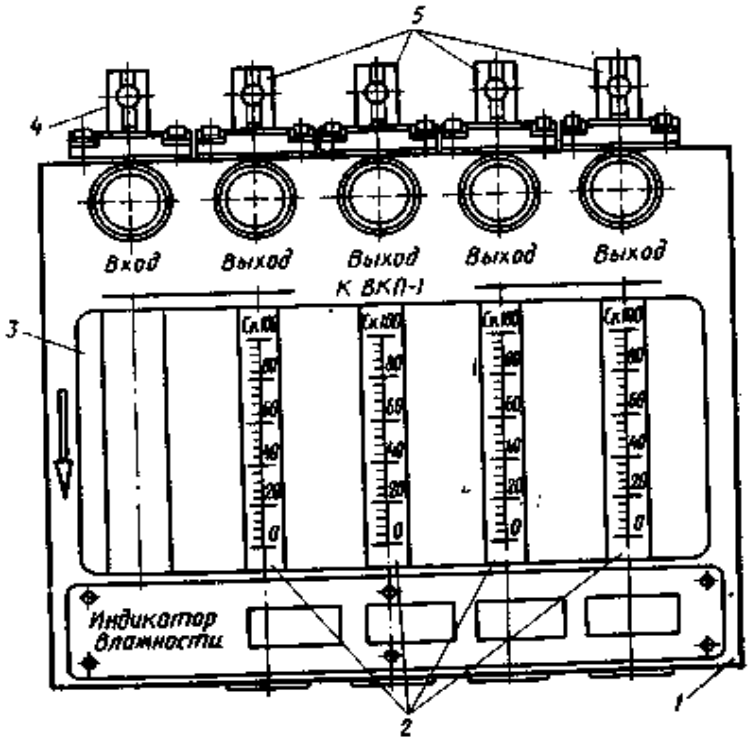


Рис. 12.43. Блок ротаметров:

1 — корпус; *2* — ротаметры; *3* — индикатор влажности; *4* — клапан проходной; *5* — клапаны трехходовые

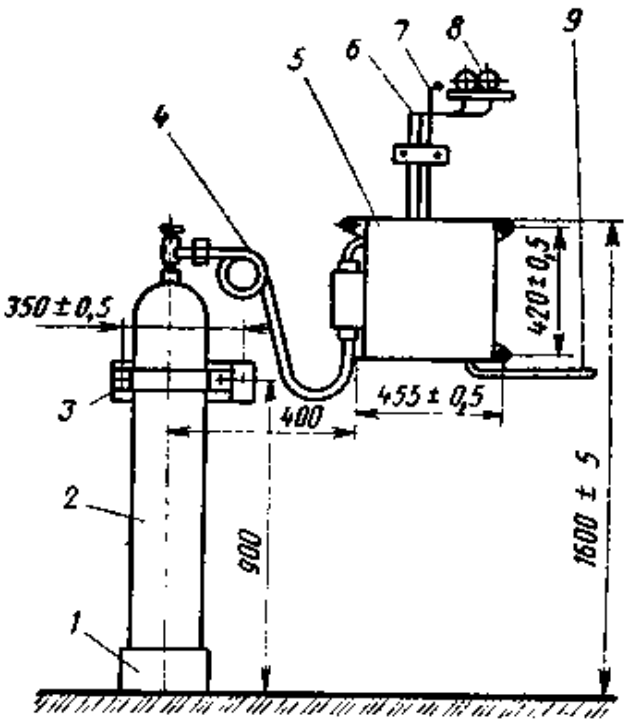


Рис. 12.44. Размещение установки УСКД-1М и баллона:
1 — основание; *2* — баллон; *3* — хомут; *4*, *6* — воздуховод; *5* — установка УСКД-1М; *7* — кабель сигнальный; *8* — кабель; *9* — кабель НРГ

денный кабель непосредственно после редуктора низкого давления.

Контакты микровыключателей S_1 и S_2 обратного клапана, а также микровыключателей S_3 и S_4 сигнализатора расхода выведены кабелем *13* на вилку разъема. Посредством вилки и розетки разъема *14* производится подключение установки к цепи телесигнализации.

При снижении давления воздуха в баллоне до 40±10 кгс/см² происходит переключение контактов микропереключателей S_1 и S_2 обратного клапана, а при аварийном расходе воздуха в кабеле — контактов S_3 и S_4 сигнализатора расхода.

Примерное расположение оборудования показано на рис. 12.44.

Установка выдерживает транспортную тряску с ускорением 30 м/с² при частоте 80 ударов/мин и вибрацию с амплитудой не более 0,1 мм частотой 25 Гц.

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 с помощью 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 оборудованных установками УСКД-1. В последнем случае необходимо иметь баллон высокого дав-

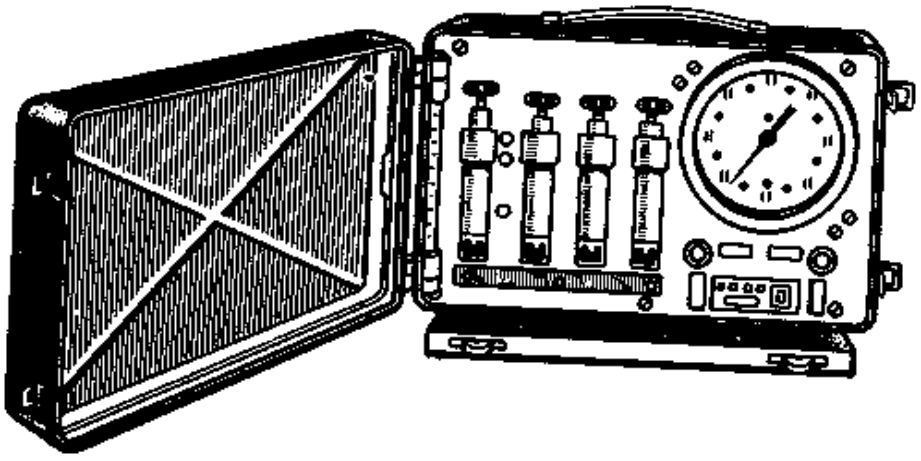


Рис. 12.45. Прибор ВКП-1

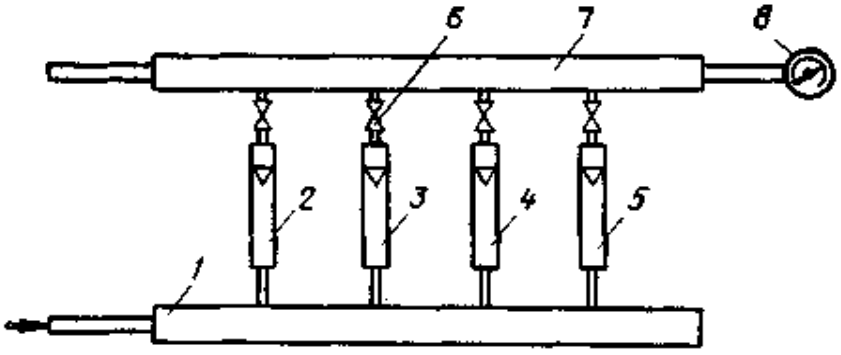


Рис. 12.46. Газовая схема прибора ВКП-1

ления с редуктором и осушительное устройство. Ниже приводятся основные технические характеристики прибора.

Диапазон измерения расхода воздуха, $см^3$/мин . . .	10. . .4200
Погрешность показаний количества расхода воздуха (верхнего предела измерений ротаметра), %, не более	±4
Точность определения места повреждения (относительно длины измеряемого участка), %	±2,5
Рабочий интервал температур, °С	+(5. . .50)
Габаритные размеры, мм	409×133×287
Масса, кг	11

Общий вид прибора показан на рис. 12.45, а газовая схема — на рис. 12.46. Воздух под давлением 0,5 $кгс/см^2$ подается на вход прибора, поступает в коллектор *1*, а оттуда в ротаметры *2—5*. При открытом вентиле *6* воздух проходит через ротаметр и поступает в выходной коллектор *7* и далее по шлангу в установку УСКД-1М или непосредственно в кабель. Манометр *8* позволяет контролировать давление в кабеле (при закрытых вентилях *6*).

В зависимости от расхода воздуха измерения могут производиться одним или несколькими ротаметрами.

Автоматическая установка для содержания кабеля под давлением АУСКИД-1

Установка предназначена для автоматической подачи сухого воздуха в кабели, поддержания в них постоянного избыточного давления, контроля за герметичностью кабеля и определения района повреждения. Ниже приводятся основ-

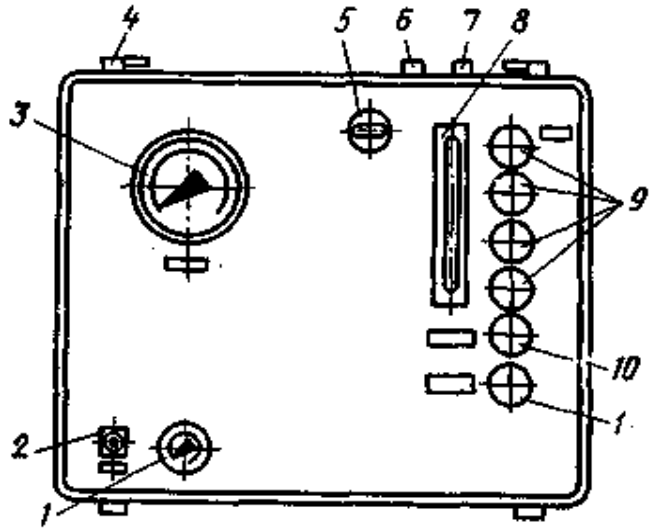


Рис. 12.47. Вид установки АУСКИД-1:

1 — манометр; *2* — колодка; *3* — манометр; *4* — ручка; *5* — счетчик; *6* — штуцер «Контроль»; *7* — штуцер «В атмосферу»; *8* — карман; *9* — вентиль подачи воздуха в кабель; *10* — вентиль «Шунт»; *11* — вентиль «Дроссель»

ные технические характеристики установки, а общий вид и газовая схема показаны на рис. 12.47 и 12.48.

Номинальное давление на выходе установки при расходе 3 л/мин, кгс/см²	0,5±0,02
Расход воздуха на выходе при одном открытом вентиле, л/мин, не менее:	
при работе дозирующего устройства	20
при работе шунтирующего устройства	40
Геометрический объем резервуара доанрующего устройства, л	3,6
Расход воздуха при включенном дросселе, л/мин	0,03±0,01
Влажность воздуха на выходе, г/м³; после расхода пяти 40-литровых баллонов с начальным давлением 150 кгс/см	0,3
Давление, при котором подается сигнал о замене баллона, кгс/см²	40±10
Давление в баллоне, при котором автоматически прекращается подача воздуха; кгс/см²	10...25
Интервал рабочих температур при относительной влажности до 98% и температуре 30 °С, °С	—40...+50
Емкость баллона для сжатого воздуха, л	40
Габаритные размеры с учетом выступающих частей, мм	615×325×480
Масса (без баллона, монтажных частей и ЗИП), 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 0,5±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 него, редуктор *11* и распределитель подается в кабели. При необходимости в повышенном расходе

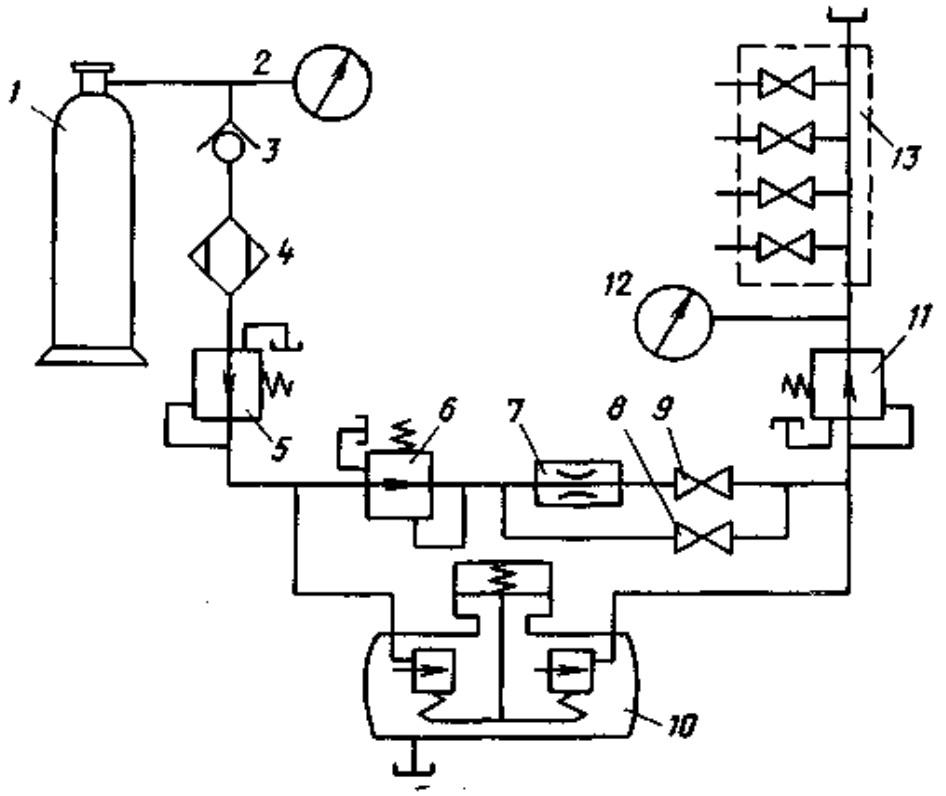


Рис. 12.48. Структурная схема установки АУСКИД-1

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*.

Установка производит регистрацию доз и замыкание электрических контактов сигнальной системы при каждом наполнении дозирующего устройства.

Последнее обеспечивает следующие пределы срабатывания при нормальных климатических условиях: нижний $0{,}7 \pm 0{,}05$ кгс/см², а верхний должен превышать нижний предел на $1{,}5 \pm 0{,}05$ кгс/см².

При необходимости подачи повышенного расхода воздуха в кабели (до 40 л/мин) следует открыть вентиль «Шунт», при этом отсутствует контроль герметичности кабеля и возможность определения района повреждения.

Компрессорно-сигнальные установки КСУ

Установки предназначены для содержания кабелей ГТС емкостью от 100×2 до 1200×2 под постоянным избыточным воздушным давлением и могут быть использованы также на крупных узлах связи магистральной и внутризоновых сетей.

Основные технические характеристики КСУ приведены в табл. 12.33, а структурная схема на рис. 12.49.

Компрессорно-сигнальная установка состоит из компрессорной группы *I*, блока осушки и автоматики *II* и распределительного статива *III*. При понижении давления в кабеле и ресивере *4* до предельно допустимой величины срабатывает электроконтактный манометр *7*, регулирующий давление в ресивере, с помощью устройств автоматики *10* включается электродвигатель *2* и запускаются компрессоры *1*. При повышении давления в ресивере до верхнего предела компрессоры останавливаются.

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.

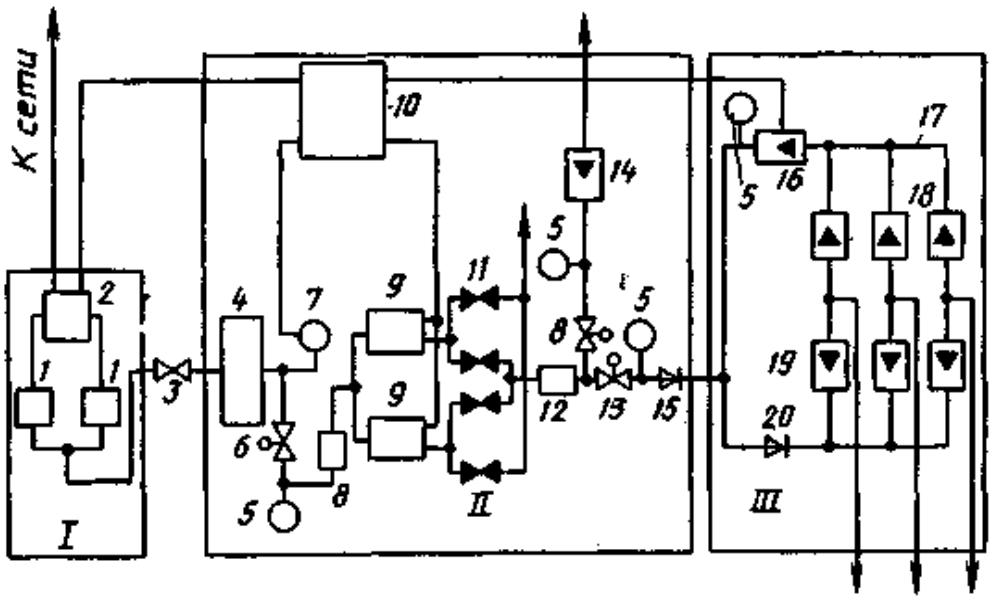


Рис. 12.49. Структурная схема установки КСУ:

1 — компрессор; *2* — электродвигатель; *3* — обратный клапан; *4* — ресивер; *5* — манометр; *6, 8, 13* — редукторы; *7* — электроконтактный манометр; *9* — осушительная камера; *10* — блок автоматики; *11* — командно-электропневматический прибор (КЭП); *12* — индикатор влажности; *14, 16, 18, 19* — ротаметры; *15* — выходной вентиль; *17* — коллектор; *20* — обводной вентиль

Таблица 12.33

Основные технические характеристики КСУ

Характеристика	Единица измерения	Значение		
		КСУ-30М	КСУ-60М	КСУ-2М
Число одновременно включаемых кабелей	шт.	30	60	60
Число распределительных стативов	шт.	1	2	2
Производительность	л/мин	15	30	35
Рабочее давление на выходе	кгс/см²	0,5±0,02	0,5±0,02	0,5±0,02
Абсолютная влажность воздуха на выходе установки	г/м³	0,3	0,3	0,3
Относительная влажность осушаемого воздуха при температуре 20 °С	%	80	80	80
Интервал рабочих температур	°С	+(10...35)	+(10...35)	+(10...35)
Время регенерации силикагеля	ч	9	15	15
Электропитание:				
переменное напряжение	В	220/380	220/380	220/380
частота	Гц	50	50	50
постоянное напряжение	В	60	60	60
переменный ток	А	10	10	10
постоянный ток	»	0,5	0,5	0,5
Максимальная потребляемая мощность	В·А	4000	4000	4000
Габаритные размеры:	мм			
блока осушки		670×400×1675	670×440×1675	660×440×1654
статива		570×325×2005	570×325×2005	570×325×2005
компрессора		860×360×380	860×360×380	—
Масса	кг	365±15	445±15	445±15

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 с помощью ротаметра *14* позволяет определить район повреждения по расходу воздуха. Контроль давления осуществляется манометрами *5*. Установка имеет общую звуковую и оптическую сигнализацию появления аварийной утечки.

Оборудование типа TKVB-M

Оборудование TKVB-M предназначено для установки в НУП и обеспечивает: пневматическую коммутацию кабелей; контроль давления воздуха в кабеле; подачу аварийного сигнала в ОУП о понижении давления в кабеле до 0,35 кгс/см²;

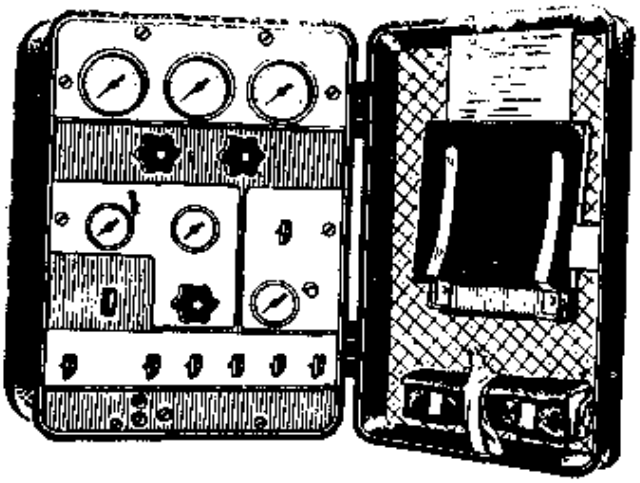


Рис. 12.50. Установка ТКVВ-М

определения района негерметичности оболочки кабеля путем измерения количества воздуха, подаваемого от оборудования в негерметичный кабель.

Определение количества воздуха, подаваемого в негерметичный кабель, основано на измерении промежутка времени, в течение которого давление воздуха в калиброванной емкости снизится на определенную величину. Точность определения района повреждения оболочки кабеля 0,5 км. Оборудование позволяет также осуществлять временную подпитку кабеля воздухом давлением 0,5 кгс/см² при подключении к внешним источникам воздуха с давлением 0,5; 6; 30 ... 150 кгс/см². Абсолютная влажность воздуха, подаваемого в кабель, 0,3 г/м³; рабочий интервал температур —40...+50 °С при относительной влажности до 90%; габаритные размеры 390×480×680 мм; масса 49 кг.

Общий вид установки показан на рис. 12.50.

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 поврежденного участка оболочки кабеля (с точностью до 1 км). Размещается АКОУ на усилительных пунктах кабельных магистралей и работоспособна в интервале температур —10 ... +50 °С 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 150 кгс/см², или компрессор. Установка позволяет передать на обслуживаемый усилительный пункт по системе телесигнализации сигнал о необходимости замены баллона в НУП при давлении 25 ... 35 кгс/см². Ниже приводятся основные технические характеристики АКОУ.

Давление газа на выходе при расходе его до 3 л/мин, кгс/см²	0,5±0,02
Расход газа на выходе при одном полностью открытом вентиле, л/мин, не менее	20
Влажность газа на выходе, г/м³, после израсходования пяти 40-литровых баллонов с начальным давлением 150 кгс/см², не более	0,3
Давление в баллоне, при котором прекращается подача газа, кгс/см²	5...20
Расход газа на выходе через шунт, л/мин	0,03±0,01
Пределы срабатывания АДУ, кгс/см²:	
нижний	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
Габаритные размеры без выступающих частей, мм	610×270×910
Масса (без баллона), кг	45

Общий вид установки показан на рис. 12.51, а структурная схема — на рис. 12.52. Из баллона высокого давления *1* газ поступает на вход установки. С помощью трех редукторов (*5*, *6* и *11*) давление газа на выходе установки снижается до 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*. Давление на выходе установки контролируется манометром *15*.

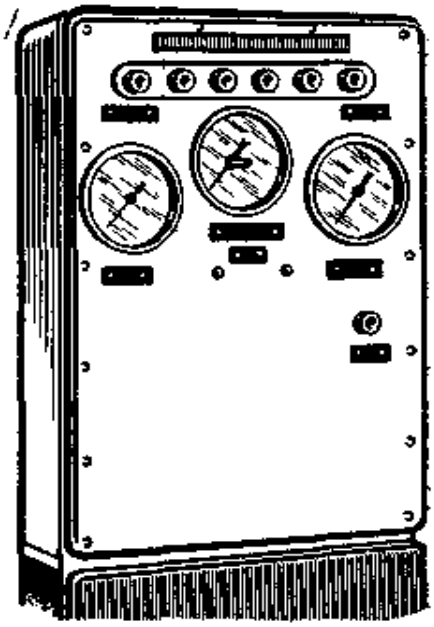


Рис. 12.51. Установка АКОУ

При аварийной утечке газа из кабеля (свыше 2 л в час) вследствие недостаточной пропускной способности дросселя *9* срабатывает автоматическое дозирующее устройство АДУ *7* и его резервуар емкостью 3,65 л наполняется газом до давления 2,2 кгс/см². 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, выходной клапан закроется, входной откроется и цикл повторяется. Каждая доза газа, поступившая в кабель, фиксируется механическим счетчиком; при этом замыкаются контакты микровыключателя, с помощью которого передаются сигналы об аварийной утечке газа. Давление в резервуаре АДУ контролируется манометром *8*.

При снижении давления газа в баллоне до 25 ... 35 кгс/см² замыкаются контакты манометра *3* и на ОУП передается сигнал о необходимости замены баллона. При снижении давления газа в баллоне до 5 ... 20 кгс/см² обратный клапан *2*

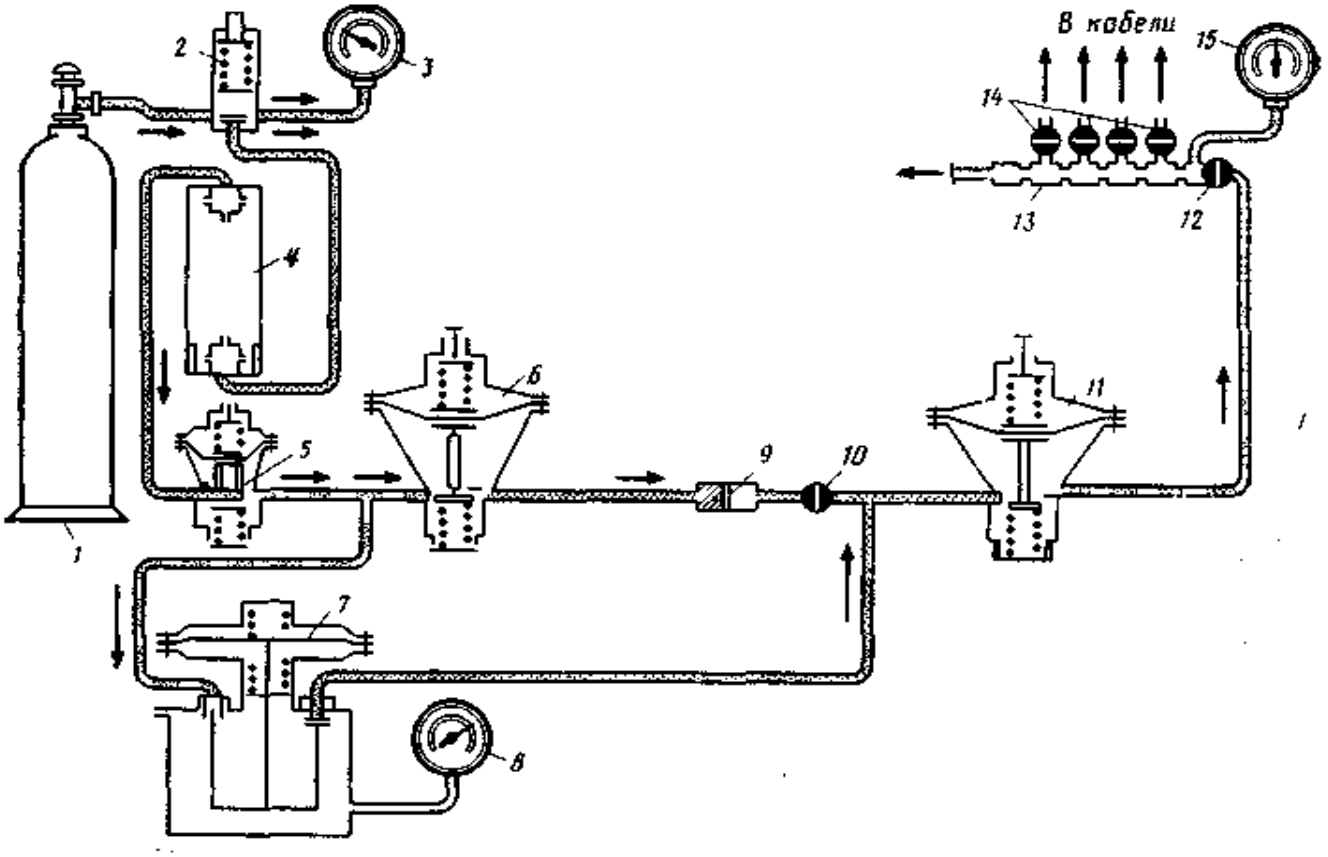


Рис. 12.52. Структурная схема АКОУ

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 или Б определяется по формулам

$$l_{xA}\frac{n_Б(t_1)V_{Бп}}{n_A(t_1)V_{Aп}+n_Б(t_1)V_{Бп}}L,$$
$$l_{xA}=\frac{n_A(t_1)V_{Aп}}{n_A(t_1)V_{Aп}+n_Б(t_1)V_{Бп}}L, \qquad (12.1)$$

где $n_A(t_1)$ и $n_Б(t_1)$ — число доз газа, равное разности показаний счетчика, поданных в поврежденный кабель соответственно с пунктов А и Б в течение установившегося режима за одинаковое время t_1; $V_{Aп}$ и $V_{Бп}$ — приведенные объемы доз газа, подаваемых АКОУ в поврежденный кабель соответственно на пунктах А и Б, л; L — длина усилительного участка, км.

На практике отсчет показаний счетчиков в пунктах А и Б производится в разное время, а для расчета по (12.1) необходимо брать число доз газа, поданных за одинаковое время, например за время t_1, поэтому для одного из пунктов следует пересчитать число доз. Если за период установившегося режима с пункта А за время t_1 подано в кабель n_A доз, а с пункта Б за время t_2 подано $n_Б$ доз, то, приняв для расчета число доз в пункте А за $n_A(t_1)$, необходимо пересчитать количество доз газа, поступивших в кабель с пункта Б за время t_1, по формуле

$$n_Б(t_1)=n_Б(t_2)\,t_1/t_2. \qquad (12.2)$$

Приведенные объемы доз газа, подаваемых в поврежденный кабель для АКОУ в пунктах А и Б, определяются с учетом фактического давления срабатывания АДУ (P'_1 и P'_2) и температуры окружающего воздуха в помещении, где находятся АКОУ, и рассчитываются, например, для АКОУ пункта А по формуле

$$V_{Aп}=3{,}6\,(P'_2-P'_1)_A\,[293/(t_A+273)], \qquad (12.3)$$

где *3, 6* — геометрический объем АДУ, л; $(P'_1$ и $P'_2)_A$ — давление нижнего и верхнего пределов срабатывания АДУ в А, Па; 293 = (20 °С + 273) — температура по абсолютной шкале, к которой приводятся объемы доз АДУ в пунктах А и Б, К; t_A — температура в помещении пункта А с учетом знака, °С.

Примечание. Если при нескольких срабатываниях давление отличается друг от друга на 0,02 ... 0,04 кгс/см², то для расчета по (12.3) следует брать их среднюю арифметическую величину.

Устройство РУ-6ДМ

Устройство распределительное РУ-6ДМ предназначено для использования в системах содержания под постоянным избыточным воздушным давлением двух кабелей и шести контейнеров НУП. Внешний вид устройства показан на рис. 12.53, пневматическая схема — на рис. 12.54, а ниже приводятся технические характеристики.

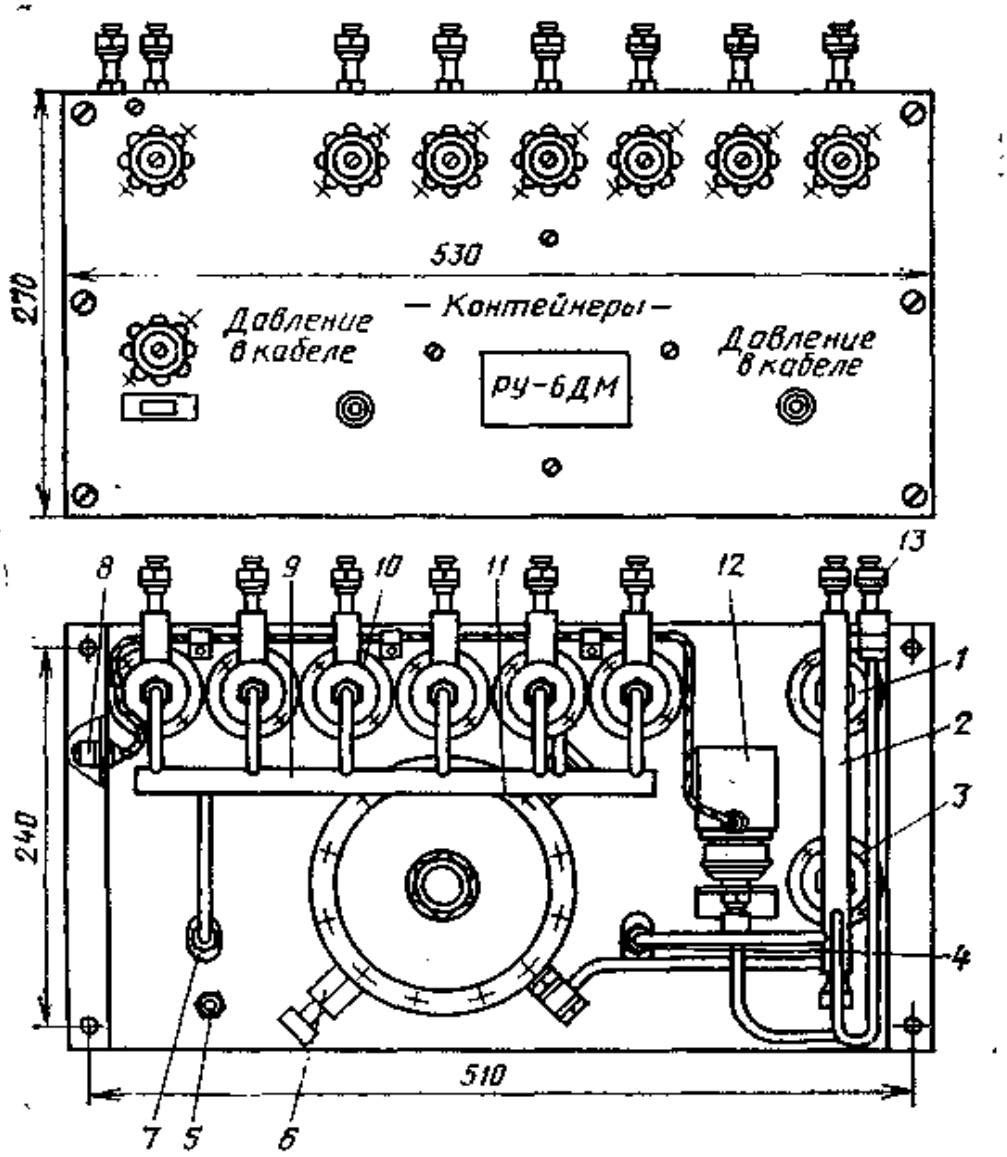


Рис. 12.53. Устройство распределительное РУ-6ДМ:

1, 3, 10 — вентили; *2, 9* — коллекторы; *4, 7* — клапаны; *5* — винт заземления; *6* — клапан предохранительный; *8* — вилка разъема; *11* — редуктор низкого давления; *12* — датчик-реле давления; *13* — заглушка

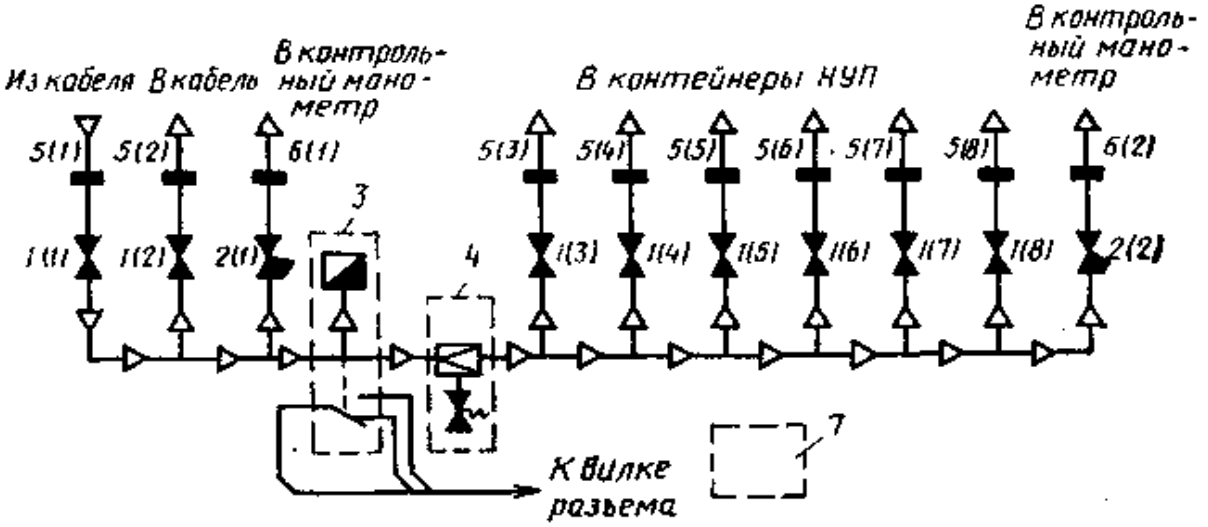


Рис. 12.54. Пневматическая схема устройства РУ-6ДМ:

1(1) ... 1(8) — вентили; *2(1), 2(2)* — клапаны; *3* — датчик-реле давления; *4* — редуктор низкого давления; *5(1) ... 5(8), 6(1), 6(2)* — заглушки; *7* — разъем

Число подключаемых кабелей, шт.	2
Число подключаемых контейнеров, шт.	6
Давление на выходе, кгс/см², при давлении на входе 0,5 кгс/см²	0,1±0,02
Давление на выходе (в кабеле), при котором подается сигнал об утечке, кгс/см²	0,4±0,02
Интервал рабочих температур, °С	—20...+50
Пропускная способность при свободном истечении воздуха в атмосферу, л/мин, не менее:	
через вентили, предназначенные для подключения кабелей	20
через вентили, предназначенные для подключения контейнеров	12
Давление на выходе, кгс/см², соответствующее началу травления предохранительного клапана	0,3
Электрическое сопротивление изоляции цепей, МОм, не менее:	
при относительной влажности воздуха 80% и температуре 20±5 °С	100
при относительной влажности воздуха 98% и температуре 35 °С	5
Напряжение испытания электрической прочности изоляции цепей, кВ, не менее, на частоте 50 Гц	0,5
Габаритные размеры без выступающих частей, мм	530×150×270
Масса, кг	12

Воздух под давлением 0,5 кгс/см² из одного кабеля через открытые вентили *1(1)*, *1(2)* поступает в другой кабель и одновременно в датчик-реле давления *3* и в редуктор низкого давления *4*. Редуктор понижает давление с 0,5 до 0,1 кгс/см², и под этим давлением воздух поступает через открытые вентили *1(3)*... *1(8)* в контейнеры НУП.

При понижении давления в устройстве до 0,4±0,02 кгс/см² в датчике-реле давления *3* переключаются контакты микропереключателя, подавая сигнал в ОУП по цепи сигнализации, которая подводится к устройству сигнальным кабелем от контейнера с блоков телемеханики.

К клапанам *2(1)* и *2(2)* устройства можно подключить манометр для проверки давления в кабелях и контейнерах. К клапану *2(1)*, кроме того, можно подключить прибор ВКП-1 совместно с переносным подкачивающим устройством при определении района негерметичности оболочки кабеля и полевую установку ПУВИГ при определении места негерметичности. Манометр и установка ПУВИГ подключаются с помощью штуцера, входящего в комплект инструмента.

Устройство пневматической коммутации УПК-2М

Устройство предназначено для пневматической коммутации воздуха смежных усилительных участков кабеля, содержания кабелей и контейнера с усилительной аппаратурой под избыточным давлением, контроля за их 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 и общий вид устройства показаны на рис. 12.55 и 12.56. Ниже приводятся основные технические характеристики.

Номинальное давление воздуха в устройстве, кгс/см²	0,5±0,02
Пропускная способность при свободном выходе в атмосферу, см³/мин, не менее	20 000

Давление, при котором подается аварийный сигнал, кгс/см²	0,4±0,02
Электрическое сопротивление изоляции цепей, МОм, не менее:	
при температуре 20±5 °С и относительной влажности 80%	100
при температуре 35 °С и относительной влажности 98%	5
Напряжение испытания электрической прочности изоляции цепей, кВ, не менее, частотой 50 Гц (в течение 1 мин при температуре 20±5 °С и относительной влажности 95%)	0,5
Рабочий интервал температур, °С, при температуре 20 °С и относительной влажности до 98%	—40...+50
Габаритные размеры, мм	310×140×80
Масса, кг	12

Воздух под давлением 0,5 кгс/см² из одного кабеля через открытые вентили *1(1)*, *1(2)* и *1(3)* поступает в другой кабель и контейнер. Одновременно воздух поступает в датчик-реле давления *3*. Давление воздуха контролируется манометром *2*.

Устройство выдерживает транспортную тряску с ускорением 30 м/с при частоте 80 ударов/мин.

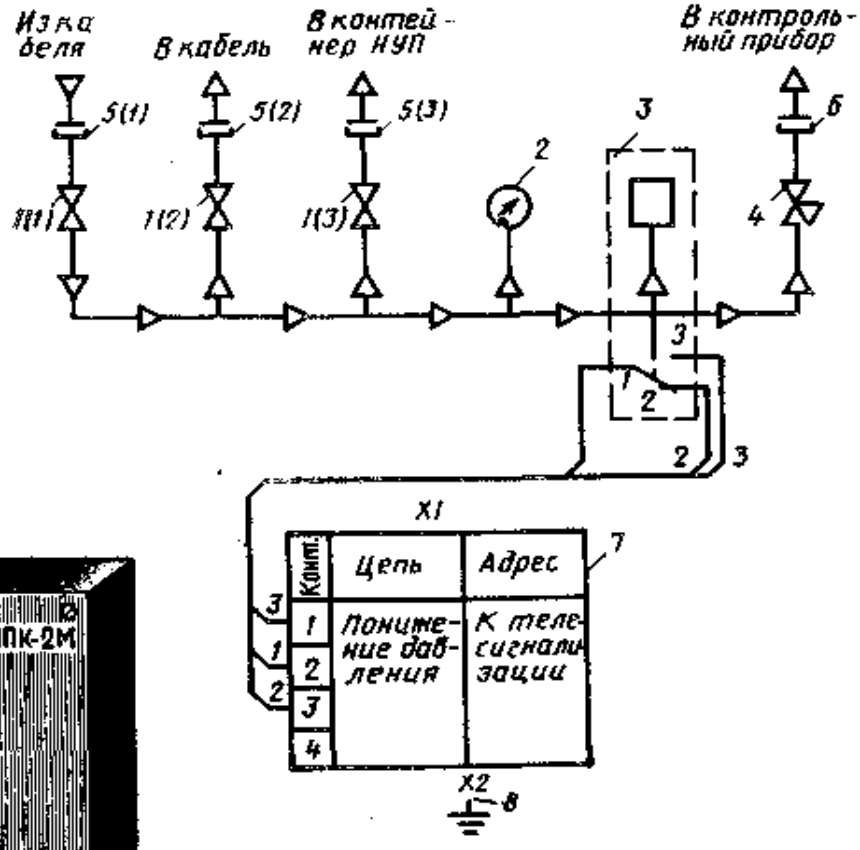


Рис. 12.55. Пневматическая схема устройства УПК-2М: *1(1)* ... *1(3)* — вентили; *2* — манометр; *3* — датчик-реле давления; *4* — клапан; *5(1)* ... *5(3)*, *6* — заглушки; *7* — разъем; *8* — винт заземления

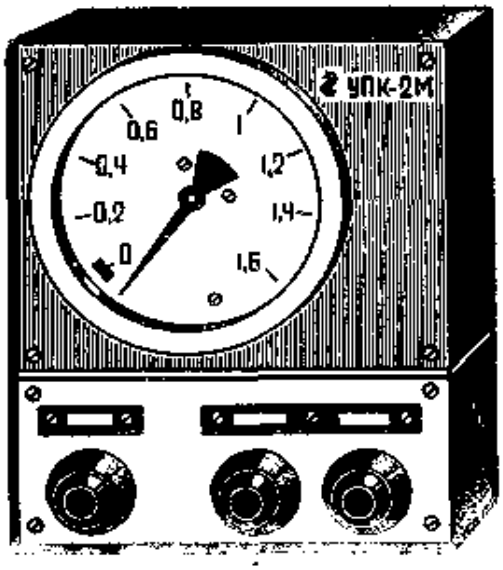


Рис. 12.56. Устройство УПК-2М

При понижении давления на выходе устройства до 0,4±0,02 кгс/см² переключаются контакты микропереключателя датчика-реле *3*, подавая сигнал на ОУП. Жилы сигнального кабеля распаиваются на гнезда розетки разъема. К клапану *4* может подключаться контрольный манометр или прибор ВКП-1 без нарушения герметичности устройства.

Щит переключения воздуха ЩПВ

Секция контроля герметичности кабеля (КГК) на кабельных магистралях может состоять из нескольких усилительных участков. На концах такой секции обычно размещаются автоматические установки типа АКОУ, УСКД, а в промежуточных НУП — щиты переключения воздуха ЩПВ (рис. 12.57). Щит оборудован системой вентилей 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.

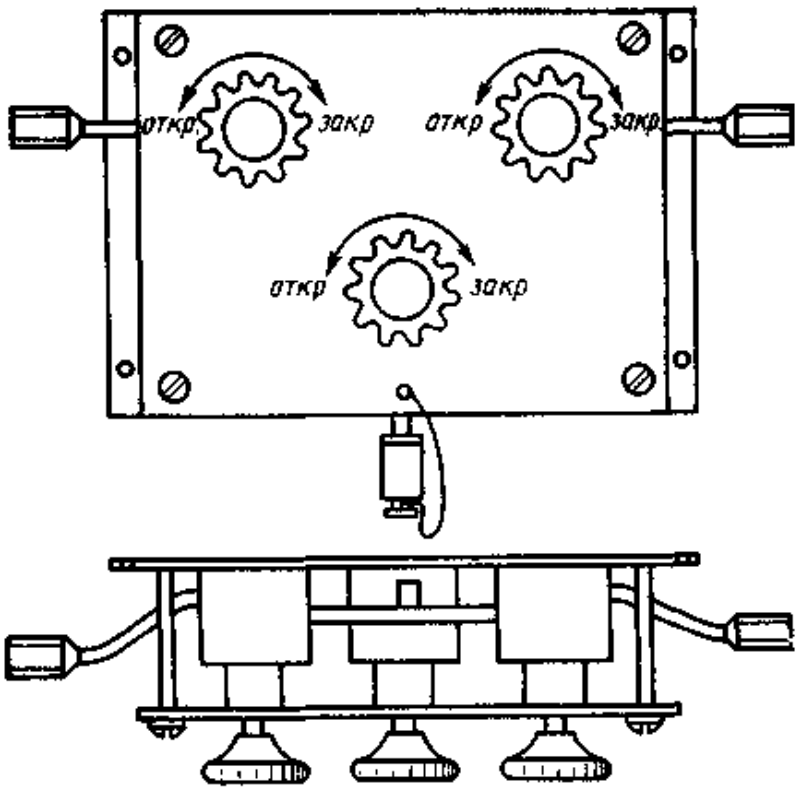


Рис. 12.57. Щит переключения воздуха ЩПВ

Раздел 13

Защита кабелей связи от влияния высоковольтных линий и атмосферного электричества

13.1. Источники влияния

Основные источники опасного и мешающего влияния, оказываемого на цепи подземных кабелей связи, перечислены в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Источники и виды влияния

Источник влияния	Вид влияния
Высоковольтная линия электропередачи (ВЛ):	
трехфазная	Опасное; кратковременное (0,15...2,5 с) магнитное и гальваническое; мешающее; магнитное длительное
системы «фаза (две фазы) — земля»	Опасное: длительное и кратковременное (0,15... ...1,2 с) магнитное и гальваническое; мешающее: магнитное и гальваническое длительное
постоянного тока	Опасное: кратковременное магнитное и гальваническое; мешающее: магнитное
Электрифицированная железная дорога (эл. ж. д.):	
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...1000 мкс) магнитное и гальваническое
Магнитные бури	Опасное и мешающее: гальваническое

13.2. Максимально допустимые опасные и мешающие напряжения и токи в цепях кабельных линий

Допустимые индуктируемые продольные ЭДС, напряжения и токи в жилах и цепях кабелей связи определяются:

требованиями техники безопасности при работах на линии;

опасностью повреждения (пробоя изоляции) кабеля или аппаратуры как непосредственно на вводе, так и по цепи дистанционного питания;

опасностью возникновения помех в каналах связи как в результате непосредственного влияния на двухпроводные цепи, так и вследствие протекания индуктируемого тока по проводам цепи дистанционного питания.

Первые два фактора определяют опасное длительное и кратковременное влияния, третий — мешающее влияние.

Таблица 13.2

Допустимые длительно индуктируемые продольные ЭДС $E_{доп.\ дл}$

Кабельная цепь или система передачи	Диаметр жил цепи, мм	Схема дистанционного питания аппаратуры	$E_{доп.\ дл}$, В	Участок, к которому относится норма
Кабельная цепь или участок цепи без ДП (за исключением кабелей, проложенных в канализации в городских условиях)	Любой	—	$U^{*}_{раб}$	Гальванически неразделенный участок
К-3600	2,6/9,4	Внутренний проводник — внутренний проводник	15 200	Удлинительный (3 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
К-1920П	2,6/9,4	То же	30 200	Усилительный (6 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
VLT-1920	2,6/9,4 или 1,2/4,4	Внутренний проводник — внешний проводник	30 200	Усилительный (6 или 4 км) Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее 40 км
К-1920 К-1920У	2,6/9,4	Внутренний проводник — внутренний проводник	100	Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 12 км
К-300	1,2/4,4	То же	30 200	Усилительный (6 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
К-1020Р	1,2/4,4	»	22,5 300	Усилительный (3 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
К-1020С	2×1,2 кабеля МКС	Пара — пара	200 600**	Усилительный (3 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП
К-120	2,1/9,7	Внутренний проводник — внешний проводник	80 100	Усилительный (10 км) Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее 10 км

К-24Р К-3600 и К-1920П	2×0,9	Провод — провод	45 300	Усилительный (6 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
ПСС систем К-3600 и К-1920П	2×0,9	» »	225 300	Усилительный (30 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
МТМ систем К-3600 и К-1920П	2×0,9	» »	112 135 300	Регенерационный (15 км) То же (18 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
УТМ системы К-3600	2×0,9	» » Провод — провод	22,5 300	Регенерационный (3 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
УТМ системы К-1920П	2×0,9	» »	45 300	Регенерационный (6 км) Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 40 км
VLT-24, СС и ТМ системы VLT-1920	2×0,9	» »	30 180	Усилительный (6 км) Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее 36 км
К-420	ВКПАП	Внутренний проводник — внешний проводник	150	Участок сближения любой длины в пределах секции ДП
ИКМ-480, ИКМ-480×2, ИКМ-480Р	1,2/4,4	Провод — провод	200	Любой длины в пределах между смежными ОРП
ПСС и МТМ системы ИКМ-480	2×0,7	То же	90 200	Усилительный и регенерационный (18 км) Участок сближения в пределах между ОРП, но не менее 40 км
УТМ системы ИКМ-480	2×0,7	Провод — провод	15 200	Регенерационный (3 км) Участок сближения в пределах между ОРП, но не менее 40 км
ИКМ-120А	2×1,2 кабеля МКС	» »	150	Участок сближения в пределах полусекции ДП
К-24-2 КВ-12	2×1,2	Провод — земля Провод — провод	50*** 300*4 100*** 300*4	Усилительный

Продолжение табл. 13.2

Кабельная цепь или система передачи	Диаметр жил цепи, мм	Схема дистанционного питания аппаратуры	$E_{доп.\ дл}$, В	Участок, к которому относится норма
ВК-960 (комплекс)	1,2/4,4	То же	200	Участок сближения любой длины в пределах полусекции ДП
К-60	2×1,2	Провод — земля	50***	
			200*4	Усилительный
		Провод — провод	100***	
			200*4	
К-60П	2×1,2	Провод — земля	200***	
			75*5	
		Провод — провод	200***	
			75*5	
К-60П-4	2×1,2	» »	75***	Усилительный
КРР-30/60	2×1,2	Провод — земля	15	
			130*6	
		Провод — провод	130	
ИКМ-15, ИКМ-30	2×1,2		150	Участок сближения любой длины в пределах секции ДП
«Зона-15»	2×1,2		40	Регенерационный
			150	Участок сближения в пределах полусекции ДП
КНК-6Т, КНК-12, КРР-Т, ИКМ-12М, ИКМ-12И, КАМА, КАМА-С	2×1,2		10 В/км*7	

* $U_{раб}$ — действующее рабочее напряжение изоляции жил кабеля или вводного оборудования, принятое в технических условиях на приемку кабеля или аппаратуры с завода-изготовителя.

** Индуктируемая продольная ЭДС на длине 20 км не должна превышать значений, установленных для системы передачи К-60П.

*** При включении в цепь ДП одного фильтра защиты на НУП и одного на ОУП.

*4 При включении в цепь ДП двух фильтров защиты на НУП и одного на ОУП.

*5 При включении одного (внутреннего) дросселя в фильтре защиты.

*6 При включении дополнительного фильтра защиты.

*7 Суммарная индуктируемая ЭДС не должна превышать $U_{раб} - \frac{U_{дп}}{2\sqrt{2}}$, где $U_{дп}$ — напряжение дистанционного питания.

Таблица 13.3

Допустимые кратковременно индуктируемые продольные ЭДС $E_{доп.\ кр}$

Цепь кабеля или система передачи	Схема дистанционного питания	$E_{доп.\ кр}$, В, при влиянии		Участок, к которому относится норма
		ВЛ	эл. ж. д.	
Кабельная цепь или участок цепи без ДП	—	$U^*_{исп}$	$0{,}6U_{исп}$	Гальванически неразделенный любой длины
К-3600 К-1920П	Внутренний проводник — внутренний проводник	650	650	Любой длины в пределах полусекции ДП
		750	750	Любой длины в пределах полусекций ДП, но более усилительного участка
VLT-1920 по парам 2,6/9,4 VLT-1920 по парам 1,2/4,4	Внутренний проводник — внешний проводник	750 550	750 550	Любой длины в пределах секции ДП
К-1920 К-1920У	Внутренний проводник — внутренний проводник	500	260	Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 12 км
К-300	Внутренний проводник — внутренний проводник	150 750	150 750	Усилительный Участок сближения в пределах полусекции ДП, но не менее 30 км
К-1020Р	То же	650	650	Любой длины в пределах полусекции ДП

Продолжение табл. 13.3

Цепь кабеля или система передачи	Схема дистанционного питания	$E_{доп.\ кр.}$, В, при влиянии		Участок, к которому относится норма
		ВЛ	эл. ж. д.	
К-1020Р	Внутренний проводник — внутренний проводник	900	900	Любой длины в пределах полусекции ДП, но более усилительного участка
К-1020С	Пара — пара	650 1350**	650 650	Усилительный Участок сближения в пределах полусекции ДП
К-120	Внутренний проводник — внешний проводник	250 500	250 500	Усилительный Участок сближения в пределах секции ДП
К-24Р, ПСС, МТМ, УТМ К-3600 и К-1920П	Провод — провод	650	350	Любой длины в пределах полусекции ДП
VLT-24, СС и ТМ VLT-1920	То же	550	550	Любой длины в пределах секции ДП
ВК-960 (комплекс)	Провод — провод	900	900	Любой длины в пределах полусекции ДП
ИКМ-480, ИКМ-480×2, ИКМ-480Р	» »	650	1500	Любой длины в пределах между смежными ОРП
ПСС и МТМ ИКМ-480	»	690	350	Любой длины в пределах усилительного или регенерационного участка

УТМ ИКМ-480	»	650	350	Любой длины в пределах секции ДП
ИКМ-120 А	»	650	650	Любой длины в пределах полусекции ДП
К-24-2, К-60, КВ-12	Провод — земля	750	750	
	Провод — провод	930***	930***	
К-60П*5	Провод — земля	400	400	Усилительный
	Провод — провод	550***	550***	
К-60П-4	Провод — провод	250	250	
КРР-30/60	Провод — земля	50 350*4	50 350*4	
	Провод — провод	350	350	
ИКМ-15, ИКМ-30	» »	650	650	Любой длины в пределах секции ДП
«Зона-15»	» »	100 650	100 650	Регенерационный Участок сближения в пределах полусекции ДП
КРР-Т	» »	70 440	36 230	Усилительный Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее шести усилительных участков

Окончание табл. 13.3

Цепь кабеля или система передачи	Схема дистанционного питания	$E_{доп.кр}$, В, при влиянии		Участок, к которому относится норма
		ВЛ	эл. ж. д.	
К-420	Внутренний проводник — внешний проводник	650	650	Любой длины в пределах секции ДП
КНК-6Т	Провод — провод	560 1460	300 830	Усилительный Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее трех усилительных участков
ИКМ-12М, ИКМ-12И	Провод — провод	1150	830	Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее 30 км
КНК-12	То же	480 1360	260 830	Усилительный Участок сближения в пределах секции ДП, но не менее трех усилительных участков
КАМА, КАМА-С		1500	800	Любой длины в пределах гальванически неразделенного участка

* $U_{исп}$ — действующее испытательное напряжение изоляции жил кабеля или вводного оборудования, принятое в технических условиях на приемку кабеля или аппаратуры с завода-изготовителя.

** Индуктируемая продольная ЭДС на длине 20 км не должна превышать значений, установленных для системы передачи К-60П.

*** При заземлении средней точки цепи ДП.

*4 При включении дополнительного фильтра защиты.

*5 Нормы относятся к первому усилительному участку (от питающего ОУП); на последующих участках кратковременно допустимые ЭДС равны:

Схема ДП	Провод — земля					Провод — провод*6	
Номер усилительного участка	II	III	IV	V	VI	II	III
Допустимая ЭДС, В	475	525	580	650	650	650	650

*6 При схеме ДП с заземленным полюсом источника тока допустимые ЭДС такие же, как при ДП по схеме провод — земля.

Таблица 13.4

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 комплектов РСЛ		Допустимая продольная ЭДС, В
	на исходящем конце	на входящем конце	
АТС-47 — АТС-47	—	—	36
АТС-54 — АТС-54	—	—	
АТС-47 — АТС-54	—	—	
АТС-47 — декадно-шаговая домовая подстанция	РСЛК$_{исх}$	—	
АТС-54 — декадно-шаговая домовая подстанция	РСЛК$_{исх}$	—	
АТС-54 — координатная домовая подстанция	РСЛК$_{исх}$	—	
Координатная АТС — декадно-шаговая АТС	РСЛ 3/2	—	
Координатная АТС — машинная АТС	РСЛ п/о РСЛ 3/2	— РСЛ 2/3 РСЛ п/о	
Декадно-шаговый УВС (III ГИМ) — декадно-шаговая АТС (IV ГИМ)	—	—	
Декадно-шаговый УВС (III ГИМ) — координатная АТС (II ГИМ)	—	—	
Декадно-шаговая РАТС (III ГИМ) — координатная домовая подстанция	РСЛМ$_{исх}$	РСЛМ$_{вх}$	
АТС-54 — АТС-54	РСЛК$_{исх}$	РСЛК$_{вх}$	30
Декадно-шаговые АТС	РСЛКИ$_{исх}$	РСЛКИ$_{вх}$	25
Координатные АТС	—	—	
Декадно-шаговая АТС — МТС	ИКЗСЛ	ВКЗСЛ	
АТС-54 — АТСК	—	—	20
АТС-47 — АТСК	—	—	15
Входящий узел междугородного сообщения (РСЛМ) — машинная АТС	РСЛМ	—	
АТС-54 или декадно-шаговая АТС — машинная АТС или АТС-47	РСЛК$_{исх}$	РСЛК$_{вх}$	
Машинные АТС	—	—	6
Релейно-блочные АТС на 10/40 номеров			3
Сельские декадно-шаговые АТС на 50/100 и 100/500 номеров			6
Сельские координатные АТС на 40/80 и 100/2000 номеров			6
Релейные АТС на 20 номеров			40

Длительно индуктируемые продольные ЭДС, т. е. напряжения по отношению к земле, возникающие на одном из концов гальванически неразделенного участка кабельной цепи при условном заземлении каждой жилы на противоположном конце участка при влиянии эл. ж. д. переменного тока или несимметричной ВЛ, не должны превышать 36 В, а кратковременно индуктируемые ЭДС — 160 В. Если при работе на кабельных линиях связи применяют меры по технике безопасности, то длительно и кратковременно индуктируемые продольные ЭДС могут быть повышены. Допустимые в этом случае значения продольных ЭДС приведены в табл. 13.2 и 13.3.

Допустимые длительно индуктируемые продольные ЭДС в соединительных линиях между АТС приведены в табл. 13.4.

13.3. Меры защиты кабельных линий от опасного и мешающего влияний ВЛ и эл. ж. д.

Все меры по защите линий связи от влияния высоковольтных линий и электрифицированных железных дорог разделяют на две группы: меры, принимаемые по отношению к влияющим линиям, т. е. на ВЛ и эл. ж. д. (табл. 13.5), и к самим линиям связи (табл. 13.6).

«Критические» (минимально допустимые) расстояния между кабелями с длиной гальванически неразделенного участка цепи $l=20$ км и ВЛ с заземленной нейтралью при токах короткого замыкания $I_{к.з}=3$ и 5 кА приведены в табл. 13.7. Данные этой таблицы получены исходя из нормы кратковременно допустимой продольной ЭДС 750 В при передаче по жилам кабеля дистанционного питания аппаратуры по схеме провод — земля и округлены до 10 м. Аналогичные величины для кабелей МКСБ 4×4×1,2 и 7×4×1,2 исходя из нормы длительного напряжения (длительно допустимой ЭДС) 200 В на усилительном участке длиной 20 км при сближении с эл. ж. д. переменного тока приведены в табл. 13.8. Ток нагрузки контактной сети принят равным 800 А для двухпутного участка и 500 А для однопутного, длина сближения 20 км. При других исходных данных «критические» расстояния изменятся. Кабели в алюминиевой оболочке (МКСАБп 4×4×1,2 и 7×4×1,2) можно прокладывать по краю полосы отвода железной дороги.

Защищенность кабеля от влияния характеризуется коэффициентом 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. Коэффициент защитного действия хорошо заземленной оболочки называют идеальным, в остальных случаях — реальным. Наилучшим экранирующим действием обладают металлические покровы, содержащие алюминиевую оболочку и бронепокров из стальных лент с высокой магнитной проницаемостью. На рис. 13.1—13.5 приведены идеальные значения КЗД ($S_{ид}$) металлических покровов кабелей различной конструкции в зависимости от индуктируемой в них продольной ЭДС при частоте 50 Гц. Металлические покровы кабелей, имеющих внешний изолирующий шланг, надо заземлять. Как правило, достаточно заземлений по концам участка сближения кабеля с влияющей линией, однако может потребоваться и установка промежуточных заземлителей. Расстояние между заземлителями и их сопротивления растеканию определяются расчетом.

Редукционные трансформаторы РТ предназначены для защиты цепей симметричных и однокоаксиальных кабелей от перенапряжений при опасном влиянии эл. ж. д. переменного тока и ВЛ. При включении РТ на участке сближения с влияющей линией снижение индуктируемого в жилах кабеля напряжения достигается за счет компенсирующего действия, создаваемого током, протекающим по оболочке кабеля РТ.

Принцип устройства и схема включения РТ в симметричный кабель связи показаны на рис. 13.6. Типы защищаемых кабелей в зависимости от типа РТ приведены в табл. 13.9, габаритные размеры и масса РТ — в табл. 13.10.

Таблица 13.5

Меры защиты, принимаемые по отношению к влияющим линиям

Влияющая линия	Мера защиты	Результат действия	Параметр, характеризующий защитное действие	Вид влияния
ВЛ	Установка быстродействующей отключающей защиты на ВЛ с заземленной нейтралью	Уменьшение времени отключения поврежденной фазы ВЛ	Время отключения поврежденной фазы ВЛ	Опасное магнитное и гальваническое кратковременное
	Подвеска на опорах ВЛ и прокладка в земле вдоль ВЛ высокопроводящих заземленных тросов	Создание в жилах кабеля компенсирующей ЭДС	Коэффициент экранирования троса	Опасное и мешающее магнитное и гальваническое
	Установка сглаживающих фильтров на ВЛ постоянного тока	Уменьшение гармонических составляющих тока и напряжения в фазовых проводах ВЛ	Коэффициент сглаживания гармоник	Мешающее
Эл. ж. д. переменного тока	Включение отсасывающих трансформаторов без обратного или с обратным проводом	Повышение экранирующего действия рельсов (при схеме без обратного провода); создание компенсирующего основное влияние тока в обратном проводе	Коэффициент защитного действия отсасывающих трансформаторов	Опасное и мешающее магнитное и гальваническое
Эл. ж. д. переменного тока	Применение автотрансформаторной схемы электроснабжения электровозов (2×25 кВ)	Уменьшение результирующих влияющих токов в контактной сети	Коэффициент защитного действия автотрансформаторной схемы	Опасное и мешающее магнитное и гальваническое
Эл. ж. д. постоянного тока	Включение сглаживающих фильтров на тяговых подстанциях	Уменьшение гармонических составляющих тока в контактной сети	Коэффициент сглаживания гармоник	Мешающее

Окончание табл. 13.5

Влияющая линия	Мера защиты	Результат действия	Параметр, характеризующий защитное действие	Вид влияния
Эл. ж. д. постоянного тока	Увеличение электрической проводимости рельсов Увеличение изоляции рельсов от земли	Уменьшение утечки токов в землю	Электрическая проводимость рельсового пути Переходное сопротивление между рельсами и землей	Опасное гальваническое

Таблица 13.6

Меры защиты, принимаемые по отношению к кабельным линиям связи

Мера защиты	Результат действия	Параметр, характеризующий защитное действие	Вид влияния
Увеличение расстояния между кабелем связи и влияющей линией	Ослабление действующего вдоль кабеля влияющего электромагнитного поля	Степень уменьшения коэффициента взаимной индуктивности между влияющей линией и линией связи	Все виды влияния
Применение кабелей с металлическими покровами, обладающими повышенным и высоким защитным действием	Уменьшение индуктируемых напряжений и токов в жилах кабеля	Коэффициент защитного действия металлических покровов кабеля	Опасное и мешающее магнитное
Включение редукционных трансформаторов	Увеличение защитного действия металлических покровов	Коэффициент защитного действия редукционных трансформаторов	Опасное магнитное и гальваническое
Включение в двухпроводные цепи разделительных трансформаторов	Уменьшение длины гальванически неразделенного участка цепи	Коэффициент защитного действия разделительных трансформаторов	Опасное и мешающее магнитное и гальваническое

Окончание табл. 13.6

Мера защиты	Результат действия	Параметр, характеризующий защитное действие	Вид влияния
Включение разрядников между жилами и землей (металлической заземленной оболочкой)	Заземление (соединение с заземленной металлической оболочкой) жил при возникновении напряжений, превышающих напряжение пробоя разрядников	Напряжение пробоя разрядника, его вольт-секундная и ампер-секундная характеристики	Опасное кратковременное
Прокладка вдоль кабеля высокопроводящих заземленных тросов	Уменьшение индуктируемых напряжений и токов вследствие создания экранирующего эффекта	Коэффициент защитного действия троса	Опасное и мешающее магнитное и гальваническое
Включение защитных фильтров в цепи дистанционного питания	Отделение участков, подавление посторонних токов в цепи дистанционного питания	Затухание фильтра в полосе непропускания	Опасное и мешающее
Включение дополнительных усилительных пунктов	Уменьшение длины гальванически неразделенного участка цепи	Степень уменьшения длины усилительного участка	Опасное и мешающее
Включение сжимателей-расширителей	Повышение защищенности цепи от внешних помех	Увеличение уровня защищенности	Мешающее
Повышение уровня передачи	То же	То же	»
Дополнительное симметрирование цепи	Уменьшение коэффициента чувствительности цепи к помехам	Степень уменьшения коэффициента чувствительности	»
Включение полупроводниковых компенсаторов в цепи дистанционного питания усилителей	Стабилизация тока дистанционного питания при наличии пульсации, вызванной влиянием	Компенсируемая посторонняя ЭДС	Гальваническое от эл. ж. д. постоянного тока

Таблица 13.7

Критические расстояния между кабелями и ВЛ с заземленной нейтралью

Марка кабеля	$I_{к.з}$, кА	Критическое расстояние, м, при удельном сопротивлении земли, Ом · м						
		1000	500	200	100	50	20	10
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
МКСАБл 4×4×1,2	3	630	460	300	210	150	100	70
	5	1350	1000	600	470	320	210	150
МКСАБл 7×4×1,2	3	450	340	210	160	110	80	50
	5	1100	850	510	340	220	170	110

Таблица 13.8

Критические расстояния между кабелями и эл. ж. д. переменного тока

Марка кабеля	Эл. ж. д.	Критическое расстояние, м, при удельном сопротивлении земли, Ом · м						
		1000	500	200	100	50	20	10
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 13.9

Типы защищаемых кабелей и РТ

Тип РТ	Марка кабеля РТ	Длина кабеля РТ, м	Типы защищаемых кабелей
ОСГР-1×4/8-80УХЛ1	ЗКАШп 1×4×1,2	101,5	ЗКВ, ЗКП, ЗКПАШп, КСПП, МКСАШп, МКПВ
ОСГР-4×4/8-80УХЛ1	МКСАШп-4×4×1,2	105	МКСАБпШп, МКСАБп, МКСАШп, МКСБпШп, МКСБп, МКСБв
ОСГР-1/8-80УХЛ1	ВКПАП-1	180,5	ВКПАП-1, ВКПАПт-1

Примечание. Условные обозначения: О — однофазный; СГ — сухой герметизированный (охлаждение естественное воздушное); Р — редукционный; 1×4, 4×4 — число четверок и число жил для симметричных кабелей; 1 — для однокоаксиального кабеля; 8 — испытательное напряжение изоляции на оболочке кабеля по отношению к корпусу, кВ; 80 — последние две цифры года выпуска рабочих чертежей; УХЛ1 — вид климатического исполнения по ГОСТ 15150—69.

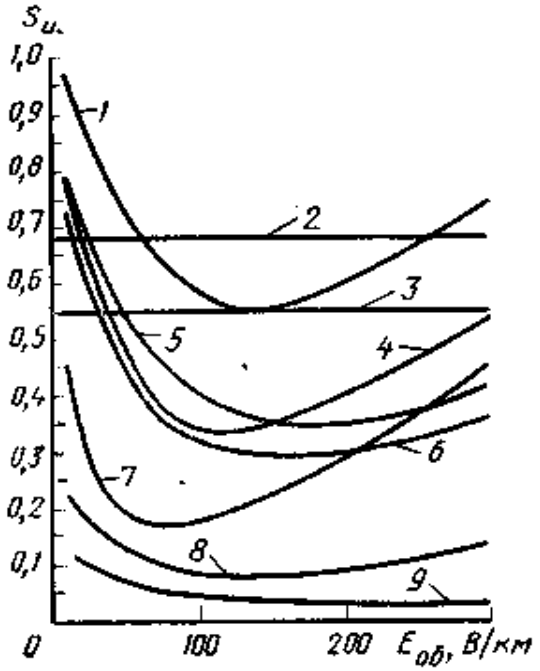


Рис. 13.1. Зависимость идеального коэффициента защитного действия металлических покровов симметричных кабелей при частоте 50 Гц от индуктируемой в оболочке продольной ЭДС:

1 — МКСБ-1×4×1,2; *2* — МКСАШп-1×4×1,2; *3* — МКСАШп-4×4×1,2; *4* — МКССтШп-4×4×1,2; *5* — МКСБ-4×4×1,2; *6* — МКСБ-7×4×1,2; *7* — МКСАБп-1×4×1,2; *8* — МКСАБп-4×4×1,2; *9* — МКСЭБ-7×4×1,2

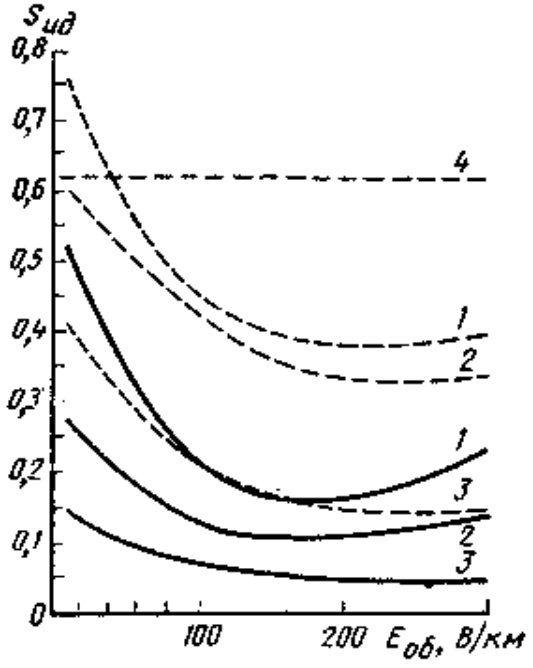


Рис. 13.2. Зависимость идеального коэффициента защитного действия металлических покровов коаксиальных кабелей при частоте 50 Гц от индуктируемой в оболочке продольной ЭДС:

1 — МКТСБ-4; *2* — КМБ-4; *3* — КМБ-8/6; *4* — ВКПАП

— — — внешние проводники коаксиальных пар соединены с оболочкой; — · — · — внешние проводники изолированы

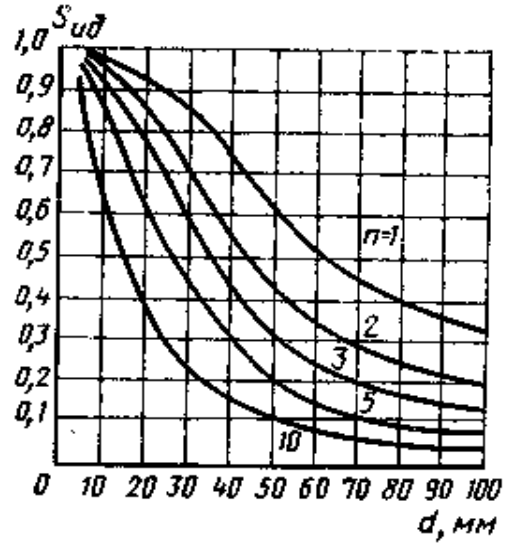


Рис. 13.3. Зависимость идеального коэффициента защитного действия оболочек кабелей ТГ при частоте 50 Гц от диаметра под свинцовой оболочкой при различном числе *n* кабелей в канализации

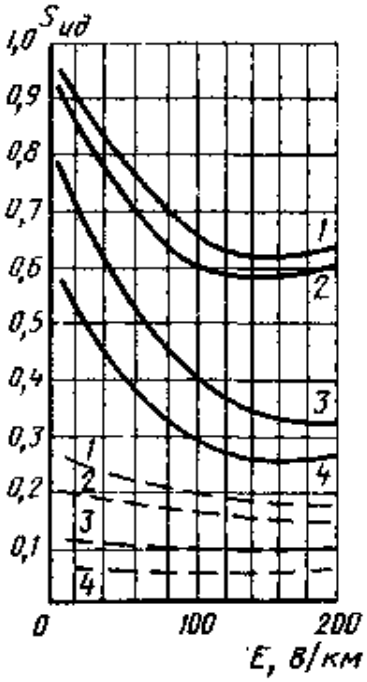


Рис. 13.4. Зависимость идеального коэффициента защитного действия металлических покровов кабелей ТБ от индуктируемой в броне продольной ЭДС:

1 — 10×2×0,5; *2* — 30×2×0,5; *3* — 50×2×0,5; *4* — 100×2×0,5

— · — · — на частоте 50 Гц; — — — — на частоте 800 Гц

Таблица 13.10

Габаритные размеры и масса РТ

Тип РТ	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Примечание
ОСГР-1×4/8-80УХЛ1	1190×1020×550	520	На два кабеля
ОСГР-4×4/8-80УХЛ1	1190×990×650	700	На один кабель
ОСГР-1/8-80УХЛ1	1070×900×560	475	»

Коэффициент защитного действия РТ зависит от его конструкции, типа кабеля, расстояния между РТ, сопротивления заземлителей, оборудуемых по концам участка, подверженного влиянию, и определяется проектом в соответствии с «Указаниями по проектированию защиты симметричных 1×4 и 4×4 и одноосевых кабелей от опасного и мешающего влияния ЛЭП и электрифицированных железных дорог переменного тока с помощью редукционных трансформаторов серии ОСГР» (М., ЦНИИС, 1982). Установка и монтаж РТ осуществляются в соответствии с «Инструкцией по установке и монтажу редукционных трансформаторов серии ОСГР» (М., ЦНИИС, 1982).

Зависимость КЗД оболочек кабелей МКСАШп 1×4×1,2 и 4×4×1,2 от индуцируемой в оболочках ЭДС при различном числе включенных РТ на усилительном участке длиной $l_{ус.уч}$ приведены на рис. 13.7.

Коэффициенты защитного действия медных проводов, проложенных вблизи кабеля для защиты от влияния ВЛ или эл. ж. д. переменного тока, приведены в табл. 13.11. Так как эти провода одновременно защищают и от ударов молний, то условия их прокладки (расстояние до кабеля, глубина закопки) должны быть такими же, как и при прокладке грозозащитных проводов ПС-70.

Идеальные КЗД металлических трубопроводов диаметром D=0,4; 0,8 и 1,2 м в зависимости от расстояния между трубопроводом и защищаемым кабелем показаны на рис. 13.8.

Параметры основных разрядников, используемых при защите кабельных линий связи, приведены в табл. 13.12.

Значения удельного сопротивления различных грунтов приведены в табл. 13.13.

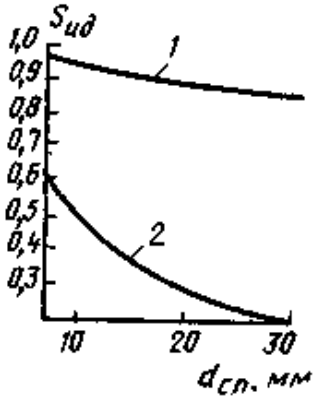


Рис. 13.5. Зависимость идеального коэффициента защитного действия кабелей ТПП с продольным экраном от среднего диаметра на частоте 50 Гц (*1*) и 800 Гц (*2*)

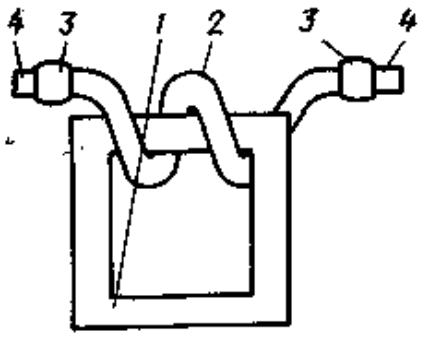


Рис. 13.6. Принцип устройства и схема включения редукционного трансформатора в кабель связи:

1 — сердечник РТ; *2* — кабель РТ; *3* — соединительная муфта; *4* — защищаемый кабель

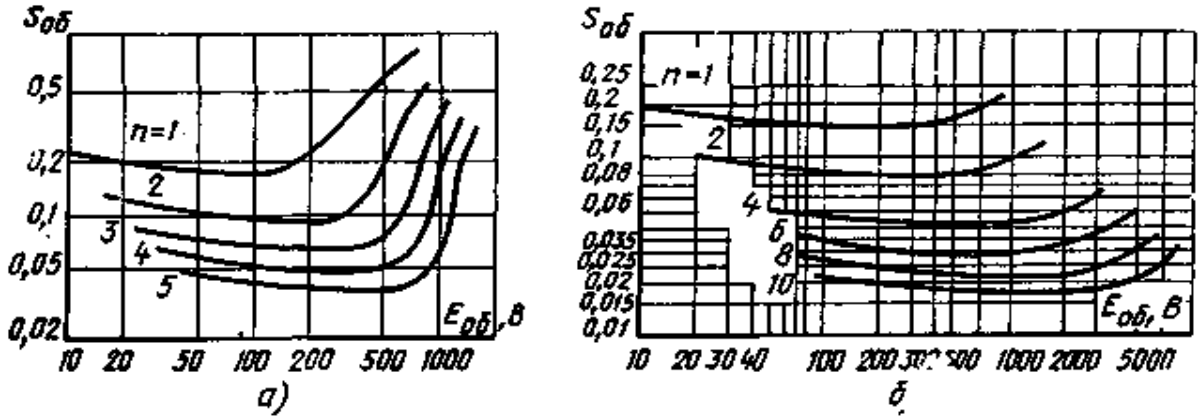


Рис. 13.7. Зависимость КЗД оболочки кабеля МКСАШп с включенными РТ от индуцируемой ЭДС при различном числе n РТ:

а — МКСАШп-1×4×1,2; $l_{ус.уч}$=10 км; сопротивления оборудуемых по концам кабеля заземлений металлических оболочек $R_{з1}=R_{з2}$=5 Ом; *б* — МКСАШп-4×4×1,2; $l_{ус.уч}$=20 км; $R_{з1}=R_{з2}$=5 Ом

Помимо указанных мер защиты, должны соблюдаться следующие строительные нормы, установление которых связано с защитными мерами от возможного влияния ВЛ.

При пересечении кабельных линий связи с ВЛ 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 ближайшего электрода заземляющего контура опоры ВЛ напряжением до 35 кВ (или до железобетонной или металлической опоры) в населенной местности было не менее 3 м и в ненаселенной не менее 10 м при удельном сопротивлении земли $\rho_э \leqslant 100$ Ом·м; 15 м при $\rho_э = 100 \ldots 500$ Ом·м; 20 м при $\rho_э = 500 \ldots 1000$ Ом·м; 30 м при $\rho_э > 1000$ Ом·м;

расстояние от кабеля до незаземленной деревянной опоры ВЛ напряжением до 1000 В в населенной местности было не менее 2 м и в ненаселенной не менее 5 м при $\rho_э < 100$ Ом·м; 10 м при $\rho_э = 100 \ldots 500$ Ом·м; 15 м при $\rho_э = 500 \ldots 1000$ Ом·м; 20 м при $\rho_э = 1000$ Ом·м.

В стесненных условиях указанное расстояние (2 м) может быть уменьшено до 1 м. Кабель должен быть проложен в полиэтиленовой трубе либо покрыт швеллером или уголковой сталью (не менее 3 м в каждую сторону от опоры).

Таблица 13.11

Идеальные коэффициенты защитного действия медных проводов сечением 50 мм² при прокладке их вблизи кабеля

Удельное сопротивление земли, Ом · м	КЗД при числе прокладываемых проводов			
	1	2	3	4
10	0,55	0,38	0,3	0,26
100	0,51	0,34	0,27	0,24
1000	0,47	0,31	0,25	0,21

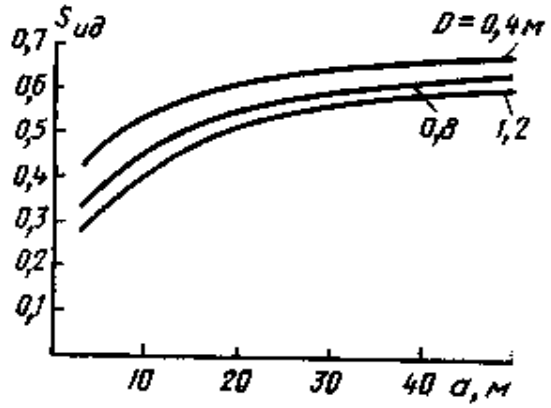


Рис. 13.8. Зависимость идеального коэффициента защитного действия трубопровода диаметром D от расстояния a до кабеля при f=50 Гц и удельном сопротивлении земли 100 Ом·м

Таблица 13.12

Параметры основных разрядников, используемых для защиты кабельных линий связи от перенапряжений

Параметр	Единица измерения	Р-56	Р-34	Р-35	Р-64	Р-76	Р-78	Р-2М
Статическое напряжение пробоя	В	100±25	1100±200	350±40	750±150	2500±300	700±100	1300 . . . 1800
Динамическое напряжение пробоя при скорости нарастания импульса, В/мкс:	В							
500		600±25	3000	500 . . . 600	1250±150	3000±300	1200±100	1500 . . . 2500
1000		1100±25	—	—	1750±150	3500±300	1700±100	—
Напряжение погасания при токе сопровождения 500 мА	В	50	450 . . . 500	40 . . . 80	500	150 *	150 *	100 . . . 450
Допустимая амплитуда тока частотой 50 Гц	А	15	3	15	30	30	30	3
Время протекания	с	1,0	2	10	1,2	1,2	1,2	10
Допустимая амплитуда импульсного тока	А	2500	1000	2500	1000	1000	1000	3000
Длительность фронта/длительность импульса	мкс/мкс	20/40	20/40	20/40	50/200	50/200	50/200	20/40
Допустимое число пробоев импульсным током	—	200	1000	25	200	1000	1000	1000
Межэлектродная емкость	пкФ	2,2	5	5	10	10	8	1 . . . 3
Межэлектродное сопротивление изоляции	МОм	10	100	5000	200	10 000	1000	20
Конструкция		2-электр., стекл.	2-электр.-мет.-стекл.	3-электр., стекл.	3-электр., мет.-керам.			2-электр., мет.-стекл.
Габаритные размеры	мм	57×17	52×22	72×22	46×45	46×30	46×30	16,5×12

* При токе сопровождения 300 мА.

Таблица 13.13

Значения удельного сопротивления различных грунтов

Грунт	Пределы изменения удельного сопротивления грунта, Ом·м, при количестве атмосферных осадков	
	повышенном (более 500 мм)	пониженном (менее 500 мм)
Наносные слои земли и легкая глина	2...10	5...1000
Глина	5...20	10...100
Мергель, суглинок	10...33	50...330
Пористый известняк (мел)	33...100	50...330
Пористый песчаник (песок)	33...330	Более 1000
Гранит	—	Более 1000

При выборе трасс кабелей расстояние до ближайшей опоры ВЛ должно по возможности приниматься большим. Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ и кабелей связи запрещается.

При пересечении подземных кабелей связи с ВЛ напряжением 110...500 кВ необходимо, чтобы расстояние от кабеля до заземлителя ближайшей опоры ВЛ было не менее 10 м при $\rho_з < 100$ Ом·м, 25 м при $\rho_з = 100...500$ Ом·м, 35 м при $\rho_з = 500...1000$ Ом·м и 50 м при $\rho_з > 1000$ Ом·м. При пересечении с ВЛ напряжением 750 кВ указанные расстояния должны быть увеличены до 15 м при $\rho_з < 100$ Ом·м и 40 м при $\rho_з = 500...1000$ 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 для ВЛ до 500 кВ и по 15 м для ВЛ 750 кВ, допускается уменьшение указанных расстояний до 5 м для ВЛ до 500 кВ и до 10 м для ВЛ 750 кВ. В этом случае металлические покровы кабеля при пересечении с ВЛ напряжением 110 кВ и выше следует соединять со швеллером или трубой на обоих концах.

При сближении кабельной линии с ВЛ напряжением выше 1000 В расстояние по горизонтали между кабелем и проекцией ближайшего провода ВЛ на горизонтальную плоскость определяется проектом.

Расстояние между подземным кабелем связи и параллельно расположенным ближайшим рельсом трамвая должно быть не менее 2 м, между кабелем и рельсом эл. ж. д. — не менее 10 м, между кабелем и рельсом неэлектрифицированной ж. д. 5 м.

При пересечении кабеля с эл. ж. д. или линией трамвая расстояние между кабелем и подошвой рельса должно быть не менее 1 м.

Таблица 13.14

Расстояние от основания кабельной опоры до ближайшего рельса эл. ж. д. переменного тока

Угол пересечения (в плане) подземного кабеля с рельсами эл. ж. д., °	90	75	60	45
Расстояние от кабельной опоры до ближайшего рельса эл. ж. д. (по перпендикуляру к полотну ж. д.), м	20	50	80	100

При пересечении кабеля (кабельной вставки) с контактными сетями эл. ж. д. угол пересечения (в плане) должен быть близким к 90°, но не менее 45°. В зависимости от угла пересечения (в плане) расстояния по горизонтали от основания кабельной опоры кабельной вставки до ближайшего рельса эл. ж. д. переменного тока должны соответствовать указанным в табл. 13.14.

13.4. Защита кабелей от грозовых разрядов

Мероприятия по защите кабелей предусматриваются в следующих случаях:

когда вероятная расчетная плотность повреждений кабеля ударами молнии (вероятное число опасных ударов молнии в кабель) 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;

при расположении вблизи кабеля (на расстоянии $a \leqslant 1{,}5\ h$) отдельных деревьев, опор воздушных линий связи, радиофикации и ВЛ высотой $h > 6$ м; в районах с высоким удельным сопротивлением земли и в районах вечной мерзлоты расстояние увеличивается до 25 м;

при прокладке кабеля вдоль ВЛ или воздушной ЛС 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 10...25 м, если $\rho_з > 500$ Ом·м, но ниже 1000 Ом·м, в пределах до 50 м, если $\rho_з < 1000$ Ом·м.

При прокладке кабеля вдоль края леса расстояние между кабелем и краем леса не должно быть меньше величин, приведенных в табл. 13.15.

Таблица 13.15

Минимальные расстояния между кабелем и краем леса

Средняя высота деревьев h, м	10	20	30
Расстояние между кабелем и краем леса, м	1,5h	1,25h	h

Защита симметричных одночетверочных и однокоаксиальных кабелей ВКПА предусматривается: в районах с повышенным уровнем грозодеятельности и высоким удельным сопротивлением земли, где отсутствуют ранее проложенные аналогичные кабели; в районах, где существующие одночетверочные или однокоаксиальные кабели подвергались повреждениям от ударов молнии чаще установленной нормы; в местах сближения с отдельно стоящими деревьями и опорами ВЛ и воздушных ЛС.

Вероятную плотность повреждений кабеля от ударов молнии определяют в соответствии с действующим «Руководством по защите подземных кабелей связи от ударов молнии».

Защите от ударов молнии не подлежат независимо от условий прокладки и удельного сопротивления земли:

кабели в металлической оболочке без наружного шлангового покрова или группа таких кабелей, проложенных в одной траншее, если сопротивление постоянному току металлических покровов кабеля (или группы) $R_{м.п} \leqslant 0{,}2$ Ом/км (за исключением защиты от заземленных опор ВЛ напряжением 35 кВ и выше); в районах со скальным грунтом, в районах вечной мерзлоты указанное предельное значение $R_{м.п}$ может быть в соответствии с результатами проектных расчетов уменьшено;

Таблица 13.16

Основные меры защиты кабелей от прямых ударов молнии и грозовых перенапряжений

Мера защиты	Параметр, характеризующий защитное действие
Применение грозостойких кабелей	Электрическая прочность изоляции жил и сопротивление металлических покровов постоянному току
Прокладка параллельно кабелю подземных металлических тросов или проводов	Коэффициент, определяющий степень защитного действия троса
Использование воздушной линии, проходящей параллельно кабелю и оборудованной искровыми промежутками с вынесенными заземлениями	Уровень грозоупорности и коэффициент тока воздушной линии
Включение малогабаритных разрядников между жилами и металлической оболочкой	Импульсное (динамическое) напряжение пробоя разрядников и расстояние между ними

кабели, проложенные в населенных пунктах с густой сетью подземных коммуникаций или проводов воздушных ЛС, радиофикации или электроснабжения (за исключением защиты от заземленных опор ВЛ напряжением 35 кВ и выше);

кабели, проложенные вдоль железной дороги или подземного трубопровода на расстоянии не более 10 м от них (за исключением защиты от опор ВЛ, ЛС и автоблокировки).

Основные меры защиты кабелей от прямых ударов молнии и грозовых перенапряжений указаны в табл. 13.16.

Грозостойкими являются кабели, обладающие высокой электрической прочностью изоляции жил (испытательное напряжение не менее 10 кВ) и низким сопротивлением металлических покровов постоянному току (не более 0,1 ... 0,2 Ом/км). Кабели в алюминиевой оболочке с бронепокровом являются частично грозостойкими.

Основным типом защитного провода (троса) от ударов молнии является ПС-70 сечением 70 мм², состоящий из стальных оцинкованных проволок диаметром 1,8 мм. Наружный диаметр провода ПС-70 равен 9,4 мм. Провода ПС-70 могут быть заменены биметаллическими или стальными, а также многопроволочными ПС-25 в соответствии с табл. 13.17.

Таблица 13.17

Замена проводов ПС-70 проводами других типов

Число проводов ПС-70	Эквивалентное число проводов других типов диаметром, мм				
	биметаллических, 4	стальных, 6	оцинкованных, 5	ПС-25,4	
1	1	2/2 *	2/2	3/3	2/2
2	2	2/3	3/3	3/4	3/4

* В числителе указано число проводов при прокладке кабеля по открытой местности и отсутствии отдельно стоящих деревьев, опор ВЛ или ЛС; в знаменателе — то же при прокладке кабеля по открытой местности или вдоль опушки леса при наличии опор ВЛ или ЛС.

Тросы (провода) прокладываются на глубине (0,4 ... 0,5) $h_к$, где $h_к$ — глубина закопки кабеля. При защите одним тросом на открытой местности он прокладывается над кабелем. При защите кабелей на открытой местности двумя тросами последние прокладываются по обе стороны от защищаемых кабелей (двух — при двухкабельной системе, одного — при однокабельной) на расстоянии 1,0 ... 2,5 м в зависимости от способа прокладки.

Требуемое число защитных проводов определяется расчетом в соответствии с действующим «Руководством по защите подземных кабелей связи от ударов молнии».

При защите кабелей, проложенных вдоль опушки леса, трос прокладывается на расстоянии 1 ... 5 м от кабеля в сторону леса на глубине 0,4 м. Допускается отклонение от принятых в проекте расстояний между тросом и кабелем и между тросами в пределах ±15%. В случае прокладки одного троса над кабелем допускается отклонение в пределах 0,25 м от вертикальной плоскости, проходящей через ось кабеля.

При прокладке вдоль опушки леса двух кабелей при расстоянии между ними 1,2 ... 2,5 м следует соблюдать следующие правила:

один трос прокладывается на расстоянии 1 ... 5 м от кабеля, ближайшего к лесу;

при наличии двух тросов один прокладывается между кабелями, а другой — между лесом и ближайшим к нему кабелем на расстоянии 1 ... 5 м;

при наличии трех тросов два прокладываются со стороны леса, а один посередине между кабелями.

В скальных грунтах на открытой местности защита осуществляется с помощью двух тросов ПС-70, прокладываемых по обе стороны от защищаемого кабеля симметрично на расстоянии 1,5 ... 2 м. Глубина прокладки 0,2 ... 0,4 м. На дне траншеи, в которую укладывается трос, необходимо предварительно оборудовать песчаную подушку толщиной 5 ... 10 см.

С металлическими покровами защищаемого кабеля тросы не перепаиваются и не соединяются.

Заземлители по концам защитных тросов, как правило, не оборудуются. Концы тросов отводятся в сторону от кабеля на расстояние 15 м при удельном сопротивлении земли $\rho_з \leqslant 100$ Ом·м, 30 м при $\rho_з = 101 \ldots 500$ Ом·м, 50 м при $\rho_з = 501 \ldots 1000$ Ом·м и 100 м при $\rho_з > 1000$ Ом·м. Если отвести трос в сторону невозможно, то следует заземлить его на заземлители с импульсным сопротивлением растеканию не более 10 ... 30 Ом.

Строительные длины стальных проводов (тросов) сращивают с помощью овальных соединителей (рис. 13.9) и клещей (рис. 13.10). Концы биметаллических проводов соединяют медными трубками. Нарушение целости троса не допускается.

При высоких удельных сопротивлениях земли, если переходное сопротивление троса по отношению к земле превышает значения, приведенные в табл. 13.18, следует оборудовать дополнительные заземления, к которым подключается грозозащитный трос. Сопротивления растеканию заземлений не должны превышать величин, приведенных в табл. 15.4.

Таблица 13.18

Максимально допустимые переходные сопротивления между грозозащитным тросом и землей

Удельное сопротивление земли, Ом·м	До 100	101 ... 500	501 ... 1000	1001 ... 2000	2001 ... 5000
Переходное сопротивление, Ом·м	250	1250	2500	5000	12 500

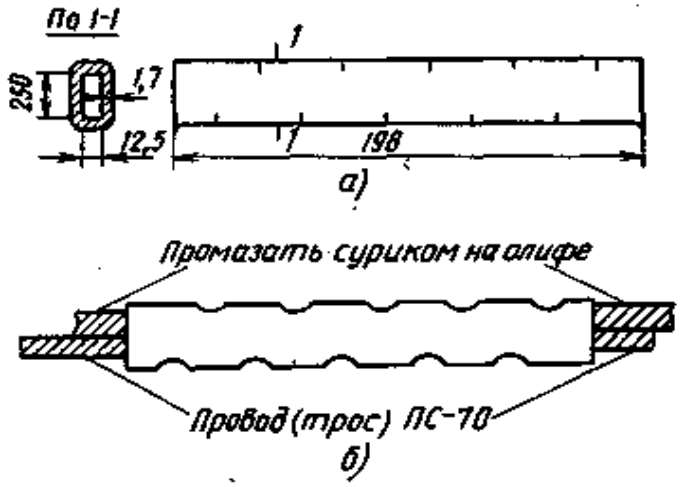


Рис. 13.9. Сращивание троса ПС-70 с помощью овального соединителя:

а — овальный соединитель (штрихами показаны места обжатий); *б* — сросток после обжатия клещами типа МИ-31

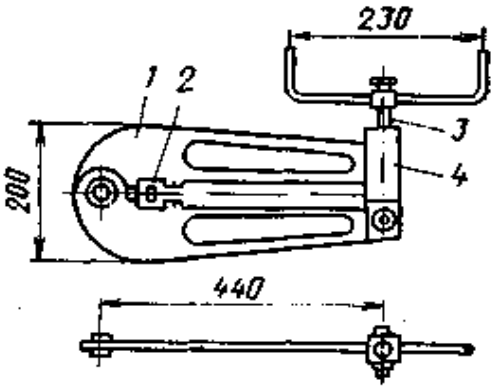


Рис. 13.10. Клещи МИ-31 для обжатия овальных соединителей:

1 — корпус; *2* — вкладыш; *3* — нажимной винт; *4* — регулировочный винт

На рис. 13.11 показаны способы защиты кабеля от возможных переходов токов молнии с корней деревьев, опор (подпор, оттяжек) воздушных ЛС или ВЛ. Для защиты используются шина, трос, провод сечением 12 мм² по меди или 70 мм² по стали. Сопротивления заземлений, показанных на рис. 13.11, не должны превышать значений, приведенных в табл. 15.5.

При невозможности проложить между деревом (опорой) и кабелем защитный трос (провод, шину) рекомендуется на отдельно стоящем дереве оборудовать молниеотвод из стального оцинкованного провода диаметром 4 мм. Молниеотвод должен выступать над верхней точкой дерева на 10...15 см. На высоте 3...4 м от поверхности земли молниеотвод должен быть соединен с высоковольтным кабелем или проводом в шланге (толщина шланга не менее 4 мм). Другой конец соединительного кабеля (провода) подключается к заземлителю,

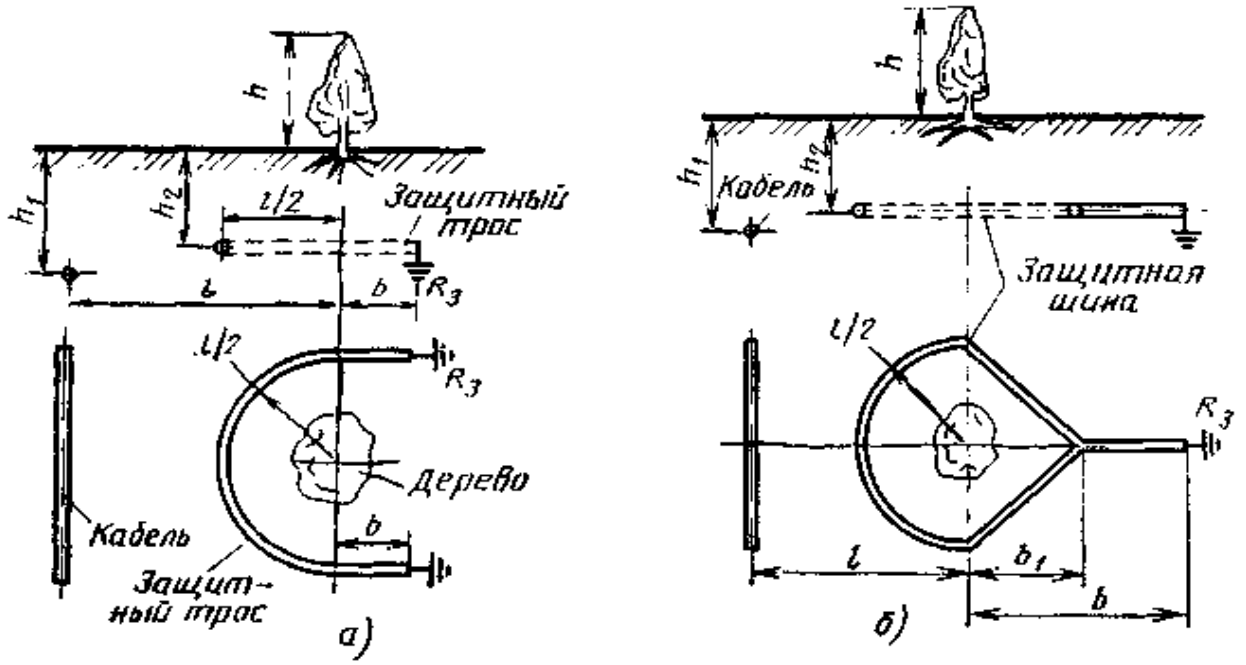


Рис. 13.11. Перехват токов молнии с помощью защитного троса (*а*) и кольцеобразной защитной шины (*б*): при $l \geqslant 10$ м $b \geqslant 2$ м; при $5 < l < 10$ м $b \geqslant 5$ м; при $l \leqslant 5$ м $b \geqslant 10$ м; при $h_2 < h_1$, $h_2 \leqslant 0{,}4$ м $R_в \leqslant 20$ Ом; b_1 определяется по месту

расположенному на 25 ... 30 м от защищаемого кабеля (в районах вечной мерзлоты и грунтов с высоким удельным сопротивлением это расстояние следует увеличить до 40 ... 50 м). Сопротивления заземлений указаны в разд. 15.

Защита кабелей, проложенных на антенном поле радиостанций, осуществляется вне зависимости от удельного сопротивления земли и продолжительности гроз с помощью двух тросов, прокладываемых с обеих сторон кабеля на расстоянии 1,0 ... 2,0 м.

Защиту от прямых ударов молнии существующих одночетверочных кабелей всех типов и однокоаксиальных кабелей ВКПА осуществляют путем прокладки тросов и оконтуровки отдельно стоящих деревьев и опор линий связи и ВЛ. Для защиты этих кабелей на открытой местности предусматривают один трос, располагаемый над кабелем, а при прокладке кабелей вдоль леса или ВЛ (ЛС) — один трос на расстоянии 1 ... 5 м от кабеля на глубине 0,4 ... 0,5 м.

При прокладке кабелей вдоль существующих воздушных ЛС на расстоянии не более 1,5 h от них, где h — высота опор, последние могут быть использованы для защиты кабеля от ударов молнии. С этой целью на опорах оборудуют искровые промежутки 20 ... 30 мм с вынесенными заземлителями. Заземления выполняются из вертикальных или горизонтальных стержней. При крюковом профиле искровыми промежутками оборудуются три верхних провода, а при траверсном — все провода верхней траверсы. Воздушная ЛС на железобетонных опорах не может быть использована для защиты кабеля от ударов молнии.

Вынесенное заземление следует располагать не ближе 25 ... 30 м от кабеля, а на участках с высоким удельным сопротивленнем земли и в районах вечной мерзлоты — не ближе 50 м. Сопротивления заземлений искровых промежутков не должны превышать значений, указанных в табл. 15.3.

Для включения между жилами и металлической оболочкой кабеля могут быть использованы разрядники Р-76 и Р-78. Держатели с разрядниками устанавливаются в специальных муфтах. Муфты с разрядниками размещаются через 0,8 ... 1,2 км.

Одновременная защита от ударов молнии, электромагнитных влияний и коррозии осуществляется в соответствии с «Рекомендациями по одновременной защите кабелей связи от коррозии, ударов молнии и электромагнитных влияний» (см. также разд. 14).

Расстояние от столбика КИП и заземлителя, устанавливаемого для заземления металлических покровов, до кабеля может быть увеличено, если это необходимо по условиям местности, до 20 ... 25 м.

Раздел 14

Защита подземных металлических сооружений связи от коррозии

14.1. Основные виды коррозии и причины ее возникновения

В процессе эксплуатации коррозии подвергаются в той или иной степени практически все подземные металлические сооружения связи (оболочки и броня кабелей, цистерны и контейнеры НУП и НРП, электроды заземлителей, защитные провода и тросы, соединительные муфты и т. д.). Основные виды коррозии, действие которых проявляется на подземных металлических сооружениях связи, причины ее возникновения и характер разрушения приведены в табл. 14.1.

При осуществлении защиты от почвенной коррозии следует иметь в виду, что свинцовые оболочки кабелей подвергаются катодной коррозии, если отрицательный потенциал выше (по абсолютному значению) 1,3 В и окружающая среда

Таблица 14.1

Основные виды, причины и характер коррозии

Вид коррозии	Причины возникновения коррозии	Характер разрушения
Почвенная (электрохимическая)	Наличие в почве (грунте) влаги; содержание в почве, грунтовых или других водах органических веществ, солей кислот, щелочей; неравномерный приток кислорода воздуха к металлу сооружения, обусловленный неоднородностью структуры почвы; изменение удельного сопротивления грунта вдоль трассы; неоднородность металла подземного сооружения связи	Разрушение металла на значительной части поверхности, свободной от защитного покрова или покрытия, с образованием углубления с отлогими стенками, заполненными продуктами коррозии
Электрокоррозия (коррозия блуждающими токами)	Электролиз в местах выхода (анодных зонах) блуждающих токов с подземного сооружения в окружающую среду (грунт, воду); блуждающие токи в земле от электрических установок постоянного тока, использующих землю частично или полностью в качестве токопровода (эл. ж. д., метрополитен, трамвай, катодные установки на соседних сооружениях и др.)	Разрушение металла на небольшой части поверхности с образованием продуктов коррозии и углублений (каверн) или бороздок с крутыми стенками
Межкристаллитная	Переменные механические напряжения (вибрации), возникающие при транспортировке на большие расстояния, при прокладке кабелей вблизи шоссейных и железных дорог или на мостах	Разрушение свинцовых оболочек кабелей, в которых образуются мелкие трещины, увеличивающиеся за счет возникновения на стенках трещин продуктов коррозии
Биокоррозия	Коррозионное воздействие продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, находящихся в среде, окружающей сооружение	То же, что при почвенной коррозии, так как биокоррозия ускоряет протекание процессов почвенной коррозии

имеет щелочной характер. Алюминиевые оболочки кабелей подвержены коррозии как в анодном, так и катодном состояниях. Интервал, в котором происходит защита алюминиевых оболочек от коррозии, лежит в пределах (0,85 ... 1,38) В по медно-сульфатному электроду сравнения.

Стальные гофрированные оболочки кабелей разрушаются, как правило, по вершинам гофр.

14.2. Оценка опасности коррозии металлических оболочек и брони кабелей, а также стальных сооружений

Оценку опасности почвенной коррозии производят по показателям коррозионной активности грунтов, грунтовых и других вод для свинцовой и алюминиевой оболочек кабелей и по удельному сопротивлению грунтов для стальной бро-

ки, цистерн и контейнеров НУП и НРП. Коррозионная активность грунтов, грунтовых и других вод по отношению к свинцовой оболочке определяется в соответствии с показателями, приведенными в табл. 14.2 и 14.3. Коррозионная активность грунтов, грунтовых и других вод по отношению к алюминиевой оболочке определяется в соответствии с показателями табл. 14.4 и 14.5. Коррозионная активность грунтов по отношению к стальным сооружениям определяется по его удельному сопротивлению (табл. 14.6). Оценку опасности коррозии блуждающими токами производят по результатам измерения разности потенциалов «сооружение связи — земля». 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. 14.7.

Таблица 14.2

Коррозионная активность грунтов по отношению к свинцовой оболочке

pH грунта	Содержание органических веществ, %	Содержание нитрат-ионов, %	Коррозионная активность
6,5 . . . 7,5	Менее 0,010	Менее 0,0001	Низкая
5,0 . . . 6,4	0,01 . . . 0,2	0,0001 . . . 0,001	Средняя
7,6 . . . 9,0			
До 5,0 и свыше 9,0	Более 0,020	Более 0,001	Высокая

Таблица 14.3

Коррозионная активность грунтовых и других вод по отношению к свинцовой оболочке

pH грунтовых и других вод	Общая жесткость, мг экв./л	Содержание органических веществ, мг/л	Содержание нитрат-ионов, мг/л	Коррозионная активность по отношению к свинцу
6,5 . . . 7,5	Более 5,3	Менее 20	Менее 10	Низкая
5,0 . . . 6,4				
7,6 . . . 9,0	5,3 . . . 3,0	20 . . . 10	10 . . . 20	Средняя
До 5,0 и				
свыше 9,0	Менее 3,0	Более 40	Более 20	Высокая

Таблица 14.4

Коррозионная активность грунтов по отношению к алюминиевой оболочке

pH грунта	Содержание хлор-ионов, %	Содержание ионов железа, %	Коррозионная активность по отношению к алюминию
6,0 . . . 7,5	Менее 0,001	Менее 0,002	Низкая
4,5 . . . 5,9			
7,6 . . . 8,5	0,001 . . . 0,005	0,002 . . . 0,01	Средняя
До 4,5 и			
свыше 8,5	Более 0,005	Более 0,01	Высокая

Таблица 14.5

Коррозионная активность грунтовых и других вод по отношению к алюминиевой оболочке

pH грунтовых и и других вод	Содержание хлор-ионов, мг/л	Содержание железа, мг/л	Коррозионная активность по отношению к алюминию
6,0 . . . 7,5 4,5 . . . 5,9	Менее 5,0	Менее 1,0	Низкая
7,6 . . . 8,5	5,0 . . . 50	1,0 . . . 10	Средняя
До 4,5 и свыше 8,5	Более 50	Более 10	Высокая

Таблица 14.6

Коррозионная активность грунтов по отношению к стальным сооружениям

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Свыше 100	20 . . . 100	10 . . . 20	5 . . . 10	До 5
Коррозионная активность по отношению к стали	Низкая	Средняя	Повышенная	Высокая	Весьма высокая

Таблица 14.7

Размещение КИП на междугородных кабельных магистралях

Типы защитных покровов кабеля	Расстояние между КИП, км			Тип КИП
	при сближении кабеля с эл. ж. д. постоянного тока или линиями трамвая	без сближения с эл. ж. д. постоянного тока или линиями трамвая при грунтах		
		агрессивных	неагрессивных	
Б (кабели МКСБ, КМБ, МКБ и т. д.)	0,25 . . . 0,5 при ширине сближения до 100 м; 0,6 . . . 1,0 — свыше 100 м	0,6 . . . 1,0	1,8 . . . 2,2	КИП-1*
Бл (кабели МКСБл, ТЗАБл, КМБл и т. д.)	0,6 . . . 1,0	6 . . . 7**	6 . . . 7**	КИП-2
Шп, Бп, БпШп (кабели МКСАШп, МКСАБп, МКСАБпШп и т. д.)	6 . . . 7**	6 . . . 7**	6 . . . 7**	КИП-2

* При передаче ДП по системе «провод — земля» КИП-1 устанавливаются на расстоянии 75 . . . 100 м и 250 . . . 300 м по обе стороны от каждого НУП.

** Кроме того, в местах оборудования устройств защиты от коррозии, заземлений или перемычек между оболочкой и броней.

14.3. Защита от почвенной коррозии

Способы защиты подземных металлических сооружений связи от почвенной коррозии даны в табл. 14.8.

Основные данные упакованных (комплектных) магниевых протекторов приведены в табл. 14.9.

Число протекторов и точек их подключения на кабелях связи со свинцовыми оболочками определяется проектом. Число протекторов и точек их подключения на кабелях связи, имеющих защитные покровы шлангового типа, приводятся в табл. 14.10.

Схемы подключения протекторов через КИП на кабелях в алюминиевой оболочке показаны на рис. 14.1, а схема установки протектора при защите бронированных кабелей без изолирующего покрова — на рис. 14.2.

Таблица 14.8

Способы защиты от почвенной коррозии

Способ	Результат действия	Показатель защитного действия
Прокладка кабеля по трассе с наименьшей степенью коррозионной опасности	Уменьшение опасности почвенной коррозии	Степень уменьшения коррозионной активности грунтов, грунтовых и других вод на новой трассе
Нанесение изолирующих покрытий в процессе производства и эксплуатации	Значительное повышение сопротивления изоляции металлических сооружений связи от земли и прекращение коррозионного процесса	Сопротивление изоляции металлических сооружений связи от земли
Использование специальных методов прокладки кабеля (в изолирующих полиэтиленовых, асбоцементных трубах и т. д.)	Повышение сопротивления изоляции металлических оболочек кабелей от земли и ослабление коррозионного процесса	Сопротивление изоляции металлических оболочек кабелей от земли
Применение катодной поляризации с помощью включения протекторных установок и катодных станций (электрохимическая защита)	Создание отрицательного потенциала на металлическом сооружении и предотвращение коррозионного процесса	Отрицательный потенциал на металлическом сооружении относительно окружающей среды

Таблица 14.9

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

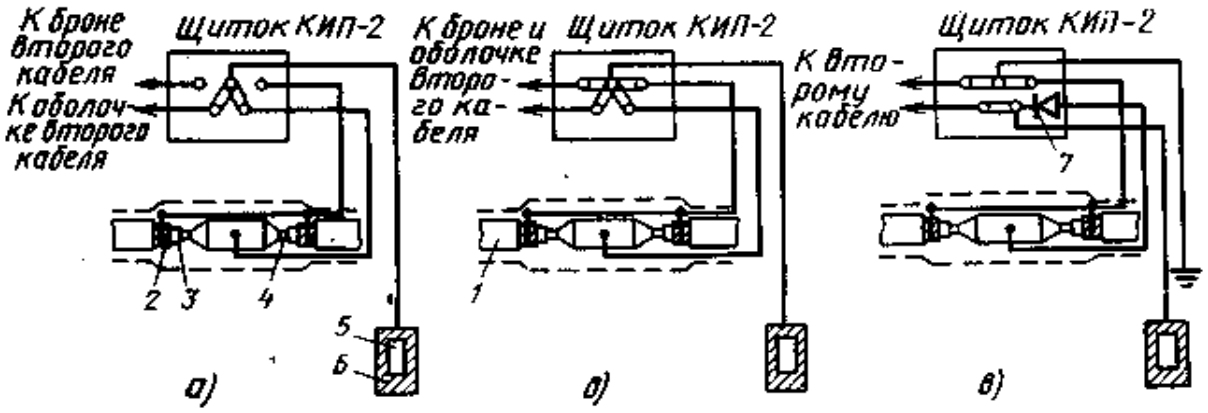


Рис. 14.1. Схемы подключения протектора для защиты кабеля в алюминиевой оболочке: *а* — на небронированном кабеле и бронированном с наружным джутовым покровом; *б* — на бронированном кабеле с наружным шлангом при отсутствии блуждающих токов в земле; *в* — на бронированном кабеле с наружным шлангом в зоне протекания блуждающих токов в земле;

1 — наружный шланг (изолирующий покров); *2* — бронепокров; *3* — внутренний изолирующий покров (шланг); *4* — алюминиевая оболочка; *5* — протектор; *6* — заполнитель; *7* — вентильный элемент

Расстояние между протекторной установкой и кабелем должно быть: для одиночных протекторных установок не менее 4 м, для групповых протекторных установок не менее 6 м. Расстояние между отдельными протекторами в групповой протекторной установке — не менее 3 м.

Таблица 14.10

Число протекторов и мест их подключения на кабелях, имеющих защитные покровы шлангового типа

Участок кабеля	Длина участка, км	Общее число протекторов	Число протекторов в одной точке	Число мест установки
Усилительный участок на симметричном кабеле при двух- и однокабельной системах	20	3	1	3
То же	10	2	1	2
Усилительный участок на коаксиальном кабеле	10	2	1	2
То же	6	1	1	1
Кабель ГТС	Любая	1	1	1

Примечания: 1. В общей длине кабеля на усилительном участке учитывается и кабель в телефонной канализации.

2. Места подключения протекторов размещают равномерно вдоль участка.

3. На речных переходах протекторы устанавливаются в земле на концах участка перехода, по одному в каждой точке.

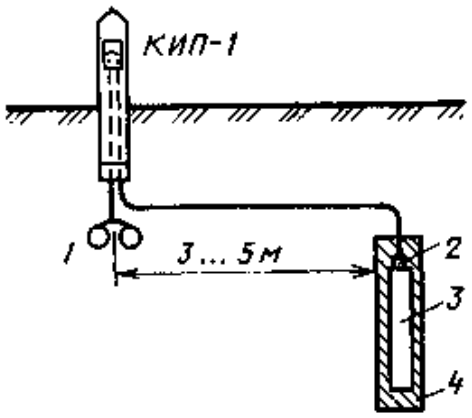


Рис. 14.2. Схема установки протектора при защите кабелей без изолирующего покрова:

1 — защищаемые кабели; *2* — гидроизоляция; *3* — магниевой протектор; *4* — активатор

Таблица 14.11

Минимальные поляризационные защитные потенциалы

Металл сооружения	Потенциал по отношению к неполяризующемуся электроду, В		Среда
	водородному	медно-сульфатному	
Сталь	—0,55	—0,85	Любая
Сталь гофрированная	—0,90	—1,20	»
Свинец	—0,20	—0,50	Кислая
	—0,42	—0,72	Щелочная
Алюминий	—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 катодной защиты. При этом потенциал сооружения должен быть сдвинут в отрицательную сторону не менее чем на 100 мВ.

При электрохимической защите от коррозии создаваемые на защищаемом сооружении минимальные и максимальные значения поляризационных потенциалов по отношению к земле должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 14.11 и 14.12.

Таблица 14.12

Максимально допустимые поляризационные (защитные) потенциалы

Металл сооружения	Наличие и состояние защитного покрытия	Потенциал по отношению к неполяризующемуся электроду, В		Среда
		водородному	медно-сульфатному	
Сталь	Есть	—0,80	—1,10	Любая
Сталь	Нет	Не ограничивается		»
Сталь гофрированная	Частично повреждено	»	»	»
Свинец	Есть	—0,80	—1,10	Кислая
	Нет	—1,00	—1,30	Щелочная
Алюминий	Частично повреждено	—1,08	—1,38	Любая

Примечание. Потенциал неполяризующегося насыщенного медно-сульфатного электрода по отношению к стандартному водородному электроду принят равным 0,3 В.

14.4. Защита от коррозии блуждающими токами

Все меры защиты подземных металлических сооружений связи от электрокоррозии разделяют на две группы: меры, принимаемые по отношению к источнику блуждающих токов и направленные на уменьшение последних в земле, и меры, принимаемые по отношению к подземным сооружениям и направленные на уменьшение проникновения блуждающих токов в подземное сооружение и отвод проникших в них токов (ликвидацию анодных и знакопеременных зон).

Перечень мер по ограничению блуждающих токов в земле приведен в табл. 14.13, а перечень мер, применяемых на самих сооружениях связи, — в табл. 14.14.

Основные технические данные наиболее употребительных катодных станций, применяемых для защиты кабелей связи, даны в табл. 14.15.

Основные технические данные автоматических катодных станций и автоматических преобразователей типа ПАСК, применяемых для защиты кабелей связи, приведены в табл. 14.16.

Монтажные работы по оборудованию катодной защиты проводят в следующей последовательности:

устанавливают катодную станцию;

подводят питание к выпрямителю;

оборудуют анодное заземление;

прокладывают и подключают соединительные кабели.

Катодная станция может быть смонтирована на наружной стене здания, на деревянной, железобетонной или рельсовой опоре, в металлическом шкафу. Катодные станции КС-400М, КСГ(К)-500, КСГ(К)-1200 предназначены для наружной установки.

Расстояние между защищаемым кабелем и анодным заземлением катодной установки должно быть не менее 25 м. Одновременно с оборудованием анодного заземления следует установить защитное заземление, к которому присоединяют металлический каркас и шкаф катодной станции. Сопротивление растеканию защитного заземления должно соответствовать данным табл. 15.4.

Таблица 14.13

Способы ограничения блуждающих токов в земле

Способ	Результат действия	Параметр, характеризующий ограничение тока в земле
Укладка рельсов на щебеночном основании; отвод воды от полотна ж. д.; пропитка шпал масляными антисептиками; устройство электроизолирующего основания рельсового пути	Увеличение переходного сопротивления между рельсами и землей	Переходное сопротивление между рельсами и землей
Увеличение сечения рельсов (применение рельсов тяжелых типов); сварка стыков и устройство стыковых соединителей; применение междупутных соединителей	Уменьшение продольного электрического сопротивления рельсового пути	Продольное электрическое сопротивление рельсового пути
Увеличение числа тяговых подстанций; уравнивание потенциалов пунктов подключения минусовых питающих фидеров, увеличение их числа и поперечного сечения	Уменьшение потенциала рельсов по отношению к земле, уменьшение тока, стекающего с рельсов в землю	Степень уменьшения тока, стекающего с рельсов в землю

Таблица 14.14

Способы защиты подземных металлических сооружений от электрокоррозии

Способ	Результат действия	Показатель защиты
Удаление подземного металлического сооружения от источника блуждающих токов и уменьшение числа пересечений его с рельсами эл. ж. д. постоянного тока	Уменьшение тока, проникающего в подземное металлическое сооружение связи	Степень уменьшения потенциалов и токов в подземном металлическом сооружении связи
Применение кабелей с защитными покровами шлангового типа; прокладка кабеля в изолирующих трубах	Значительное уменьшение токов, проникающих в подземные металлические сооружения связи	Плотность тока утечки с подземных металлических сооружений связи в землю
Увеличение продольного сопротивления металлических покровов кабеля включением изолирующих муфт	Уменьшение токов, проникающих в металлические покровы	Ток в металлических покровах и ток утечки с них в землю
Включение катодных и протекторных установок; включение электрических дренажей и токоотводов	Ликвидация анодных и знакопеременных зон на металлических покровах кабеля	Потенциальная диаграмма в пределах защитных потенциалов

Таблица 14.15

Технические данные катодных станций

Тип катодной станции	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
КСГ (КСК)-500	0,5	10...50	10	310×545×280	31
КСГ (КСК)-1200	1,2	10...60	20	410×635×280	68
КС-400М	0,4	10...40	10	608×620×205	34
КСС-150	0.15	24/12	6/12	460×565×290	33
КСС-300	0,3	24/12	12/50	516×595×315	38
КСС-600	0,6	24/12	25/50	590×715×345	72
КСС-1200	1,2	24/12	50/100	470×840×935	92
СКЗ	5,0	0...50	100	1150×600×470	200
ТСКЗ-1500	1,5	60/30	25/50	460×460×430	110
ТСКЗ-3	3,0	60/30	50/100	560×685×450	110
ТСКЗ-6	6,0	120/6	50/100	560×685×450	150
СКЗТ-1500	1,5	60/300	25/50	700×485×540	110
СКЗТ-3000	3,0	60/30	50/100	790×485×670	150

Таблица 14.16

Технические данные автоматических катодных станций и автоматических преобразователей типа ПАСК

Тип станции или преобразователя	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
СКСТ-0,6	0,6	48/24	12,5/25	600×425×690	100
СКСТ-1,2	1,2	48/24	25/50	600×450×690	110
СКСТ-2	2,0	96/48	21/42	600×450×690	120
СКСТ-3	3,0	96/48	31/62	760×885×530	180
СКСТ-5	5,0	96/48	52/104	760×885×530	200
ПАК-2	5,0	24	208	692×486×1230	220
АКС-АКХ	3,5	50/100	70/35	1000×660×440	100
БАКС-50У1	—	6/60	50	245×245×170	5
ПАСК-М-0,6	0,6	48/24	12,5/25	500×380×1000	115
ПАСК-М-1,2	1,2	48/24	25/50	500×380×1000	128
ПАСК-М-2,0	2,0	96/48	21/42	500×380×1000	140
ПАСК-М-3,0	3,0	96/48	31/62	500×380×1000	160
ПАСК-М-5,0	5,0	96/48	51/104	700×450×1300	215

Анодные заземления имеют конструкцию трех типов: в виде вертикально или горизонтально расположенных электродов, глубинные и свайные. Основные технические характеристики упакованных малорастворимых электродов АК-1 и АК-3 для протяженных и АК-1г и АК-2г для глубинных анодных заземлений приведены в табл. 14.17. Конструкция электродов АК-3 показана на рис. 14.3, конструкция протяженного анодного заземления — на рис. 14.4, глубинного анодного заземления — на рис. 14.5.

Характеристики поляризованных электрических дренажей, применяемых на кабелях связи, приведены в табл. 14.18.

Таблица 14.17

Основные параметры электродов АК

Параметр	АК-1	АК-2	АК-3	АК-4
Скорость растворения* электрода, кг/А·год:	1	—	—	—
стального железокремниевого	—	0,12	0,12	0,12
Габаритные размеры, мм:				
диаметр	185	185	225	150
длина	1420	1420	1700	1700
Масса, кг	60	53	90	60
Наполнитель	Спрессованная коксовая мелочь с ингибитором			

* При плотности тока 8 А/м².

Таблица 14.18

Основные параметры поляризованных электрических дренажей для кабелей связи

Параметр	Значение параметра			
	ПЭД-60	ПЭД-100	ПЭД-160	ПЭД-200
Номинальный дренажный ток, А	60	100	160	200
Обратное напряжение вентильных элементов, В	800	800	800	800
Максимальная величина дренажного сопротивления, Ом	0,05±10%	0,04±10%	0,03±10%	0,03±10%
Ступень дренажного сопротивления, Ом	0,05±10%	0,04±10%	0,03±10%	0,03±10%
Габаритные размеры, мм	407×625×358			
Масса, кг	30	30	30	30

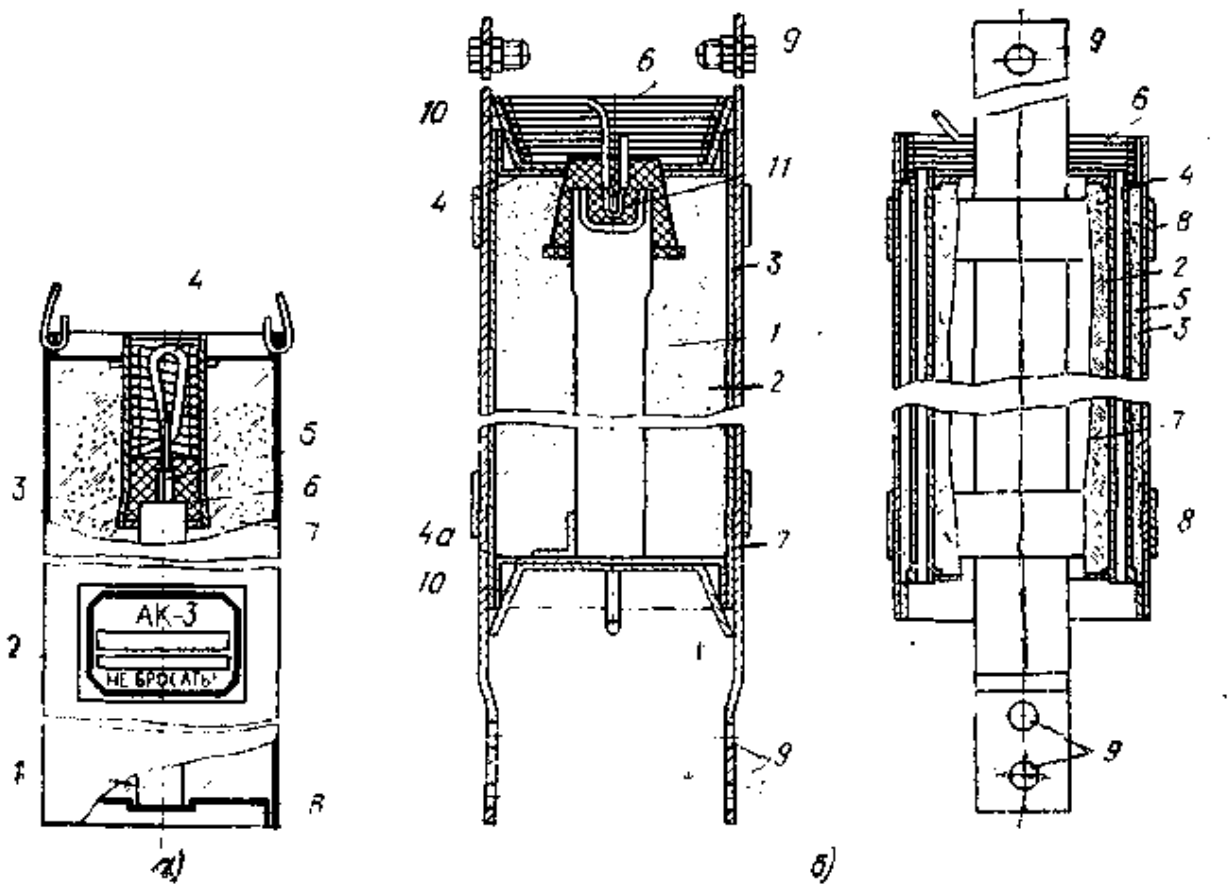


Рис 14.3. Конструкция электродов АК:

а — электрод АК-3;

1 — электрод; *2* — корпус; *3* — узел контактный; *4* — проводник; *5* — стержень; *6* — эпоксидный компаунд; *7* — наполнитель; *8* — крышка;

б — заземлитель анодный АК-2Г;

1 — железокремниевый электрод; *2* — коксовая засыпка; *3* — стальной кожух; *4* и *4а* — верхняя и нижняя крышки; *5* — каналы для дренажного кабеля; *6* — кабель; *7* — направляющие полосы; *8* — кольцевые бандажи; *9* — отверстия для болтовых соединений; *10* — верхняя и нижняя крепежные полосы; *11* — контактный узел

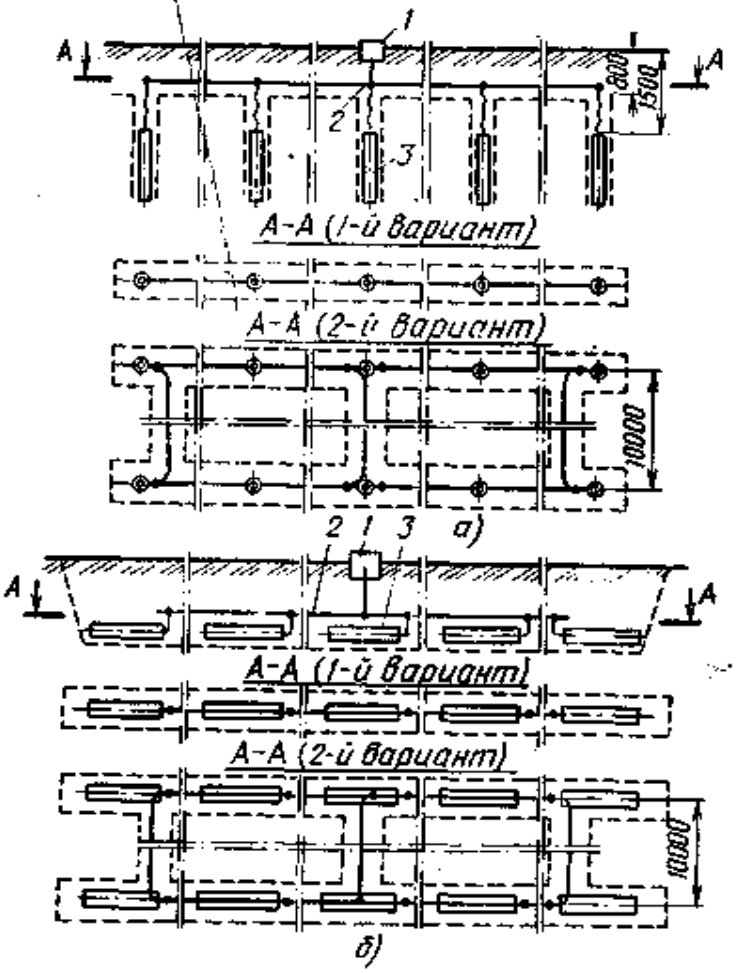


Рис. 14.4

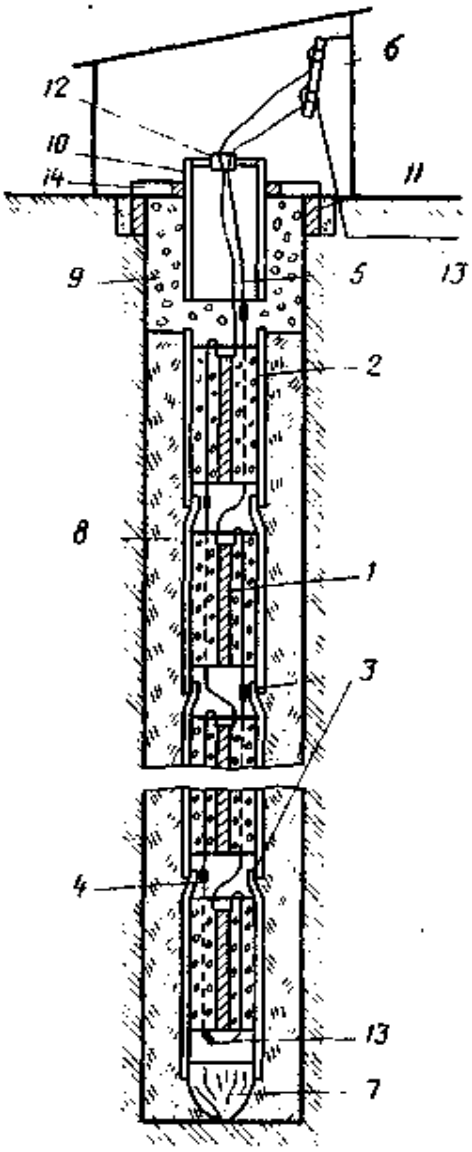


Рис. 14.5

Рис. 14.4. Конструкция протяженного анодного заземления из вертикально (*а*) и горизонтально (*б*) расположенных электродов:

1 — контактное устройство; *2* — соединительный кабель; *3* — электрод заземления

Рис. 14.5. Глубинное анодное заземление:

1 — железокремниевый электрод; *2* — направляющие; *3* — болтовое соединение направляющих; *4* — соединение кабелей; *5* — кабельные линии; *6* — контрольно-измерительный пункт; *7* — направляющий башмак; *8* — глинистый раствор или кокс; *9* — гравийная засыпка; *10* — вентиляционная труба; *11* — зацементированный кондуктор; *12* — крепление кабеля на устье; *13* — дренажный кабель к плюсовой клемме катодной станции; *14* — бандажное крепление асбоцементной трубы

Способы установки электрических дренажей показаны на рис. 14.6—14.8; схема прокладки дренажного кабеля приведена на рис. 14.9; присоединение дренажного кабеля к бронированному кабелю связи и к рельсам показано на рис. 14.10, 14.11. К электрическому дренажу должен быть обеспечен свободный доступ.

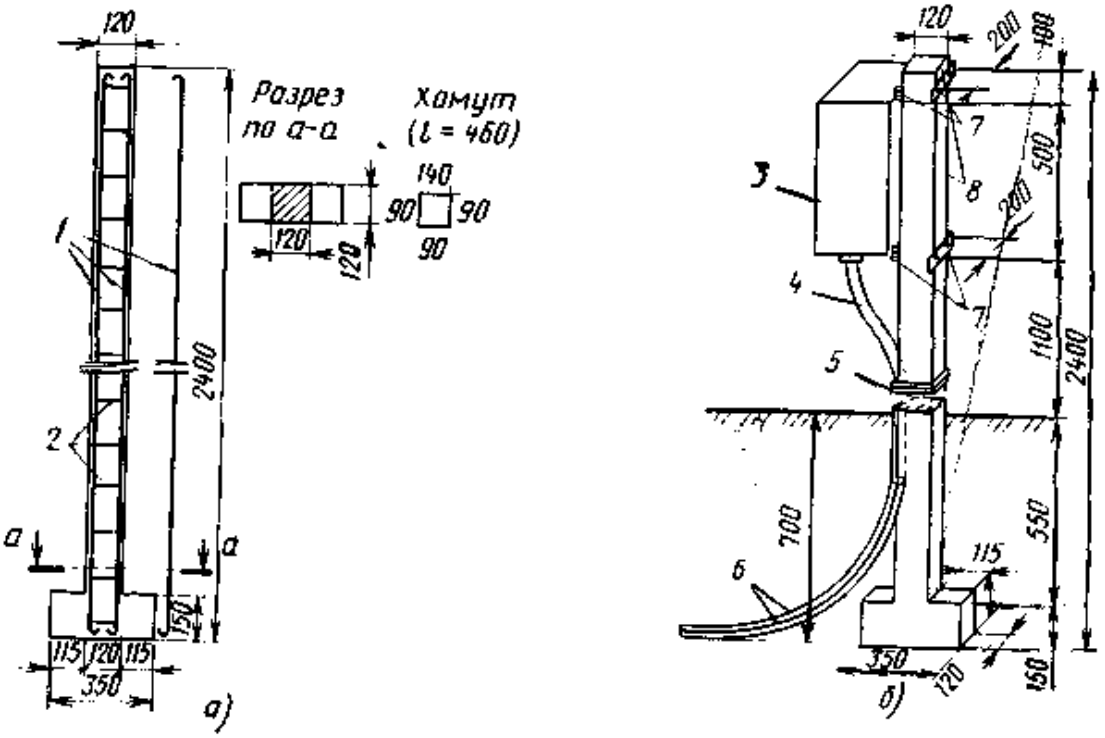


Рис. 14.6. Железобетонная опора (*а*) и установка на ней дренажного ящика (*б*):

1 - продольная арматура диаметром 8 мм, длиной 2470 мм (4 шт.); *2* — хомуты диаметром 6 мм, длиной 150 мм (16 шт.); *3* — дренажный ящик; *4* — газовая труба; *5* — хомут (два витка стальной проволоки диаметром 4 мм); *6* — дренажные кабели; *7* — болты диаметром 10, длиной 160 мм; *8* - полосовая сталь 25×5×0,6 мм

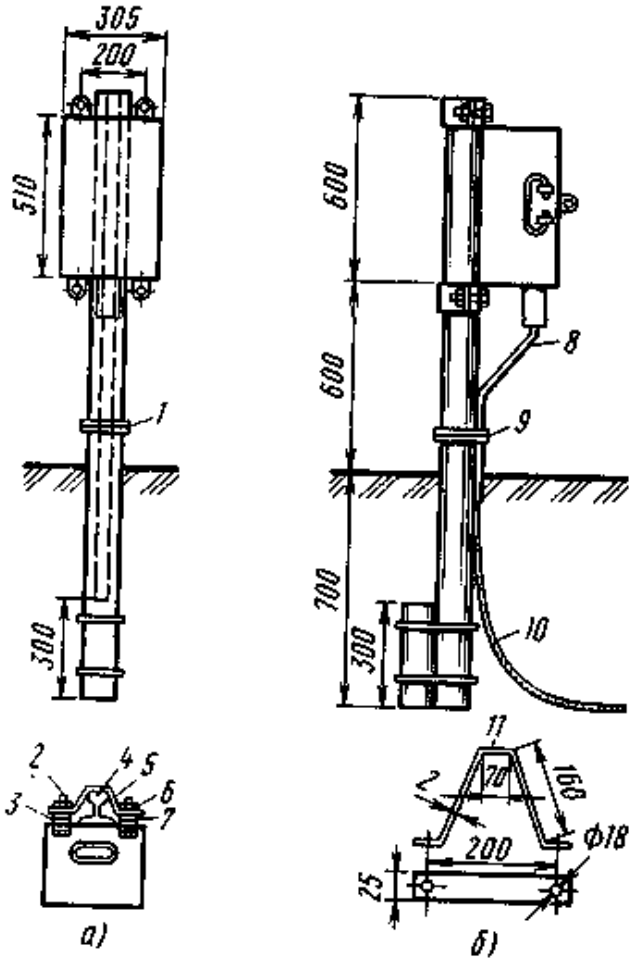


Рис. 14.7. Установка электродренажа на рельсовой (*а*) и деревянной (*б*) опорах:

1 - хомут; *2* — болт (4 шт.); *3* — ушко (4 шт.); *4* — рельс Р-50; *5* — скоба (2 шт.); *6* - гайки (4 шт.); *7* - шайба (8 шт.); *8* газовая труба диаметром 1,5 . . . 2,0 дюйма; *9* - два витка стальной проволоки диаметром 4 мм; *10* - дренажный кабель; *11* — скоба

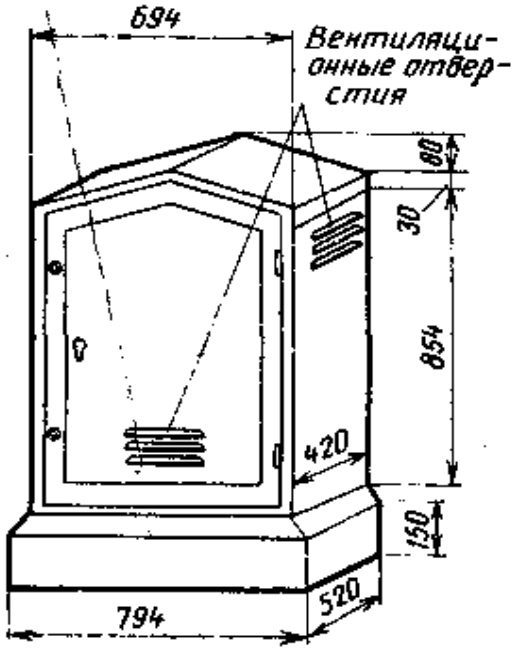


Рис. 14.8

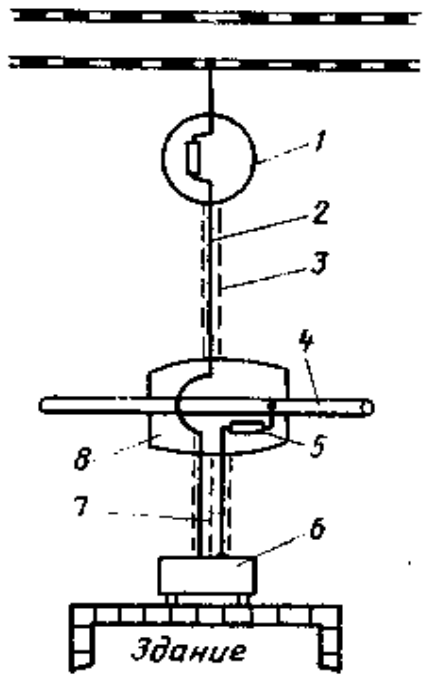


Рис. 14.9

Рис. 14.8. Шкаф на фундаменте для установки электродренажа

Рис. 14.9. 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

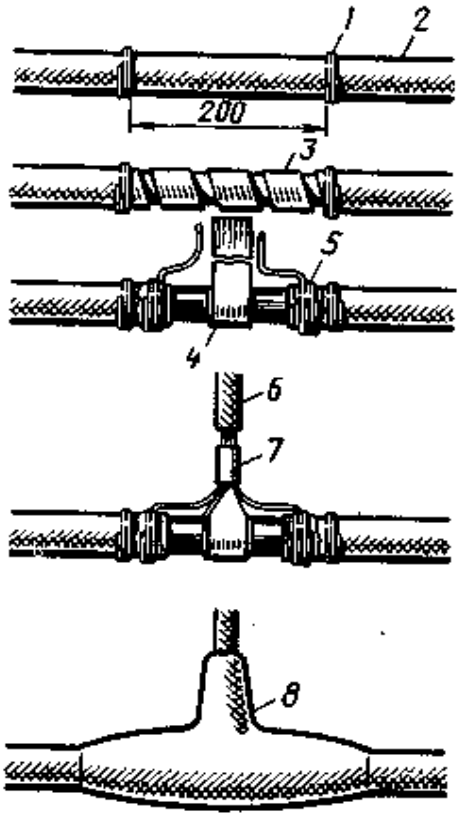
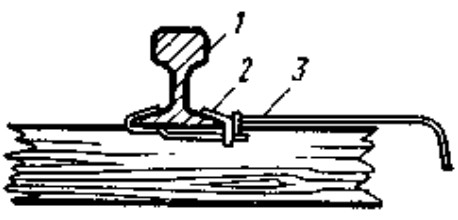


Рис. 14.10. Последовательность подключения дренажного кабеля к бронированному:
1 — наружный бандаж; *2* — кабель; *3* — ленты бронепокрова; *4* — свинцовая полоса; *5* — внутренний бандаж с пропайкой оловом; *6* — дренажный кабель; *7* — место спайки свинцовой полосы, концов от внутреннего бандажа и жил дренажного кабеля; *8* — изоляционный слой

Рис. 14.11. Подключение дренажного кабеля к рельсам электрифицированной железной дороги:
1 — рельс; *2* — скоба; *3* — кабель



При совместной дренажной защите кабелей связи и трубопроводов они соединяются между собой перемычками с включенными вентильными блоками (рис. 14.12), а при совместной катодной защите защищаемые сооружения соединяются перемычками, как показано на рис. 14.13.

На участках, где кабели подвергаются вибрации и возникает межкристаллитная коррозия, принимаются меры по ее ослаблению. Кроме того, применяются изолирующие покрытия и катодная защита. Наиболее радикальным способом в данном случае является удаление кабеля из мест, где возникает вибрация.

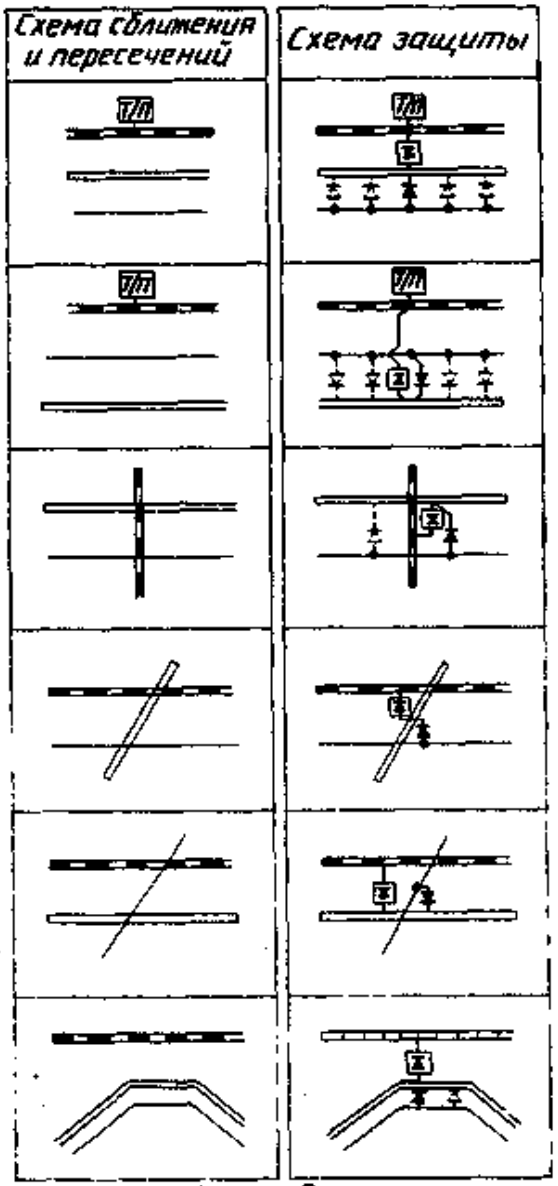


Рис. 14.12. Схемы совместной дренажной защиты кабелей связи и трубопроводов

Одновременная защита от коррозии, ударов молнии и электромагнитных влияний осуществляется в соответствии с «Рекомендациями по одновременной защите кабелей связи от коррозии, ударов молнии и электромагнитных влияний» (М.: Радио и связь, 1983).

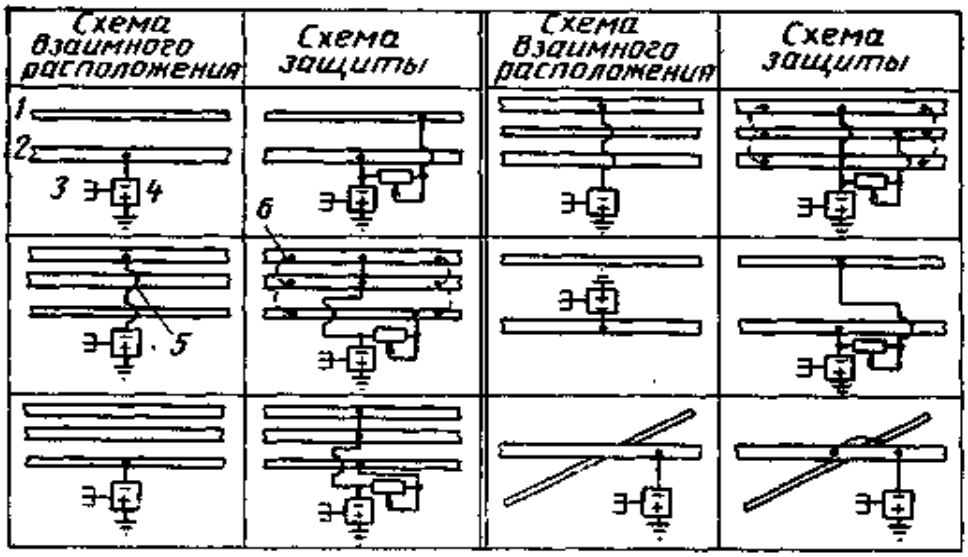


Рис. 14.13. Схемы совместной катодной защиты кабелей связи и трубопроводов при их различном взаимном расположении:

1 — кабель; *2* — трубопровод; *3* — заземляющее устройство (рабочее); *4* — катодная станция; *5* — основная перемычка; *6* — дополнительная перемычка

Защита кабелей связи с покровами типов Б, Бл от ударов молнии при необходимости одновременной защиты от почвенной коррозии осуществляется обычным образом, однако все соединения оболочки с бронепокровом выполняются только через КИП. При этом в перемычки между оболочкой и броней включаются регулируемые резисторы, сопротивление которых выбирается в процессе наладки защиты от коррозии и находится в пределах 0,5 ... 5,0 Ом, а мощность — не менее 2 Вт. Резисторы шунтируются разрядником Р-35 или Р-63 (рис. 14.14).

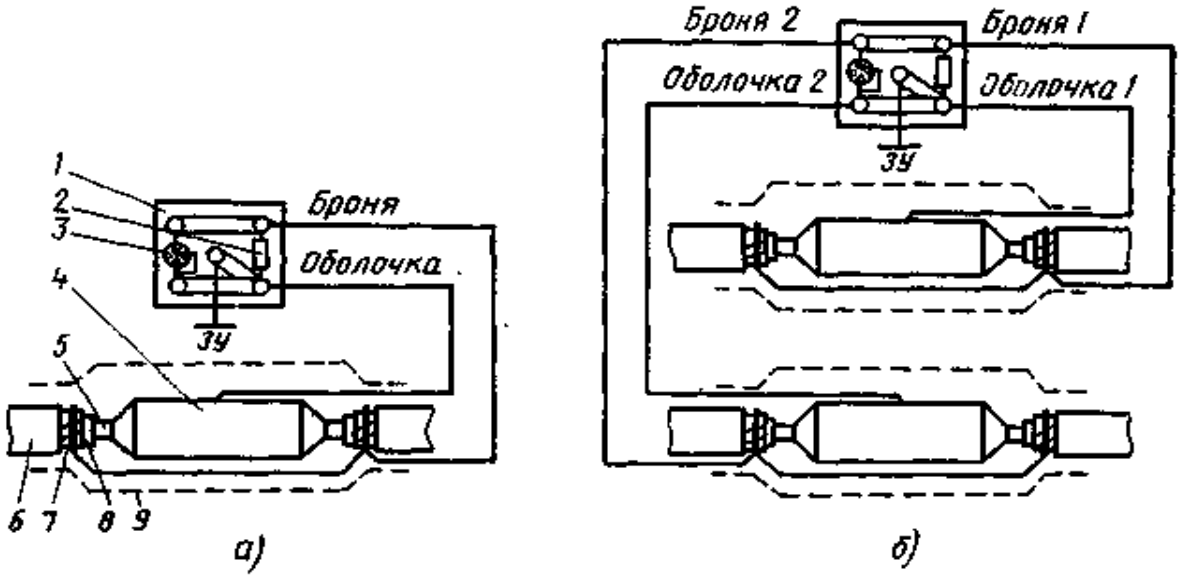


Рис. 14.14. Схема соединений кабеля, имеющего защитные покровы типов Б, Бл с устройством электрохимической защиты при однокабельной (*а*) и двухкабельной (*б*) системах:

1 — клеммный щиток КИП-2; *2* — регулируемое сопротивление; *3* — разрядник; *4* — соединительная муфта; *5* — металлическая оболочка; *6* — джутовый наружный покров; *7* — бронепокров; *8* — подушка; *9* — чугунная муфта

Защита кабелей связи с изолирующими покровами от почвенной коррозии при необходимости одновременной защиты от ударов молнии и электромагнитных влияний осуществляется с помощью групповых протекторных установок. Линейно-защитные заземления для защиты от опасных влияний при необходимости их дополнительной установки должны включаться в КИП-2 через разрядники Р-35 или Р-63.

Раздел 15

Оборудование заземляющих устройств

15.1. Общие сведения

Данные о назначении, количестве и месте расположения заземляющих устройств на усилительных пунктах междугородных кабельных магистралей с дистанционным питанием приведены в табл. 15.1. Контур рабоче-защитного заземляющего устройства при наличии цепей дистанционного питания должен иметь по условиям техники безопасности два самостоятельных ввода в здание (до щитка заземления). Не допускается использовать в качестве заземлителей металлическую оболочку и бронепокров кабелей.

Минимально допустимые расстояния между заземлителями рабочего заземляющего устройства и кабелем или другим подземным металлическим сооружением при дистанционном питании по схеме «провод — земля» приведены в табл. 15.2.

Таблица 15.2

Минимально допустимые расстояния между заземлителями рабочего заземляющего устройства и кабелем

Рабочий ток дистанционного питания, А	0,25	0,5	1	1,5	2	3
Минимально допустимое расстояние, м	15	20	30	40	60	80

Нейтраль обмоток трансформаторов силовой трансформаторной подстанции и собственной электростанции, питающей оборудование усилительного пункта, должна быть присоединена к защитному или рабоче-защитному заземлению. При этом заземляющее устройство УП или ОП и трансформаторной подстанции может быть общим, если последняя расположена на территории УП или ОП.

15.2. Нормы сопротивления заземляющих устройств

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали обмоток генераторов и трансформаторов, при удельном сопротивлении грунта до 100 Ом·м не должно превышать, Ом: 2 — для электроустановок напряжением 660/380 В; 4 — для электроустановок напряжением 380/220 В; 8 — для электроустановок напряжением 220/127 В.

При удельном сопротивлении грунта более 100 Ом·м допускается повышать сопротивление заземляющего устройства, но не более чем в 10 раз и не более величин, определяемых условиями работы установок связи.

Таблица 15.1

Заземляющие устройства, оборудуемые на усилительных пунктах междугородных кабельных магистралей

Пункт магистрали	Схема дистанционного питания УП	Наименование заземляющего устройства	Число заземляющих устройств	Назначение заземляющего устройства	Расположение заземляющего устройства	Сечение соединительного провода, мм²	
						медного	стального
ОУП	«Провод — земля» с заземленным плюсом источника тока	Рабочее	1	Для подключения полюса электропитающей установки, экранов аппаратуры и станционных кабелей, контактов блокирующих устройств	Не далее 40 м от от станции и не ближе 20 м от кабелей и заземлителей других заземлений	16	25
		Защитное	1	Для подключения провода нейтрали обмоток силовых трансформаторных подстанций, 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, установок для содержания кабелей под давлением	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 заземлений	4...6	10
	«Провод — земля» с заземленным минусом источника тока	Рабочезащитное	1	То же, что для рабочего и защитного заземляющих устройств	Не далее 20 м от станции и 20 м от междугородных кабелей	16	25

Продолжение табл. 15.1

Пункт магистрали	Схема дистанционного питания УП	Наименование заземляющего устройства	Число заземляющих устройств	Назначение заземляющего устройства	Расположение заземляющего устройства	Сечение соединительного провода, мм²	
						медного	стального
		Измерительное	2	Для измерения сопротивления растеканию рабоче-защитного заземляющего устройства	Не ближе 40 м от кабелей и 20 м от заземлителей рабоче-защитного заземления	4...6	10
	«Провод — провод»	Защитное	1	То же, что для рабоче-защитного заземляющего устройства	Не далее 20 м от станции	16	25
		Измерительное	2	Для измерения сопротивления растеканию защитного заземляющего устройства	Не ближе 40 м от кабелей и 20 м от заземлителей защитного заземления	4...6	10
НУП, в котором заканчивается цепь ДП по схеме «провод — земля»	«Провод — земля»	Рабочее	1	Для подключения цепи ДП, экранов аппаратуры и станционных кабелей, контактов блокирующих устройств	От кабелей и металлического корпуса НУП не ближе, чем на расстояниях, указанных в табл. 15.2	16	25
		Защитное	1	Для подключения разрядников, металлических корпусов НУП, бронепокрова и металлических оболочек кабелей, каркасов стоек, установок для содержания кабелей под давлением	Не далее 10... 15 м от металлического корпуса НУП и не ближе 20 м от заземлителей рабочего заземления	16	25

Продолжение табл. 15.1

Пункт магистрали	Схема дистанционного питания УП	Наименование заземляющего устройства	Число заземляющих устройств	Назначение заземляющего устройства	Расположение заземляющего устройства	Сечение соединительного провода, мм²	
						медного	стального
НУП или НРП, в котором не заканчивается цепь ДП по схеме «провод — земля»	Любая	Линейно-защитное	1	Для заземления бронепокрова и металлических оболочек кабелей	3...5 м от кабеля	16	25
		Защитное	1	Для подключения экранов аппаратуры и станционных кабелей, разрядников, элементов схем защиты, бронепокрова и металлических оболочек кабелей, каркасов стоек, металлических корпусов НУП (НРП), установок для содержания кабелей под давлением	Не далее 10...15 м от металлического корпуса НУП (НРП)	16	25
		Линейно-защитное	1	Для заземления бронепокрова и металлических оболочек кабелей	3...5 м от кабеля	16	25

Указанные величины сопротивления должны соблюдаться с учетом использования естественных заземлителей (проложенные под землей металлические трубы, металлические конструкции, арматура зданий и т. д., за исключением трубопроводов горючих и взрывоопасных смесей, канализации центрального отопления и бытового водопровода, расположенных вне здания предприятия связи).

Сопротивление рабочего заземляющего устройства на НУП не должно превышать 10 Ом при удельном сопротивлении земли $\rho_з \leqslant 100$ Ом·м и 30 Ом при $\rho_з > 100$ Ом·м. При этом падение напряжения от токов дистанционного питания на сопротивлении заземления не должно превышать 12 В для грунтов с $\rho_з \leqslant 100$ Ом·м и 36 В при $\rho_з > 100$ Ом·м.

Сопротивление защитных заземляющих устройств промежуточных пунктов, не имеющих электропитающих установок, не должно превышать 10 Ом при $\rho_з \leqslant 100$ Ом·м и 30 Ом при $\rho_з > 100$ Ом·м.

Таблица 15.3

Сопротивления заземляющих устройств для искровых разрядников, тросов и металлических оболочек кабелей, подвешенных на опорах воздушных линий

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Менее 100	100 ... 300	300 ... 500	500 ... 1000	Более 1000
Сопротивление заземляющего устройства, Ом, не более	20	30	35	45	55

Таблица 15.4

Сопротивления линейно-защитных заземляющих устройств для металлических оболочек кабелей и защитных тросов

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Менее 100	100 ... 300	300 ... 500	500 ... 1000	Более 1000
Сопротивление заземляющего устройства, Ом, не более	10	20	30	50	60

Таблица 15.5

Сопротивление линейно-защитных заземляющих устройств на НУП (НРП)

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Менее 100	100 ... 500	500 ... 1000	Более 1000
Сопротивление заземляющего устройства, Ом, не более	10	20	30	50

Сопротивление заземляющих устройств искровых разрядников, устанавливаемых на проводах воздушных ЛС для защиты подземных кабелей от ударов молнии, тросов и металлических оболочек кабелей, подвешенных на опорах, молниеотводов с вынесенными заземлителями должны быть не более значений, указанных в табл. 15.3.

Сопротивления линейно-защитных заземляющих устройств для металлических оболочек подземных кабелей, защитных проводов (тросов) или шин, проложенных в грунте при защите кабеля от ударов молнии, не должны превышать величин, указанных в табл. 15.4.

Сопротивления линейно-защитных заземляющих устройств на НУП (НРП) при защите кабелей от ударов молнии не должны превышать величин, указанных в табл. 15.5.

15.3. Оборудование заземлений при отсутствии вечной мерзлоты

В качестве заземлителей (электродов) допускается использовать уголковую сталь 50×50 мм и некондиционные трубы диаметром 2...2,5 дюйма, а также стальной пруток диаметром 15...16 мм, забиваемый на глубину 5...6 м.

Устройство заземления, выполненное из одной трубы, показано на рис. 15.1. Перед вбиванием электродов заземляющего устройства в грунт к каждому из них должна быть приварена или припаяна стальная проволока диаметром 4...5 мм, витки которой также необходимо пропаять. Чтобы не повредить края трубы при забивке в грунт, в верхний конец ее вставляют стальной вкладыш с головкой, которая опирается своими заплечиками на срез трубы.

Величины сопротивлений стержневого заземлителя из уголковой стали размером 40×40×4 мм или трубы диаметром 40 мм при длине заземлителя 1...2 м и расстоянии от верхнего конца заземлителя до поверхности земли 0,7 м приведены в табл. 15.6.

Соединение электродов из уголков с помощью стальной шины показано на рис. 15.2, *а*, с помощью проводов — на рис. 15.2, *б*. Соединение трубчатых заземлителей проводами показано на рис. 15.3.

При устройстве рабочих заземлений во всех грунтах, а защитных — в агрессивных соединительные провода на всем протяжении до выхода на поверхность должны быть изолированы.

В грунтах с высоким удельным сопротивлением рекомендуется применять обработку грунта солью или использовать привозной грунт с малым удельным сопротивлением. Примерная конструкция котлована при обработке грунта солью показана на рис. 15.4, а котлована для насыпного грунта — на рис. 15.5.

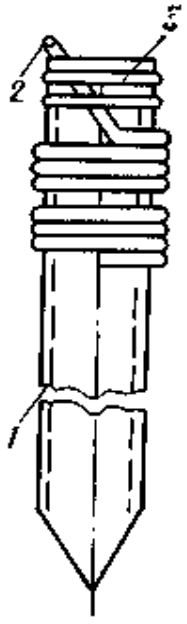


Рис. 15.1. Заземление, выполненное из одной трубы:

1 — труба стальная; *2* — стальная проволока; *3* — хомутик из перевязочной проволоки диаметром 2 мм

Таблица 15.6

Сопротивление стержневого заземлителя

Длина заземлителя, м	Сопротивление заземлителя, Ом, 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

Заглубленные заземлители длиной до 10 м целесообразно выполнять из прутка диаметром 10...20 мм и погружать в землю посредством ввертывания с помощью переносных вращательных станков, например двигателя «Дружба». Для облегчения ввертывания конец прутка заостряют (рис. 15.6, *а*) или приваривают к заостренному концу лопасти (рис. 15.6, *б*).

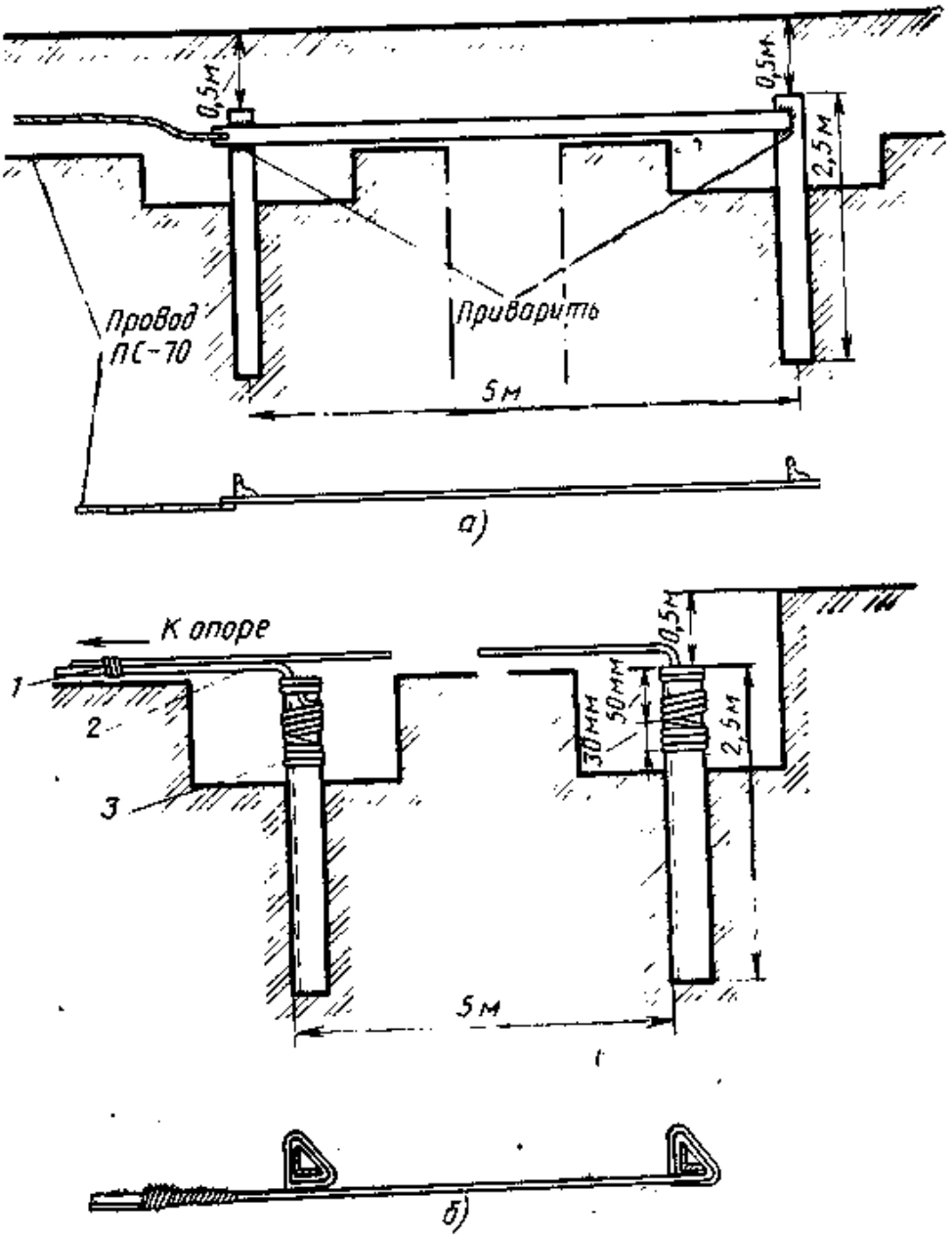


Рис. 15.2. Соединение электродов заземляющего контура стальной полосой с проводом ПС-70 (*а*) и проводами диаметром 4...5 мм (*б*):
1 — хомутик из перевязочной проволоки; *2* — проволока стальная диаметром 4...5 мм; *3* — витки пропаять

Устройство глубинного заземлителя в грунтах с высоким удельным сопротивлением показано на рис. 15.7. Для бурения скважин применяют бурильные агрегаты СБУ-150-ЗИФ, СБУ-300-ЗИФ (на автомашинах), УТБ-50, АВБ-ТМ-100 и др. Заземлитель выполняют из стальной полосы сечением 40×4 мм, которая опускается в скважину под действием груза в виде удлиненной болванки мас-

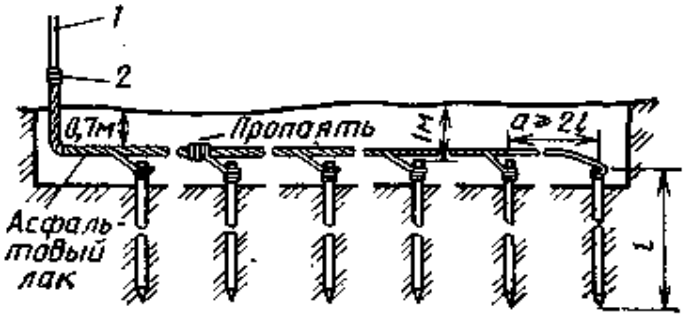


Рис. 15.3. Соединение трубчатых электродов проводами:
1 — проволока стальная диаметром 4 . . . 5 мм; *2* — восемь витков перевязочной проволоки диаметром 2 мм (пропаять)

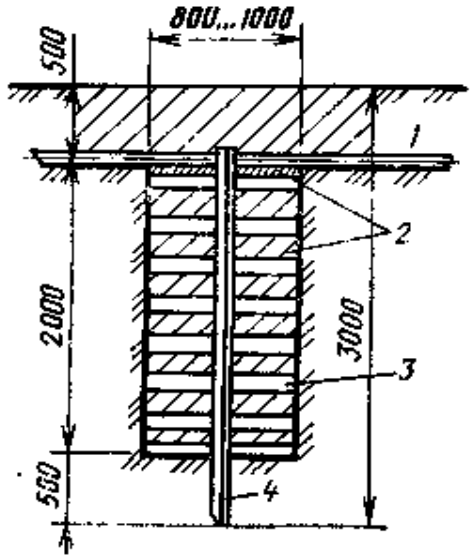


Рис. 15.4. Конструкция котлована при обработке грунта солью для заземлителя из уголковой стали:
1 — стальная полоса; *2* — грунт; *3* — соль; *4* — уголковая сталь

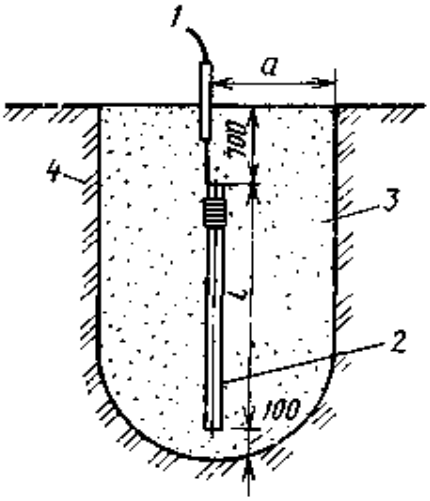


Рис. 15.5. Устройство заземления при использовании насыпного грунта:
1 — провод ПР, ПРЖ сечением 6 . . . 10 мм²; *2* — заземлитель; *3* — насыпной грунт; *4* — основной грунт; a=1,5 . . . 2,5 м

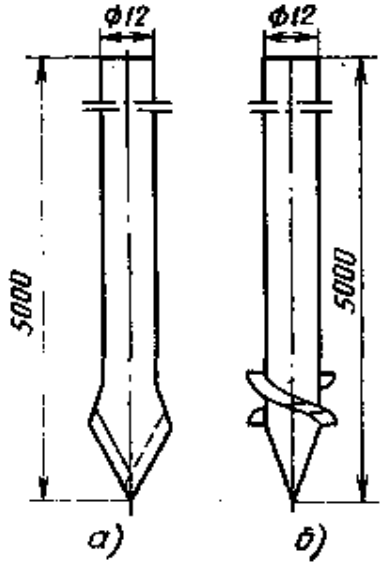


Рис. 15.6. Нижний конец прутка для ввертывания заглубленного заземлителя

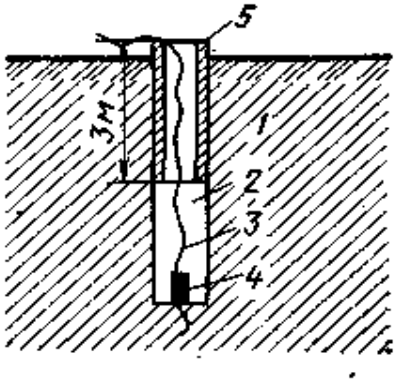


Рис. 15.7. Устройство глубинного заземлителя в грунтах с высоким удельным сопротивлением:
1 — каменистый или скальный грунт; *2* — скважина; *3* — стальная полоса 40×4 мм; *4* — груз; *5* — обсадная труба

сой 40 . . . 50 кг, укрепленной на конце полосы. Сама скважина заполняется тонкодисперсной смесью из глины и соли (10 . . . 15%). Влажность смеси доводится до такой степени, при которой еще не теряется свойство сыпучести.

15.4. Оборудование заземлений в районах вечной мерзлоты

При оборудовании заземлителей в многолетнемерзлом грунте в первую очередь следует использовать естественные заземлители: существующие обсадные или водопроводные трубы, другие металлические не покрытые изоляцией подземные сооружения (за исключением трубопроводов горючих жидкостей и горючих или взрывоопасных газов), железобетонные фундаменты сооружений, металлические неизолированные оболочки кабелей, металлические ограды, имеющие надежное соединение с землей, и т. д.

В качестве электродов при устройстве выносного заземления используются: листы железа с минимальной площадью 0,75 м² и толщиной 5 мм; сетка размером 5×5 или 10×10 м, сваренная из стальных полос 40×4 мм с размером ячейки 40×40 см; стержни, выполненные из профильной стали или труб длиной 1,5...2,0 м с минимальной площадью сечения 0,75 м² и толщиной стенок 4 мм.

Длина соединительного провода до выносного защитного заземлителя не должна превышать 30 м, а при оборудовании рабочего заземления — 800 м.

При невозможности оборудовать выносное заземление в мощных мерзлых грунтах тонко- и среднедисперсных пород следует устанавливать глубинные (трубчатые) заземлители с искусственной обработкой грунта (рис. 15.8). Оптимальная длина рабочей части заземлителя 15...20 м, диаметр трубы от 3/4 до 5 дюймов. Трубы малого диаметра (до 1 дюйма) соединяются в параллельные плети и свариваются по длине в четырех-пяти местах.

Внутрь заземлителя для постоянной эксплуатации вставляется труба-насадка для заливки раствора длиной 2...3 м с теплоизоляцией (несколько слоев полиэтиленовой пленки, кабельный пластикат) в нижней части. Через трубу-насадку внутрь заземлителя заливается горячий раствор соли (25...40 кг на трубу). Нельзя заливать горячий раствор в пространство между стенкой скважины и перфорированной трубой. Расход горячего раствора 100...150 л на трубу. Про-

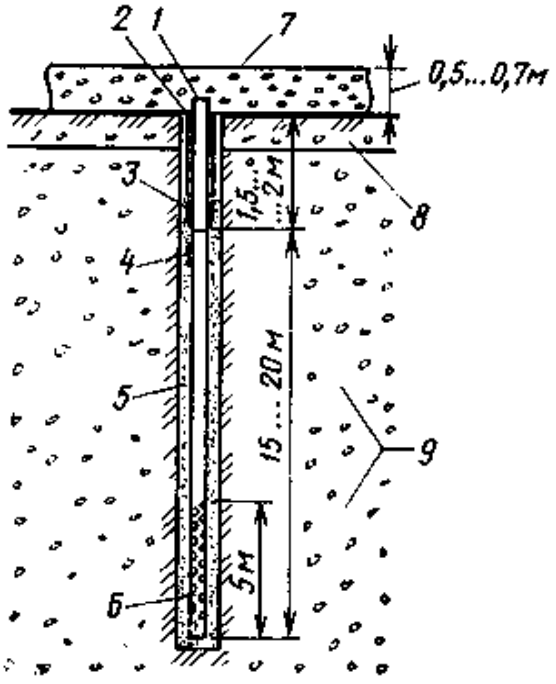


Рис. 15.8

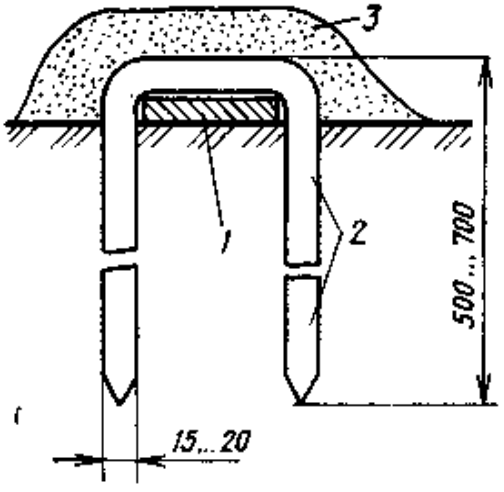


Рис. 15.9

Рис. 15.8. Устройство глубинного трубчатого заземлителя в мерзлом грунте:

1 — труба для заливки раствора; *2* — обсадная труба; *3* — теплоизолятор; *4* — стальная полоса для вывода заземлителя; *5* — тонкодисперсный грунт; *6* — тело заземлителя (труба с перфорацией); *7* — пеновоздушная подушка; *8* — талые породы; *9* — мерзлые породы

Рис. 15.9. Крепление стальной полосы горизонтального протяженного заземлителя к грунту:

1 — стальная полоса; *2* — металлическая скоба; *3* — насыпной тонкодисперсный грунт

странство между стенкой скважины и телом заземлителя заполняют смесью горячего соляного раствора (10...15%) и тонкодисперсных просеянных пород (гумусированные грунты, мелкий песок, суглинки, глина). Влажность смеси доводится до такой степени, при которой еще не теряется свойство сыпучести (должна образоваться творогообразная масса, исключающая возможность прилипания к стенкам скважины). Засыпка верхней части скважины (1,5...2,0 м от поверхности земли) производится без заполнения грунта сухими тонкодисперсными породами. Бурение скважин для глубинного заземлителя производят на расстояний, превышающем на 1,5...2,0 м его рабочую длину. При бурении в сыпучемерзлых грунтах обсадные трубы извлекаются только после засыпки тела заземлителя на 1/2 длины. Допускается в верхней части скважины оставлять обсадную трубу на глубине примерно 3...5 м от поверхности земли. Во избежание образования пустот в скважине должна производиться утрамбовка грунта в течение всего времени заполнения скважины.

При необходимости следует оборудовать несколько глубинных заземлителей, соединяя их стальной полосой 40×4 мм или стальным прутком диаметром 12 мм, привариваемым к электродам на глубине 0,8...1,0 м.

Наиболее благоприятное время производства работ по оборудованию заземлителей — сентябрь и первая половина октября, до появления морозов.

Для защиты от ударов молнии в районах вечной мерзлоты следует оборудовать протяженные горизонтальные заземлители в виде стальной полосы толщиной не менее 3 мм, сечением не менее 80 мм² и длиной 80...100 м. Полоса длиной не менее 50 м укладывается в траншею глубиной 0,1...0,3 м в деятельном слое, засыпается смесью тонкодисперсного грунта с солью (10...12 кг на 50 м траншеи). Остальная часть полосы укладывается на поверхность, очищенную от растений, и крепится металлическими скобами (костылями) к грунту, сверху засыпается слоем тонкодисперсного грунта толщиной до 5 см (рис. 15.9).

Раздел 16

Средства механизации и транспорта, используемые при строительстве кабельных сооружений связи

16.1. Транспортные, тяговые и грузоподъемные машины

В процессе строительства кабельных сооружений связи транспортные перевозки организуются в основном автомобильным транспортом. В зависимости от состояния дорожной сети транспортные связи осуществляются автомобилями общего назначения в сочетании с колесными и гусеничными машинами повышенной проходимости, способными перевозить грузы в любое время года.

По приспособленности к дорожным условиям автомобили делятся на две группы.

Автомобили дорожной проходимости предназначены для работы по усовершенствованным дорогам (рис. 16.1 и 16.2). К этой группе относятся двухосные автомобили с приводом на заднюю ось (4×2) и трехосные автомобили с приводом на две задние оси (6×4).

Автомобили повышенной проходимости могут двигаться в тяжелых условиях, а в некоторых случаях и по бездорожью. К этой группе относятся двух-, трех- и четырехосные автомобили с приводом на все оси (4×4; 6×6; 8×8). В условиях бездорожья для осуществления оперативного руководства, доставки мелких грузов и обеспечения бытовых нужд используются автомобили повышенной проходимости УАЗ-452 и УАЗ-469 (рис. 16.3).

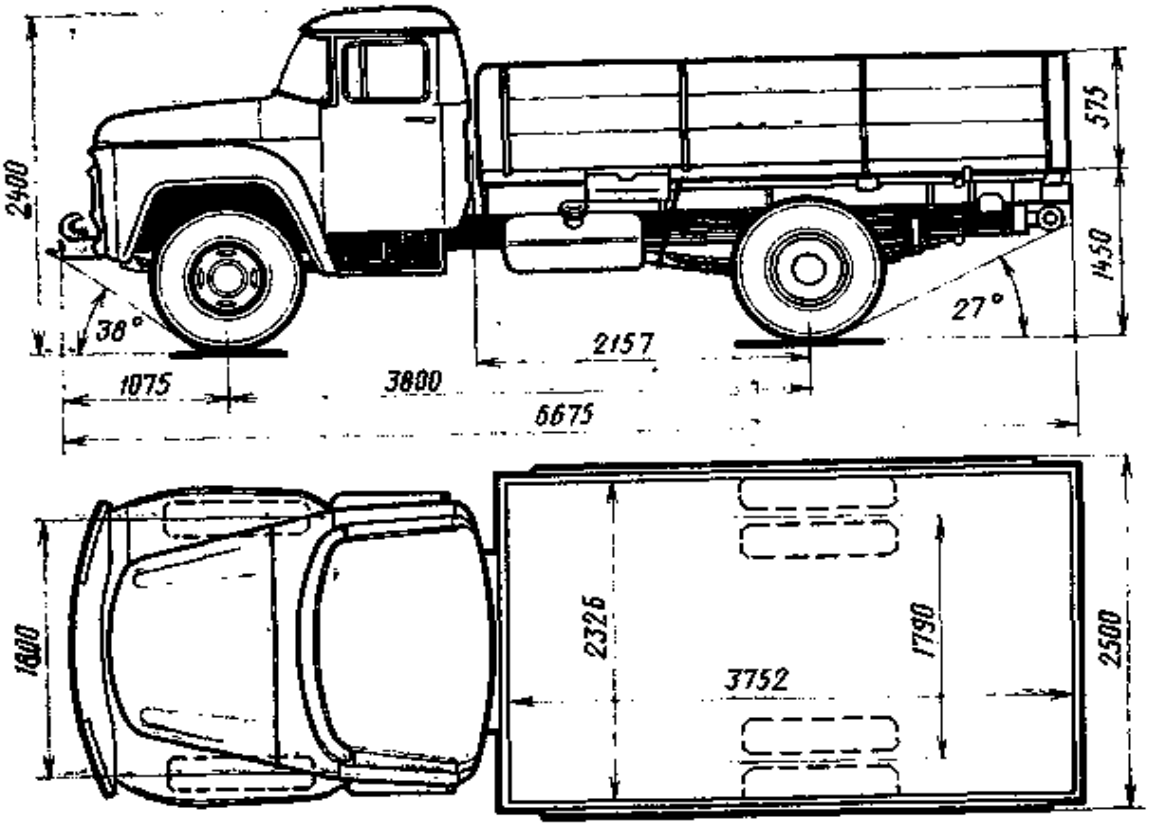


Рис. 16.1. Автомобиль ЗИЛ-130-76

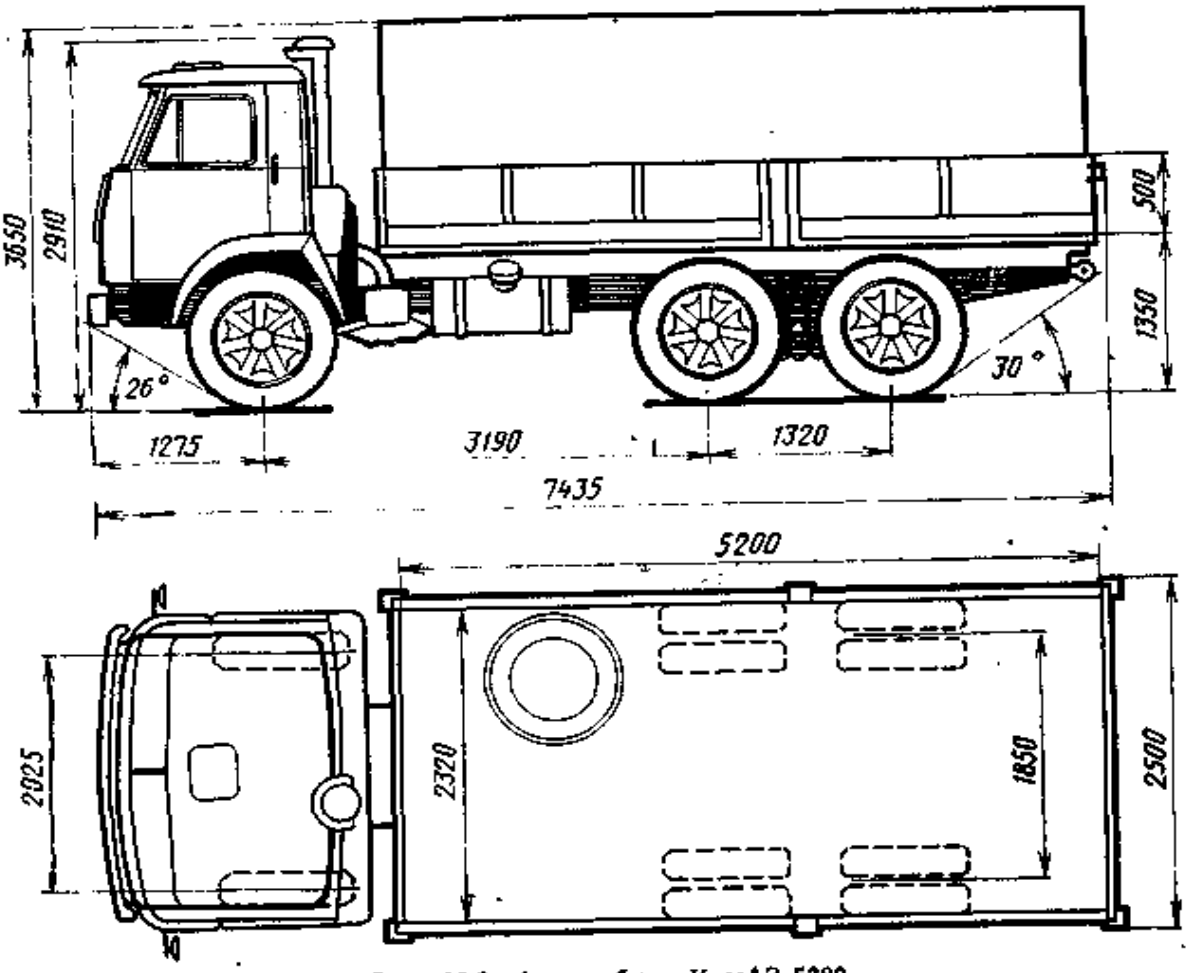


Рис. 16.2. Автомобиль КамАЗ-5320

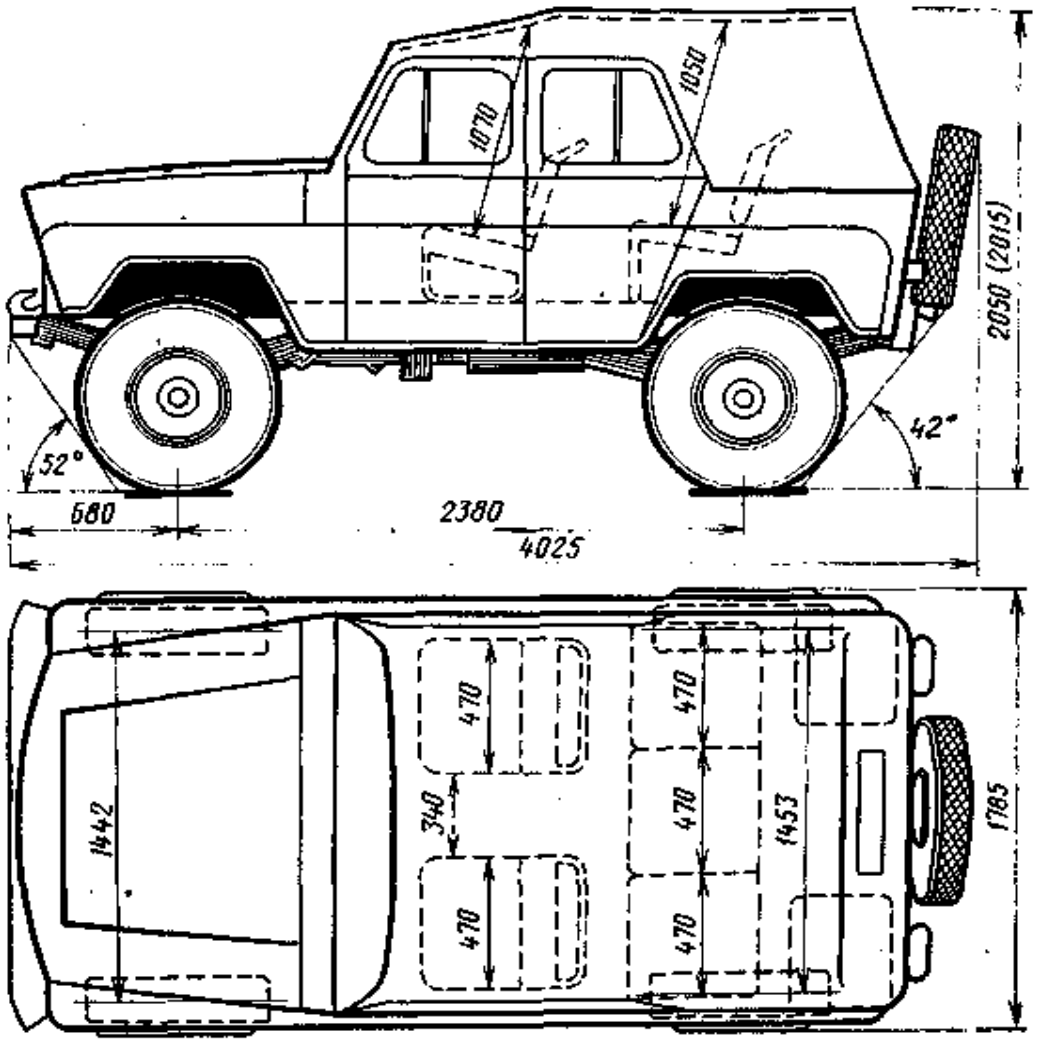


Рис. 16.3. Автомобиль УАЗ-469

Перевозки строительных рабочих и небольших грузов к месту проведения работ осуществляются автомобилями повышенной проходимости ГАЗ-66 и ЗИЛ-131 (рис. 16.4 и 16.5).

Для перевозки тяжелых грузов по плохим дорогам и частично по бездорожью рекомендуется использовать автомобили повышенной проходимости ЗИЛ-131, Урал-375, КрАЗ-255 и др. (рис. 16.6). Для перевозки легких грузов и людей по бездорожью применяют гусеничные транспортеры-тягачи ГТ-СМ, ГТТ, АТ-Л и др.

Краткие технические характеристики наиболее распространенных автомобилей приведены в табл. 16.1. Краткие технические характеристики гусеничных транспортеров-тягачей приведены в табл. 16.2.

Важнейшим средством повышения производительности труда при осуществлении транспортных перевозок, особенно в трудных дорожных условиях, является применение автомобильных поездов.

Автомобильным поездом считается транспортное средство, состоящее из автомобиля-тягача и одного или нескольких прицепных звеньев. Прицепным звеном автопоезда может быть роспуск, прицеп или полуприцеп.

Применение автопоездов существенно расширяет номенклатуру перевозимых автомобильным транспортом грузов и специального оборудования. При строительстве кабельных сооружений связи широкое распространение получили при-

Марка* автомобиля	Колесная формула	Грузоподъемность**, кг	Внутренние размеры кузова, мм	Допустимая масса буксируемого прицепа***, кг	Собственная масса, кг	Полная масса, кг
Грузовые бортовые автомобили						
ГАЗ-52-04	4×2	2500	3060×2070	2500	2520	5170
ГАЗ-53А	4×2	4000	3740×2170	4000	3250	7400
ЗИЛ-130-76	4×2	6000	3752×2326	8000	4300	10 525
ЗИЛ-133Г2	6×4	10000	6100×2328	—	6875	17 175
Урал-377Н	6×4	7500	4500×2326	10 000 5000	7225	14 950
КамАЗ-53212	6×4	10000	6100×2320	14 000	8200	18 425
КамАЗ-5320	6×4	8000	5200×2320	11 500	7080	15 305
МАЗ-5335	4×2	8000	4965×2360	12 000	6725	14 950
КрАЗ-257Б1	6×4	12000	5770×2480	20 000	10270	22 500
Автомобили повышенной						
УАЗ-469	4×4	600 и 2 чел.	—	850	1650	2450
УАЗ-452	4×4	800	2733×1818	—	1720	2670
ГАЗ-66-01	4×4	2000	3330×2050	2000	3470	5800
ЗИЛ-157КД	6×6	5000 3000	3570×2090	5000 3600	5540	8690
ЗИЛ-131	6×6	5000 3500	3600×2322	6500 4000	6460	11 685
Урал-375Д	6×6	5000	3900×2430	10 000	7800	13 025
Урал-375Н	6×6	7000	4500×2326	10 000	7700	14 925
КрАЗ-255Б1	6×6	7500	4565×2500	30 000 10 000	11 690	19 415
КрАЗ-260	6×6	9000	5000×2520	30 000 10 000	12 775	22 000
Внедорожные						
МАЗ-7310	8×8	20 000	7222×2848	25 000	24000	44 150

* Автомобили марки ГАЗ выпускаются Горьковским автомобильным заводом, ЗИЛ — заводом, МАЗ — Минским автомобильным заводом, КрАЗ — Кременчугским автомобильным заводом.

** В числителе — грузоподъемность по дорогам с твердым покрытием, в знаменателе

*** В числителе — допустимая масса буксируемого прицепа по дорогам с твердым покры

Таблица 16.1

характеристики автомобилей

Габаритные размеры, мм: длина	ширина	высота	Максимальная скорость, км/ч	Тип двигателя	Мощность двигателя, л. с. (кВт)	Размеры шин
общего назначения						
5708	2200	2150	70	ГАЗ-52-04	75 (55,2)	220—508 (7,50—20)
6395	2380	2220	80	ЗМЗ-53	115 (84,6)	240—508 (8,25—20)
6675	2500	2400	90	ЗИЛ-130	150 (110,3)	260—508Р
9000	2500	2395	80	ЗИЛ-130	150 (110,3)	260—508Р
7611	2500	2560	75	ЗИЛ-375Я4	180 (132,4)	1100×400—533
8530	2500	3650	80/100	КамАЗ-740	210 (154,4)	260—508Р
7435	2500	3650	80/100	КамАЗ-740	210 (154,4)	260—508Р
7250	2500	2720	85	ЯМЗ-236	180 (132,4)	300—508Р (11,00—20)
9640	2650	2670	68	ЯМЗ-238	240 (176,5)	320—508 (12,00—20)
проходимости						
4025	1785	2050	100	451МИ	75 (55,2)	215—380 (8,40—15)
4360	1940	2090	95	УМЗ-451М	75 (55,2)	8,40—15
5805	2322	2400	90	ЗМЗ-66	115 (84,6)	12,00—18
6923	2315	2115	60	ЗИЛ-157КД	110 (80,9)	12,00—18
6900	2500	2975	80	ЗИЛ-131	150 (110,3)	12,00—20
7366	2674	2680	75	ЗИЛ-375	180 (132,4)	370—508 (14,0—20)
7611	2500	2600	75	ЗИЛ-375Я4	180 (132,4)	1100×400—533
8645	2750	2940	71	ЯМЗ-238	240 (176,5)	1300×530—533
9030	2722	2985	80	ЯМЗ-238Л	300 (220,6)	1300×530—533
автомобили						
11 657	2975	2950	60	Д12А-525А	525 (386,1)	1500×600—635

Московским автомобильным заводом имени Лихачева, КамАЗ — Камским автомобильным заводом, УАЗ — Ульяновским автомобильным заводом, Урал — Уральским автомобильным

по грунтовым.
тием, в знаменателе — по грунтовым.

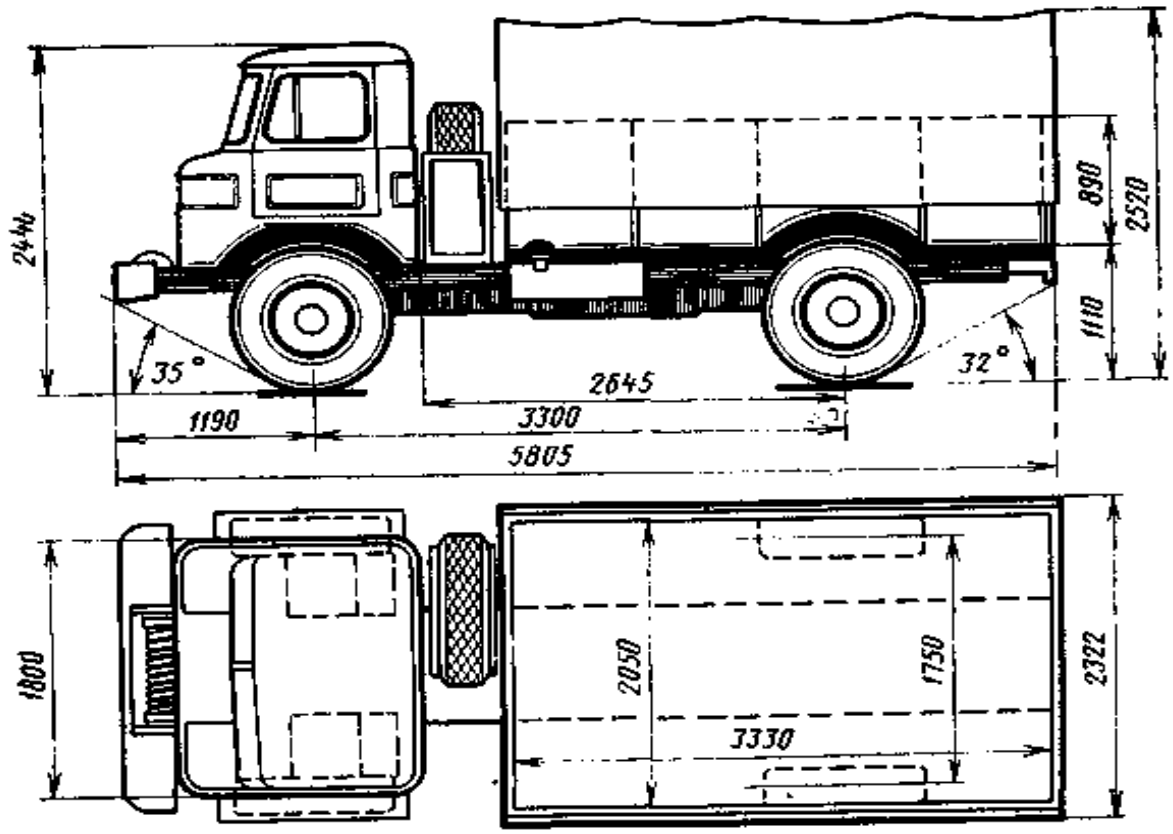


Рис. 16.4. Автомобиль ГАЗ-66

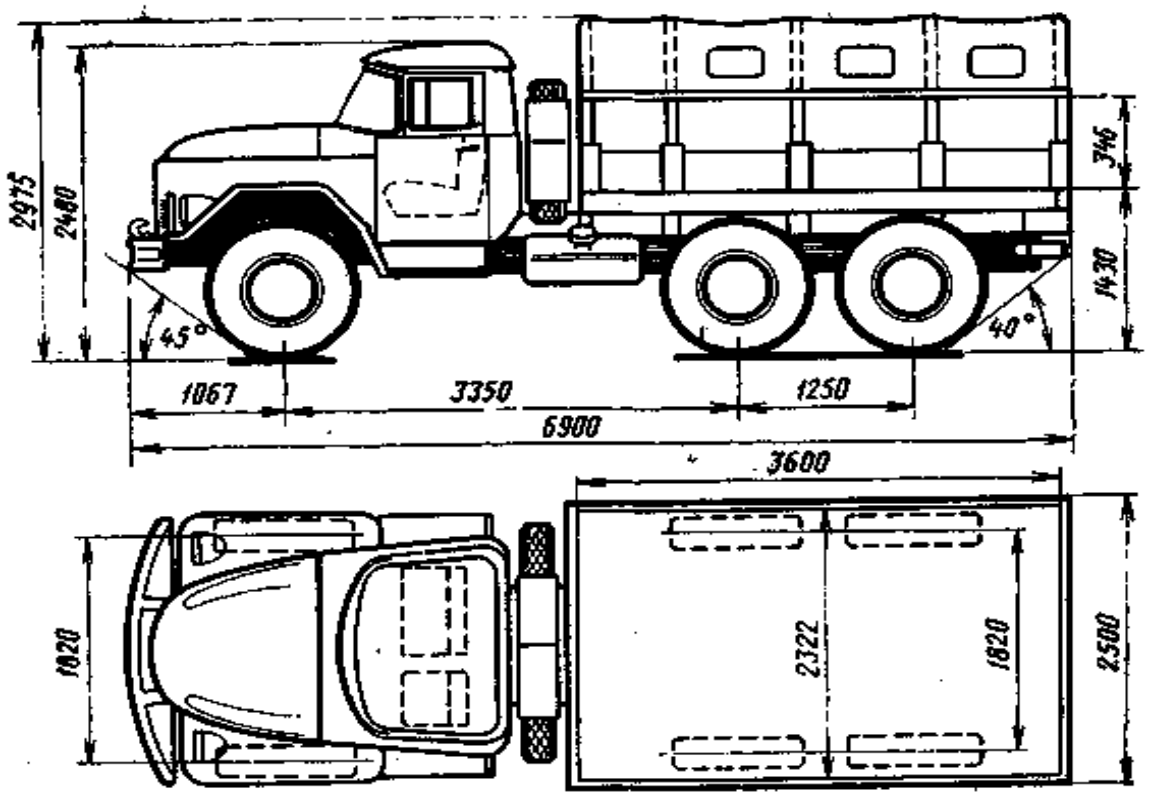


Рис. 16.5. Автомобиль ЗИЛ-131

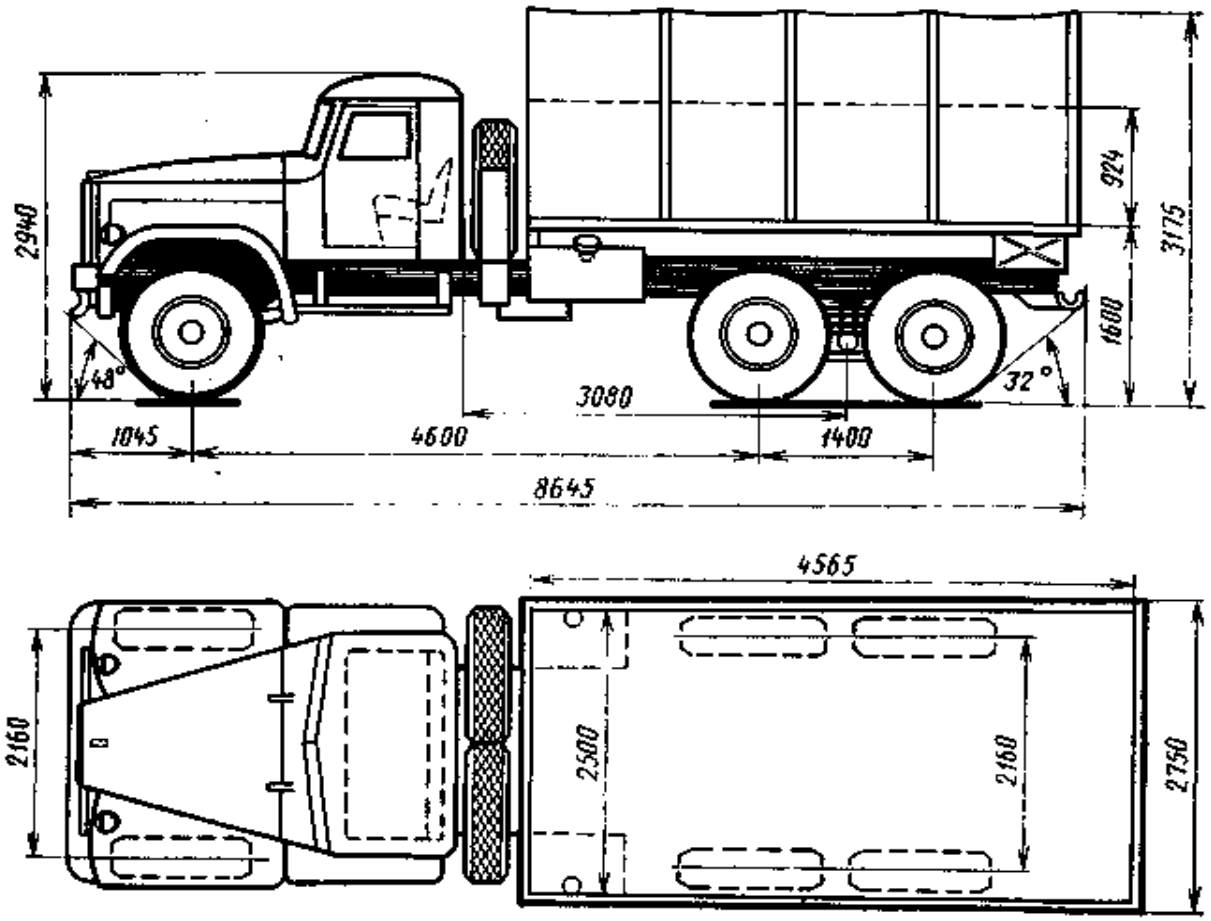


Рис. 16.6. Автомобиль КрАЗ-255Б1

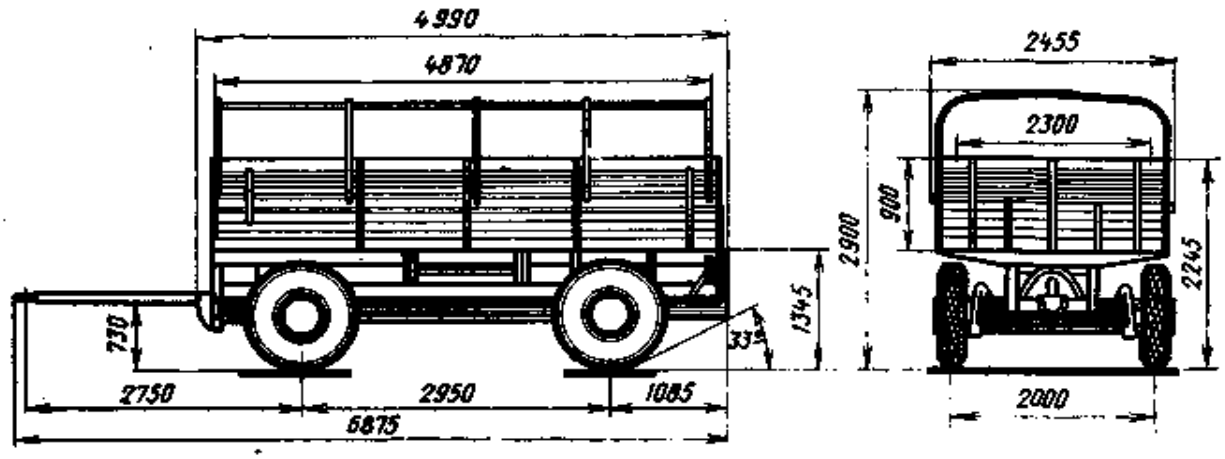


Рис. 16.7. Автомобильный прицеп 782В (2-ПН-4М)

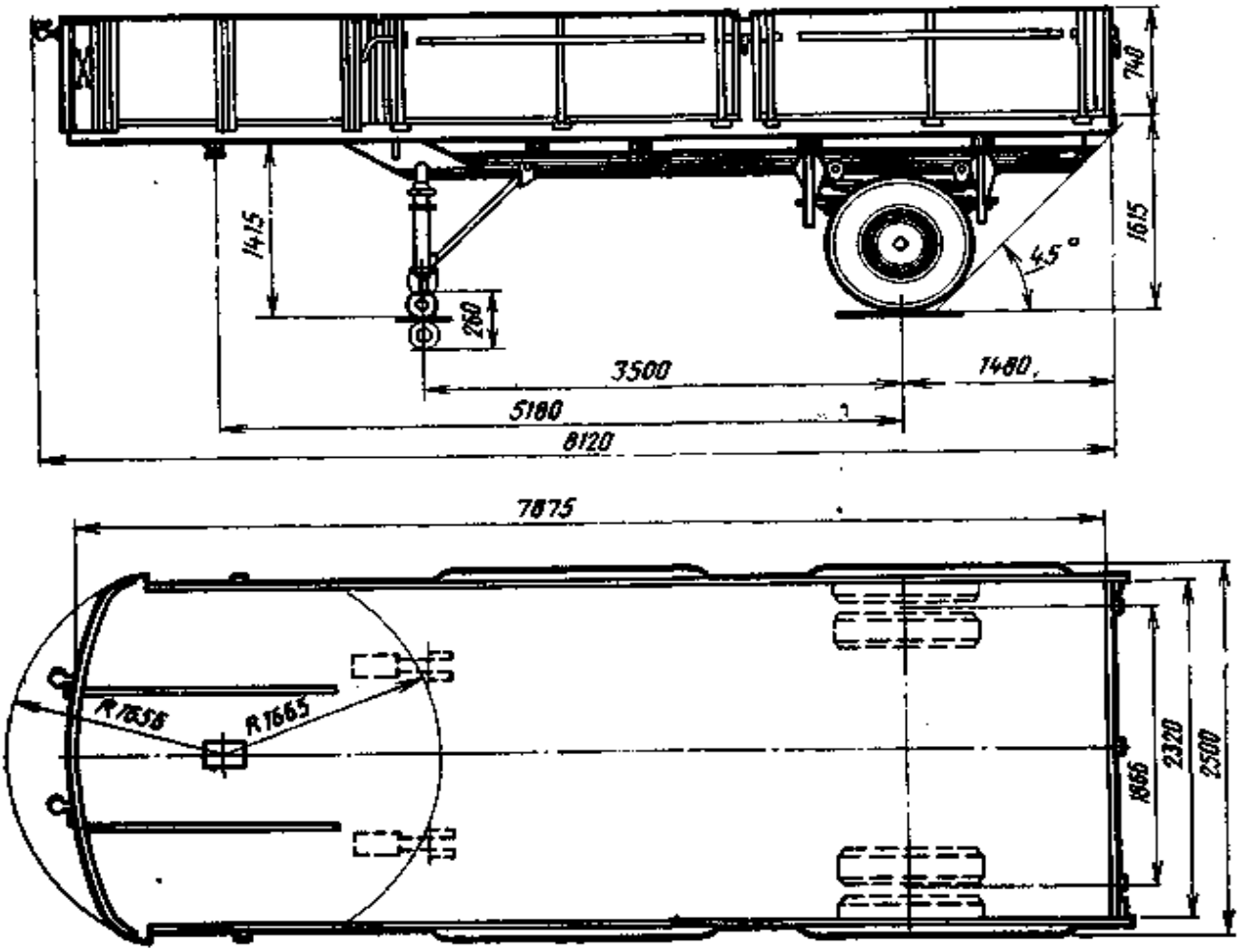


Рис. 16.8. Автомобильный полуприцеп МАЗ-5245

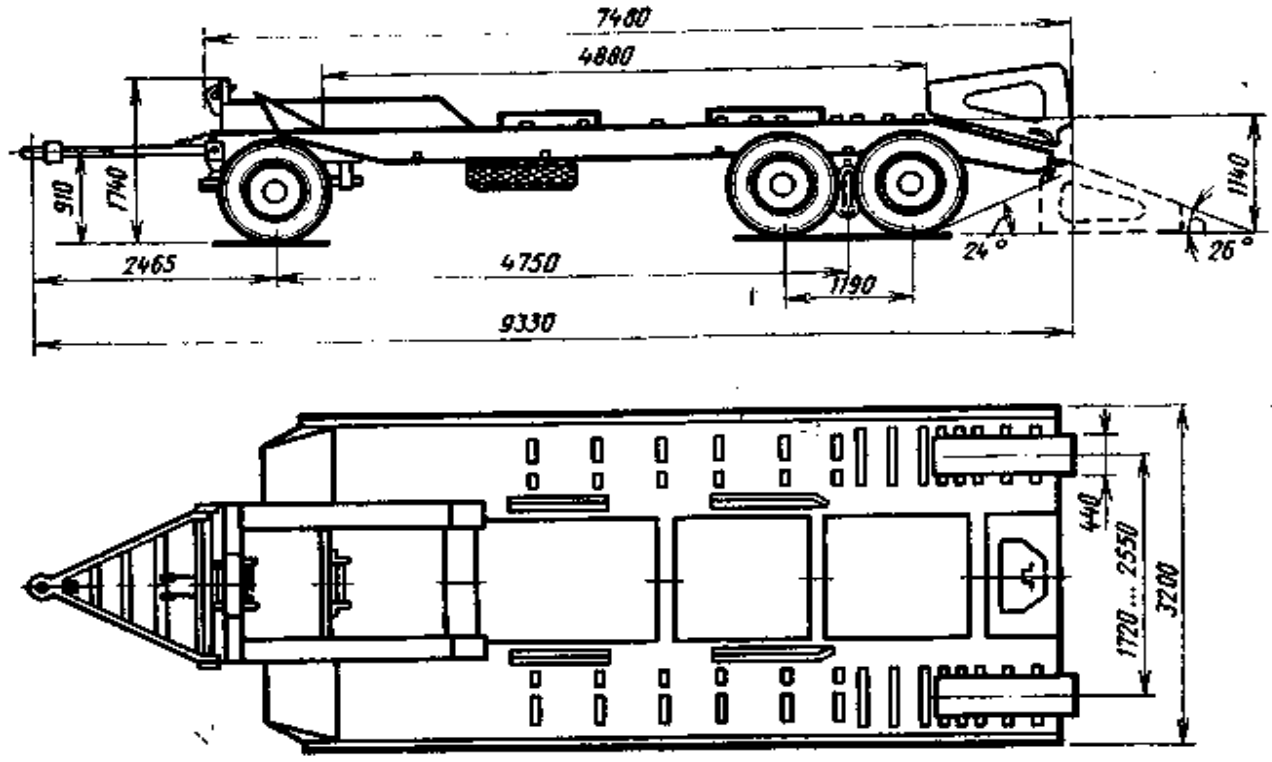


Рис. 16.9. Прицеп-тяжеловоз ЧМЗАП-5208

Таблица 16.2

Краткие технические характеристики гусеничных транспортеров-тягачей

Показатель	АТ-Л	ГТ-СМ	ГТ-Т	АТС-59	АТ-Т
Масса снаряженного тягача, т	6,3	3,75	8,2	13,0	20,0
Грузоподъемность, т	2,0	1,0	2,0	3,0	5,0
Масса буксируемого прицепа, т	6,0	2,0	4,0	14,0	25,0
Габаритные размеры, мм:					
длина	5313	5356	6340	6280	6990
ширина	2214	2585	3140	2780	3140
высота	2200	1740	2160	2500	2845
Колея, мм	1900	—	—	2200	2640
Ширина гусениц, мм	300	390	540	460	500
Дорожный просвет, мм	350	380	450	425	425
Среднее давление на грунт, МПа	0,045	0,017	0,024	0,052	0,068
Мощность двигателя, л. с. (кВт)	130 (95,6)	115 (84,6)	200 (147,1)	300 (220,6)	415(305)
Максимальная скорость движения, км/ч	42	50	45	39	35

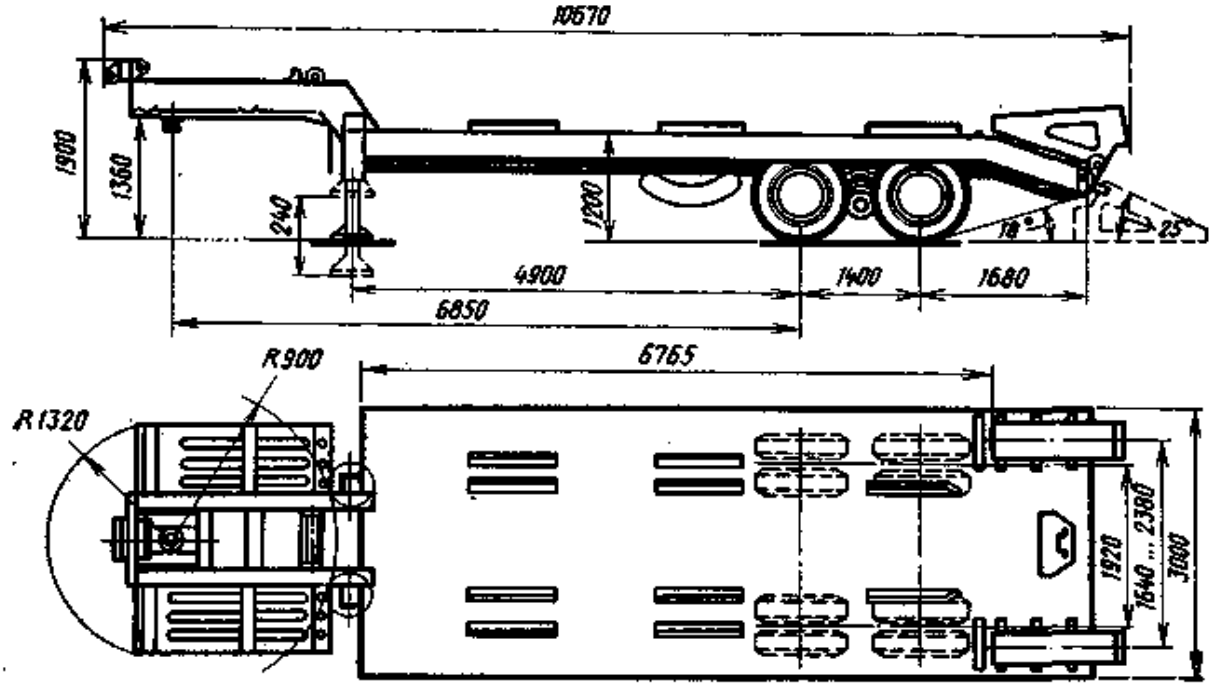


Рис. 16.10. Полуприцеп-тяжеловоз ЧМЗАП-5523А

Тип	Основной тягач	Грузоподъемность, кг	Собственная масса, кг	Полная масса, кг	Внутренние размеры кузова, мм
					При
782В (тип 2-ПН-4М)	УРАЛ-375Н	4000	3030	7030	4870×2300
ИАПЗ-754В	ЗИЛ-164	4000	1900	5900	3848×2207
ГКБ-817	ЗИЛ-130-76	5500	2540	8040	4686×2422
ГКБ-8350	КамАЗ-5320	8000	3500	11 500	6100×2317
МАЗ-8926	МАЗ-5335	8000	4000	12 000	5500×2365
МАЗ-5224В	КрАЗ-255Б	10 500	4000	14 500	2800×6460
					Полу
ОдАЗ-885	ЗИЛ-130В1-76 КАЗ-608В	7500	2850	10 350	6080×2220
ОдАЗ-9370	КамАЗ-5410	14 200	4900	19 100	9180×2320
МАЗ-5245	МАЗ-504А	13 500	3800	17 300	7875×2320
МАЗ-5205А	МАЗ-504В	20 000	5700	25 700	9965×2380
					Прицепы-
ЧМЗАП-8386	—	40 000	13 170	53 170	8210×3150
ЧМЗАП-5208	—	40 000	10 420	50 900	7480×3200
ЧМЗАП-5212А	—	60 000	13 900	73 900	8850×3300
					Полуприцепы
ЧМЗАП-5523А	КрАЗ-258	25 000	7000	32 000	6765×3000

Таблица 16.3

прицепов и полуприцепов

Погрузочная высота, мм	Число колес	Габаритные размеры, мм: Длина (с дышлом)	Ширина	Высота	Размер шин	Завод-изготовитель
цепы						
1345	4+1	6875	2455	2900	260—508 (9,00—20)	Ставропольский завод автоприцепов
1270	4+1	6025	2385	2133	260—20	Ирбитский завод автоприцепов
1300	4+1	6688	2500	1858	260—20	То же
1300	8+1	8290	2500	1800	260—508Р	Ставропольский завод автоприцепов
1440	4+1	7710	2500	2790	320—508	Минский автомобильный завод
1060	8+2	8355	2870	1060	9,00—15	То же
прицепы						
1400	4+1	6385	2455	2030	260—508	Одесский автосборочный завод
1470	8+1	9630	2500	2070	260—508Р	
1615	4+1	8165	2500	2355	300—508	Минский автомобильный завод
1450	8+1	10 180	2500	2155	300—508	То же
тяжеловозы						
1260	12	11 230	3150	1630	425—457	Челябинский завод автотракторных прицепов
1140	24+2	9330	3200	1740	8,25—20	
1120	32+4	11 400	330	1700	240—508	То же
тяжеловозы						
1200	8+1	10 670	3000	1898	300—508	»

Таблица 16.4

Краткие технические характеристики тракторов

Марка трактора	Максимальное тяговое усилие на крюке (расчетное), кН	Максимальная скорость, км/ч	Скорость движения на первой передаче, км/ч	Глубина преодолеваемого брода, м	Габаритные размеры, мм			Среднее удельное давление на грунт, МПа	Тип двигателя	Мощность двигателя, кВт	Масса эксплуатационная, кг	Завод-изготовитель
					Длина	Ширина	Высота					
МТЗ-50	14	25,8	1,6	0,85	3815	1970	2485	0,14	Д-50	42	3100	Минский тракторный
МТЗ-52	14	25,8	1,6	0,85	3930	1970	2485	0,14	Д-50	42	3265	То же
МТЗ-80	14	33,4	2,5	0,85	3815	1970	2470	0,14	Д-240	57	3370	»
МТЗ-82Н	14	30,4	2,3	0,75	3900	1970	2410	0,14	Д-240	57	3630	»
Т-150К	40	30,1	4,4	1,0	5795	2400	3165	0,14	СМД-62	129	8135	Харьковский тракторный
К-700А	59	30,1	2,6	1,0	7400	2880	3750	0,14	ЯМЗ-238НБ	158	12 810	Кировский тракторный
К-701	64	33,8	2,9	1,0	7400	2880	3750	0,14	ЯМЗ-240Б	221	13 500	То же
ДТ-75В	37	8,4	5,5	0,6	4209	1890	2650	0,048	СМД 14НГ	61	6960	Волгоградский тракторный
ДТ-75БВ-С1	28	11,5	5,5	0,6	4658	2240	2639	0,024	СМД-14НГ	61	8060	То же
ТДТ-55А	56	12,8	2,9	0,8	5850	2357	2560	0,045	СМД-14БН	61	9365	Онежский тракторный
Т-150	48	17,0	6,8	1,0	4750	1850	2680	0,046	СМД 60	118	7400	Харьковский тракторный
Т-100М	95	10,13	2,36	1,0	4255	2460	3040	0,048	Д-108	80	11 400*	Челябинский тракторный
Т-130.1.Г-1	88	10,3	3,7	0,8—1,0	4393	2475	3087	0,058	Д-160	118	14 030*	То же
Т-130БГ-1	88	10,3	3,7	0,8—1,0	4748	3202	3081	0,028	Д-160Б	106	16 110*	»
Т-180Г	131	12,0	2,9	0,85	5420	2700	2850	0,05	Д-180	132	15 680*	Брянский автомобильный
Т-330	670	13,0	0—3,4	1,0	6075	3170	3820	0,081	8ДВТ-330	272	39 800	Чебоксарский промышленных тракторов

* Масса конструктивная (незаправленного трактора).

цепы 782В (рис. 16.7) и полуприцепы МАЗ-5245 (рис. 16.8). Тяжелое неделимое оборудование, гусеничные машины, кабелеукладчики, экскаваторы перевозят по автомобильным дорогам только автопоездами, состоящими из автомобиля-тягача и прицепа-тяжеловоза ЧМЗАП-5208 (рис. 16.9) или полуприцепа-тяжеловоза ЧМЗАП-5523А (рис. 16.10).

Перевозка груза, возвышающегося над проезжей частью более чем на 4,0 м или имеющего ширину более 2,5 м либо выступающего за заднюю точку габарита транспортного средства более чем на 2 м, а также тяжеловесных грузов, требующих специального подвижного состава, должна быть согласована с органами Госавтоинспекции.

Полная длина автопоезда с одним прицепным звеном не должна превышать 20 м. При большем числе прицепных звеньев она может быть увеличена до 24 м.

Краткие технические характеристики наиболее распространенных прицепов и полуприцепов приведены в табл. 16.3.

Бестраншейная прокладка кабеля прицепными кабелеукладчиками на глубину 900 ... 1200 мм в грунтах категорий I—III, структура которых мало изменяет-

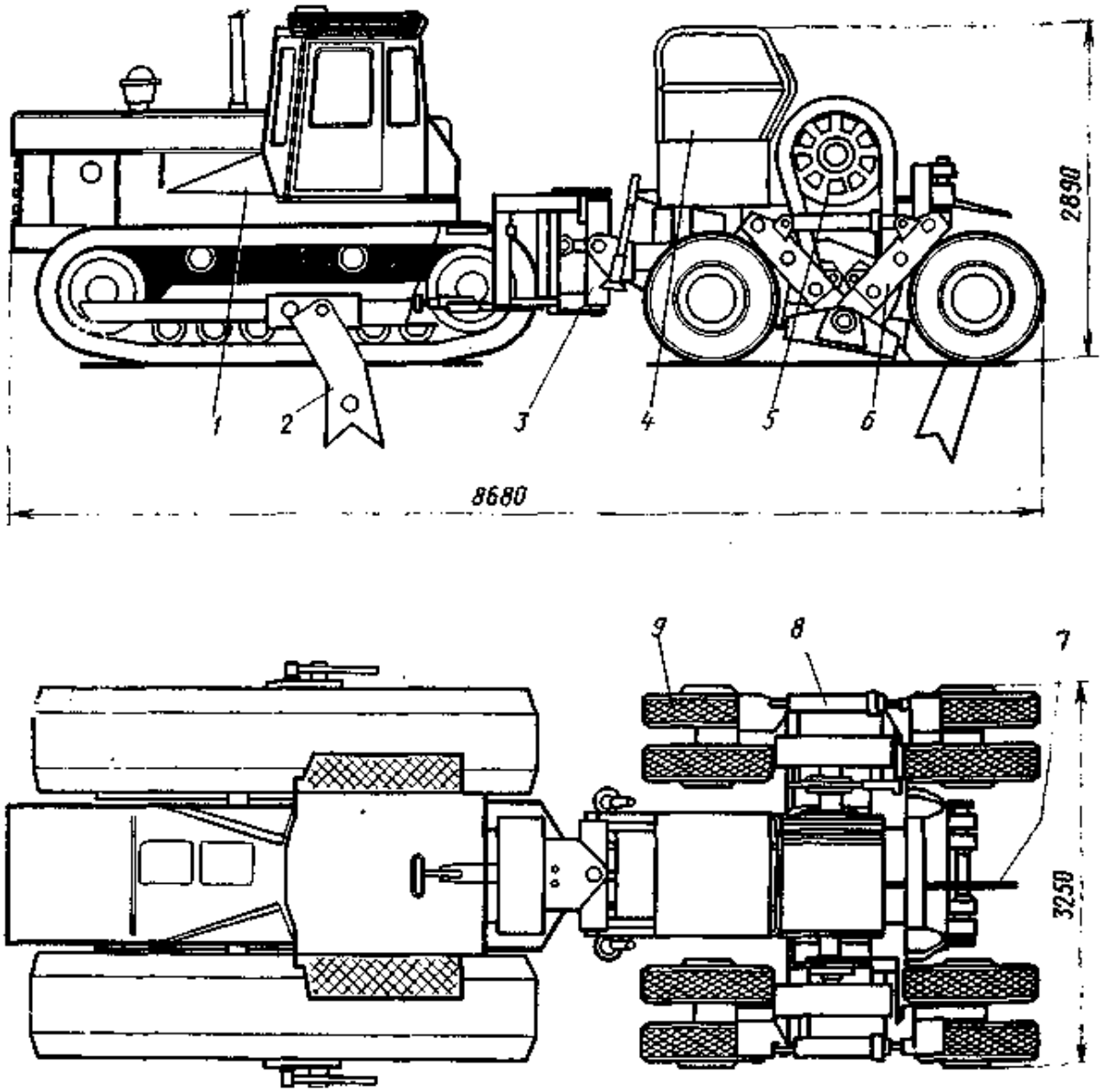


Рис. 16.11. Лебедка тяговая ЛТ-30:

1 – базовый трактор; *2* – якорные ножи; *3* – сцепное устройство; *4* – кабина управления лебедки; *5* – тяговый барабан; *6* – балансирная ходовая подвеска; *7* – тяговый канат; *8* – гидроцилиндры ходовой подвески; *9* – пневмоколесный ход

Марка крана	Базовый автомобиль или трактор	Максимальная грузоподъемность, кг (в числителе) при вылете стрелы, м (в знаменателе)	Грузоподъемность, кг (в числителе) при максимальном вылете стрелы, м (в знаменателе)	Рабочая скорость подъема груза, м/мин	Частота вращения поворотной части крана, об/мин
			Стреловые механические		
КС-1562А	ГАЗ-53А	5000 / 3,2	1500 / 6,0	0,3 . . . 12,6	0,1 . . . 2,5
КС-2561Д	ЗИЛ-130	6300 / 3,3	2000 / 7,0	1,8 . . . 15,3	0,3 . . . 2,5
КС-2561Е	ЗИЛ-130	6300 / 3,3	1700 / 7,0	2,2 . . . 13,1	0,4 . . . 2,7
КС-2561К	ЗИЛ-130	6300 / 3,3	1800 / 7,0	0,6 . . . 19,5	0,1 . . . 2,5
КС-3561	МАЗ-500А	10 000 / 4,0	1600 / 10,0	0,5 . . . 12,5	0,2 . . . 2,5
			Стреловые гидравлические		
КС-2571	ЗИЛ-130	6300 / 3,3	4000 / 5,9	0,3 . . . 12,5	0,2 . . . 2,0
КС-3562А	МАЗ-500А	10 000 / 4,0	1600 / 10,0	0,5 . . . 12,5	0,2 . . . 2,5
КС-3571	МАЗ-500	10 000 / 4,0	1500 / 8,0	0,1 . . . 10,0	0,1 . . . 1,6
КС-3575	ЗИЛ-133ГЯ	10 000 / 4,0	1500 / 9,0	0,4 . . . 10,0	0,4 . . . 1,6
КС-4571	КрАЗ-257	16 000 / 3,8	3700 / 8,5	0,2 . . . 8,4	0,1 . . . 1,6
КС-5473	Специальное шасси	25 000 / 3,2	—	6,0 . . . 11,5	0,2 . . . 1,5
6471	Специальное шасси	40 000 / 3,5	—	0,1 . . . 9,0	0,1 . . . 1,4
			Стреловые электрические		
КС-2563	МАЗ-500А	6300 / 3,5	2000 / 7,5	0,5 . . . 6,5	0,6 . . . 1,6
КС-4561А	КрАЗ-257	16 000 / 3,8	2800 / 10,0	2,7 . . . 7,2	0,3 . . . 1,5
			Стреловые трактор		
ТК-53	Т-100	5000 / 2,35	2000 / 6,0	6,4	0,82
	Т-130	3800* / 3,0	800* / 10,0		
УГ-5	Т-130	—	1500	—	—
КМТ-6,3	Т-130	6300 / 6,0	3600 / 12,0	4,0 . . . 6,0	0,9

* Со стрелой, удлиненной вставкой.

ся при атмосферных осадках, а поверхность обеспечивает достаточно высокий коэффициент сцепления, осуществляется сцепом гусеничных тракторов. В зависимости от глубины прокладки и типа кабелеукладчика число тракторов колеблется от 1—2 при строительстве зоновых линий связи кабелеукладчиками типа ЛПК-20 до 5—7 тракторов типа Т-100 или Т-130 при строительстве магистральных кабельных линий связи кабелеукладчиками типа КУК-4Д.

В отдельных случаях при благоприятных почвенных условиях прокладка зоновых кабелей выполняется колесными тракторами типа К-700 или Т-150К.

Мощные промышленные тракторы типа ДЭТ-250 или Д-355А японской фирмы «Комацу» используют при прокладке магистральных кабелей на прочных грунтах с хорошей несущей способностью в сцепе с кабелеукладчиками КУК-5.

В сильно увлажненных грунтах категорий I—III (болота, поймы рек, глубокая грязь) с низким коэффициентом сцепления тягового усилия пяти — семи тракторов оказывается недостаточно. При прокладке кабеля кабелеукладчиками в таких условиях число тракторов в сцепе увеличивается до 10—12. В ряде случаев при строительстве речных переходов используются тяговые лебедки ЛТ-30 (рис. 16.11).

На трассах малой протяженности, а также в стесненных условиях прокладка кабеля выполняется навесными вибрационными кабелеукладчиками КНВ-1, в сцеп к которым на слабых грунтах добавляется еще одна тяговая единица (как правило, бульдозер на базе гусеничного трактора).

Краткие технические характеристики тракторов приведены в табл. 16.4. Ниже приводятся краткие технические данные тяговой лебедки ЛТ-30.

Базовая машина	Трактор Т-130БГ
Максимальное тяговое усилие на первой передаче, кН:	280
через двухкратный полиспаст	560
через трехкратный полиспаст	840
Скорость намотки каната на барабан на первой передаче, км/ч	1,17...1,8
Канатоемкость барабана, м	400
Масса лебедки (без базового трактора), т	10
Ходовая часть	Гидроуправляемая пневмоколесная балансирная тележка
Механизм подъема и опускания	Гидравлический с приводом от гидросистемы базового трактора
Обслуживающий персонал	1 чел.
Габаритные размеры (без базового трактора), мм	4620×3250×2890
Завод-изготовитель	Опытный механический треста Межгорсвязьстрой

Погрузочноразгрузочные работы при строительстве кабельных сооружений связи осуществляются автомобильными и тракторными кранами. Область применения автомобильных кранов ограничивается использованием для работ на кабельных площадках и на трассах с благоприятными дорожными условиями.

В условиях лесисто-болотистой местности погрузоразгрузочные работы выполняются тракторными кранами ТК-53.

Краткие технические характеристики наиболее распространенных автомобильных и тракторных кранов приведены в табл. 16.5.

16.2. Землеройные машины

При строительстве кабельных сооружений связи большие объемы земляных работ выполняются землеройными машинами: экскаваторами, бульдозерами-рыхлителями, корчевателями, пропорщиками и траншеезасыпщиками.

Экскаваторы в зависимости от использования рабочего времени на копание грунта делят на две группы: периодического (цикличного) действия — одноковшовые и непрерывного действия — многоковшовые.

Одноковшовые экскаваторы выполняют операции копания грунта и его перемещения последовательно, прерывая копание на время перемещения грунта. Многоковшовые экскаваторы осуществляют эти операции одновременно. Таким образом, производительность многоковшовых экскаваторов выше, чем одноковшовых. Несмотря на это одноковшовые экскаваторы распространены шире вследствие их универсальности, т. е. возможности применять их как на земляных, так и на погрузочно-разгрузочных работах в самых тяжелых, в том числе скальных (с предварительным взрыванием), грунтах.

Краткие технические характеристики наиболее распространенных одноковшовых экскаваторов приведены в табл. 16.6 (рис. 16.12).

Многоковшовые экскаваторы используются для рытья траншей при строительстве канализации и прокладке коротких участков кабелей непосредственно в грунт при невозможности применить ножевые кабелеукладчики.

Краткие технические характеристики экскаваторов непрерывного действия приведены в табл. 16.7 (рис. 16.13—16.15).

Бульдозеры-рыхлители (рис. 16.16) используются для выполнения подготовительных земляных работ на трассе прокладки кабеля перед началом работы механизированной колонны: расчистки лесных участков, рыхления, перемещения и разравнивания грунта, засыпки ям, разработки оврагов и берегов рек и других работ для подготовки рабочей полосы шириной 5...6 м, пригодной для прохода кабелеукладчиков.

Краткие технические характеристики бульдозеров приведены в табл. 16.8, а бульдозеров-рыхлителей — в табл. 16.9.

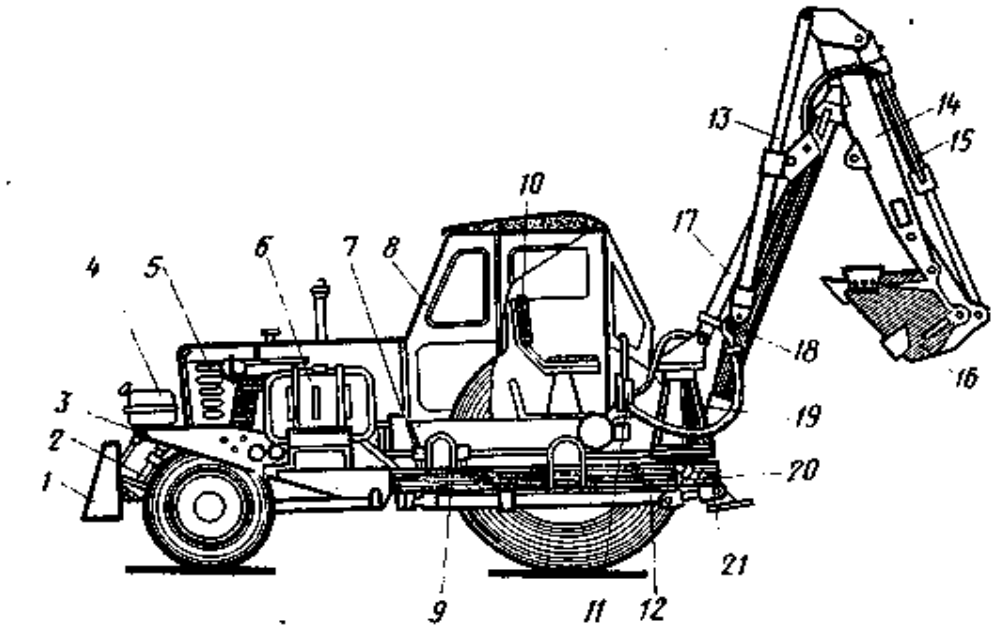


Рис. 16.12 Экскаватор ЭО-2621А

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* — рукоять; *16* — ковш; *18* — стрела; *19* — поворотная рама; *21* — выносная опора

Таблица 16.6

Краткие технические характеристики одноковшовых экскаваторов

Характеристика	Единица измерения	ЭО-2621В	Э-304Г	ЭО-3322Б1	Э-652Б	ЭО-4121Б
Мощность двигателя	кВт	44	37	55	55...60	95,6
Скорость передвижения	км ч	19	1,15—2,92	22	1,7 и 3	2,5
Емкость ковша обратной лопаты	м³	0,25	0,4	0,5	0,65	1
Наибольшая глубина копания	м	3,5	5	4,2	5,8	6
Наибольшая высота выгрузки	м	2,5	5,6	4,8	5,6	5
Наибольший радиус копания	м	5	8,2	7,5	7,8	9,4
Масса	т	5,7	12,4	14,5	21,2	22,8
Габаритные размеры	мм	6480×2200×3800	4875×3140×3140	9250×2700×3840	4990×2780×3500	6800×3000×3000
Сменное рабочее оборудование	—	Прямая и обратная лопаты, грейфер, крюковая подвеска, вилы, гидромолот, бурильное оборудование, бульдозер	Обратная лопата, драглайн, кран	Обратная лопата, грейфер, рыхлитель, гидромолот, кран, удлиненная рукоять	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран	Прямая и обратная лопаты, грейфер, зуб-рыхлитель, гидромолот, захватно-клещевое оборудование
Завод-изготовитель	—	Бородянский и Саранский экскаваторные	Ташкентский экскаваторный			Ковровский экскаваторный

Таблица 16.7

Краткие технические характеристики экскаваторов непрерывного действия

Характеристика	Единица измерения	ЭТЦ-165	ЭТР-134	ЭТЦ-208Д	ЭТР-204	ЭТЦ-252
Тип рабочего органа	—	Цепной	Роторный	Цепной	Роторный	Цепной
Базовая машина	—	Трактор МТЗ-82	Трактор ТТ-4	Трактор Т-130	Специальный тягач на базе узлов Т-130	Трактор ТТ-4
Мощность двигателя	кВт	59	81	118	118	110
Размеры траншеи	м	1,6×0,27; 0,4	1,3×0,28	2×0,14	2×1,2	2,5×0,8
Диаметр ротора	м	—	2,36	—	3,55	—
Число резцов (ковшей)	шт.	—	18	—	14	—
Скорость передвижения:						
рабочая	м/ч	20 . . . 650	10 . . . 480	До 300	10 . . . 300	5 . . . 150
транспортная	км/ч	1,89 . . . 33,4	2,25 . . . 9,75	1,82 . . . 6,23	1,82 . . . 6,23	2,25 . . . 9,75
Габаритные размеры в транспортном положении	мм	6000×2250×3370	6300×2550×3560	8830×2735×3270	11 100×3200×4200	10 200×3450×3300
Масса	т	5,8	18,3	20	31	18,6
Завод-изготовитель		Таллинский экскаваторный	Дмитровский экскаваторный	Таллинский экскаваторный	Брянский ирригационных машин	Дмитровский экскаваторный

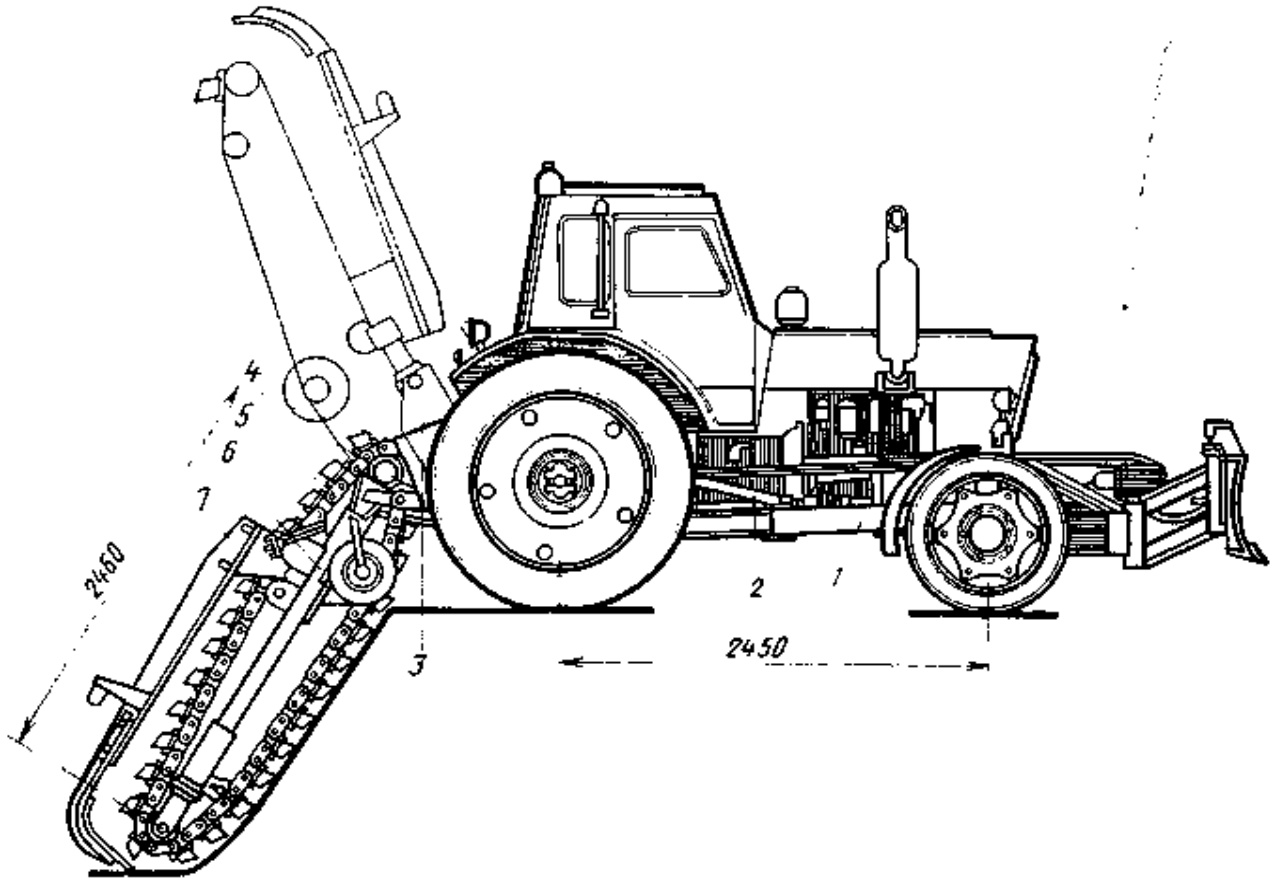


Рис. 16.13. Экскаватор ЭТЦ-165:

1 — рама; *2* — ходоуменьшитель; *3* — механизм подъема; *4* — редуктор привода рабочего органа; *5* — рабочая цепь; *6* — рама; *7* — зачистной башмак

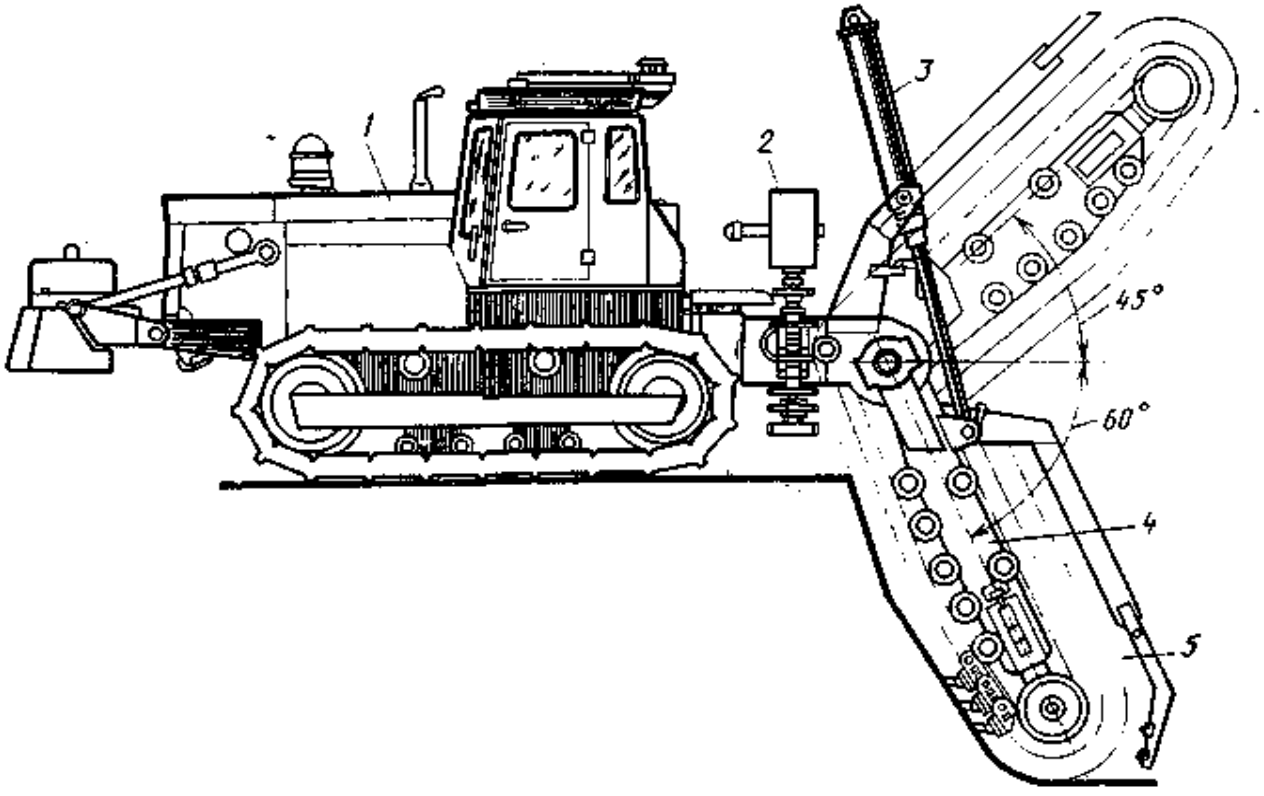


Рис. 16.14. Экскаватор ЭТЦ-208:

1 — трактор Т-130.1.Г-2; *2* — поперечный цепной транспортер; *3* — гидроцилиндры; *4* — цепной рабочий орган; *5* — зачистной башмак

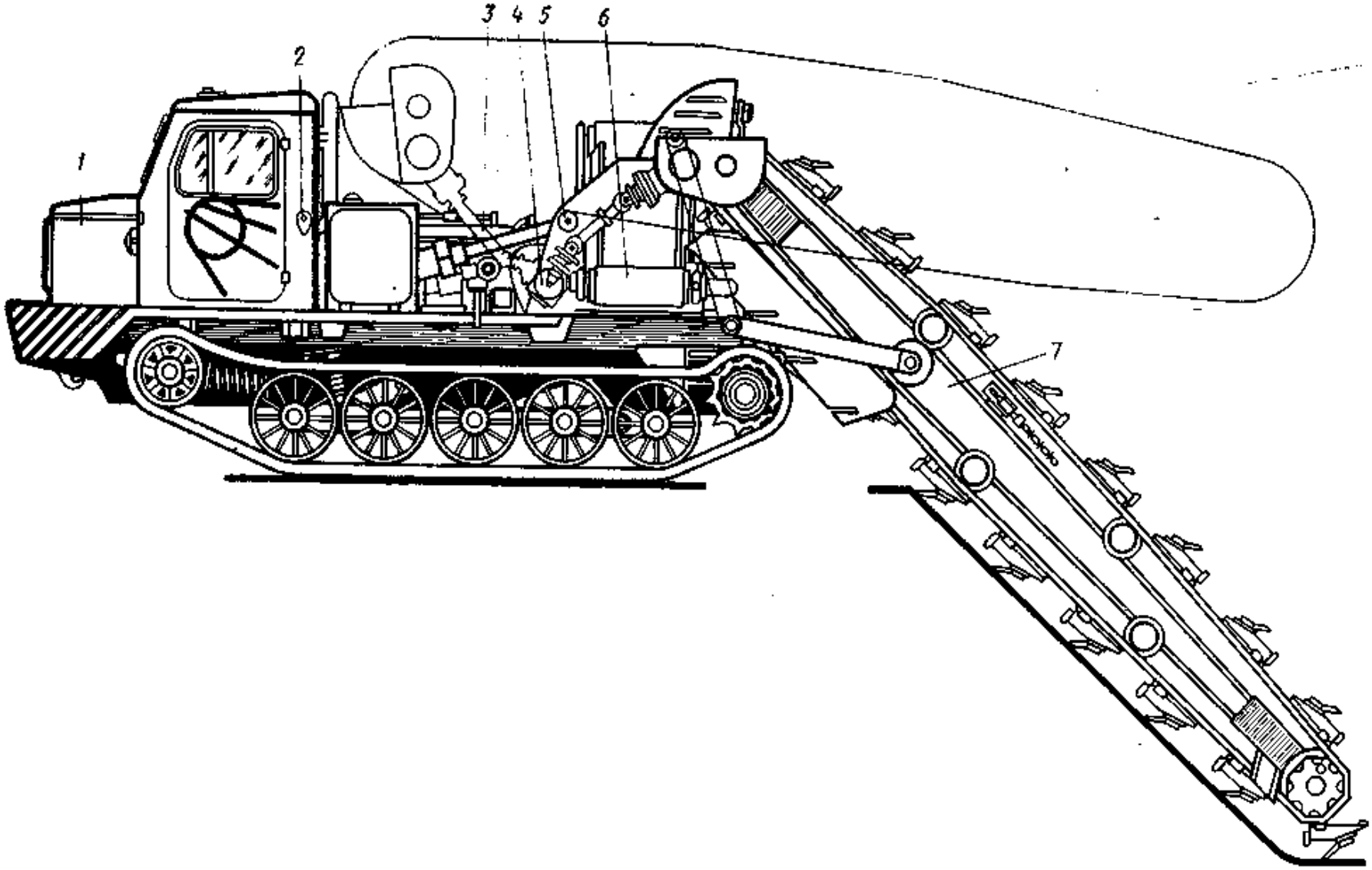


Рис 16.15 Экскаватор ЭТЦ 252:

1 — транспортно-силовая установка; *2* — органы управления; *3* — гидропривод; *4* — трансмиссия; *5* — механизм подъема; *6* — транспортер; *7* — рабочий орган

Таблица 16.8

Краткие технические характеристики бульдозеров

Характеристика	Единица измерения	ДЗ-42Г	ДЗ-109	ДЗ-110А	ДЗ-35С	ДЗ-118
Базовая машина	—	Трактор ДТ-75	Трактор Т-130		Трактор Т-180	Трактор ДЭТ-250М
Мощность двигателя	кВт	59	118	118	132	243
Отвал:						
длина	мм	2560	4120	3220	3640	4310
высота	мм	804	1140	1300	1200	1550
угол резания	°	55	55	55	55	55
подъем	мм	600	935	995	700	970
опускание	мм	300	535	465	400	550
Скорость движения	км/ч	11,49	12,45	11,2	11,96	19
Габаритные размеры	мм	4650×2560×2300	5690×4120×3087	5490×3220×3130	6590×3640×2625	7580×4310×3215
Масса	т	7	16,49	16,3	18,75	34,8
Завод-изготовитель	—	Бердянский дорожных машин, Коростенский дорожных машин, Николаевский «Дормашина»	Челябинский дорожных машин		Брянский дорожных машин	Челябинский дорожных машин

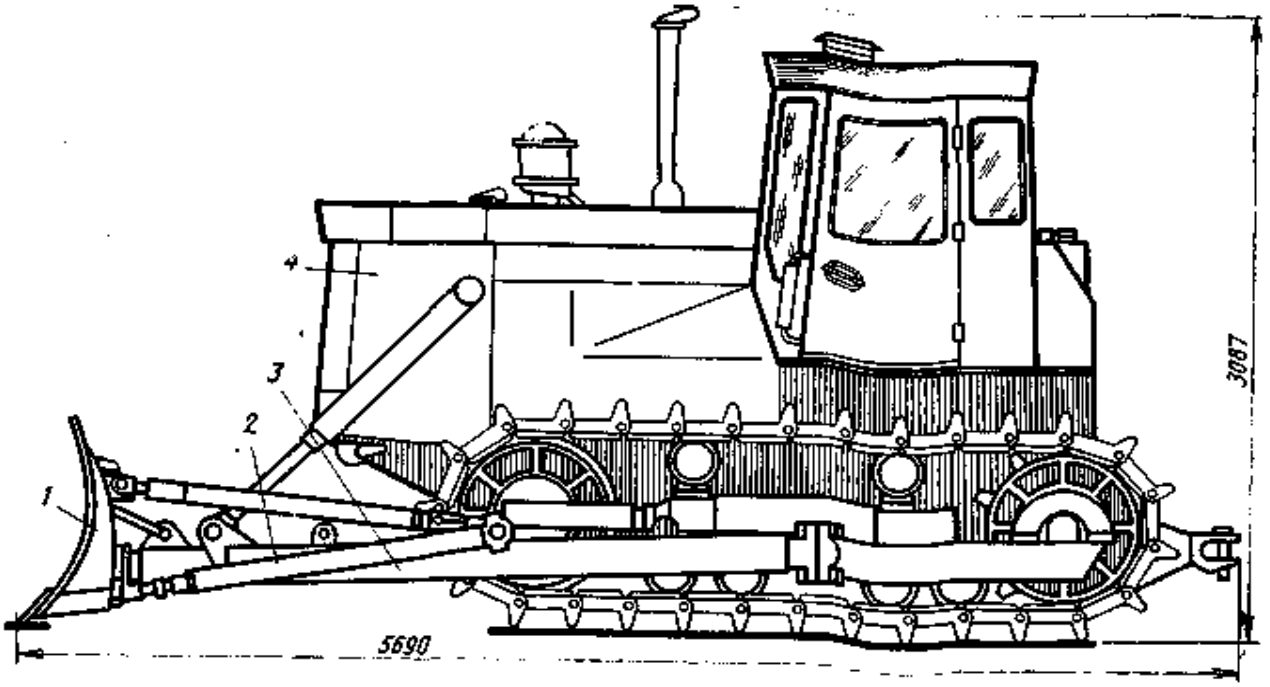


Рис. 16.16. Бульдозер ДЗ-109:
1 — отвал; *2* — толкатель; *3* — рама; *4* — трактор

Корчеватели-собиратели, входящие в состав механизированных колонн, используются для расчистки просек от мелкого леса и кустарника, корчевки пней и удаления валунов. Краткие технические характеристики корчевателей-собирателей приведены в табл. 16.10.

Пропорщики грунта предназначены для пропорки грунта по трассе прокладки кабелей связи с целью удаления препятствий и разрушения твердых включений. В качестве пропорщиков грунта часто используются кабелеукладчики, оснащенные специальными пропорочными ножами. Пропорщики грунта ПГ-1Г

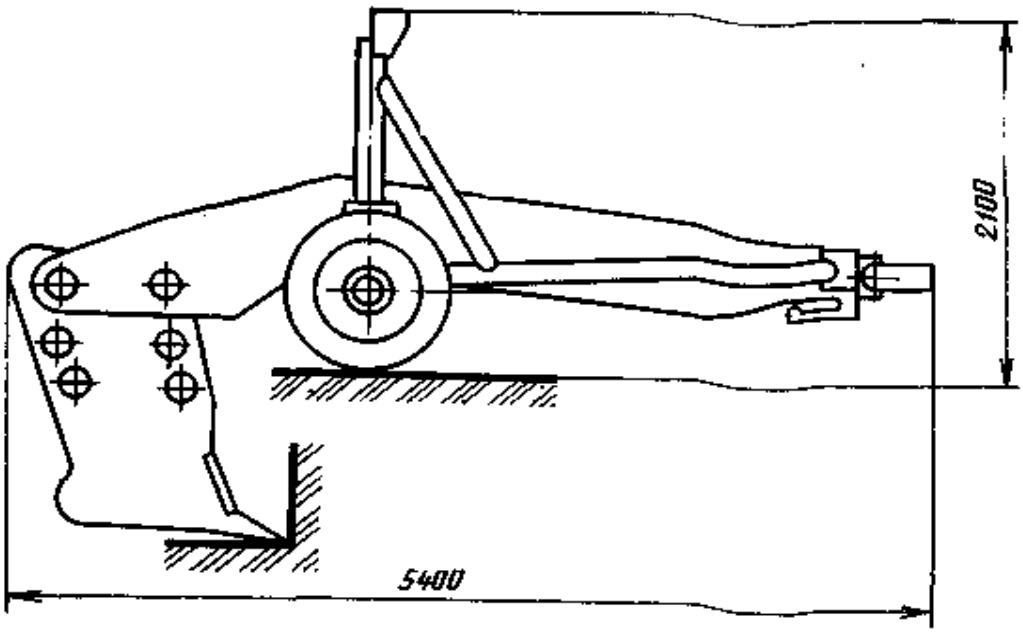


Рис. 16.17. Пропорщик грунта ПГ-1Г

Таблица 16.9

Краткие технические характеристики бульдозеров-рыхлителей

Характеристика	Единица измерения	ДЗ-116А	ДЗ-117	ДЗ-126А
Бульдозерное оборудование	—	ДЗ-110А	ДЗ-109	ДЗ-118
Рыхлительное оборудование	—	ДП-26С	ДП-26С	ДП-9ВХЛ
Базовая машина	—	Трактор Т-130	Трактор Т-130	Трактор ДЭТ-250М
Рыхлитель:				
глубина рыхления	мм	450	450	700
число зубьев	шт.	1	1	1
Габаритные размеры	мм	6400×3220×3087	6700×4120×3087	9215×4310×3240
Масса	т	17,7	17,8	38,8
Завод-изготовитель	—	Челябинский дорожных машин		

(рис. 16.17), кроме того, используются для прокладки троса или провода грозозащиты вдоль междугородных кабельных линий связи. Для пропорки мерзлых грунтов используются пропорщики ПГМ-1 (рис. 16.18). Краткие технические характеристики пропорщиков грунта приведены в табл. 16.11.

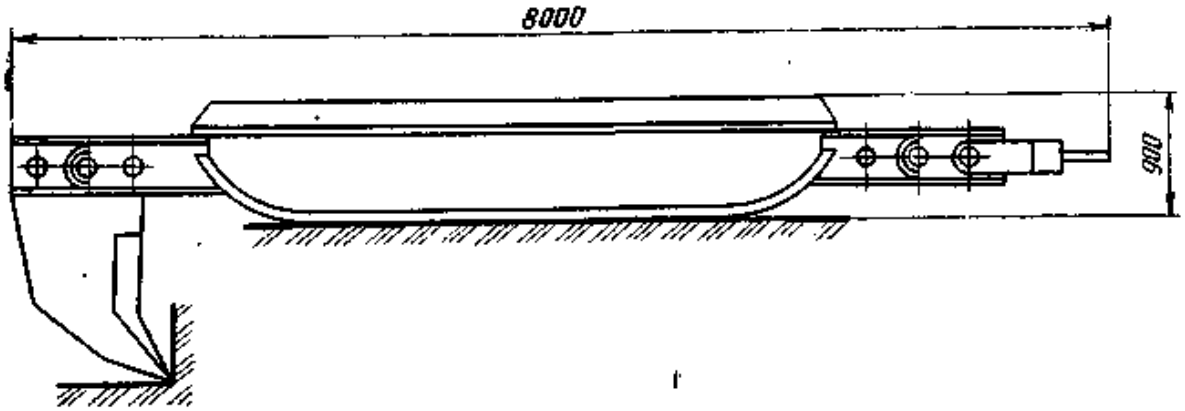


Рис. 16.18. Пропорщик грунта ПГМ-1

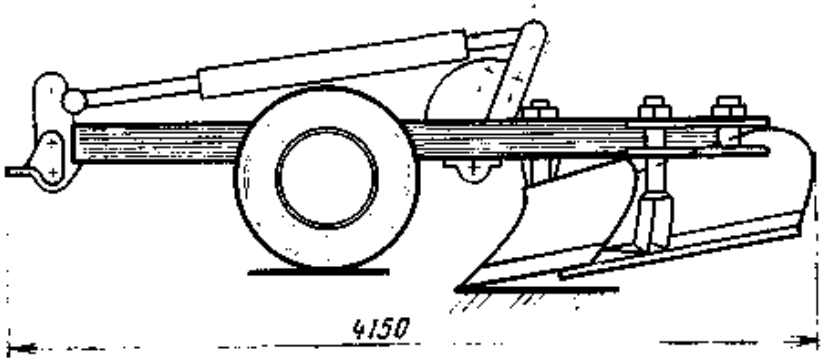


Рис. 16.19. Траншеезасыпщик ТЗ-2

Таблица 16.10

Краткие технические характеристики корчевателей-собирателей

Характеристика	Единица измерения	МП-7А	МП-2Б	МП-1Б
Базовый трактор	—	Т-130МБГ-1	Т-130М.Г-1	Т-130М.1 .1
Наибольший диаметр корчуемых пней	см	45	45	45
Ширина захвата рабочего органа	м	3,38	1,72; 3,38	
Наибольший диаметр корчуемых кустарников	см	16	16	16
Наибольшая масса корчуемых камней	т	3	3	3
Масса (с базовым трактором)	т	22,13	16,7	19,9
Завод-изготовитель	—	Мозырский мелиоративных машин		Брянский ирри гационных машин

Таблица 16.11

Краткие технические характеристики пропорщиков грунта

Характеристика	Единица измерения	ПГ-1Г	ПГМ-1
Тип устройства	—	Прицепной пневмоколесный	Прицепной лопатонный
Категория разрабатываемого грунта, ГОСТ 17343—83	—	I—IV	Свыше IV и мерзлый
Глубина пропорки грунта	м	0,45—1,2	0,45 - 1,2
Число одновременно устанавливаемых барабанов и их номера по ГОСТ 5151—80	—	1 до № 7	—
Максимально допустимое тяговое усилие	кН	600	600
Габаритные размеры	мм	5400×2000×2100	8000×2200×900
Масса	кг	3200	8150
Завод-изготовитель	—	Опытный механический треста Межгорсвязьстрой	

Для засыпки траншей после прокладки кабеля используются траншеезасыпщики. Ниже приводится краткая техническая характеристика траншеезасыпщика ТЗ-2 (рис. 16.19).

Тип	Прицепной пневмоколесный
Ширина захвата грунта лемехами, м	1,7...2,3
Глубина снятия грунта, м	0,1
Техническая скорость засыпки, км/ч	2...6
Габаритные размеры, мм	4150×2700×1300
Масса, кг	1170
Завод-изготовитель	Опытный механический треста Межгорсвязьстрой

16.3. Кабелеукладчики

Механизированная бестраншейная прокладка кабелей в грунт осуществляется кабелеукладчиками, выполняющими за одну операцию прорезание в грунте щелевидной траншеи и укладку в нее кабеля.

Современные кабелеукладчики классифицируются по следующим признакам:

типу прокладываемых кабельных линий — магистральные, зоновые или сельские;

типу базового шасси — прицепные, навесные, полунавесные;

типу рабочего органа — пассивные (ножевые) и активные (вибрационные, фрезерные и т. д.);

виду опорных элементов ходовой части — колесные (одноосные, многоосные), на полозьях или в виде лодки-волокуши;

характеру рабочих условий трассы — для равнинной незаболоченной пересеченной местности, болотные или подводные.

Для прокладки кабелей сельской и зоновой связи, а также кабелей радиофикации в грунтах до категория III включительно на глубину 0,9 м используются одноосные прицепные кабелеукладчики ЛПК-20 или их модификация ЛПК-20-2 (рис. 16.20).

В отличие от ЛПК-20 кабелеукладчики ЛПК-20-2 могут прокладывать кабели на глубину 1,2 м в тех же грунтовых условиях, кроме того, они оснащены грузоподъемным устройством для погрузки-разгрузки кабельных барабанов.

При благоприятных почвенных условиях для прокладки кабелей сельской и зоновой связи используются навесные кабелеукладчики НКПО-701. Этот тип ка-

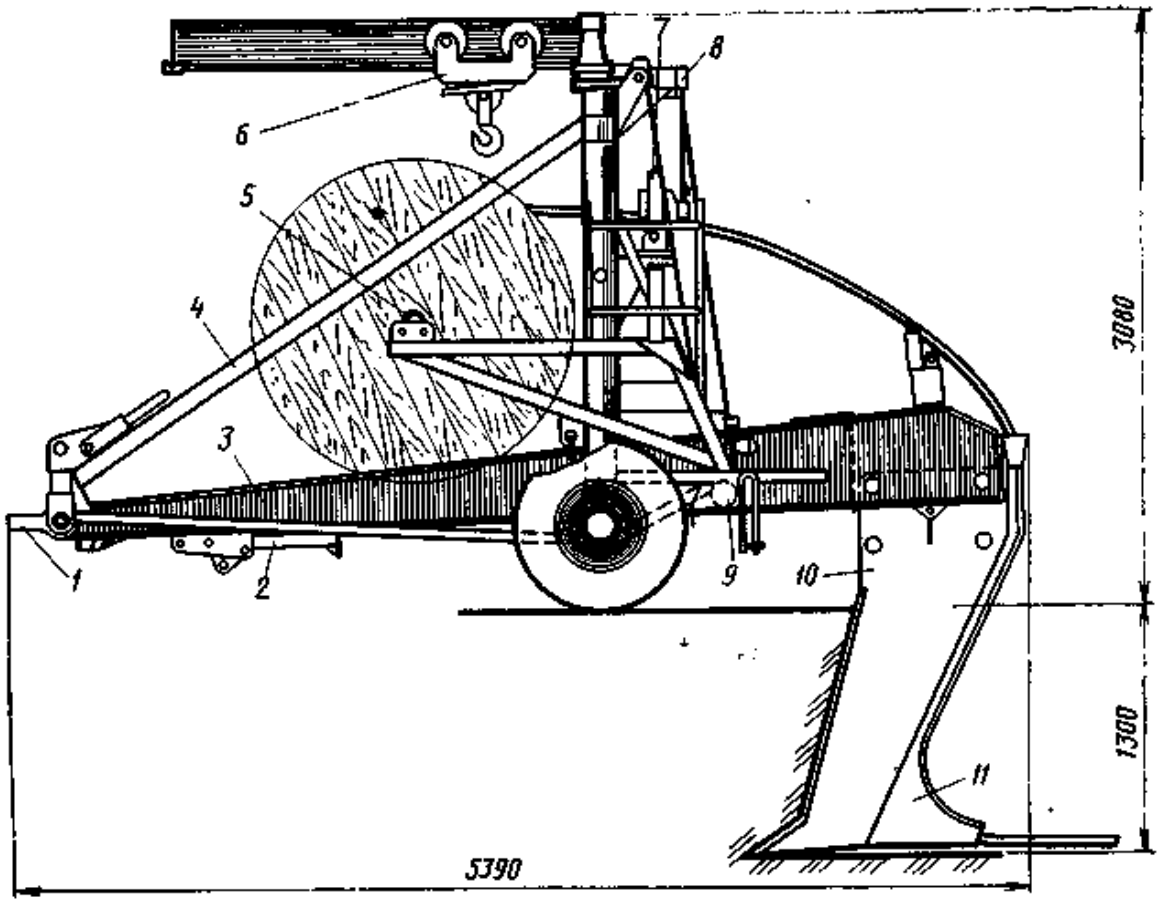


Рис. 16.20. Кабелеукладчик ЛПК-20-2:

1 — сцепная петля; *2* — опора; *3* — ножевая балка; *4* — несущая система; *5* — опора кабельных барабанов; *6* — грузоподъемное устройство; *7* — лебедка; *8* — направляющий блок; *9* — блок полиспаста; *10* — кабелепрокладочный нож; *11* — кассета

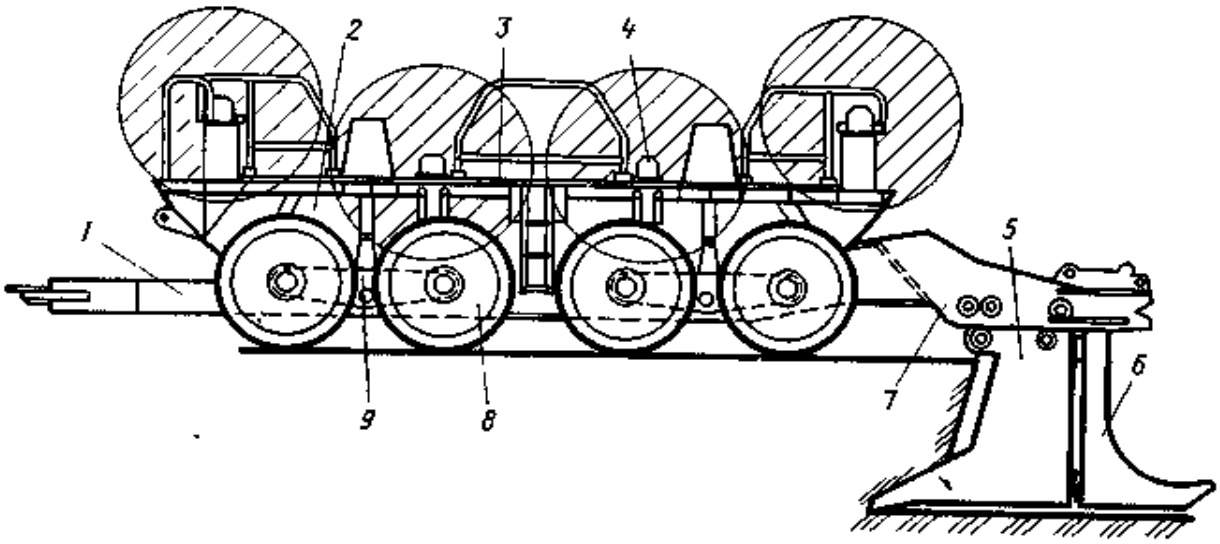


Рис. 16.21. Кабелеукладчик КУК-5М:
1 — дышло; *2* — корпус; *3* — рабочая площадка; *4* — опоры кабельных барабанов; *5* — кабелепрокладочный нож; *6* — кассета; *7* — ножевая балка; *8* — пневмоколесный ход; *9* — балансирная ходовая подвеска

белеукладчиков целесообразно использовать на трассах малой протяженности, где производительность во многом зависит от мобильности и маневренности кабелепрокладочной техники.

Для прокладки магистральных кабелей по ровным сухим участкам трассы используются прицепные многоосные кабелеукладчики КУК-4Д и КУК-5М (рис. 16.21).

В условиях пересеченной местности целесообразнее использовать кабелеукладчики КПКМ (рис. 16.22), обеспечивающие стабильность прокладки кабеля при переходе через неровности местности за счет шарнирно закрепленной к корпусу кабелеукладчика ножевой балки. В отличие от КУК-4 эти кабелеукладчики оборудованы гидравлическим механизмом заглубления-выглубления кабелепрокладочного ножа, который сокращает время выполнения этих операций и

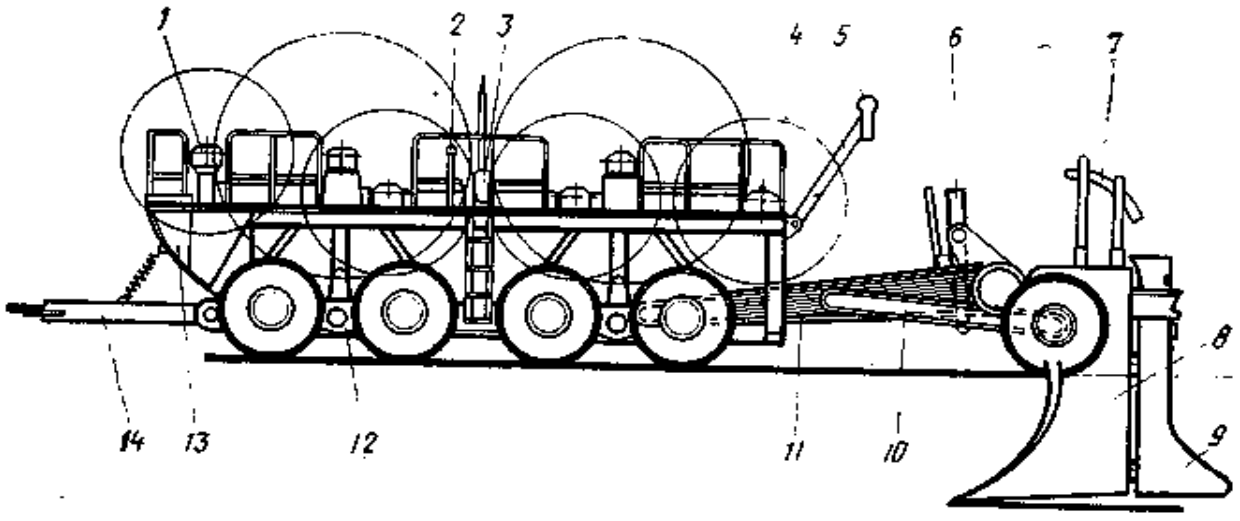


Рис. 16.22. Кабелеукладчик КПКМ:
1 — опоры кабельных барабанов; *2* — дроссель управления механизмом размотки; *3* — механизм размотки кабельных барабанов; *4* — стойка отлипателя; *5* — ролик отлипателя; *6* — гидроцилиндр выглубления ножа; *7* — кабеленаправляющий лоток; *8* — кабелепрокладочный нож; *9* — кассета; *10* — тележка ножевой рамы; *11* — ножевая рама; *12* — балансирная ходовая подвеска; *13* — корпус; *14* — дышло

Краткие технические характеристики

Характеристика	Единица измерения	ЛКУ-61	ЛПК-20	ЛПК-20-2	НКПО-701
Глубина прокладки	м	0,8	0,9	0,9; 1,2	0,9
Категория разрабатываемого грунта, ГОСТ 17343—83	—	I—III	I—III	I—III	I—II
Максимальный диаметр прокладываемого кабеля	мм	16	28	28	28
Число одновременно устанавливаемых барабанов и их номера по ГОСТ 5151—80	—	1 до № 8	2 до № 17, 4 до № 8	2 до № 17, 4 до № 8	1 до № 14
Максимально допустимое тяговое усилие	кН	100	350	350	200
Техническая скорость прокладки кабеля	км/ч	2,36	2,36	2,36	2,9
Габаритные размеры в транспортном положении	мм	4650×2050×2500	4880×2720×3060	5530×2720×3500	9800×2880×3750
Масса	т	1,75	2,5	3,5	1,38
Завод-изготовитель		Ахтырский	Промсвязь	Навлинский	Промсвязь

* Масса кабелеукладчика с учетом массы базового трактора.

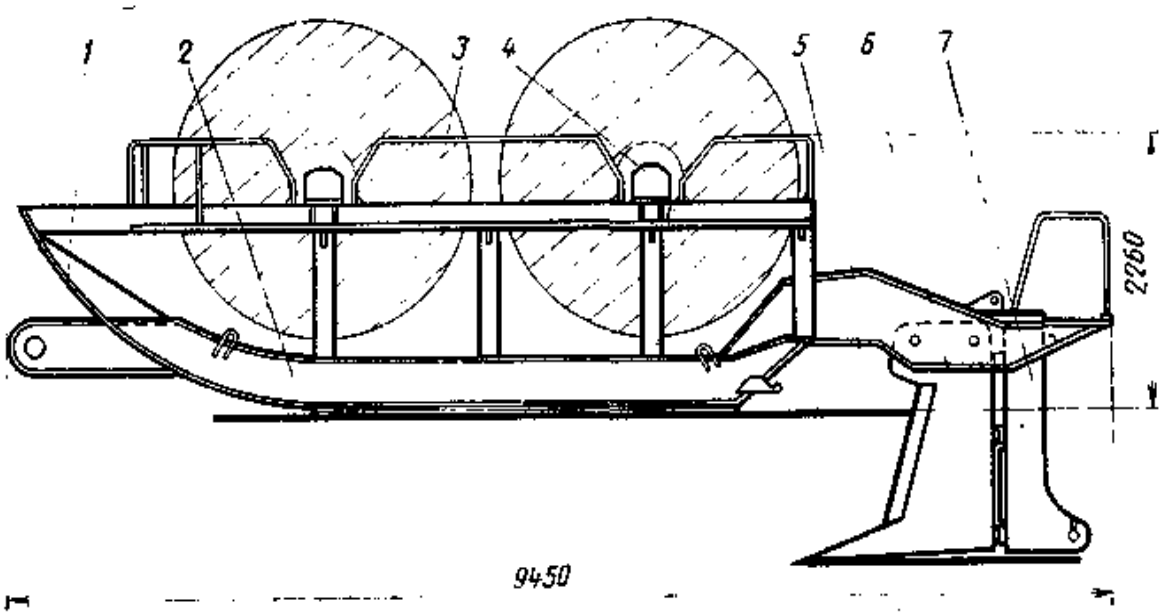


Рис. 16.23 Кабелеукладчик КУБ-6:

1 — дышло; 2 — корпус; 3 — рабочая площадка; 4 — опора кабельных барабанов; 5 — ножевая балка; 6 — кабелепрокладочный нож; 7 — кассета

Таблица 16.12

ножевых кабелеукладчиков

КУ-120	КУК-4	КУК-5	КУБ-6	КПКМ	КНВ-1
0,9; 1,2 I—III	0,9; 1,2 I—III	1,2; 1,8 I—IV	0,9; 1,2 I—III	1,2 I—III	0,9; 1,2 I—IV
70	70	70	70	70	40
2 до № 18	2 до № 25, 4 до № 18	2 до № 26, 4 до № 18	2 до № 26	2 до № 26, 4 до № 18	2 до № 20
400	600	1000	600	1000	350
2,36	2,36	3,3	2,36	2,36	0,4
6500× ×2600× ×2185 4,0	9300× ×3050× ×2900 9	9950× ×3150× ×2500 13	9450× ×2940× ×2260 8,2	12 750× ×3200× ×3400 17	8500× ×3700× ×3330 19 *

Опытный механичеекий треста Межгорсвязьстрой

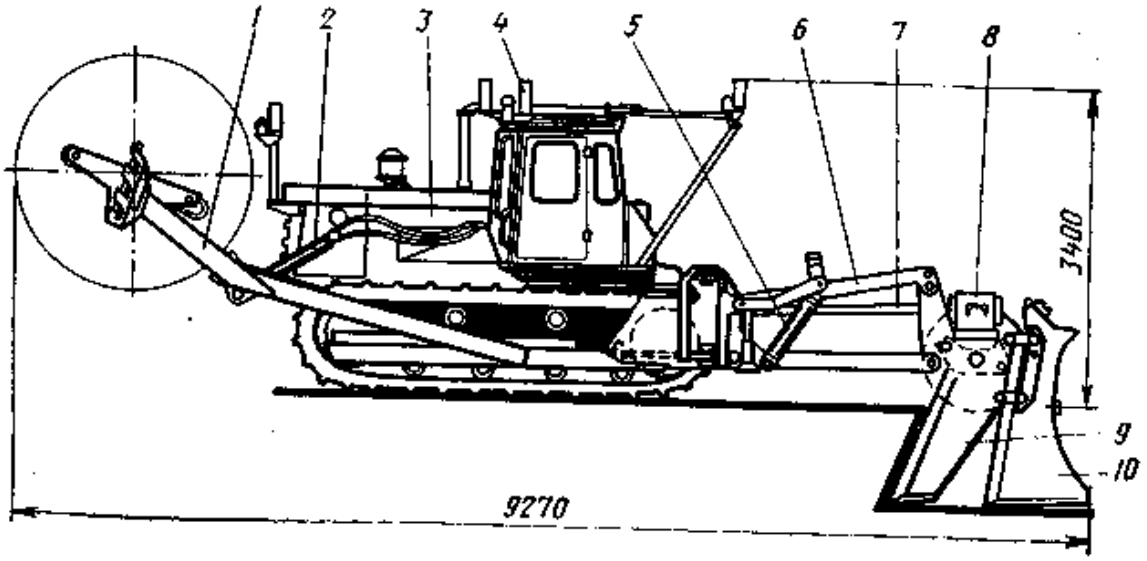


Рис. 16.24. **Вибрационный кабелеукладчик КНВ-1:**

1 — переднее навесное оборудование; *2, 5* — гидроцилиндры; *3* — базовый трактор Т-130БГ; *4* — направляющие ролики; *6* — заднее навесное оборудование; *7* — карданный вал; *8* — вибратор; *9* — кабелепрокладочный нож; *10* — кассета

строительства переходов через действующие кабельные линии и подземные коммуникации.

На увлажненных и заболоченных участках трассы используются специальные болотные кабелеукладчики КУБ-6 (рис. 16.23), корпус которых выполнен в виде лодки-понтона.

Навесные вибрационные магистральные кабелеукладчики КНВ-1 (рис. 16.24) используются при прокладке кабеля в стесненных условиях, на трассах малой протяженности, в населенных пунктах, вблизи дорог и т. д.

Краткие технические характеристики ножевых кабелеукладчиков приведены в табл. 16.12.

16.4. Машины и механизмы для бестраншейной прокладки трубопроводов

Для бестраншейной прокладки кабельных линий связи под железнодорожными насыпями, автомобильными дорогами и другими препятствиями, а также для затяжки труб в подготовленные отверстия применяются гидравлические прессы и пневматические пробойники.

При строительстве магистральных кабельных линий связи используется комплексная машина КМ-170 для горизонтального прокола грунта на базе автомобиля ЗИЛ-157. Сменное оборудование КМ-170 состоит из гидропресса БГ-3, комплекта штанг, комплекта расширителей на один, два и три канала, опорных плит для гидропресса БГ-3, вспомогательного инструмента и инвентаря.

На раме автомобиля смонтированы: гидронасос Н-401 для питания гидропресса БГ-3; гидрокран 4030; насос 1 В 20/5 или 1 В 20/10 для откачки грунтовых и талых вод из котлована.

Все агрегаты имеют привод от двигателя базового автомобиля ЗИЛ-157. Основным рабочим органом комплексной машины КМ-170 является гидропресс БГ-3, который предназначен для прокола отверстий в грунтах категорий I—IV.

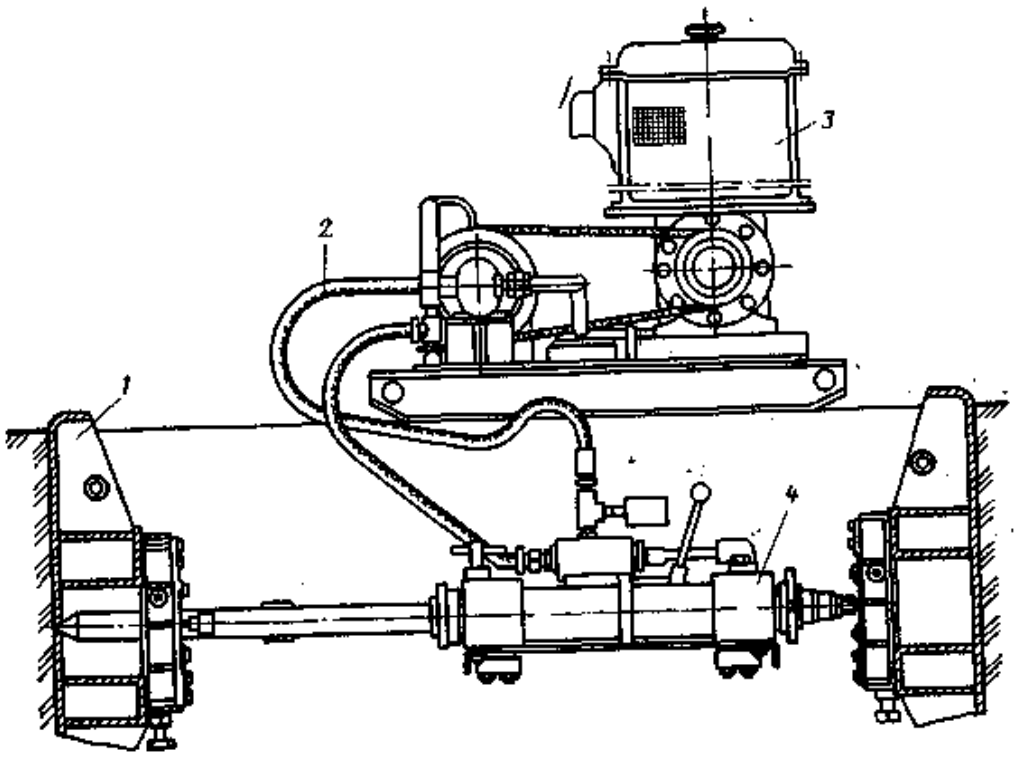


Рис. 16.25. Гидравлический пресс БГ-3:
1 — плита опорная; *2* — штанги; *3* — насосный агрегат; *4* — гидравлический пресс

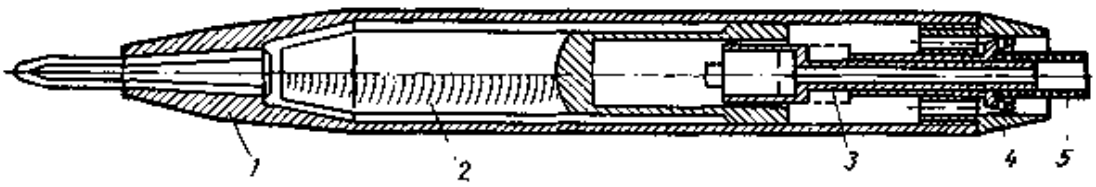


Рис. 16.26. Реверсивный пневмопробойник ИП-4603:
1 — корпус; *2* — ударник; *3* — патрубок золотника; *4* — гайка; *5* — рукав

Ниже приводятся технические характеристики гидропрессов (рис. 16.25).

Диаметр скважины, мм	70
Скорость продавливания отверстия, м/мин	1,2
Усилие, развиваемое прессом, кН	300
Максимальная длина прокола грунта, м	30
Размеры котлована под пресс, мм	2000×1600×500
Масса, кг	250
Завод-изготовитель	Механический, пос. Хомяково, Тульской обл.

Характеристики пневматических пробойников приведены в табл. 16.13 (рис. 16.26).

Таблица 16.13

Краткие технические характеристики пневматических пробойников

Характеристика	Единица измерения	ИП-4601	ИП-4603А	ИП-4605А
Диаметр пробиваемых скважин:	мм			
без расширителя	—	135	130	90
с расширителем	—	200; 250	200	180
Частота ударов	$с^{-1}$	6,3 ... 6,6	6,5	5,5
Энергия удара	Дж	196	234,4	147
Давление сжатого воздуха	МПа	0,6	0,6	0,6
Расход воздуха	$м^3$/мин	3	5	4
Средняя скорость:	м/ч			
пробивки скважин	—	30	40	50
обратного хода	—	—	80	90
Длина пневмопробойника	мм	1500	1400	1500
Масса	кг	80	90	70
Завод-изготовитель	—	Одесский строительно-отделочных машин		

16.5. Машины для прокладки кабеля в канализацию

Для выполнения работ по протяжке кабеля в кабельную канализацию, откачки воды и вентиляции кабельных колодцев, освещения места работы и питания электроинструмента, а также для одновременной доставки рабочей бригады,

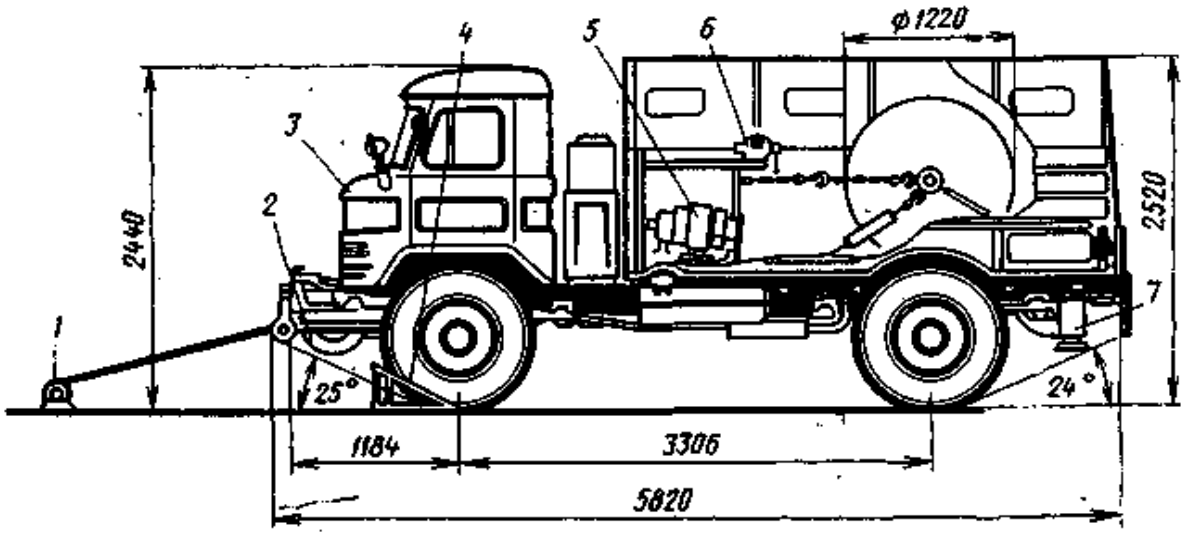


Рис. 16.27. Комплексная кабельная машина КМ-2:
1 — блок для вывода каната из колодца; *2* — лебедка; *3* — базовый автомобиль ГАЗ-66-02; *4* — упор передний; *5* — коробка отбора мощности; *6* — тиски слесарные; *7* — вентилятор

Таблица 16.14

Краткие технические характеристики комплексных кабельных машин

Характеристика	Единица измерения	МК	КМ-2А	КМ-3
Базовый автомобиль		ГАЗ-52-01	ГАЗ-66-02	ГАЗ-66-02
Габаритные размеры	мм	6650×2290×2650	5845×2340×2520	5920×2340×2520
Максимальная скорость движения	км/ч	40	85	85
Лебедка:			Тяговая Грузовая	
максимальное тяговое усилие	кН	30	20 9	20
канатоемкость	м	165	250 15	250
диаметр каната	мм	14	11 8,8	11
Насос:				
марка	—	НШН-60	1В-20/5	Гном 16-15
производительность	м³/ч	36	16	16
высота всасывания	м	6	6	15
Генератор:				
марка	—	ПСГС-6,25	ЕС-52-4С	АБ-4-Т/230М1
род тока	—		Трехфазный	
напряжение	В	230	230	230
частота	Гц	50	50	50
мощность	кВт	6,25	6,25	4
Вентилятор		Ц9-57 № 3	ЦЧ-70 № 2,5	ВЦ-4-70 № 2,5
Завод-изготовитель		Хомяковский механический		Навлинский Промсвязь

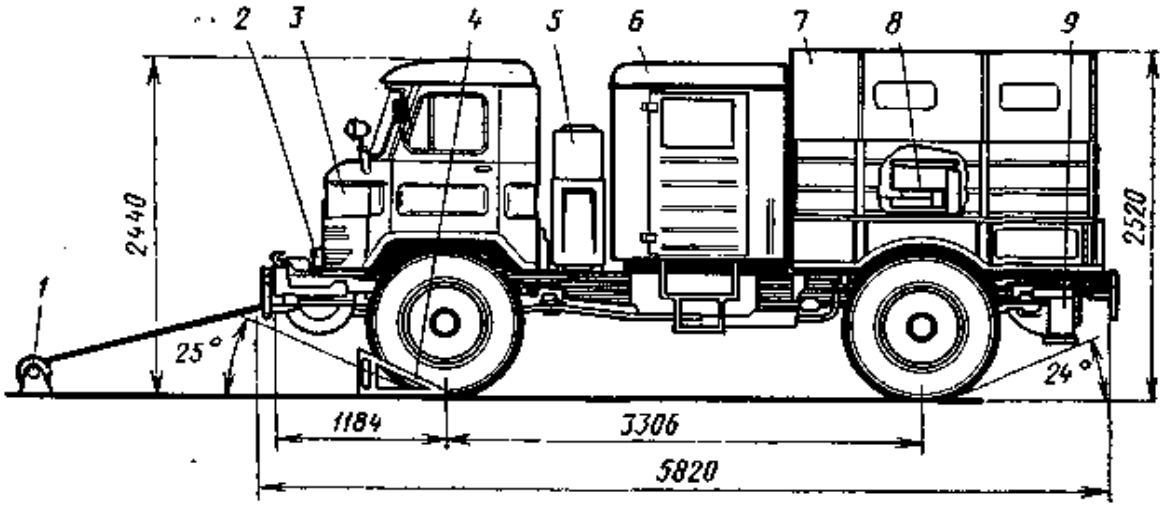


Рис. 16.28. Комплексная кабельная машина КМ-3:
1 — блок для вывода каната из колодца; *2* — лебедка; *3* — базовый автомобиль ГАЗ-66-02; *4* — упор передний; *5* — щит управления; *6* — кабина дополнительная; *7* — тент; *8* — бензоэлектрический агрегат АБ-4-Т/230; *9* — вентилятор

различного оборудования, инструментов и материалов к месту выполнения работ при строительстве и эксплуатации кабельных линий связи используются комплексные кабельные машины. Краткие технические характеристики комплексных кабельных машин приведены в табл. 16.14 (рис. 16.27 и 16.28).

Таблица 16.15

Краткая техническая характеристика колесно-кабельных транспортеров

Характеристика	Единица измерения	УКТ-30А-ГПИ	ККТ-7
Максимальная грузоподъемность	кг	4000	7000
Колея	мм	2335	2650
Число колес	—	4	4
Размеры шин	дюйм	12,00-18	11,00-20
Высота расположения дышла переменная	мм	300-900	300-900
Погрузочная высота	мм	380	—
Наименьший дорожный просвет	мм	215	360
Рабочий просвет рамы	мм	1314	1800
Диаметр отверстия петли дышла	мм	80	100
Число рессор	—	2	2
Расстояние между осями колес	мм	1120	1250
Тормоза	—	Гидравлические на все колеса	Пневматические на все колеса
Габаритные размеры	мм	3650×2335×1870	5400×2970×1900
Масса	кг	1600	4000
Завод-изготовитель	—	Навлинский Промсвязь	Опытный механический треста Межгорсвязьстрой

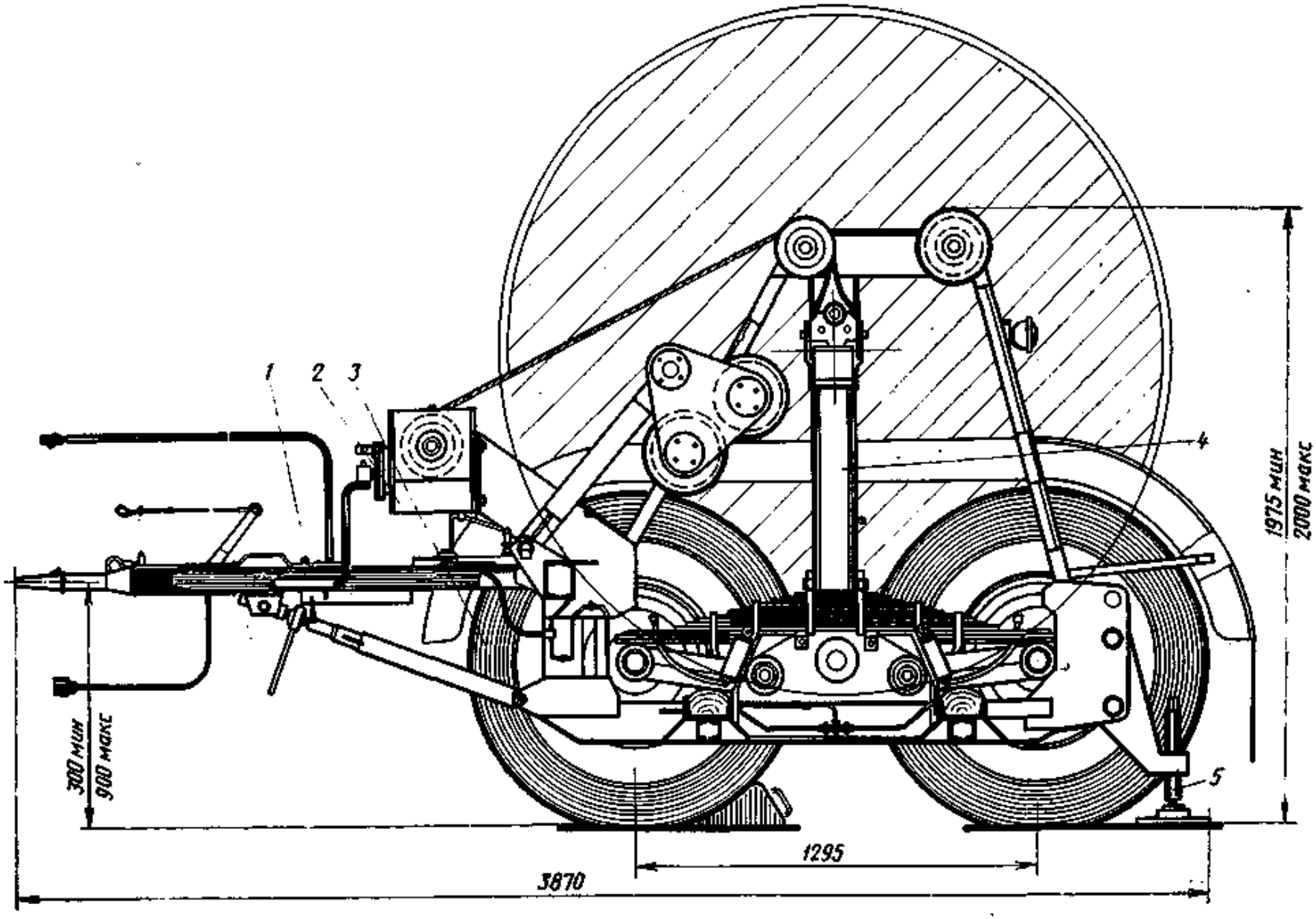


Рис. 16.29. Колесно-кабельный транспортер УКТ-30А-ГПИ:
1 — транспортное дышло; *2* — лебедка; *3* — пневмоколесный ход; *4* — рама; *5* — опора

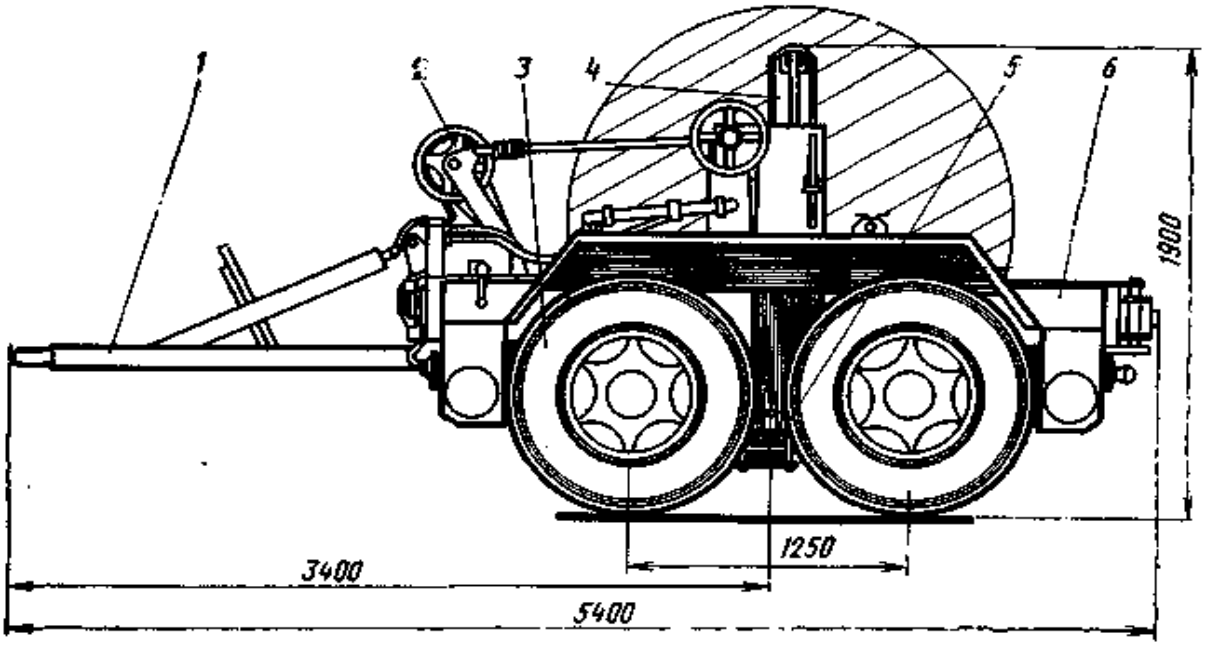


Рис. 16.30. Колесно-кабельный транспортер ККТ-7:
1 — транспортное дышло; *2* — механизм размотки кабельных барабанов; *3* — пневмоколесный ход; *4* — механизм подъема кабельных барабанов; *5* — рессорная подвеска; *6* — рама

Для транспортировки кабельных барабанов и размотки кабеля в колодцы кабельной канализации используются колесно-кабельные транспортеры. Краткая техническая характеристика колесно-кабельных транспортеров приведена в табл. 16.15 (рис. 16.29 и 16.30).

16.6. Бурильно-крановые машины

Бурильно-крановые машины предназначены для бурения скважин в талых и мерзлых грунтах категорий I—IV, установки новых и удаления старых опор при строительстве или ремонте воздушных линий связи.

Таблица 16.16

Краткие технические характеристики бурильно-крановых машин

Характеристика	Единица измерения	БМ-205	БМ-305	БМ-302	БКМ-1501
Базовая машина	—	МТЗ-82Л	ДТ-75МС2	ГАЗ-66	КрАЗ-255
Максимальная глубина бурения	м	2	3	3	15
Диаметр скважин	м	0,35; 0,5; 0,8	0,35; 0,5; 0,8	0,35; 0,5; 0,8	0,3; 0,4; 0,6
Грузоподъемность кранового оборудования	т	1,25	1,25	1,25	—
Максимальная скорость передвижения	км/ч	30,4	8,4	90	70
Габаритные размеры	мм	6100×2142×5615	6500×2560×6820	6420×2345×6950	13 500×2500×3800
Масса	кг	5750	9200	5300	24 000
Завод-изготовитель		Алапаевский Стройдормаш			

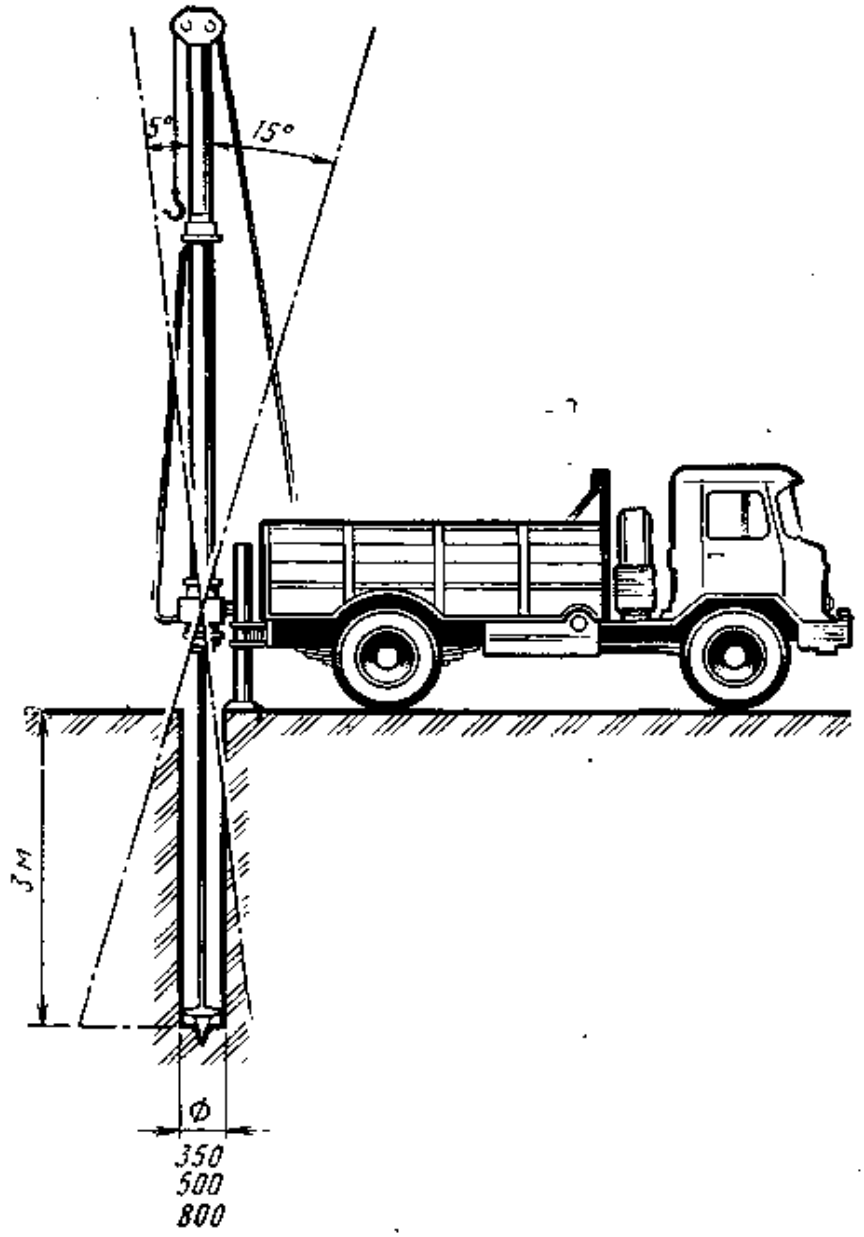


Рис. 16.31. Схема работы бурильно-крановой машины КМ-302

Краткие технические характеристики бурильно-крановых машин приведены в табл. 16.16 (рис. 16.31).

16.7. Компрессорные станции, сварочные агрегаты, машины для устройства контуров заземления, электростанции

При строительстве кабельных линий связи широкое распространение получили передвижные компрессорные станции. Вырабатываемый станциями сжатый воздух используется для приведения в действие пневматических сверлильных и шлифовальных машин, бетоноломов и отбойных молотков, перфораторов и краскопультов.

По способу передвижения все передвижные компрессорные станции разделяются на прицепные и переносные, по роду привода — на станции с двигателями внутреннего сгорания и электрическими двигателями, по принципу действия компрессора — на поршневые, винтовые и ротационные.

В практике строительства кабельных линий связи используются как переносные компрессорные станции (рис. 16.32), так и передвижные компрессорные станции с поршневыми, винтовыми с ротационными компрессорами (рис. 16.33 16.35). Краткие технические характеристики передвижных компрессорных станций приведены в табл. 16.17.

Сварочные передвижные агрегаты с двигателями внутреннего сгорания используются для питания одного сварочного поста при ручной дуговой сварке металлов постоянным током. Краткие технические характеристики сварочных агрегатов приведены в табл. 16.18.

При строительстве контуров заземления для погружения в грунты категорий I—III электродов заземления из круглой стали, а также для выполнения сварочных работ применяют агрегат для устройства контуров заземления АУЗ.

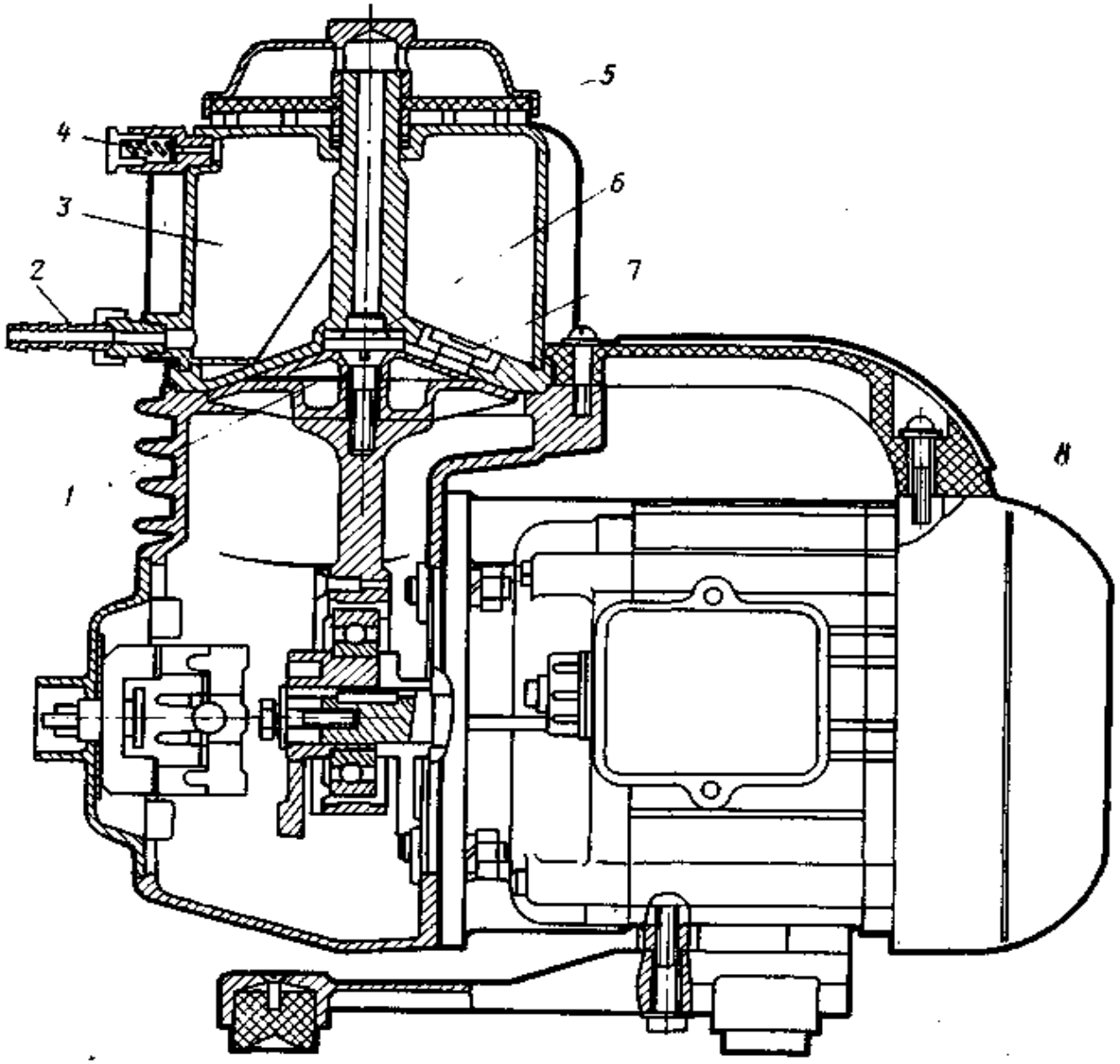


Рис. 16.32. Компрессорный агрегат СО-45.

1 — диафрагма; *2* — ниппель; *3* — ресивер; *4* — предохранительный клапан; *5* — воздушный фильтр; *6* — выпускной клапан; *7* — нагнетательный клапан; *8* — электродвигатель.

Таблица 16.17

Краткие технические характеристики передвижных компрессорных станций

Характеристика	Единица измерения	СО-45	СО-7А	ЗИФ-55	ЗИФ-55В	ПВ-10	ПР-10М
Производительность	м³ мин	0,05	5,5	5	0,5	7	10
Рабочее давление	МПа	0,3	0,7	0,7	0,7	1	0,7
Компрессор		Диафрагмовый	Поршневой		Винтовой		Ротационный
Число ступеней		1	1	2	1	1	2
Число цилиндров ступени:							
I		1	2	2	1	1	1
II		—	—	2	—	—	1
Система смазки		Разбрызгиванием			Циркулярная под давлением		
Двигатель:							
марка		АОЛБ-31-45	АОЛ-32-2	ЗИЛ-157М	ЗИЛ-157М	ЯМЗ-236	АМ-01
мощность	кВт	0,27	4	76,5	76,5	88	80
скорость вращения	об м	1440	1000	2800	2800	2000	1500
Число раздаточных вентилей		1	2	5	5	5	5
Габаритные размеры	мм	415×245×355	1000×480×820	4410×345×1820	4362×1820×1770	4550×1730×1870	5630×1600×2170
Масса (сухая)	кг	21	150	2750	2050	3200	3200
Завод-изготовитель		Вильнюсский строительно-отделочных машин		Ленинградский компрессорный			Ташкентский Промсвязь

Таблица 16.18

Краткие технические характеристики передвижных сварочных агрегатов

Характеристика	Единица измерения	АДД-305У1	АДД-3112У1
Номинальный сварочный ток	А	315	315
Пределы регулирования сварочного тока	А	60...350	30...350
Режим работы ПН	%	60	60
Напряжение номинальное	В	32	32
Двигатель:			
марка		Д144-80	Д144-80
мощность	кВт	29,4	29,4
частота вращения	$с^{-1}$ (об/мин)	26,6 (1600)	26,6 (1600)
охлаждение		Воздушное, принудительное	
Габаритные размеры	мм	1915×895×1140	1900×900×1200
Масса	кг	900	915
Завод-изготовитель		Вильнюсский электросварочного оборудования	

Ниже приводятся краткие технические данные АУЗ.

Тип сварочного генератора	ГД-3120У2
Мощность сварочного генератора, кВт	10
Номинальный сварочный ток, А	315
Пределы регулирования сварочного тока, А	30...350
Рабочее напряжение при номинальном сварочном токе, В	32
Режим работы ПН, %	60
Тип двигателя	Дизельный Д144-80
Тип компрессора	ПК-1,75
Рабочее давление при непрерывном режиме работы, МПа ($кгс/см^2$)	0,6 (6)
Частота вращения коленчатого вала, $с^{-1}$ (об/мин)	24,2 (1450)
Производительность, $м^3$/мин	1,75
Потребляемая мощность, кВт	13,25
Охлаждение компрессора	Воздушное
Тип пневматической машины ударного действия	ПУМ-3
Энергия удара, Дж, не менее	40
Частота ударов, $с^{-1}$, не менее	8
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа	0,6
Расход воздуха, $м^3$/мин, не более	1,5
Глубина погружения электрода, м	4,5
Скорость погружения электрода, м/мин, не более	1
Габаритные размеры, мм	3730×2010×2096
Масса, кг	1940
Завод-изготовитель	Опытный механический треста Межгорсвязьстрой

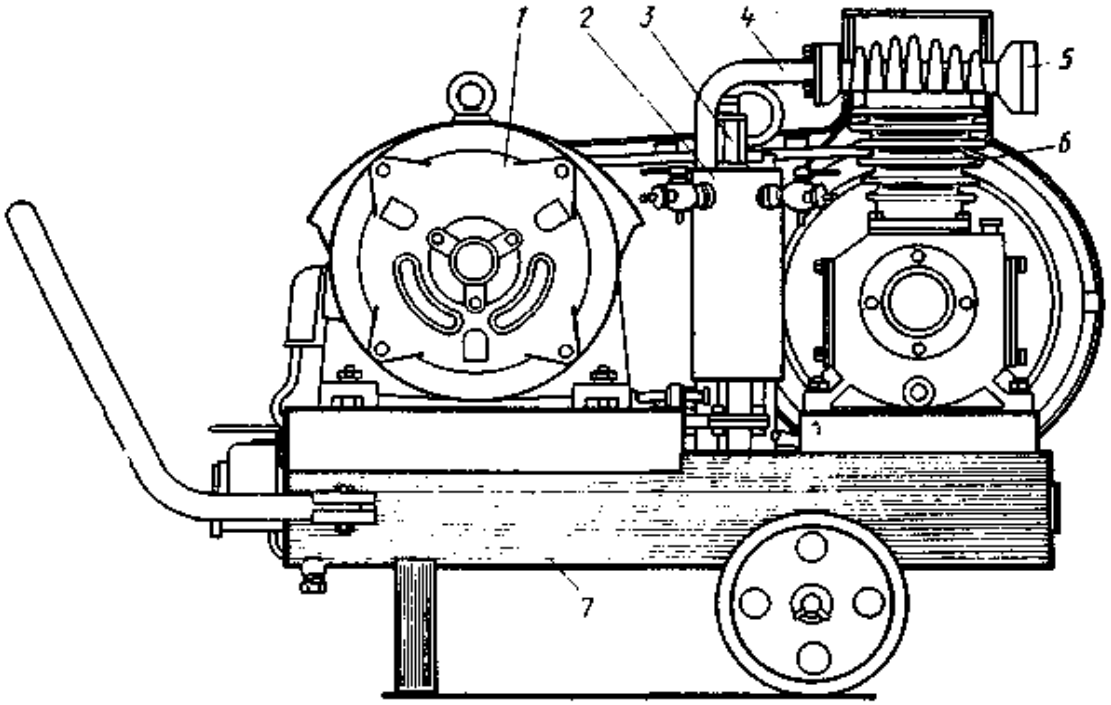


Рис. 16.33. Компрессорная станция СО-7:
1 - электродвигатель; *2* маслоуловитель; *3* регулятор давления; *4* - труба воздухопровода; *5* - воздушный фильтр; *6* блок цилиндров; *7* ресивер

Для питания электроинструмента, освещения и других нужд непосредственно на месте производства работ, если вблизи нет электросетей, применяются передвижные электростанции переменного тока.

Краткие технические характеристики передвижных электростанций малой мощности приведены в табл. 16.19.

Таблица 16.19

Краткие технические характеристики передвижных электростанций малой мощности

Характеристика	Единица измерения	АБ-1-О/230	АБ-2-О/230	АБ-4-Т/230
Мощность агрегата	кВт	1	2	4
Число фаз	–	1	1	3
Напряжение	В	230	230	230
Частота тока	Гц	50	50	50
Скорость вращения ротора	об мин	3000	3000	3000
Тип двигателя	—	2-СДВ	УД-1	УД-2
Тип генератора	—	ГАБ-1-О/230	ГАБ-2-О/230	ГАБ-4-Т/230
Габаритные размеры	мм	695×397×535	880×560×870	1075×560×870
Масса (без заправки)	кг	62	180	235
Завод-изготовитель	- -	Московский электромеханический им. Владимира Ильича		

16.8. Средства малой механизации и механизированные инструменты

При строительстве сооружений связи значительные объемы работ выполняются ручным механизированным инструментом. По своему назначению эти работы можно разделить на следующие основные группы: обработка отверстий; зачи-

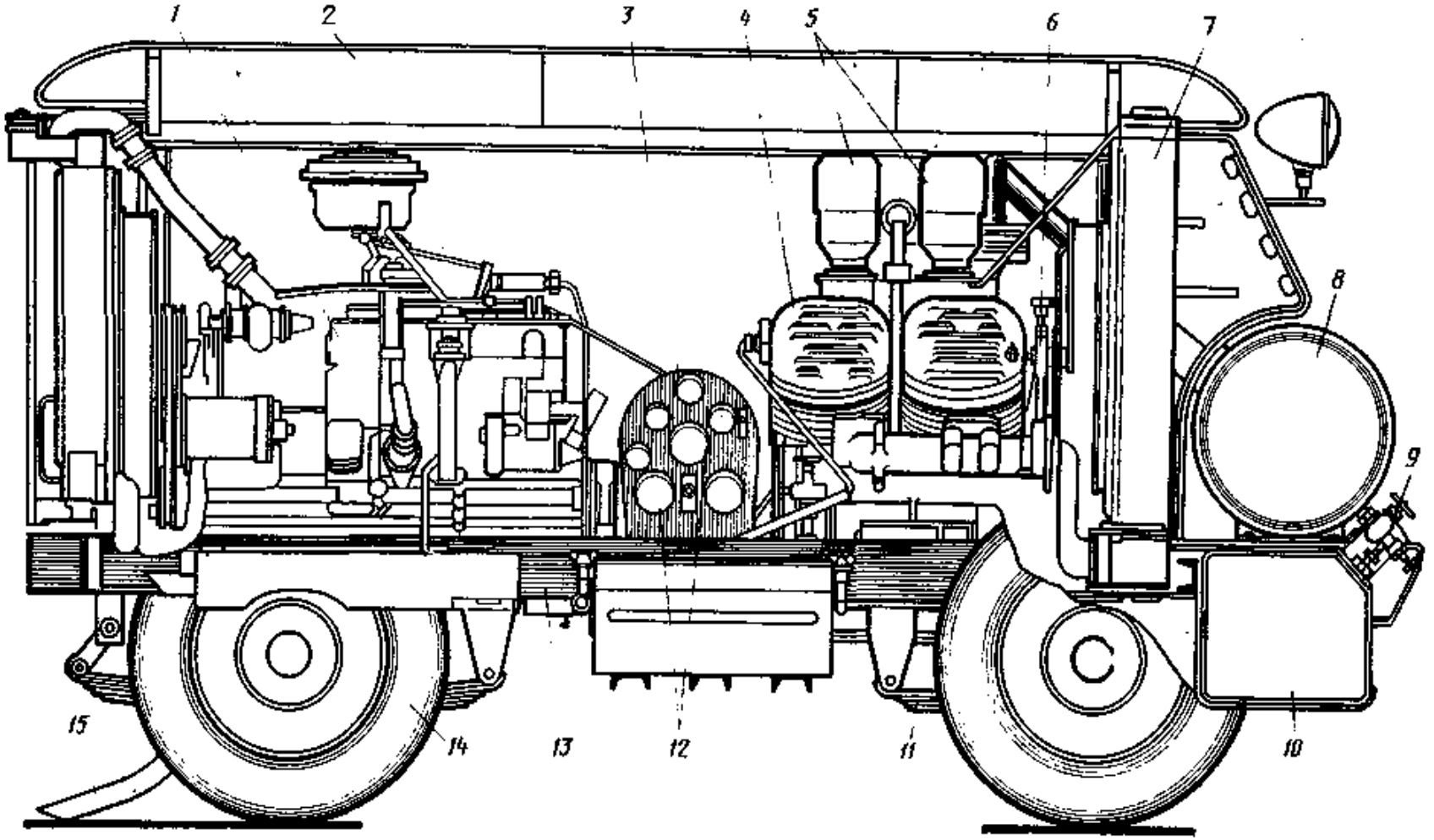


Рис 16.34 Передвижная компрессорная станция ЗИФ 55

1 - двигатель; *2* - капот; *3* - приборный щит (щит управления); *4* - компрессор; *5* - воздушные фильтры компрессора; *6* — вентилятор компрессора; *7* - промежуточный холодильник; *8* — воздухосборник; *9* - раздаточные вентили; *10* - бензобак; *11* - рессора; *12* — манометры первой и второй ступеней; *13* — рама тележки; *14* - колеса; *15* - дышло

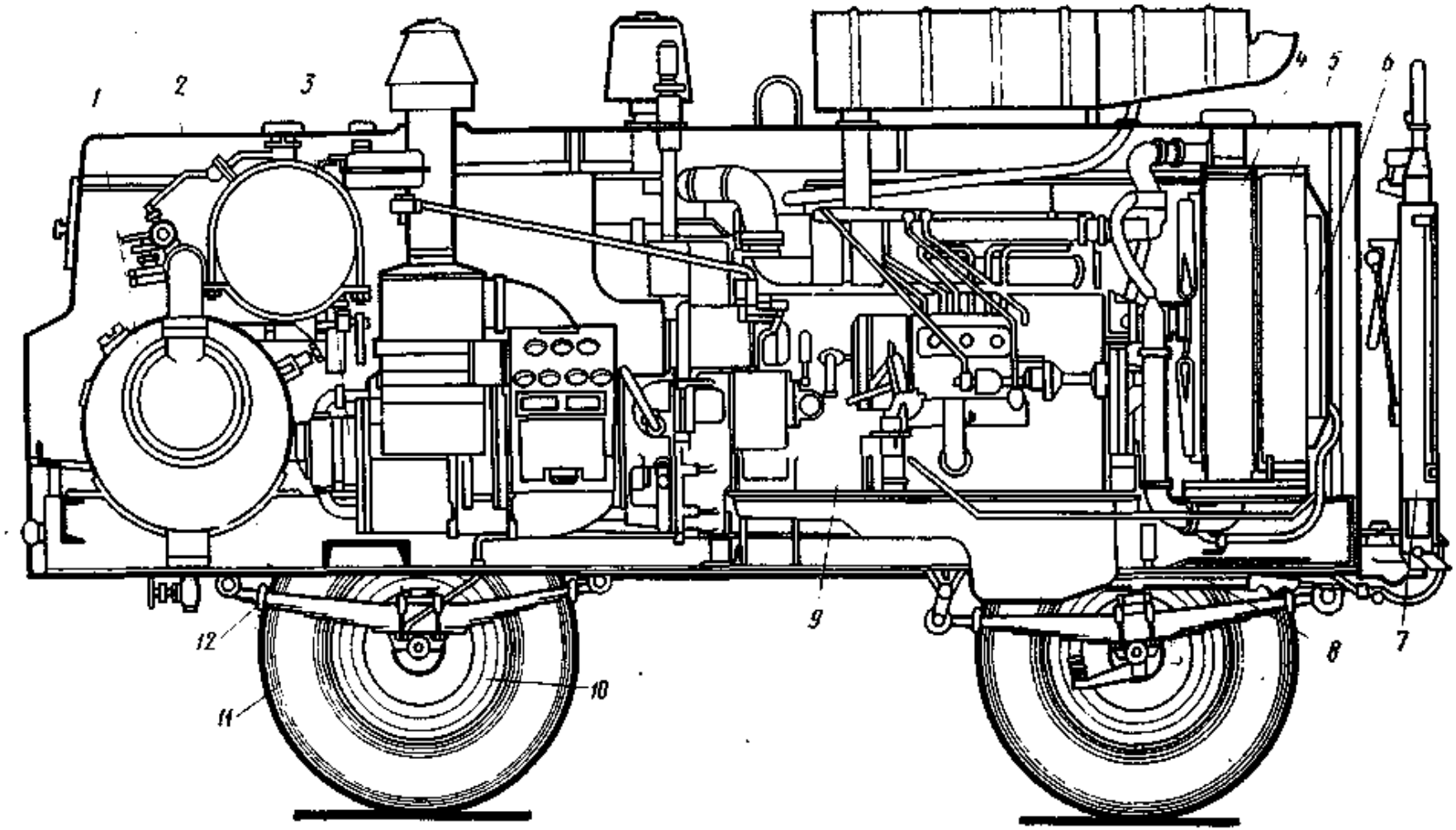


Рис. 16.35. Передвижная компрессорная станция ПР 10М.

1 — воздухосборник; *2* — капот; *3* — компрессор; *4* и *6* — водяной и масляный радиаторы; *5* — масляный холодильник; *7* — дышло; *8* — механизм поворота колес; *9* — двигатель; *10* — колеса; *11* — шина; *12* — рессора

Таблица 16.20

Краткие технические характеристики электрических сверлильных машин

Характеристика	Единица измерения	ИЭ-1025Б	ИЭ-1026Б	ИЭ-1032	ИЭ-1204Э	ИЭ-1017	ИЭ-1023А	ИЭ-1206
Диаметр сверления	мм	6	9	9	14/9	23	23	32/23
Частота вращения шпинделя	$с^{-1}$	20,5	13,3	16	8/17	7	4	2,5/4
Номер конуса Морзе шпинделя	—	1	1	1	1	2	2	3/2
Электродвигатель:								
напряжение	В	42	42	220	220	36	220	220
частота тока	Гц	200	200	50	50	200	50	50
мощность	кВт	0,21	0,29	0,42	0,42	0,86	0,6	0,86
Габаритные размеры	мм	235×67×162	239×67×162	245×70×157	400×84×135	312×362×97	460×90×525	—
Масса	кг	1,6	1,7	1,7	3,0	4,1	4,5	7,0
Завод-изготовитель	—	Конаковский механизированного инструмента			Ростовский-на-Дону «Электроинструмент»	Выборгский «Электроинструмент»	Резекненский «Электростройинструмент»	

Таблица 16.21

Краткие технические характеристики пневматических сверлильных машин

Характеристика	Единица измерения	ИП-1025	ИП-1019А	ИП-1020А	ИП-1021	ИП-1016А	ИП-1103А	ИП-1023
Диаметр сверления	мм	10	10	13	13	32	32	20; 25
Частота вращения шпинделя под нагрузкой	$с^{-1}$	20 . . . 44,6	20,8	17	18,2	7,5	7,5	200
Номер конуса Морзе шпинделя		1	1	1	1	3	3	

Окончание табл. 16.21

Характеристика	Единица измерения	ИП-1025	ИП-1019А	ИП-1020Д	ИП-1024	ИП-1016А	ИП-1103А	ИП-1023
Номинальная мощность	Вт	370	370	440	440	1800	1800	900
Давление сжатого воздуха	МПа	0,63	0,5	0,5	0,62	0,5	0,5	0,5
Расход воздуха	$м^3$/мин	0,75	0,8	0,9	0,85	2	2	1,2
Габаритные размеры	мм	200×60×75				380×160×265	395×95×215	690×133×195
Масса	кг	1,05	1,2	1,6	1,7	8,4	7,5	5,4
Завод-изготовитель		Конаковский механизированного инструмента	Московский «Пневмостроймашина»	Конаковский механизированного инструмента		Свердловский «Пневмостроймашина»		Московский «Пневмостроймашина»

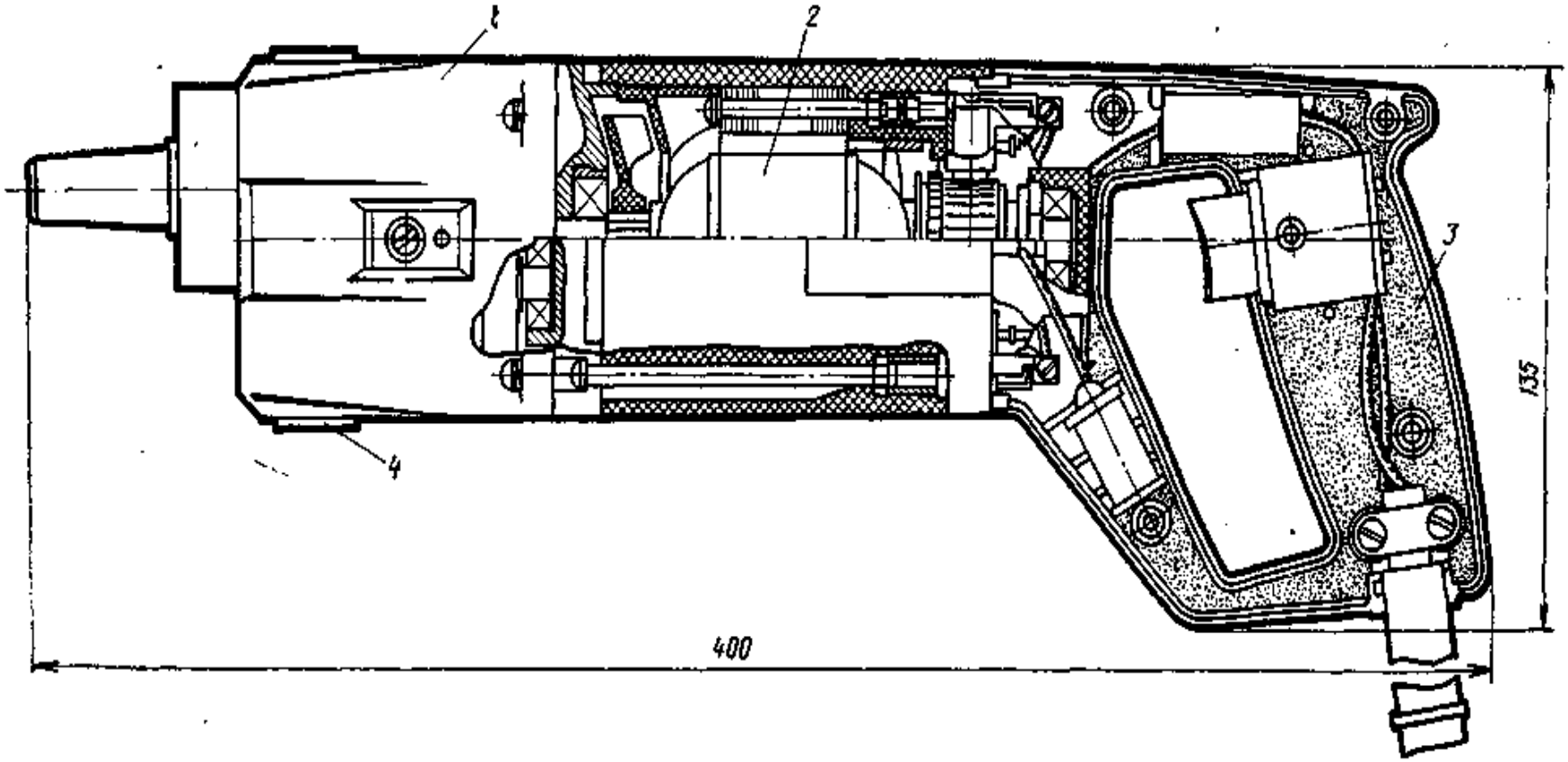


Рис. 16.36. Ручная сверлильная электрическая машина ИЭ-1204Э:
1 — редуктор с переключателем скоростей; *2* — электродвигатель; *3* — ручка с выключателем; *4* — боковая ручка

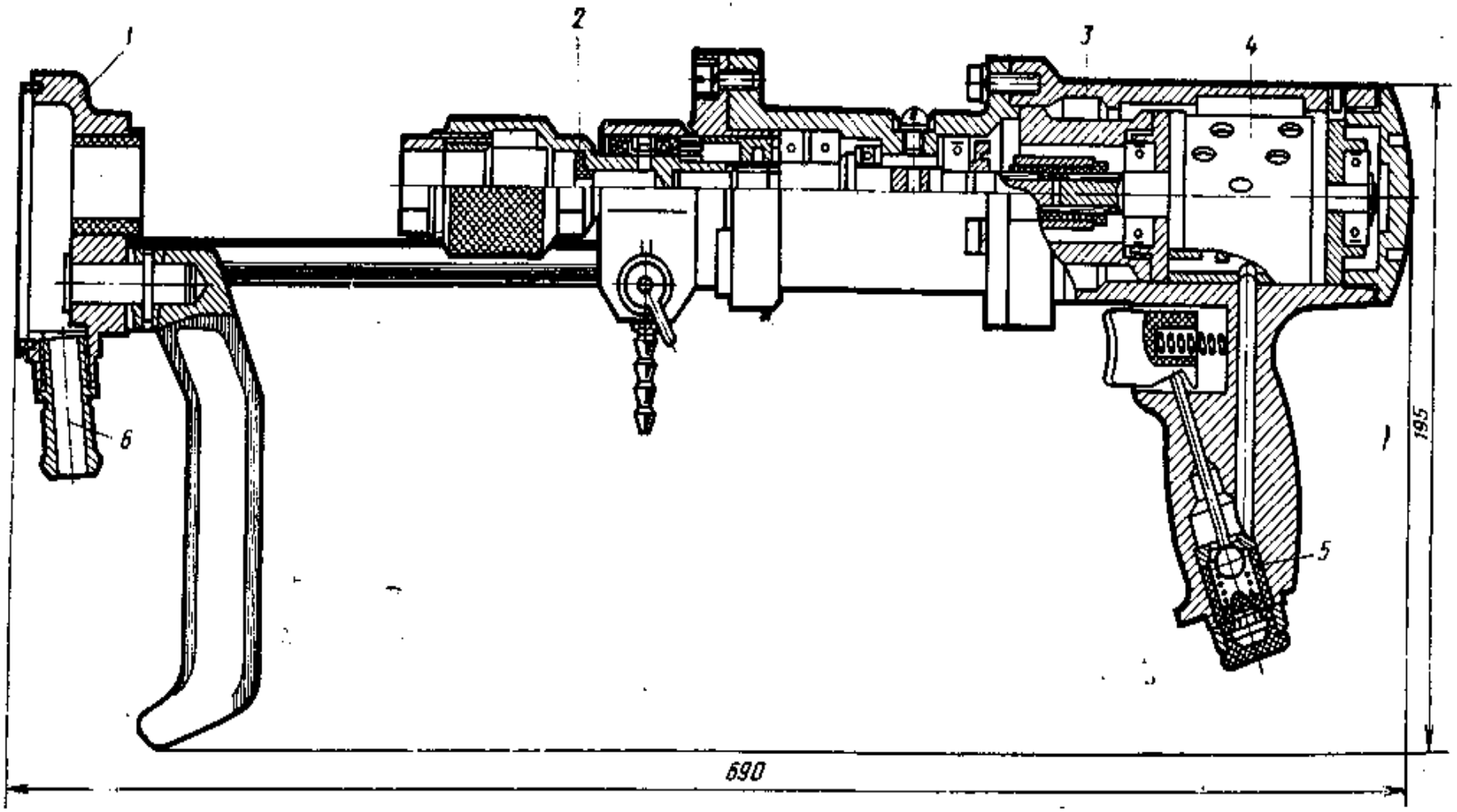


Рис. 16.37. Машина ручная пневматическая для сверления бетона ИП-1023:
1 — опорный башмак; *2* — патрон; *3* — рукоятка; *4* — пневмодвигатель; *5* — пусковое устройство; *6* — устройство для подвода охлаждающей жидкости

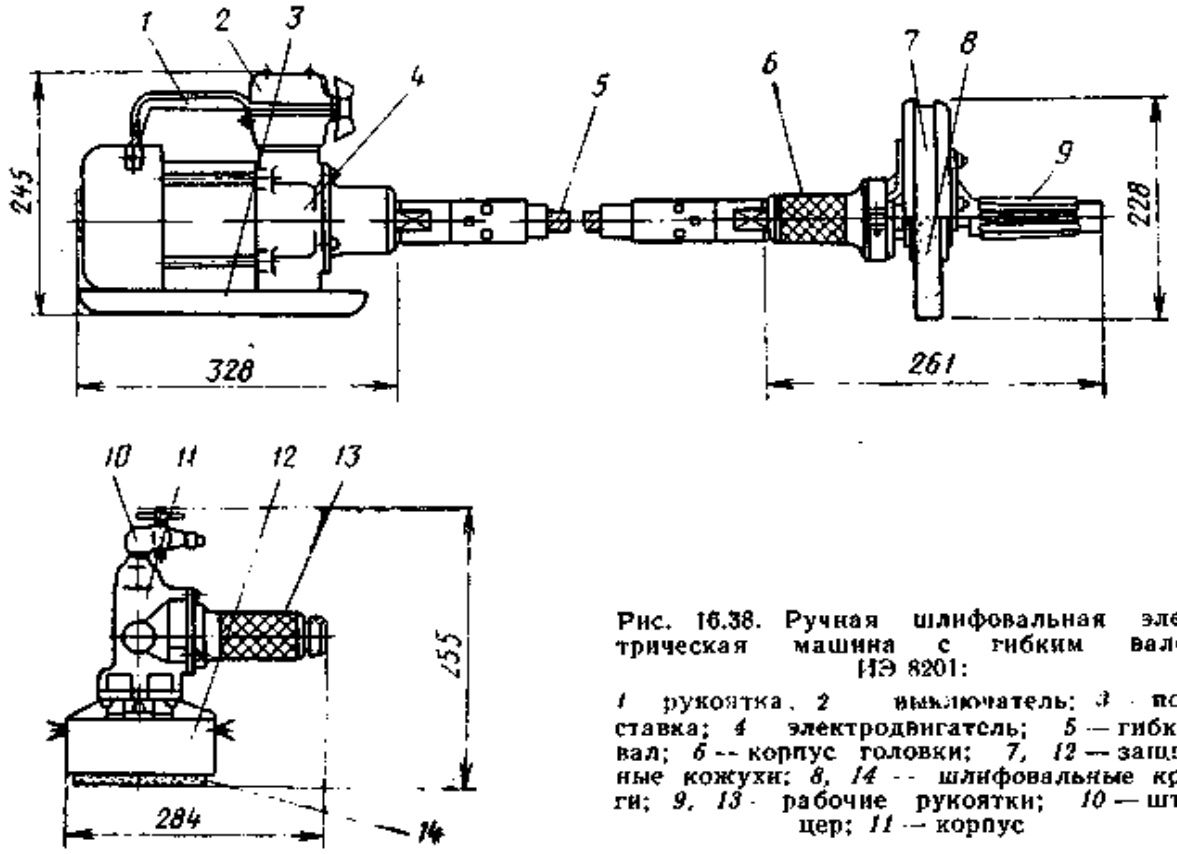


Рис. 16.38. Ручная шлифовальная электрическая машина с гибким валом ИЭ 8201:

1 рукоятка, *2* выключатель; *3* подставка; *4* электродвигатель; *5* — гибкий вал; *6* — корпус головки; *7, 12* — защитные кожухи; *8, 14* — шлифовальные круги; *9, 13* — рабочие рукоятки; *10* — штуцер; *11* — корпус

стка, шлифование и полирование поверхностей; сборочные работы (завинчивание резьбовых соединений); резка и рубка металла; обработка дерева, разрушение твердых грунтов, бетона и камня; пробивка отверстий. Для этих целей широкое распространение получили электрические и пневматические механизированные инструменты. Наиболее распространенным видом ручного механизированного инструмента являются сверлильные машины для сверления отвер-

Таблица 16.22

Краткие технические характеристики шлифовальных машин с электрическим приводом

Характеристика	Единица измерения	ИЭ-2008	ИЭ-2106	ИЭ-2009
Диаметр шлифовального круга	мм	63	80	125
Частота вращения шпинделя	$с^{-1}$	113	55	43
Электродвигатель:				
мощность	кВт	0,6	0,6	1,15
напряжение	В	220	220	220
частота тока	Гц	50	50	50
Габаритные размеры	мм	575×86×86	420×108×141	620×144×106
Масса	кг	3,8	3,8	6,5
Завод-изготовитель		Резекненский «Электростройинструмент»		

Окончание табл. 16.22

Характеристика	Единицы измерения	ИЭ-2107	ИЭ-2004Б	ИЭ-8201Б
Диаметр шлифовального круга	мм	125	150	200 (прямая головка) 125 (угловая головка)
Частота вращения шпинделя	$с^{-1}$	65	77	49
Электродвигатель:				
мощность	кВт	1,05	1,07	1,02
напряжение	В	220	42	220
частота тока	Гц	50	200	50
Габаритные размеры	мм	490×255×180	609×204×117	—
Масса	кг	6,2	6,5	26,5
Завод-изготовитель	—	Резекненский «Электростройинструмент»	Выборгский «Электростройинструмент»	

стий в металле и других материалах. Краткие технические характеристики электрических и пневматических сверлильных машин приведены в табл. 16.20 и 16.21. Общий вид сверлильных машин показан на рис. 16.36 и 16.37.

Для зачистки сварных швов, очистки металлоконструкций от коррозии, шлифования и полирования различных поверхностей и других работ, выполняемых абразивными кругами, используются шлифовальные машины. Эти машины допускают установку круглой проволочной щетки (вместо абразивного круга), удобной при очистке металла от коррозии.

Таблица 16.23

Краткие технические характеристики шлифовальных машин с пневматическим приводом

Характеристика	Единица измерения	ИП-2009Б	ИП-2015	ИП-2203А	ИП-2014А
Диаметр шлифовального круга	мм	63	100	125	150
Частота вращения шпинделя	$с^{-1}$	201	127	76	85
Мощность	кВт	0,44	0,73	1,3	1,3
Давление сжатого воздуха	МПа	0,5	0,5	0,5	0,5
Расход воздуха	$м^3$/мин	0,9	1,2	1,6	1,8
Габаритные размеры	мм	395×96×215	510×114×93	320×150×200	590×164×130
Масса	кг	1,8	3,5	4,8	5,7
Завод-изготовитель		Московский «Пневмостроймашина»	Конаковский механизированного инструмента	Свердловский «Пневмостроймашина»	Конаковский механизированного инструмента

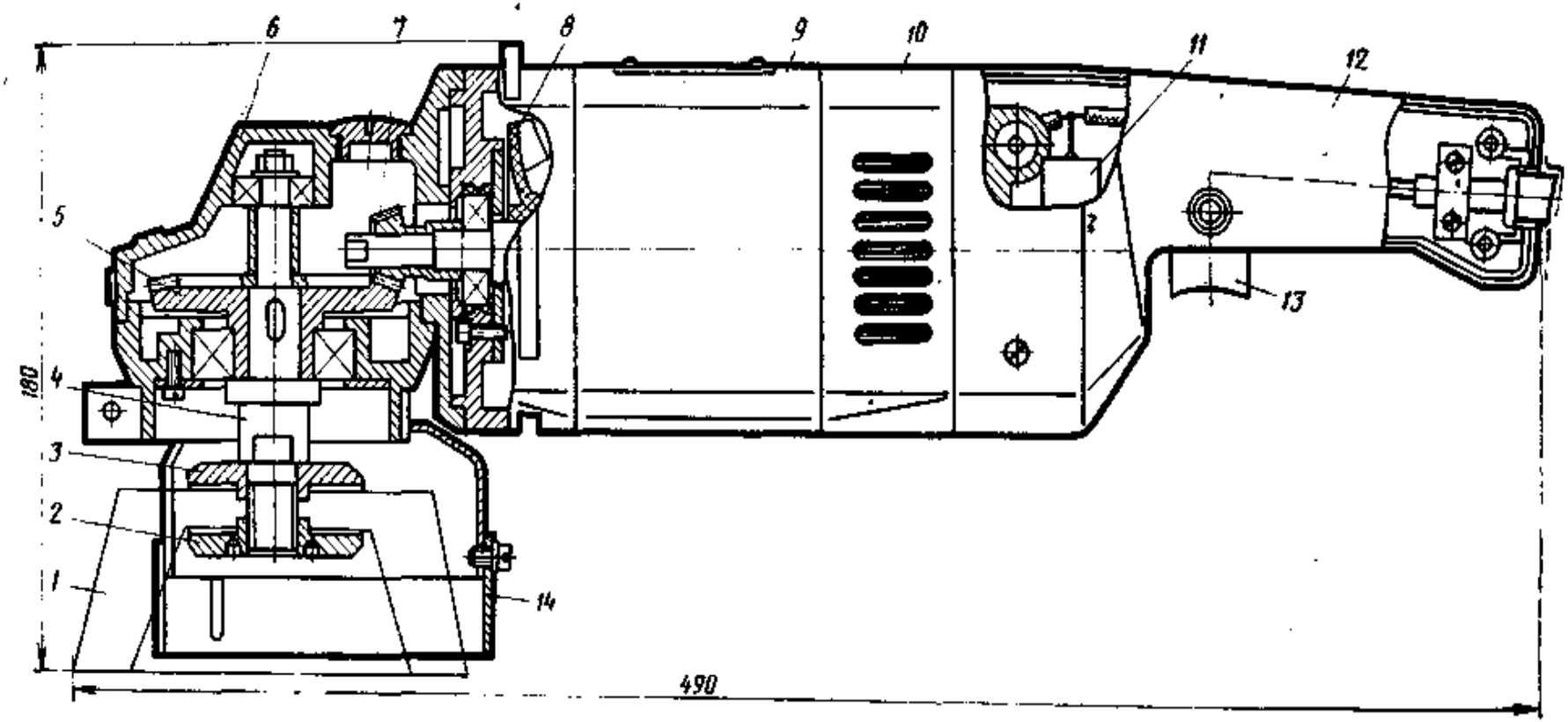


Рис. 16.39. Ручная шлифовальная электрическая угловая машина ИЭ-2107:

1 — шлифовальный круг; *2*, *3* — фланцы; *4* — шпиндель; *5* — зубчатое колесо; *6* — корпус редуктора; *7* — шестерня; *8* — вентилятор; *9* — электродвигатель; *10* — крышка; *11* — устройство для подавления радиопомех; *12* — рукоять; *13* — выключатель; *14* — защитный кожух

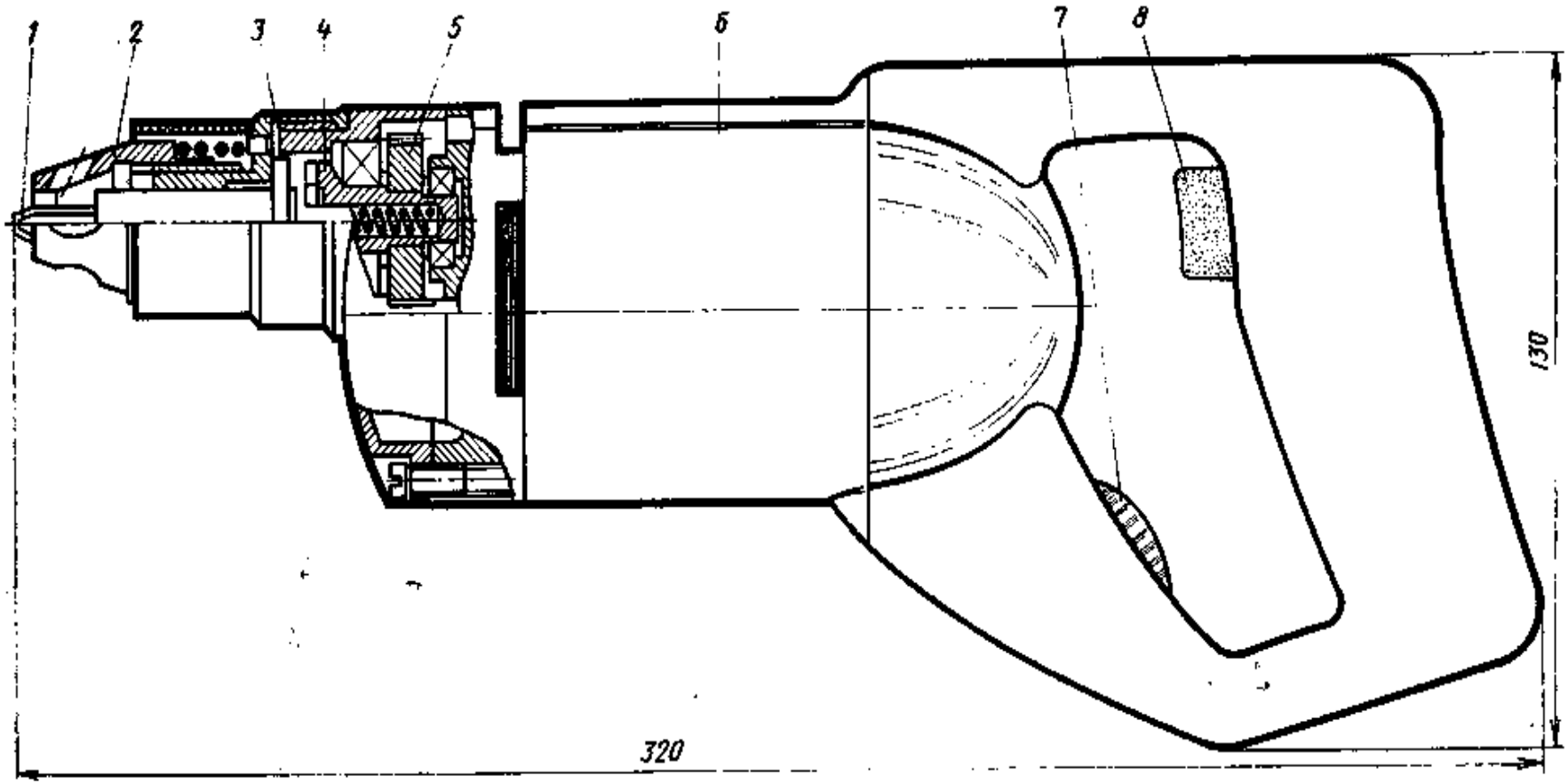


Рис. 16.40. Шуруповерт ручной электрический ИЭ-3603:

1 — отвертка; *2* — регулируемый упор; *3* — полумуфта ведомая; *4* — полумуфта ведущая; *5* — редуктор; *6* — электродвигатель с рукояткой; *7* — переключатель реверса; *8* — выключатель

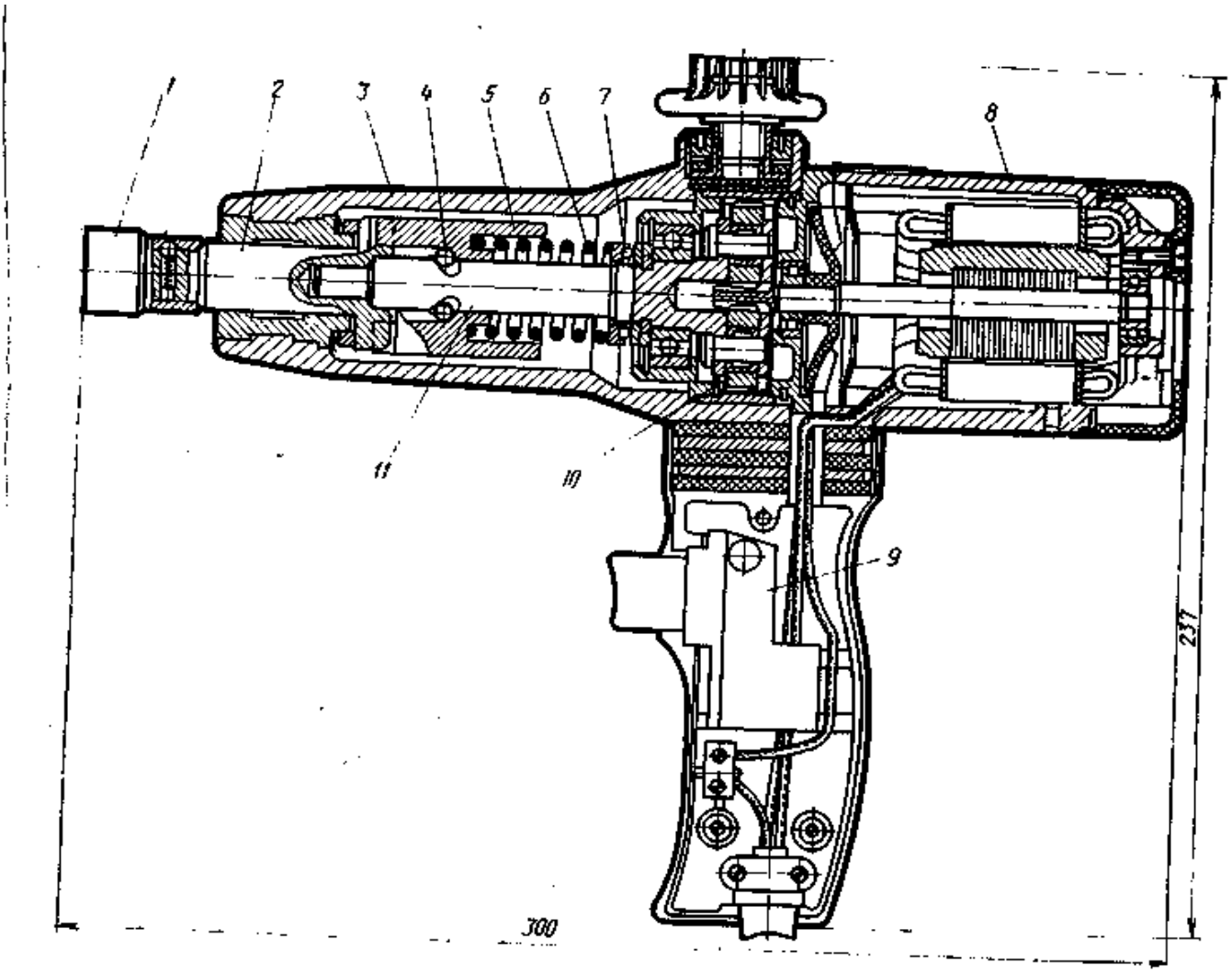


Рис. 16.41. Гайковерт ручной электрический ИЭ-3114А:
1 — сменная головка; *2* — шпиндель с наковальней; *3* — корпус; *4* — шарик; *5* — ударник; *6* — пружина; *7* — подшипник; *8* — электродвигатель; *9* — выключатель; *10* — редуктор; *11* — вал

В табл. 16.22 приведены краткие технические характеристики распространенных шлифовальных машин с электрическим приводом, а в табл. 16.23 — с пневматическим приводом. Общий вид ручных шлифовальных электрических машин показан на рис. 16.38 и 16.39.

Для завертывания винтов, гаек, шурупов выпускаются резьбозавертывающие машины. Инструменты делятся на группы шуруповертов (рис. 16.40) и гайковертов (рис. 16.41), отличие между которыми состоит в скорости вращения и величине крутящего момента на шпинделе. Гайковерты снабжены регулируемой муфтой сцепления, так как главной характеристикой болтового соединения служит затяжка с определенным усилием крутящего момента.

Краткие технические характеристики электрических гайковертов приведены в табл. 16.24, пневматических гайковертов — в табл. 16.25.

Для пробивки борозд, ниш и отверстий в каменных, кирпичных, бетонных и железобетонных основаниях применяются электрические молотки (рис. 16.42).

Краткие технические характеристики электрических молотков приведены в табл. 16.26.

Для образования отверстий и шлуров в каменных, кирпичных, бетонных и железобетонных основаниях, а также для забивания дюбелей, завинчивания вин-

Таблица 16.24

Краткие технические характеристики электрических гайковертов

Характеристика	Единица измерения	ИЭ-3601В	ИЭ-3603Э	ИЭ-3114Б
Максимальный момент затяжки	Н·м	13	15	125
Максимальный диаметр резьбы	мм	6	6	16
Частота вращения шпинделя	$с^{-1}$	13	41,6	16
Энергия удара	Дж	—	—	—
Частота ударов	$с^{-1}$	—	—	—
Электродвигатель:				
потребляемая мощность	кВт	0,21	0,42	0,27
напряжение	В	36	220	36
частота тока	Гц	200	50	200
Масса	кг	2,3	2,0	3,6
Габаритные размеры	мм	321×70×162	320×70×130	300×70×237
Завод-изготовитель		Конаковский механизированного инструмента		

Окончание табл. 16.24

Характеристика	Единица измерения	ИЭ-3113А	ИЭ-3115А	ИЭ-3112А
Максимальный момент затяжки	Н·м	125	700	2100
Максимальный диаметр резьбы	мм	16	12...27	18...48
Частота вращения шпинделя	$с^{-1}$	17	—	—
Энергия удара	Дж	—	25	100
Частота ударов	$с^{-1}$	—	1,5	0,5
Электродвигатель:				
потребляемая мощность	кВт	0,34	0,42	0,12
напряжение	В	220	220	220
частота тока	Гц	50	50	50
Масса	кг	3,8	5,1	12,3
Габаритные размеры	мм	363×68×243	470×79×130	447×153×410
Завод-изготовитель		Конаковский механизированного инструмента	Ростовский-на-Дону «Электроинструмент»	Выборгский «Электроинструмент»

Краткие технические характеристики пневматических гайковертов Таблица 16.25

Характеристика	Единица измерения	ИП-3112А	ИП-3207А	ИП-3113А	ИП-3106Б	ИП-3205Б
Максимальный момент затяжки	Н·м	100	100	250	800; 1250; 1600	800; 1250; 1600
Максимальный диаметр резьбы	мм	14	14	18	27...36	27...36
Расход воздуха	$м^3$/мин	0,6	0,6	0,7	1,05	1,05
Давление воздуха	МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Масса	кг	2,2	2,6	2,7	9,2	9,7
Габаритные размеры	мм	225×60×125	273×123×65	363×68×243	340×160×250	365×110×195
Завод-изготовитель		Московский «Пневмостроймашина»			Свердловский «Пневмостройинструмент»	

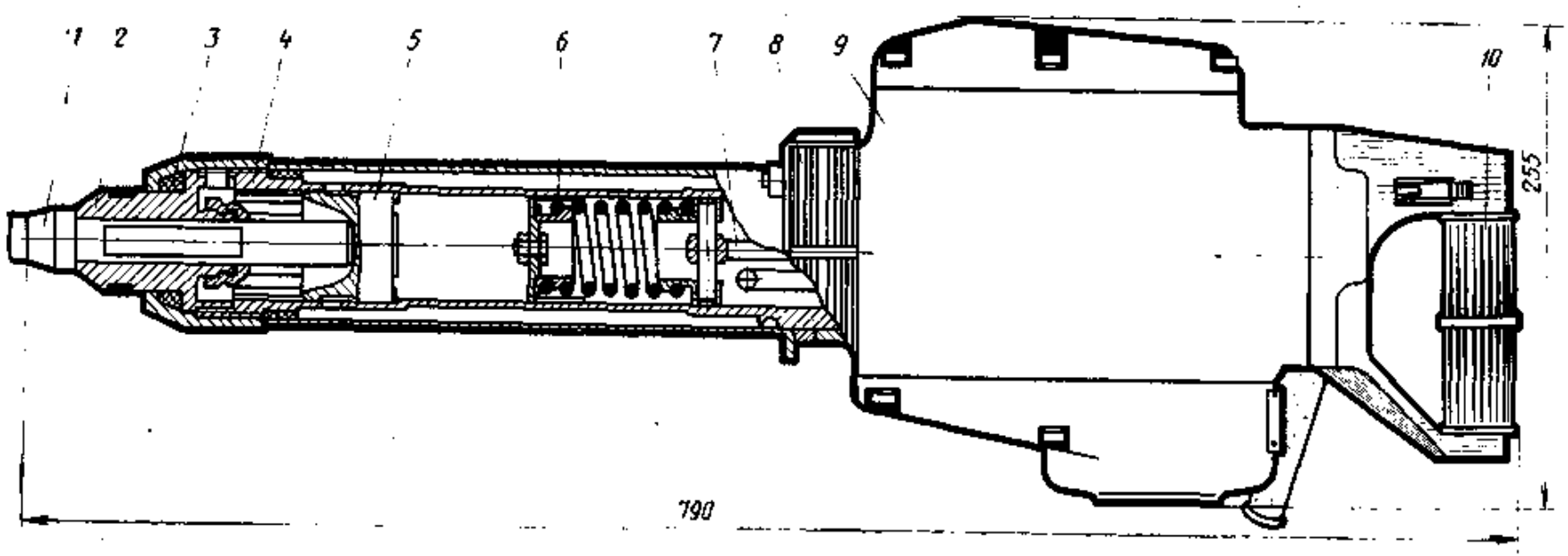


Рис. 16.42. Молоток ручной электрический ИЭ-4211:
1 — рабочий инструмент; *2* — букса; *3* — амортизатор; *4* — ствол; *5* — боек; *6* — поршень; *7* — шатун; *8* — рукоятка; *9* — электродвигатель; *10* — основная рукоятка

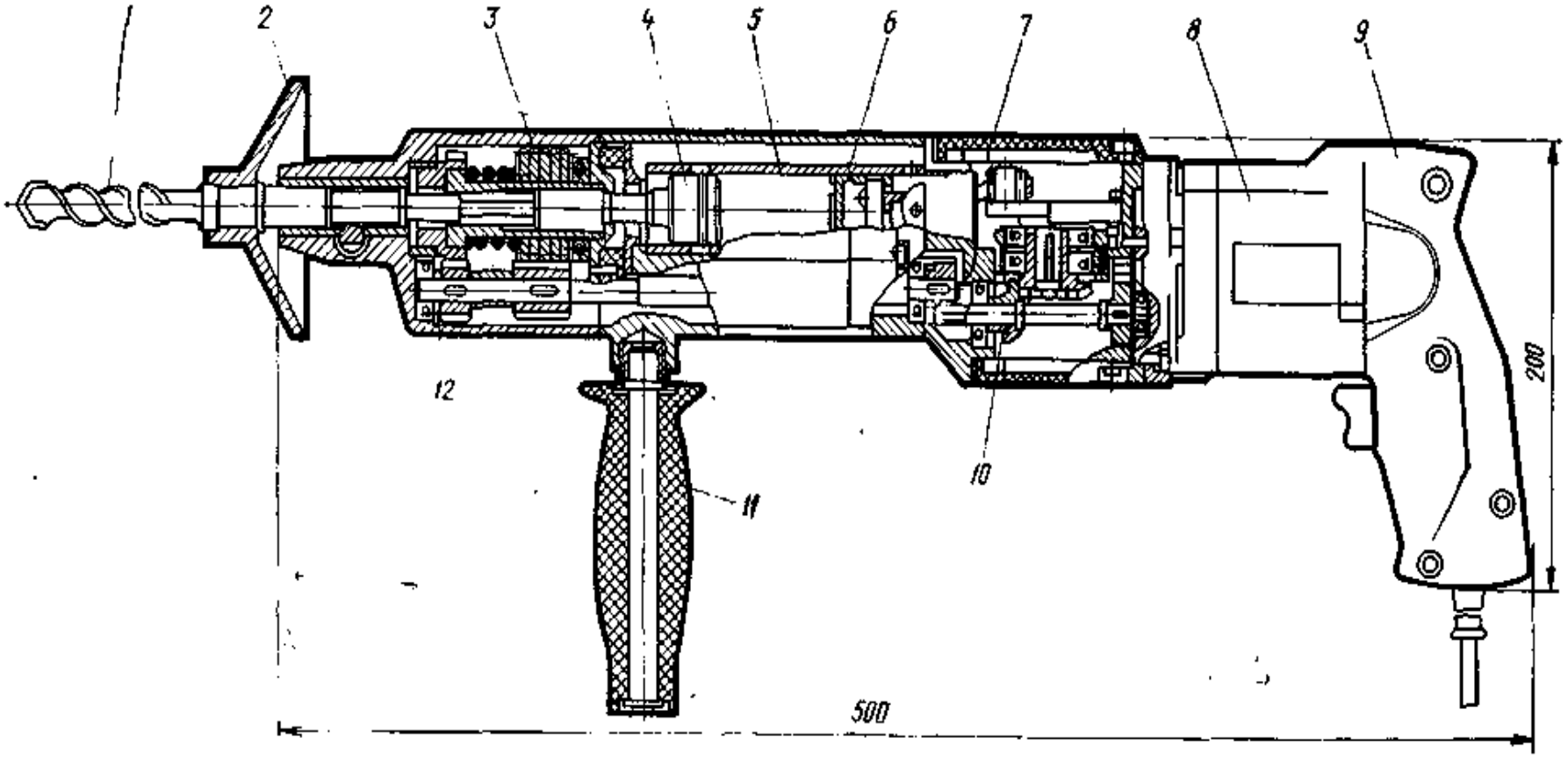


Рис. 16.43. Перфоратор ручной электрический ИЭ-4714:

1 - бур; *2* — резиновый фартук; *3* — предохранительная муфта; *4* — боек; *5* — кривошипно-шатунный механизм и ствол; *6* — поршень; *7* — корпус; *8* — электродвигатель; *9* — рукоятка; *10* — редуктор; *11* — дополнительная рукоятка; *12* — букса

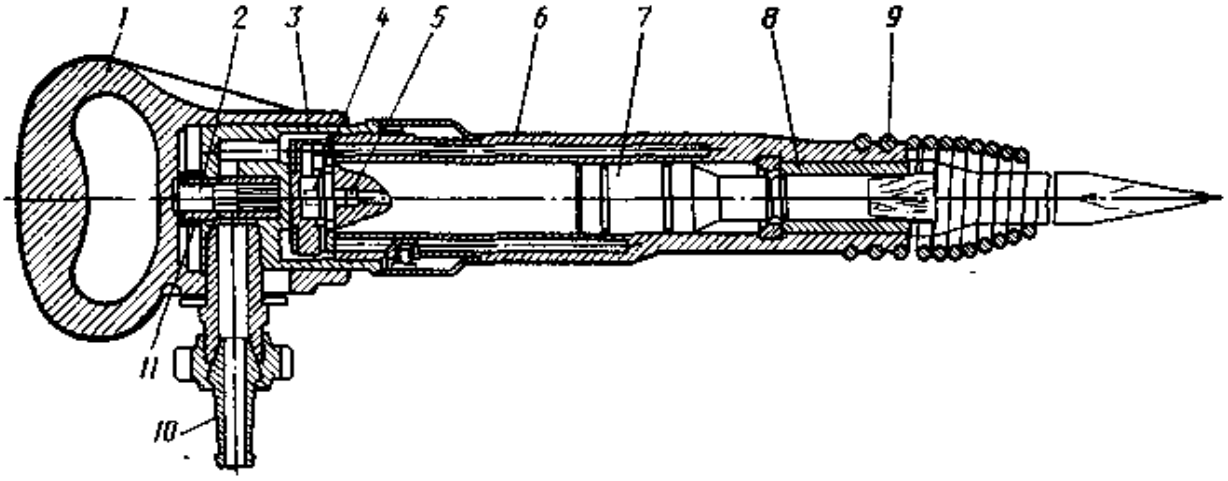


Рис. 16.44. Отбойный молоток МО:

1 — рукоятка; *2* — вентиль; *3* — золотниковая коробка; *4* — распределитель; *5* — штифт; *6* — ствол; *7* — ударник; *8* — букса рабочего органа; *9* — пружина; *10* — ниппель; *11* — букса пускового устройства

Таблица 16.26

Краткие технические характеристики электрических молотков

Характеристика	Единица измерения	ИЭ-4207А	ИЭ-4213А	ИЭ-4211
Энергия удара бойка	Дж	4,5	10	25
Частота ударов	$с^{-1}$	50	18	18
Мощность	кВт	0,6	0,45	1,05
Напряжение	В	220	220	220
Частота тока	Гц	50	50	50
Габаритные размеры	мм	395×140××190	760×100××150	790×210××255
Масса	кг	6,9	9,0	21,0
Завод-изготовитель		Даугавпилсский «Электроинструмент»		

Таблица 16.27

Краткие технические характеристики электрических перфораторов

Характеристика	Единица измерения	ИЭ-4709А	ИЭ-4714	ИЭ-4713
Энергия удара	Дж	2,5	2	1
Частота ударов	Гц	50	30	40
Скорость бурения в бетоне марки 300	мм/мин	100	90	90
Электродвигатель:				
потребляемая мощность	кВт	0,65	0,45	0,35
напряжение	В	220	220	220
частота тока	Гц	50	50	50
Габаритные размеры	мм	350×95××195	500×80××190	420×75××155
Масса	кг	7	9	3,2
Завод-изготовитель	—	Даугавпилсский «Электроинструмент»		

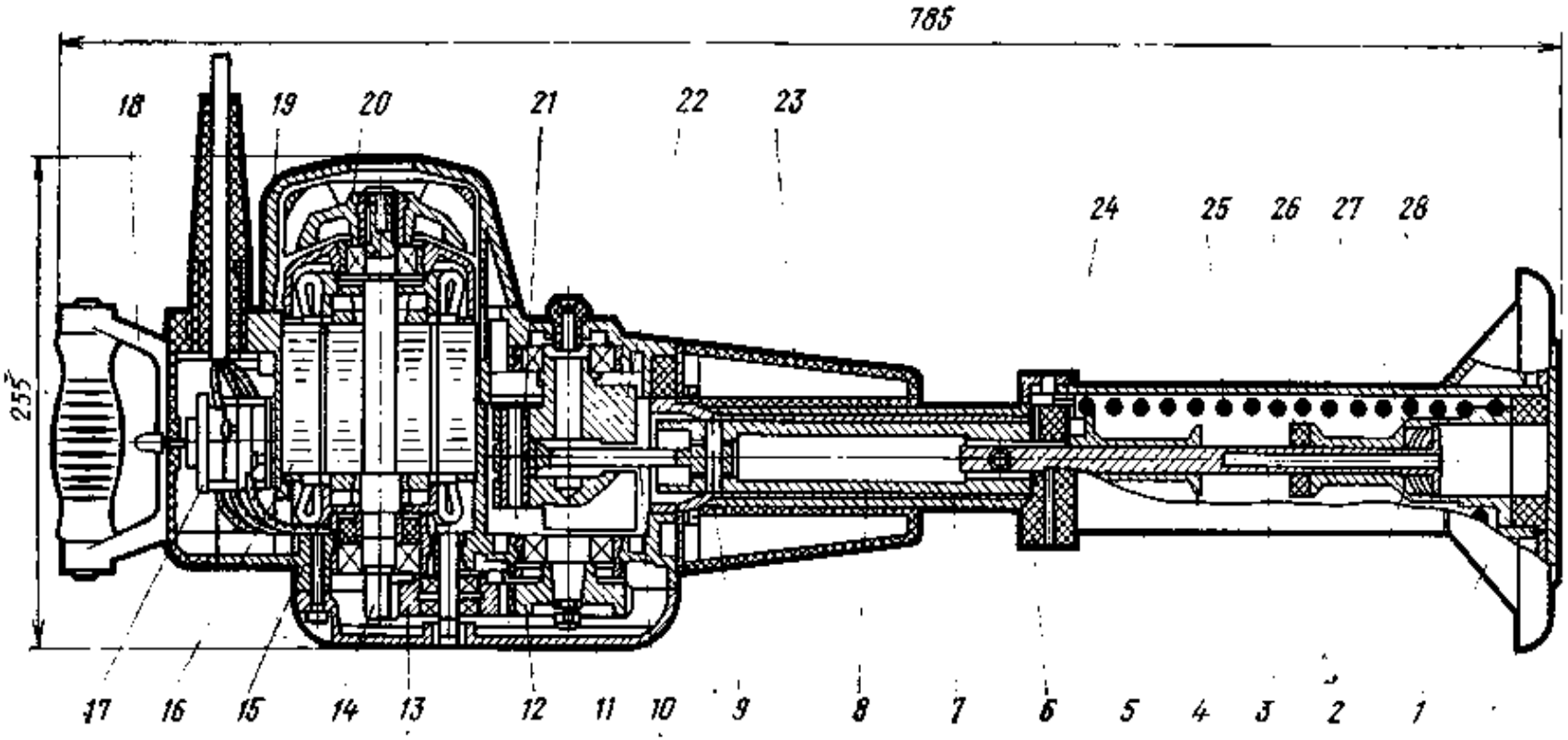


Рис. 16.45. Трамбовка ручная электрическая ИЭ-4505:

1 — башмак; *2* — нижняя оправка; *3* — шток; *4* — верхняя оправка; *5* — ствол башмака; *6* — гайка; *7* — ствол; *8* — ползун; *9* — палец; *10* — шатун; *11* — крышка редуктора; *12, 13* — шестерня редуктора; *14* — вал ротора; *15* — корпус; *16* — статор; *17* — выключатель; *18* — верхняя рукоятка; *19* — крышка электродвигателя; *20* — вентилятор; *21* — вал кривошипа; *22* — дебаланс; *23* — кожух; *24, 26, 28* — амортизаторы; *25* — пружина; *27* — тарельчатая пружина

Таблица 16.28

Краткие технические характеристики отбойных молотков и бетоноломов

Характеристика	Единица измерения	Отбойные молотки		Бетоноломы	
		МО-6П	МО-7П	ИП-4604	ИП-4607
Энергия удара	Дж	38	44	90	90
Частота ударов	$с^{-1}$	23,3	20	10	10
Давление сжатого воздуха	МПа	0,5	0,5	0,5	0,5
Расход сжатого воздуха	$м^3$/мин	1,25	1,25	1,8	1,6
Длина (без рабочего инструмента)	мм	580	630	700	700
Масса	кг	7,7	8,0	18	18
Завод-изготовитель		Томский электромеханический им. В. В. Вахрушева		Свердловский «Пневмостроймашина»	

тов и разрушения бетона используются электрические перфораторы (рис. 16.43).

Краткие технические характеристики электрических перфораторов приведены в табл. 16.27.

Отбойные молотки и бетоноломы (рис. 16.44) также служат для разработки полускальных пород, мерзлых грунтов и разрушения каменных, железобетонных и бетонных сооружений и завалов.

Краткие технические характеристики отбойных молотков и бетоноломов приведены в табл. 16.28.

Для уплотнения грунта при восстановлении дорожных покрытий, засыпке траншей и планировочных работ в строительстве применяются электрические трамбовки (рис. 16.45), краткие технические характеристики которых приведены в табл. 16.29.

Таблица 16.29

Краткие технические характеристики электрических трамбовок

Характеристика	Единица измерения	ИЭ-4502А	ИЭ-4505А
Глубина уплотнения за два прохода	мм	400	200
Производительность по среднезернистому песку	$м^3$/ч	45	13
Частота ударов	$с^{-1}$	9,3	9
Электродвигатель:			
мощность	кВт	1,6	0,6
напряжение	В	220	220
частота тока	Гц	50	50
Диаметр трамбующей части башмака	мм	300	200
Габаритные размеры	мм	970×475×950	255×440×785
Масса без кабеля	кг	75	27
Завод-изготовитель		Даугавпилсский «Электроинструмент»	

Раздел 17

Некоторые строительные материалы, конструкции, арматура, инструменты, применяемые при строительстве кабельных линий связи

17.1. Лесоматериалы *

Наиболее широкое применение в строительстве находят лесоматериалы хвойных пород, но применяются и лиственные. Различают четыре сорта древесины. По толщине круглые лесоматериалы подразделяются на мелкие диаметром 8...13 см (используется древесина второго и третьего сортов), средние 14...24 см и крупные 26 см и более. Лесоматериалы для строительства линий связи должны быть окорены с полным удалением луба.

Технические свойства древесины зависят от ее влажности: влажность свежесрубленной древесины составляет около 35%, воздушно-сухой 20...15%, а комнатно-сухой 13...8%. Вследствие неоднородности строения древесина усыхает и разбухает от влажности неодинаково, что влечет за собой коробление и появление трещин.

Пиломатериалы. Пиломатериалы (доски, брусья, шпалы) изготовляются из древесины хвойных и лиственных пород. Пиломатериалы хвойных пород изготовляются длиной до 6,5 м, а лиственных пород — до 5 м. В табл. 17.1 приводится объем 100 м пиломатериалов. Пиленый лес условно приводится к круглому введением коэффициента 1,45. В табл. 17.2 приведен объем древесины в столбах для линий связи. В табл. 17.3 приведены нормы выхода древесины с 1 га леса и классификация последнего по крупности и густоте.

Фанера (ГОСТ 11539—83). Фанера состоит из трех или более слоев лущеного шпона, склеенных между собой синтетическими смолами при взаимно перпендикулярном расположении волокон древесины соприкасающихся слоев. Фанера изготовляется из березы, ольхи, сосны, бука и осины. В строительстве наиболее широко применяется бакелизированная фанера из березового шпона: для ис-

Таблица 17.1

Объем 100 м досок и брусьев

Толщина пиломатериала, 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	—	—	—	—	4,00	—	4,800	5,200

* ГОСТ 9463—72 и 9462—71.

Таблица 17.2

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

Таблица 17.3

Классификация леса по крупности и густоте и нормы выхода древесины с 1 га

Крупность	Диаметр, мм		Густота	Число деревьев на 1 га	Норма выхода древесины с 1 га, м³	
	ствола	пня			деловой	дровяной
Крупный	Более 320	Более 340	Густой	320	120	80
			Средний	200	90	60
			Редкий	80	60	40
Средний	До 320	До 340	Густой	520	105	70
			Средний	340	75	50
			Редкий	160	45	30
Мелкий	До 240	До 260	Густой	850	90	60
			Средний	500	60	40
			Редкий	300	30	20
Очень мелкий	До 160	До 180	Густой	1400	68	67
			Средний	850	43	42
			Редкий	400	18	17
Тонкомерный (подлесок и кустарник)	До 110	До 120	Густой	2250	10	23
			Средний	1450	6	14
			Редкий	800	3	7

пользования внутри и вне помещений — марки ФБС, для использования только внутри помещений — марки ФБВ. Бакелизированная фанера выпускается листами размером 7700×1550; 5600×1550 и 5600×1250 мм. Листы выпускаются толщиной 5, 7, 10, 12, 14, 16 и 18 мм. Фанера измеряется в кубических метрах.

17.2. Кирпич

Кирпич глиняный обыкновенный (ГОСТ 530—80) изготовляется из глин с различными добавками или без них путем пластического или полусухого прессования и обжига. Различают два вида кирпича: одинарный размерами 250×120×65 мм, массой 3,5 кг и модульный размерами 250×120×88 мм и массой 4 кг. Последний имеет технологические пустоты. В соответствии с пределами прочности при сжатии кирпич подразделяется на семь марок: 300, 250, 200, 150, 125, 100 и 75 кгс/см^2.

Таблица 17.4

Расход кирпича на 1 м^2 кладки сплошной стены

Толщина стены в кирпичах	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Расход кирпича на 1 м^2 кладки сплошной стены, шт.	50	100	150	200	250	300

Форма кирпича – прямоугольный параллелепипед с прямыми ребрами и углами. Водопоглощение кирпича составляет не менее 8% его массы. По морозостойкости насыщенный водой кирпич должен выдерживать без внешних признаков разрушения не менее 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания в воде при температуре 15 °С. Кирпич-половняк может составлять до 5% принимаемой на заводе партии. Не допускается погрузка кирпича навалом и выгрузка сбрасыванием. Как правило, кирпич должен доставляться 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. 17.4 приводятся нормы расхода кирпича при строительстве.

17.3. 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 числа выпускаемых отечественной промышленностью цементов наибольшее распространение получили:

портландцемент (ГОСТ 965–78) – для бетонных и железобетонных наземных, подземных и подводных сооружений;

шлакопортландцемент — для тех же сооружений, но характеризующийся более медленным нарастанием прочности (особенно при пониженных температурах), меньшей, чем у портландцемента, морозостойкостью, но повышенной стойкостью в агрессивных водах;

глиноземистый цемент (ГОСТ 969—77) – отличается от портландцемента более быстрым твердением. На его основе изготовляются расширяющиеся цементы, которые характеризуются быстрым схватыванием, а также увеличением объема при твердении.

Таблица 17.5

Временное сопротивление изгибу и сжатию различных цементов по маркам

Обозначение цемента	Гарантированная марка	Предел прочности, МПа (кгс/см²)			
		при изгибе в возрасте, суток		при сжатии в возрасте, суток	
		3	28	3	28
ПЦ-ДО, ПЦ-Д5, ПЦ-Д20, ШПЦ	300	—	4,4(45)	—	29,4 (300)
	400	—	5,4(55)	—	39,2 (400)
	500	—	5,9(60)	—	49,0 (500)
	550	—	6,1(62)	—	53,9 (550)
	600	—	6,4(65)	—	58,8 (600)
ПЦ-Д20-Б	400	3,9(40)	5,4(55)	24,5 (250)	39,2 (400)
	500	4,4(45)	5,9(60)	27,5 (280)	49,0 (500)
ШПЦ-Б	400	3,4(35)	5,4(55)	19,6 (200)	39,2 (400)

Процесс твердения цементной массы разделяют на четыре стадии: до начала схватывания; от начала до конца схватывания; от конца схватывания до приобретения заданной прочности; дальнейшее нарастание прочности сверх заданной.

Скорость схватывания характеризуется промежутком времени, в течение которого цементное тесто постепенно теряет пластичность, но еще не приобретает прочности и находится между первой и второй стадиями. Скорость твердения характеризуется промежутком времени, в течение которого 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 замесом следует заполнить опалубки (формы), а на второй стадии за ним надлежит обеспечить соответствующий уход.

Начало схватывания цементов должно наступить не ранее 45 мин, а конец — не позднее 10 ч от начала затворения при температуре +20 °С. При понижении температуры время схватывания увеличивается, а при отрицательных температурах процесс схватывания и твердения приостанавливается. При повышенной температуре указанное выше время сокращается. На этом принципе основана пропарка бетонных и железобетонных изделий в специальных камерах.

Согласно ГОСТ 10178—85 цементы по пределу прочности при изгибе и сжатии делятся на пять марок: 300, 400, 500, 550 и 600. Эти числа соответствуют значениям предела прочности при сжатии.

В табл. 17.5 приведены значения временного сопротивления изгибу и сжатию различных цементов по маркам после вызревания в течение 28 и 3 суток.

Активность цемента при хранении до трех месяцев снижается на 20%, до шести месяцев — на 30% и до 12 месяцев — на 40%. Цемент должен храниться в сухом проветриваемом помещении с полом, устроенным на некотором возвышении над землей. Перевозить цемент следует автоцементовозами или в специальных (бумажных) мешках, заполняемых на цементных заводах.

17.4. Инертные материалы для бетона

Песок. Для бетона и растворов применяется песок (ГОСТ 8736—85) природный и дробленый с крупностью зерен менее 5 мм и объемной насыпкой массой более 1200 кг/м³. Наличие в песке зерен гравия крупнее 10 мм не должно пре-

вышать 0,5% по массе, а зерен размером 5...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 SO_3) более 2%. Он может содержать частицы менее 0,14 мм: для бетонов — до 100%, для растворов — до 20%.

Количество пылевидных, глинистых и илистых 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 посторонних засоряющих примесей. Масса 1 м³ песка составляет 1500...1700 кг. Песок хранят на открытых или закрытых складах в условиях, исключающих его засорение и загрязнение.

Гравий. Гравий природный (ГОСТ 8268—82) подразделяется по крупности зерен на фракции: 5...10, 10...20, 20...40 и 40...70 мм. Гравий, используемый для бетона, должен иметь объем пустот не более 45% и не содержать отмучиваемых примесей в виде глинистых, илистых и пылевидных частиц более 1% по массе. Крупность гравия не должна превышать 1/3 наименьшего размера конструкции и 3/4 расстояния между стержнями арматуры.

Щебень. Щебень подразделяется на виды: из естественного камня по ГОСТ 8267—82, из гравия по ГОСТ 10260—82 и искусственный (аглопоритовый) по ГОСТ 11991—83. Щебень из естественного камня получается путем дробления горных пород и предназначается для всех видов строительных работ. Щебень из гравия получают дроблением гравия и валунов. Аглопоритовый щебень представляет собой искусственный пористый материал, получаемый при термической обработке силикатного сырья методом агломерации.

Первые два вида щебня используются для обычных бетонов. Аглопоритовый щебень применяется в качестве заполнителя для легких бетонов. В качестве заполнителя для бетона в некоторых случаях может использоваться бой кирпича. По крупности зерен естественный щебень подразделяется на фракции: 5...10, 10...20, 20...40 и 40...70 мм. По прочности щебень из естественного камня характеризуется дробимостью при сжатии (раздавливании). Установлено семь марок щебня по прочности: 1200, 1000, 800, 600, 400, 300 и 200 — из естественного камня и четыре марки по прочности для щебня из гравия: 1000, 1000...800, 800...600 и 600...400 кгс/см². Щебень не должен содержать более 10% зерен слабых и выветренных пород.

17.5. 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 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 показатель В/Ц заменен на обратный Ц/В:

для бетона с гравием при Ц/В = 0,5 $R_{28} = 0{,}5\ R_ц$;

для бетона со щебнем при Ц/В = 0,5 $R_{28} = 0{,}55\ R_ц$.

где 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 предела прочности установлены следующие марки бетона: 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500. Качество гравия или щебня сказывается на прочности бетона.

Сопротивление бетона сжатию и растяжению приведено в табл. 17.6.

Прочность бетона при растяжении в 8...15 раз меньше, чем при сжатии. В бетонные конструкции, подвергающиеся воздействию растягивающих, изгиба-

Таблица 17.6

Пределы прочности бетонов при сжатии и растяжении

Марка бетона	Предел прочности, кгс/см², на		Марка бетона	Предел прочности, кгс/см², на	
	сжатие	растяжение		сжатие	растяжение
50	50	6,5	200	200	17
70	70	8,5	250	250	20
90	90	10,0	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

Таблица 17.7

Зависимость прочности бетона от температуры окружающей среды

Средняя температура окружающей среды, °С	Прочность бетона, кгс/см², в возрасте, суток			
	3	7	14	28
+5	15	35	55	85
+10	20	45	65	90
+15	30	60	80	100
+25	40	70	85	105

ющих 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.

При температуре ниже +15 °С бетон через 28 дней не достигает заданной прочности, т. е. период созревания бетона увеличивается.

Зависимость прочности бетона от температуры окружающей среды приведена в табл. 17.7.

Независимо от температуры окружающей среды созревающий бетон необходимо предохранять от высыхания.

Таблица 17.8

Влияние примеси жидкого стекла на время схватывания бетона

Количество жидкого стекла в массе цемента, %	Время схватывания, ч	
	Начало	Конец
0	1,70	12,0
2	1,02	3,1
5	0,08	2,5

Таблица 17.9

Коэффициенты для пересчета расхода цемента

Марка цемента	Коэффициент пересчета для заменяющих марок 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

Таблица 17.10

Примерный расход цемента для сборных железобетонных конструкций

Марка бетона	Марка цемента	Расход цемента, кг, на 1 м³ бетона для конструкции	
		любой, кроме тонкостенной	тонкостенной
100	300	255	--
150	300—400	280	--
200	400—500	300	320
300	500—600	370	390
400	600	440	480
500	600	--	560

Для сокращения времени схватывания бетона применяются различные химические добавки, например растворимое (так называемое жидкое) стекло, хлористый кальций, соляная кислота. В табл. 17.8 приводится время схватывания бетона при добавлении жидкого стекла.

Применение хлористого кальция и соляной кислоты помимо ускорения схватывания бетона повышает его стойкость к агрессивным водам и повышает водонепроницаемость. Добавка 1—2% хлористого кальция от массы цемента приводит к двукратному ускорению схватывания. Такое же соотношение имеет место при использовании соляной кислоты.

При зимнем бетонировании бетон, замерзший в возрасте пяти — семи дней, после оттаивания продолжает твердеть до приобретения заданной прочности. Если бетон замерз раньше пяти — семидневного возраста, то он при оттаивании обычно не достигает заданной прочности. Для зимней кладки бетон должен приготовляться из подогретых до +40 ... +70 °С материалов (песок, вода, гравий).

При замене одних марок цемента другими можно пользоваться приведенными в табл. 17.9 коэффициентами для перерасчета его расхода.

Ориентировочный расход цемента для сборных железобетонных конструкций приведен в табл. 17.10.

17.6. Строительные цементные растворы

В отличие от бетонов растворы содержат цемент, песок, известь и воду в соответствующих дозах. Расход цемента в растворе в килограммах на 1 м³ песка можно определить из соотношения $Q = (R_р/0{,}7\ R_ц)1000$, где $R_р$ — заданная марка раствора; $R_ц$ — марка цемента; 0,7 — коэффициент. В ряде случаев в цементные растворы вводится известь.

Примерный состав цементных растворов по маркам приведен в табл. 17.11.

Таблица 17.11

Примерный состав цементных растворов в объемной дозировке

Марка цемента	Состав для раствора марки			
	100	75	50	25
Наземная 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 в мокрых 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 : 5	1 : 1 : 10
250	—	—	1 : 0,2 : 3	1 : 0,7 : 6
200	—	—	1 : 0,1 : 2,5	1 : 0,5 : 5

* Отношение долей цемента, извести и песка.

17.7. Сталь арматурная

Сталь горячекатанная круглая гладкого и периодического профилей (ГОСТ 5781—82), используемая для армирования железобетонных конструкций (сокращенное название арматурная сталь), делится на шесть классов: A-I, A-II, A-III, A-IV, A-V и A-VI. Арматурная сталь изготовляется в стержнях или мотках. Сталь класса A-I изготовляется гладкой, остальные — периодического профиля. По требованию потребителя гладкой может изготовляться также арматурная сталь классов A-II ... A-V.

Арматурная сталь классов A-I и A-II диаметром до 12 мм и класса A-III диаметром до 10 мм включительно изготовляют в мотках или стержнях, больших диаметров — в стержнях длиной 6 ... 12 м. Арматурную сталь диаметром 6 ... 10 мм иногда называют катанкой.

Площадь поперечного сечения и масса арматурной стали в зависимости от диаметра приведены в табл. 17.12.

Таблица 17.12

Площадь поперечного сечения и масса арматурной стали

Номер профиля (номинальный диаметр стержня), мм	Площадь поперечного сечения, см²	Масса 1 м, кг	Номер профиля (номинальный диаметр стержня), мм	Площадь поперечного сечения, см²	Масса 1 м, кг
6	0,283	0,222	28	6,160	4,830
8	0,503	0,395	32	8,040	6,310
10	0,785	0,617	36	10,180	7,990
12	1,131	0,888	40	12,570	9,870
14	1,540	1,210	45	15,000	12,480
16	2,010	1,580	50	19,630	15,410
18	2,540	2,000	55	23,760	18,650
20	3,140	2,470	60	28,270	22,190
22	3,800	2,980	70	38,480	30,210
25	4,910	3,850	80	50,270	39,460

Арматурная сталь поставляется в пачках массой до 5 т. По соглашению сторон поставляются пачки массой до 3 т.

17.8. Сталь прокатная

Сталь тонколистовая кровельная (ГОСТ 17715—72) изготовляется толщиной 0,35 ... 0,8 мм, шириной 510 ... 1000 мм и длиной 710 ... 200 мм путем раскроя листов размерами 710×1420, 750×1500 и 1000×2000 мм. Поставка осуществляется в пачках и рулонах. Масса одного упаковочного места не более 5 т. Масса пачки при ручной погрузке — не более 80 кг.

Сталь прокатная полосовая (ГОСТ 103—76) выпускается толщиной от 4 до 60 мм (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 56 и 60 мм) и шириной от 11 до 200 мм (38 размеров).

Выборочные данные по массе полосовой стали наиболее ходовых в строительстве сооружений связи размеров приведены в табл. 17.13.

Таблица 17.13

Выборочные данные по массе прокатной полосовой стали (ГОСТ 103—76)

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	0,56	0,75	0,94	30	0,94	1,18	1,41	1,88	2,36
14	0,44	0,55	0,66	0,88	1,09	36	1,13	1,41	1,70	2,26	2,83
16	0,50	0,63	0,75	1,00	1,26	40	1,26	1,57	1,88	2,51	3,14
18	0,56	0,71	0,85	1,13	1,41	45	1,41	1,77	2,12	2,83	3,53
20	0,63	0,78	0,94	1,26	1,57	50	1,57	1,96	2,36	3,14	3,92
22	0,69	0,86	1,04	1,38	1,73	55	1,73	2,16	2,59	3,45	4,32
25	0,78	0,98	1,18	1,57	1,96	60	1,88	2,36	2,83	3,77	4,71

Примечание. Минимальная и максимальная длина полос составляет соответственно 3 и 9 м.

Сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8509—72) выпускается с полками (рис. 17.1) шириной от 20 до 250 мм (28 размеров) и толщиной от 3 до 30 мм (16 размеров).

Выборочные данные по массе угловой равнополочной стали наиболее ходовых размеров в строительстве сооружений связи приведены в табл. 17.14.

Сталь прокатная угловая неравнополочная (ГОСТ 8510—72) выпускается с полками (рис. 17.1, *б*) шириной от 25×16 до 250×160 (24 типоразмера) и толщиной полок от 3 до 20 мм (15 размеров). Основные размеры и масса выборочной группы неравнополочных стальных уголков приведены в табл. 17.15.

Таблица 17.14

Выборочные данные по массе угловой равнополочной прокатной стали (ГОСТ 8509—72)

Номер профиля	Ширина полки мм	Масса 1 м стали, кг, при толщине полки, мм (рис. 17.1, *а*)								
		3	4	5	6	8	9	10	14	16
2	20	0,89	1,15	—	—	—	—	—	—	—
2,5	25	1,12	1,46	1,78	—	—	—	—	—	—
3,2	32	1,46	1,91	—	—	—	—	—	—	—
3,6	36	1,65	2,16	—	—	—	—	—	—	—
4	40	1,85	2,42	2,98	3,52	—	—	—	—	—
4,5	45	2,08	2,73	3,37	3,99	—	—	—	—	—
5	50	2,32	3,05	3,77	4,47	5,82	—	—	—	—
5,6	56	—	3,44	4,25	—	—	—	—	—	—
6,3	63	—	3,90	4,81	5,72	—	—	—	—	—
7	70	—	—	5,38	6,39	8,37	—	—	—	—
7,5	75	—	—	5,80	6,89	9,02	10,07	—	—	—
8	80	—	—	—	7,36	9,65	—	—	—	—
9	90	—	—	—	8,33	10,93	12,20	—	—	—
10	100	—	—	—	—	12,25	—	15,10	20,63	23,30
12,5	125	—	—	—	—	15,46	17,30	19,10	26,20	29,65

Таблица 17.15

Основные размеры и масса выборочной группы неравнополочной угловой стали (ГОСТ 8509—72)

Размеры угловой стали, мм (рис. 17.1, б)			Масса 1 м стали, кг	Размеры угловой стали, мм (рис. 17.1, б)			Масса 1 м стали, кг
B	*b*	*d*		*B*	*b*	*d*	
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	7,53
45	28	4	2,20	100	63	7	8,70
50	32	4	2,49	110	70	6,5	8,98
56	36	4	2,81	110	70	8	10,93
63	40	5	3,91	125	80	7	11,04
70	45	5	4,39	125	80	8	12,53
75	50	6	5,69				

Сталь горячекатанная — швеллеры (ГОСТ 8240—72) выпускаются с полками (рис. 17.1, в) шириной от 50×32 до 400×115 мм (15 типоразмеров) и толщиной полок от 4,4 до 8,0 мм (14 размеров). Основные размеры, площадь сечения и масса швеллеров приведены в табл. 17.16, длина составляет 4 . . . 13 м.

Таблица 17.16

Основные размеры, площадь сечения и масса стальных швеллеров (рис. 17.1, в)

Номер швеллера	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	Номер швеллера	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
	h	*b*	*S*				*h*	*b*	*S*		
5	50	32	4,4	6,16	4,84	20	200	76	5,2	23,40	18,40
6,5	65	36	4,4	7,51	5,90	20а	200	80	5,2	25,20	19,80
8	80	40	4,5	8,98	7,05	22	220	82	5,4	26,70	21,00
10	100	46	4,5	10,90	8,59	22а	220	87	5,4	28,80	22,60
12	120	52	4,8	13,30	10,40	24	240	90	5,6	30,60	24,00
14	140	58	4,9	15,60	12,30	24а	240	95	5,6	32,90	25,80
14а	140	62	4,9	17,0	13,30	27	270	95	6,0	35,20	27,70
16	160	64	5,0	18,10	14,20	30	300	100	6,5	40,50	31,80
16а	160	68	5,0	19,50	15,30	33	330	105	7,0	46,50	36,50
18	180	70	5,1	20,70	16,30	36	360	110	7,5	53,40	41,90
18а	180	74	5,1	22,20	17,40	40	400	115	8,0	61,50	48,30

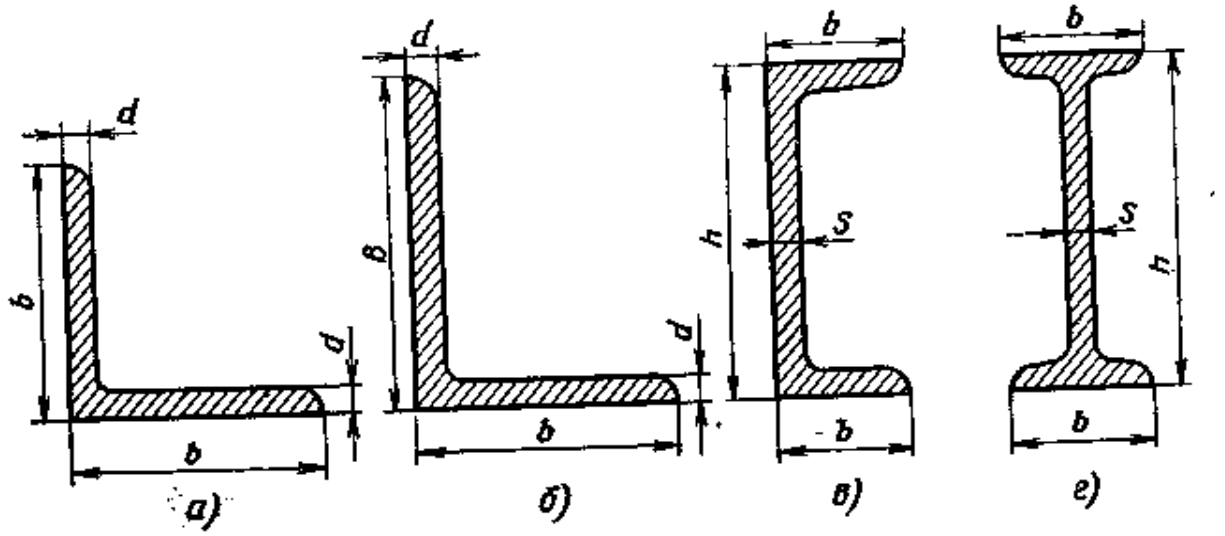


Рис. 17.1. Сталь прокатная:
а — угловая равнополочная; *б* — угловая неравнополочная; *в* — швеллер; *г* — балка двутавровая

Основные размеры и масса стальных горячекатанных балок двутавровых (ГОСТ 8239—72) приводятся в табл. 17.17.

Таблица 17.17

Основные размеры, площадь сечения и масса стальных горячекатанных двутавровых балок (рис. 17.1, *г*)

Номер балки	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	Номер балки	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
	h	*b*	*S*				*h*	*b*	*S*		
10	100	55	4,5	12,0	9,46	27	270	125	6,0	40,2	31,50
12	120	64	4,8	14,7	11,50	27а	270	135	6,0	43,2	33,90
14	140	73	4,9	17,4	13,70	30	300	135	6,5	46,5	36,50
16	160	81	5,0	20,2	15,90	30а	300	145	6,5	49,9	39,20
18	180	90	5,1	23,4	18,40	33	330	140	7,0	53,8	42,20
18а	180	100	5,1	25,4	19,90	36	360	145	7,5	61,9	48,60
20	200	100	5,2	26,8	21,00	40	400	155	8,3	72,6	57,00
20а	200	110	5,2	28,9	22,70	45	450	160	9,0	84,7	66,50
22	220	110	5,4	30,6	24,00	50	500	170	10,0	100,0	78,50
22а	220	120	5,4	32,8	25,80	55	550	180	11,0	118,0	92,60
24	240	115	5,6	34,8	27,30	60	600	190	12,0	138,0	108,00
24а	240	125	5,6	37,5	29,40						

17.9. Изделия, прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов (рис. 17.2)

Уголки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов равнополочные (ГОСТ 13737—80) выпускаются с полками шириной от 10 до 250 мм (41 типоразмер) и толщиной полок от 1 до 33 мм (34 размера). Основные размеры, площадь сечения и масса выборочной группы равнополочных уголков прессованных из алюминия приведены в табл. 17.18.

Таблица 17.18.

Основные размеры, площадь сечения и масса равнополочных уголков из алюминия (рис. 17.2, *а*)

Номер уголка	Размеры, мм		Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	Номер уголка	Размеры, мм		Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
	H	*S*				*H*	*S*		
410002	10	2,0	0,368	0,105	410154	55	2,5	2,706	0,771
410011	15	1,0	0,294	0,084	410158	60	3,0	3,536	1,008
410018	15	2,0	0,564	0,160	410160	60	5,0	5,776	1,646
410021	15	3,0	0,819	0,233	410162	60	6,0	6,855	1,953
410035	20	1,0	0,398	0,113	410163	60	8,0	8,969	2,556
410040	20	2,0	0,764	0,217	410170	65	10,0	11,946	3,404
410043	20	3,0	1,119	0,319	410173	70	5,0	6,776	1,931
410045	20	4,0	1,474	0,420	410177	70	8,0	10,598	3,020
410048	25	1,2	0,597	0,170	410178	70	10,0	13,076	3,726
410053	25	2,0	0,964	0,274	410180	70	15,0	18,810	5,360
410060	25	3,0	1,418	0,401	410184	75	4,0	5,873	1,673
410065	25	4,0	1,857	0,539	410186	75	8,0	11,345	3,233
410068	25	5,0	2,242	0,638	410187	75	10,0	13,946	3,974
410075	30	1,5	0,884	0,292	410190	80	6,0	9,255	2,637
410078	30	2,0	1,164	0,338	410192	80	7,0	10,778	3,071
410081	30	3,0	1,719	0,507	410193	80	8,0	12,210	3,480
410084	30	4,0	2,258	0,776	410195	80	9,0	13,659	3,893
410085	30	5,0	2,759	0,970	410197	85	3,0	5,046	1,438
410096	35	3,0	3,019	0,679	410200	90	8,0	13,928	3,900
410100	35	4,0	2,631	0,905	410201	90	9,0	15,518	4,422
410112	40	2,0	1,564	0,446	410202	90	10,0	17,037	4,855
410117	40	3,0	2,319	0,661	410204	100	6,0	11,674	3,327
410121	40	4,0	3,057	0,871	410206	100	8,0	15,413	4,393
410123	40	5,0	3,776	1,076	410208	100	10,0	19,170	5,401
410126	45	3,0	2,620	0,746	410212	110	8,0	17,013	4,348
410128	45	4,0	3,457	0,985	410213	120	10,0	23,181	6,606
410133	45	5,0	4,276	1,219	410220	125	8,0	19,345	5,514
410135	45	7,0	5,870	1,673	410222	140	10,0	27,852	7,935
410136	50	3,0	2,919	0,832	410225	140	20,0	52,002	14,820
410137	50	4,0	3,857	1,099	410226	150	20,0	56,376	16,087
410144	50	5,0	4,776	1,361	410231	200	14,0	54,460	15,521
410148	50	6,0	5,655	1,611	410232	250	25,0	118,964	33,904
410152	50	7,0	6,527	1,860					

Примечание. Теоретическая масса 1 м профиля вычислена по номинальным размерам при плотности 2,85 г/см³, что соответствует плотности алюминиевого сплава марки В95.

Ассортимент уголков прессованных из алюминия и алюминиевых сплавов неравнополочных (ГОСТ 13738—80) содержит 391 типоразмер (по соотношению ширины и толщины полок). Основные размеры, площадь сечения и масса выборочной группы равнополочных уголков прессованных из алюминия даны в табл. 17.19.

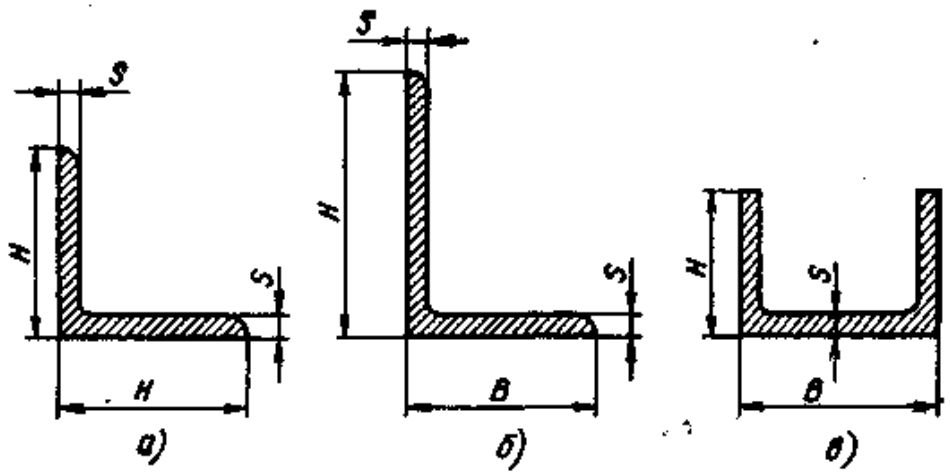


Рис. 17.2. Профили, прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов:
а — уголки равнополочные; *б* — уголки неравнополочные; *в* — швеллер равнотолщинный

Основные размеры, площадь сечения и масса выборочной группы профилей прессованных прямоугольных швеллерного сечения из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 13623—80) приведены в табл. 17.20.

Таблица 17.19

Основные размеры, площадь сечения и масса выборочной группы неравнополочных уголков из алюминия (рис. 17.2, *б*)

Номер уголка	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	Номер уголка	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
	H	*B*	*S*				*H*	*B*	*S*		
410511	15,0	10,0	3,0	0,662	0,183	411063	60,0	30,0	6,0	7,254	2,007
410536	20,0	10,0	1,5	0,434	0,134	411073	60,0	40,0	2,5	2,450	0,694
410549	20,0	15,0	2,0	0,600	0,171	411086	60,0	50,0	5,0	10,232	2,916
410550	20,0	15,0	3,0	0,970	0,276	411130	65,0	50,0	8,0	12,555	3,578
410589	25,0	15,0	1,5	0,517	0,147	411146	70,0	15,0	3,5	3,960	1,129
410604	25,0	20,0	2,0	0,958	0,273	411162	70,0	50,0	12,0	13,020	3,710
410636	30,0	15,0	3,0	1,259	0,359	411189	75,0	30,0	4,0	4,050	1,134
410646	30,0	20,0	2,0	0,964	0,275	411190	75,0	30,0	5,0	5,027	1,435
410651	30,0	20,0	3,0	1,410	0,404	411201	75,0	50,0	4,0	4,870	1,864
410710	35,0	10,0	4,0	2,139	0,510	411240	80,0	50,0	10,0	20,077	5,722
410720	35,0	20,0	4,0	2,060	0,587	411295	90,0	50,0	6,0	8,139	2,320
410724	35,0	25,0	3,0	1,712	0,488	411305	90,0	75,0	10,0	18,008	5,360
410735	35,0	30,0	4,0	2,457	0,700	411326	100,0	12,0	2,0	2,200	0,627
410793	40,0	20,0	2,0	1,164	0,332	411333	100,0	40,0	5,0	6,790	1,395
410796	40,0	20,0	5,0	2,765	0,783	411340	100,0	75,0	8,0	13,429	3,827
410916	50,0	20,0	3,0	2,201	0,627	411362	110,0	24,0	5,0	9,153	2,609
410966	50,0	40,0	3,0	3,382	0,964	411371	120,0	25,0	3,5	5,069	1,445
411012	55,0	25,0	3,0	3,000	0,835	411422	150,0	100,0	10,0	24,053	6,855
411035	55,0	50,0	8,0	7,787	2,219	411450	200,0	120,0	12,0	36,969	10,536

Таблица 17.20

Основные размеры, площадь сечения и масса выборочной группы алюминиевых швеллеров (рис. 17.2, *в*)

Номер профиля	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
	H	*B*	*S*		
440 039	10,0	15,0	1,0	0,329	0,094
440 052	10,0	100,0	3,0	3,426	0,977
440 074	15,0	15,0	1,5	0,631	0,180
440 079	15,0	25,0	1,5	0,795	0,226
440 122	20,0	20,0	5,0	2,501	0,713
440 128	20,0	30,0	2,0	1,335	0,380
440 134	20,0	50,0	4,0	3,330	0,949
440 142	20,0	100,0	2,5	3,481	0,992
440 177	25,0	25,0	3,0	2,087	0,595
448 178	25,0	25,0	5,0	3,249	0,926
440 185	25,0	40,0	3,0	2,549	0,726
440 201	25,0	60,0	4,0	4,131	1,177
440 206	25,0	70,0	3,0	3,449	0,983
440 247	30,0	50,0	2,0	2,183	0,622
440 251	30,0	50,0	4,0	4,131	1,177
440 271	30,0	150,0	7,0	14,149	4,033
440 282	33,0	50,0	7,0	7,178	2,046
440 291	35,0	60,0	4,0	1,050	1,411
440 298	35,0	75,0	10,0	12,762	1,617
440 327	40,0	45,0	3,0	3,638	1,037
440 332	40,0	70,0	5,0	7,080	2,018
440 345	40,0	200,0	4,5	12,390	3,531
440 378	50,0	70,0	7,0	11,024	3,142
440 383	50,0	100,0	5,0	9,610	2,739
440 432	60,0	150,0	7,0	18,346	5,229
440 450	70,0	150,0	5,0	14,013	3,994
440 462	75,0	75,0	6,0	12,316	3,510
440 469	80,0	80,0	6,0	13,749	3,918
440 474	80,0	150,0	7,0	20,789	5,925
440 500	100,0	100,0	5,0	14,049	4,004
440 506	100,0	300,0	14,0	66,870	19,058
440 524	150,0	150,0	8,0	33,759	9,621
440 530	200,0	200,0	13,5	74,719	21,295
440 533	275,0	275,0	15,0	116,224	33,124

17.10. Проволока стальная

В табл. 17.21 приведены некоторые данные основных видов стальной проволоки, применяемой при строительстве линейных сооружений связи.

Таблица 17.21

Проволока стальная

Диаметр, мм	Расчетная масса 1000 м, кг	Масса мотка, кг	Диаметр, мм	Расчетная масса 1000 м, кг	Масса мотка, кг
Проволока стальная оцинкованная, ГОСТ 1668—73			Проволока стальная вязочная, ГОСТ 15892—70		
1,5	13,9	10,0	1,0	6,25	5,0
2,0	24,7	20,0	1,2	9,0	10,0
3,0	55,5	25,0	1,4	12,2	10,0
5,0	160,0		2,0	25,0	15,0
			2,5	34,0	20,0

17.11. Трубы стальные

Для кабельных трубопроводов стальные трубы находят применение, когда вынужденно малая глубина прокладки в земле требует либо специальной дополнительной защиты от механических повреждений, либо повышения механической прочности самих труб, а также в случаях прокладки кабельной канализации под мостами, открытой прокладки по стенам зданий, металлоконструкциям, вертикальным шахтам, стоякам, на вводах в здания, выводах на опоры линий связи и скрытой прокладки в стенах, полах и других элементах зданий.

В табл. 17.22 приведены конструктивные данные стальных водогазопроводных (газовых) труб, применяемых в случаях, когда требуется повышенная механическая прочность трубопровода.

Таблица 17.22

Конструктивные данные труб стальных водогазопроводных (ГОСТ 3262—75)

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).

Указанные трубы обычно поставляются длиной 4 ... 12 м. Их стыковка осуществляется с помощью стальных резьбовых соединительных частей — муфт (ГОСТ 8966—75), ниппелей (ГОСТ 8967—75); контргаек (ГОСТ 8968—75) и сгонов (ГОСТ 8969—75).

В закладных устройствах скрытой проводки внутри зданий преимущественно применяются тонкостенные стальные электросварные трубы, конструктивные данные которых приведены в табл. 17.23 (см. стр. 742—743).

17.12. Болты и гвозди

В табл. 17.24 приведены размеры и масса применяемых при строительстве кабельных сооружений болтов, а в табл. 17.25 — гвоздей.

Таблица 17.24

Размеры и масса болтов (ГОСТ 7796—70)

Размеры $d \times l$, мм	Масса 1000 шт., кг	Размеры $d \times l$, мм	Масса 1000 шт., кг	Размеры $d \times l$, мм	Масса 1000 шт., кг	Размеры $d \times l$, мм	Масса 1000 шт., кг	Размеры $d \times l$, мм	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	22,56	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 17.25

Размеры и масса гвоздей строительных

Размеры стержня $d \times l$, мм	Масса 1000 шт., кг	Размеры стержня $d \times l$, мм	Масса 1000 шт., кг	Размеры стержня $d \times l$, 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

Конструктивные данные стальных электросварных

Наружный диаметр, мм	Теоретическая масса 1 м							
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5
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	0,395	0,411				
14	0,321	0,379	0,434	0,490				
16	0,370	0,438	0,503	0,568				
18	0,419	0,497	0,572	0,647	0,717	0,789		
20	0,469	0,556	0,642	0,726	0,806	0,888		
22	0,518	0,616	0,710	0,806	0,895	0,986		
25	0,592	0,703	0,813	0,925	1,030	1,130	1,240	1,390
26	0,617	0,733	0,849	0,963	1,070	1,180	1,290	1,450
28	0,666	0,792	0,916	1,040	1,160	1,280	1,400	1,570
30	0,715	0,851	0,986	1,120	1,250	1,380	1,510	1,700
32	0,755	0,910	1,053	1,200	1,340	1,480	1,620	1,820
33	0,789	0,941	1,091	1,240	1,380	1,530	1,670	1,880
34		0,968	1,122	1,280	1,430	1,580	1,720	1,940
38		1,087	1,260	1,440	1,610	1,780	1,940	2,190
40		1,146	1,330	1,520	1,690	1,870	2,050	2,310
42		1,208	1,410	1,600	1,790	1,970	2,160	2,440
45		1,295	1,510	1,710	1,910	2,120	2,320	2,620
48			1,610	1,830	2,050	2,270	2,480	2,810
50			1,680	1,910	2,140	2,370	2,590	2,930
51			1,710	1,960	2,180	2,420	2,640	2,990
53			1,780	2,030	2,270	2,510	2,760	3,110
57			1,920	2,180	2,450	2,710	2,970	3,360
60			2,020	2,310	2,580	2,860	3,130	3 550
63,5			2,140	2,440	2,740	3,030	3,240	3,760
70			2,370	2,700	3,020	3,350	3,680	4,160
73			2,470	2,820	3,160	3,500	3,840	4,350
76			2,570	2,940	3,290	3,650	4,000	4,530
83					3,600	4,000	4,370	4,960
89						4,290	4,700	5,330
95						4,590	5,020	5,700
102						4,930	5,400	6,130
108								6,500
114								6,870
121								7,300
127								7,670
133								8,040
140								8,480
152								9,22

Примечание. По длине трубы поставляются: а) немерной длины при диаметре до 152 мм — не менее 4 м; при диаметре 152 мм и более — не менее 5 м; б) мерной длины

(тонкостенных) труб (ГОСТ 10704—76)

труб, кг, при толщине стенки, мм

2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4,5	5,0	5,5
2,020	2,150							
2,080	2,220							
2,150	2,290							
2,430	2,590							
2,560	2,740							
2,700	2,890							
2,910	3,110							
3,110	3,330							
3,250	3,480	3,700	4,010					
3,320	3,550	3,790	4,100					
3,460	3,700	3,940	4,270					
3,740	4,000	4,250	4,620					
3,940	4,220	4,490	4,880	5,270	5,520			
4,200	4,480	4,720	5,180	5,590	5,870			
4,630	4,960	5,280	5,740	6,200	6,510			
4,840	5,180	5,520	6,000	6,480	6,810			
5.050	5,400	5,750	6,260	6,760	7,100	7,930	8,750	9,560
5,520	5,920	6,310	6,860	7,420	7,790	8,710	9,620	10,510
5,940	6,360	6,770	7,380	7,980	8,380	9,380	10,360	11,320
6,360	6,810	7,260	7,900	8,550	8,980	10,040	11,100	12,140
6,840	7,320	7,810	8,500	9,200	9,670	10,820	11,960	13,090
7,250	7,770	8,290	9,020	9,760	10,260	11,490	12,70	13,90
7,680	8,210	8,740	9,54	10,33	10,85	12,15	13,44	14,72
8,160	8,730	9,290	10,14	10,98	11,54	12,93	14,30	15,67
8,570	9,170	9,770	10,66	11,54	12,13	13,59	15,04	16,48
8,990	9,62	10,25	11,18	12,11	12,73	14,26	15,78	17,29
9,47	10,13	10,79	11,78	12,76	13,42	15,04	16,65	18,24
10,30	11,02	11,74	12,82	13,89	14,60	16,37	18,13	19,87

30 мм — не менее 2 м; при диаметре 31 ... 70 мм — не менее 3 м; при диаметре 71 ... при диаметре до 70 мм — от 5 до 9 м; при диаметре 71 ... 152 мм — от 6 до 9 м.

Основные свойства некоторых пластмасс, употребляемых

Характеристика	Единица измерения	Полиэтилен	
		высокого давления (низкой плотности)	низкого давления (высокой плотности)
Удельная масса	г/см³	0,92 ... 0,93	0,95 ... 0,96
Предел прочности при:	кгс/см²		
растяжении		120 ... 180	200 ... 300
сжатии		120 ... 130	—
изгибе		120 ... 170	200 ... 380
Относительное удлинение при разрыве	%	150 ... 600	200 ... 1000
Усадка	%	1,0 ... 2,5	1,0 ... 2,5
Модуль упругости, $\times 10^{-3}$	кгс/см³	1,5 ... 2,5	6 ... 8
Коэффициент линейного расширения, $\times 10^{4}$	(1 °C)	1,0 ... 2,0	1,0 ... 2,0
Горючесть	—	Слабая	
Морозостойкость	°C	—60 ... —70	—
Электрическая прочность	кВ/мм	30 ... 60	30 ... 60
Стойкость в различных средах:			
вода	—	Хорошая	Хорошая
кислоты	—	Хорошая	Хорошая
щелочи	—	Хорошая	Хорошая
масла	—	Плохая	Плохая
бензин	—	Набухает	Набухает
Стойкость в различных средах. Растворители	—	Набухает в ароматических углеводородах, ацетоне, серном эфире	
Метод переработки	—	Литье под давлением, экструзия, вакуумформирование, выдувание	

Таблица 17.26

в строительстве кабельных сооружений связи

Поливинилхлорид		Полистирол	Полипропилен	Полиамид (капрон)
жесткий	пластифицированный			
1,36 . . . 1,40	1,30 . . . 1,50	1,04 . . . 1,06	0,90 . . . 0,92	1,14 . . . 1,5
400 . . . 600 800 . . . 1000 900 . . . 1200	70 . . . 140 500 . . . 600 1000 . . . 1100	300 . . . 500 900 . . . 1000 800 . . . 1100	250 . . . 350 650 . . . 750 —	500 . . . 850 700 . . . 800 500 . . . 900
10 . . . 25	100 . . . 300	1,5 . . . 3,5	500 . . . 700	150 . . . 200
—	—	—	1,0 . . . 2,5	1,0 . . . 1,5
30	15	12 . . . 30	9 . . . 12 (изгиб)	12 . . . 15
0,6 . . . 0,7	0,6 . . . 0,7	0,6 . . . 1,0	1,0 . . . 1,1	1,0 . . . 1,5
Не горит		Горит	Слабая	Слабая
—15 . . . —20	—15 . . . —20	—20 . . . —30	—15 . . . —20	—40 . . . —50
15 . . . 30	15 . . . 30	20 . . . 40	30 . . . 40	16 . . . 22
Хорошая Хорошая	Хорошая Хорошая	Хорошая Хорошая	Хорошая Хорошая	Ниже средней Хорошая к разбавленным кислотам
Хорошая Хорошая	Хорошая Хорошая	Хорошая Хорошая	Хорошая Удовлетворительная	Хорошая Хорошая
Хорошая	Хорошая	Набухает	Набухает незначительно	Хорошая
Набухает в дихлорэтане		Растворяется в спирте, ацетоне, ароматических хлористых углеводородах	Набухает в ароматических углеводородах	Растворяется в органических кислотах и фенолах
Литье под давлением, экструзия, вакуумформирование		Прессование	Литье под давлением, экструзия, вакуумформирование	Литье под давлением

17.13. Гидроизолирующие материалы

Гидроизол (ГОСТ 7415—86) — рулонный материал, изготовленный из асбестового картона, пропитанного битумом, при соотношении массы картона и битума 1 : 0,6. Может изготовляться с покрытием с обеих сторон дополнительным слоем битума. При стандартных испытаниях (полосы шириной 5 см) выдерживает растягивающие нагрузки не менее 30 кг.

Металлоизол — гидроизолирующий материал для ответственных конструкций. На металлическую основу нанесен слой битума. В случае повреждения битума металлическая основа корродируется.

Рубероид (ГОСТ 10923—82) представляет собой картон, покрытый тугоплавким нефтяным битумом с одной (односторонний) или с двух (двусторонний) сторон. По виду посыпки с лицевой стороны рубероид различают: с мелкой минеральной посыпкой (с двух сторон), с чешуйчатой посыпкой из слюдяного сланца и крупнозернистой посыпкой (с одной стороны). Рубероид водонепроницаем, упруг и атмосфероустойчив. Масса 1 м² составляет 0,25 ... 0,42 кг, масса рулона 22 ... 27 кг.

Толь (ГОСТ 10999—76) — гидроизолирующий материал, менее атмосфероустойчив и менее огнестоек, чем рубероид, но более мягок. Масса 1 м² толя 0,35 ... 0,42 кг, масса рулона 18 ... 25 кг. Толь, как и рубероид, изготовляется в виде полотен шириной 750 и 1000 мм, сматываемых в рулоны. Площадь рулона 30 и 15 м², а рубероида — 10, 15 и 20 м².

17.14. Некоторые виды пластмасс, применяемых в строительстве кабельных сооружений связи

Основные свойства некоторых видов пластмасс из числа применяемых в строительстве кабельных сооружений связи приведены в табл. 17.26 (см. стр. 744—745).

17.15. Основные свойства некоторых материалов, используемых в строительстве кабельных сооружений связи

В табл. 17.27 приведены объемные массы, коэффициенты теплопроводности, удельная теплоемкость и температура плавления группы материалов, используемых в строительстве кабельных сооружений связи.

Таблица 17.27

Некоторые данные о свойствах группы материалов, используемых в строительстве кабельных сооружений связи

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	0,58
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	—	—	—

Наименование материала	Объемная масса, кг/м³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×град)	Удельная теплоемкость, 4,19 Дж/(кг×град)	Температура плавления, °С
Гравий	1800 . . . 2000	—	—	—
Гранит	2800	—	—	—
Графит	2100	—	—	—
Дерево сухое:				
береза	500 . . . 800			
ель	400 . . . 700	0,15 . . . 0,2	0,65 . . . 0,57	—
дуб	700 . . . 1100			
Железобетон набивной	2200 . . . 2400	1,33	0,20	—
Железо	7880	46,8	0,01096	1300
Золото	19 300	—	—	—
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
Нихром	8100	—	0,11	1380 . . . 1410
Олово	7300 . . . 7400	56	0,054	232
Парафин	900	—	—	54
Песок сухой	1500. . . 1600	0,75	0,20	—
Платина	21 400	—	0,033	1770
Пробка	240	0,0432	0,05	—
Рубероид	1100	—	—	—
Свинец	11 400	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	—

17.16. Кабельные оконечные устройства

Кабельные боксы. Для междугородных кабелей применяются боксы марки БМ, для городских кабелей — марки БКТ. Некоторые данные по боксам БМ приведены в табл. 17.28, а по боксам БКТ — в табл. 17.29.

Таблица 17.28

Данные боксов БМ

Марка бокса	Число вводов кабелей	Емкость бокса, пар	Число плинтов	Масса, кг
БМ1-1	1	10/6	1	2,94
БМ1-2	1	20/12	2	5,03
БМ1-2	2	20/12	2	5,10
БМ2-3	2	30/18	3	6,40
БМ2-1	2	10/6	1	2,96

Таблица 17.29

Некоторые данные по боксам БКТ

Марка бокса	Емкость бокса, пар	Число десятипарных плинтов
БКТ-20×2	20	2
БКТ-30×2	30	3
БКТ-50×2	50	5
БКТ-100×2	100	10

Сопротивление изоляции боксов БМ должно составлять не менее 50 000 МОм. При испытании на электрический пробой они должны выдерживать напряжение 2000 В.

Выпускаются также боксы кабельные междугородные влагонепроницаемые БМВ1-2 (ТУ 45-1024—72), предназначенные для работы в условиях перепада температур —40 ... +50 °С при относительной влажности до 98%.

Сопротивление изоляции боксов БКТ должно составлять не менее 3000 МОм. При испытании на электрический пробой они должны выдерживать напряжение 1000 В.

Распределительные телефонные коробки. Типы вышеуказанных коробок (ГОСТ 8525—78):

КРТ-10 — коробка распределительная телефонная в корпусе из чугуна или алюминиевых сплавов, предназначенная для установки в неотапливаемых помещениях (рис. 17.3, *а*);

КРТП-10 — коробка распределительная телефонная в корпусе из фенольной прессовочной массы, предназначенная для установки в отапливаемых помещениях (рис. 17.3, *б*).

Общий вид и габаритные размеры коробок распределительных телефонных приведены на рис. 17.3.

Масса коробки КРТ-10 с плинтами в чугунном корпусе составляет 1,22 кг, в алюминиевом корпусе 0,50 кг, КРТП-10 — 0,37 кг.

Ящики кабельные для городских телефонных сетей. Ящики кабельные (ГОСТ 6753—77) предназначаются для установки в местах перехода кабельных линий городских телефонных сетей на воздушные линии и рассчитаны для эксплуатации на открытом воздухе в районах с умеренным и холодным климатом. Ящики кабельные выпускаются двух типов: ЯКГ-10×2 — для включения 10-парного кабеля; ЯКГ-20×2 — для включения 20-парного кабеля. Общий вид и габаритные размеры кабельных ящиков ЯКГ приведены на рис. 17.4.

В ящиках ЯКГ-10×2 устанавливаются боксы БГ-10×2 (ГОСТ 23052—78) с одним плинтом 11Г или 11ГП (ГОСТ 23025—78). В ящиках ЯКГ-20×2 устанавливаются боксы БГ-20×2 (ГОСТ 23052—78) и по два плинта 11Г или 11ГП (ГОСТ 23025—78).

Масса ЯКГ-10×2 с боксом и плинтами составляет 4,5 кг, ЯКГ-20×2 7,5 кг.

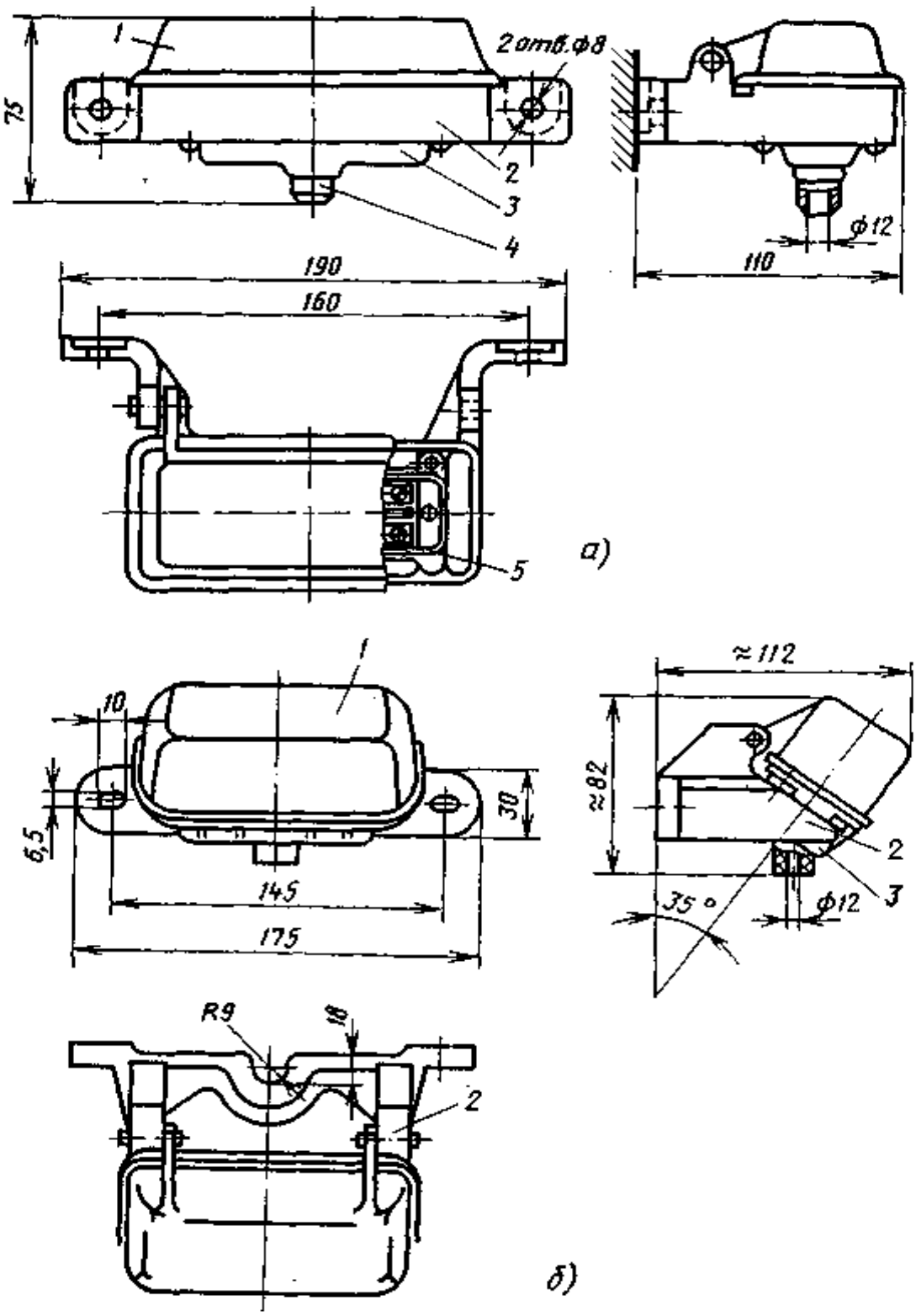


Рис. 17.3. Коробки распределительные телефонные КРТ-10 (*а*) и КРТП-10 (*б*): *1* — крышка; *2* — основание; *3* — бокс; *4* — вводная трубка; *5* — плинт

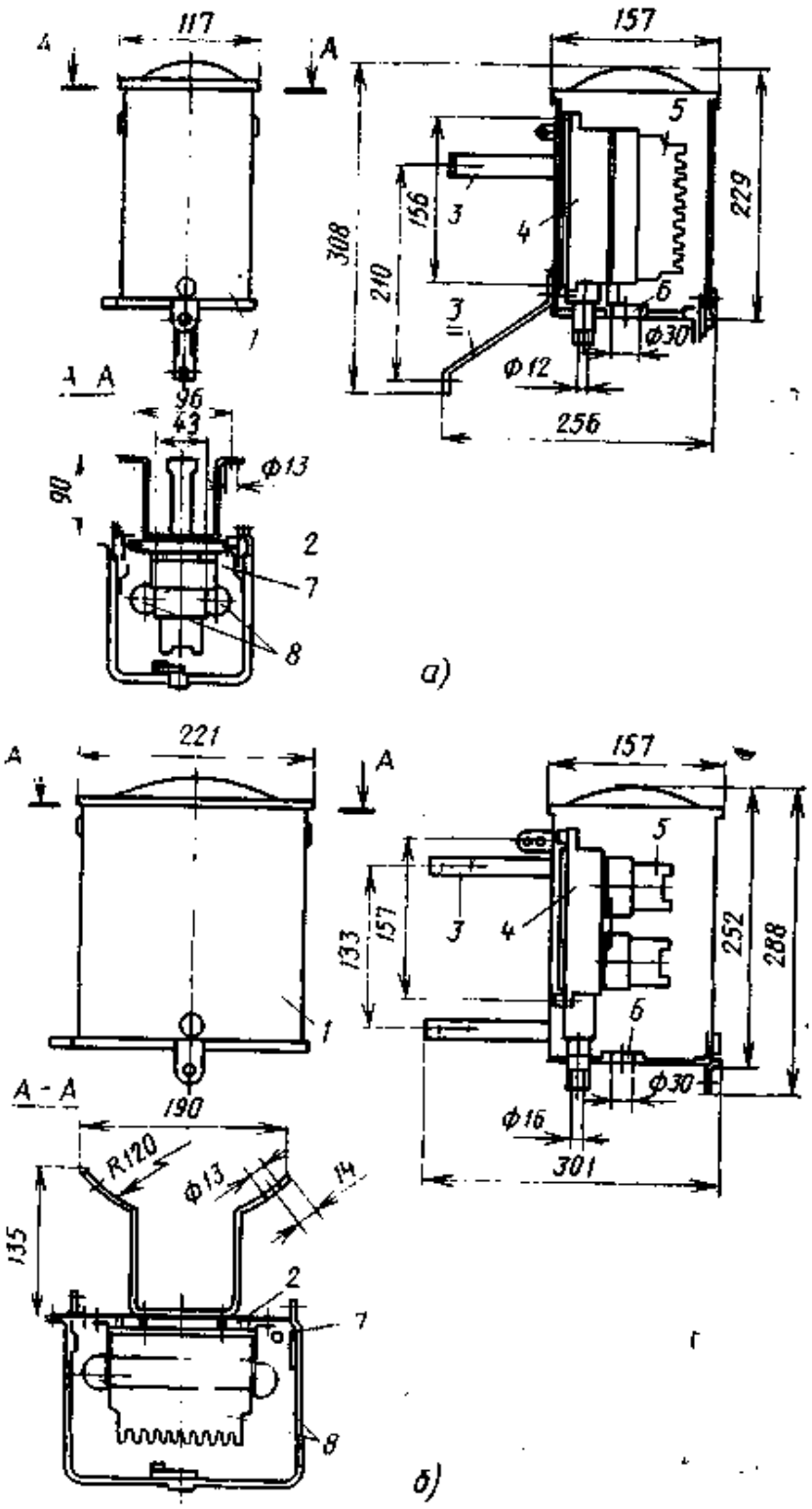


Рис. 17.4. Ящики кабельные ГТС ЯКГ-10×2 (*а*) и ЯКГ-20×2 (*б*):

1 — крышка; *2* — корпус; *3* — кронштейн; *4* — бокс; *5* — плинт; *6* — изоляционная втулка; *7* — отверстие для ввода провода заземления; *8* — отверстия для ввода соединительных линий

17.17. Арматура смотровых устройств кабельной канализации

В табл. 17.30 приводятся параметры кронштейнов (рис. 17.5) для кабельных колодцев и шахт связи (ГОСТ 8487—80).

Консоли для кабельных колодцев, коллекторов и шахт связи (ГОСТ 8850—80) выпускаются шести типоразмеров: ККЧ-1, ККЧ-2, ККЧ-3, ККЧ-4, ККЧ-5 и ККЧ-6 (рис. 17.6) соответственно числу мест для кабелей. Каждая консоль укомплектовывается консольным болтом с шайбой и гайкой (рис. 17.7). Ос-

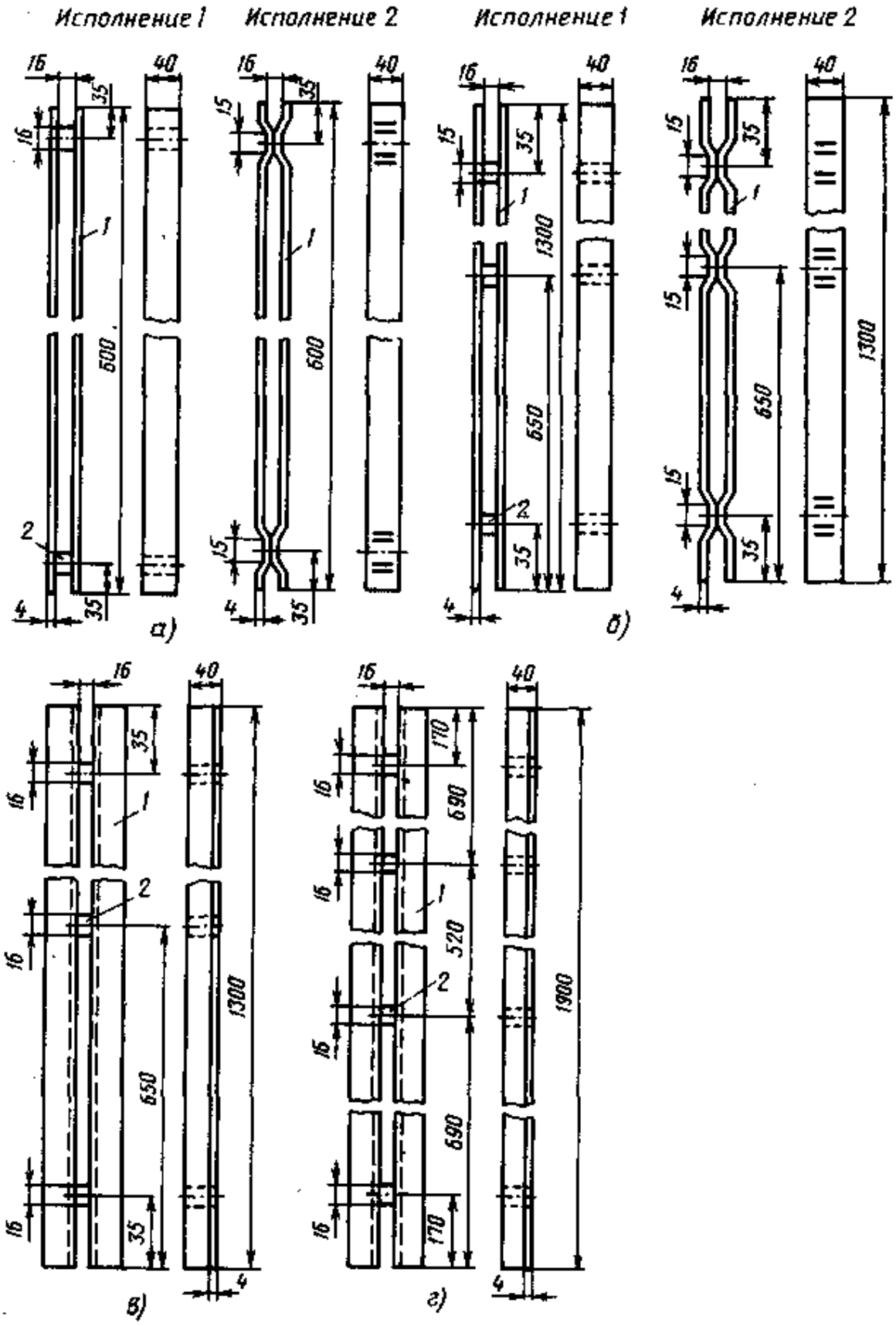
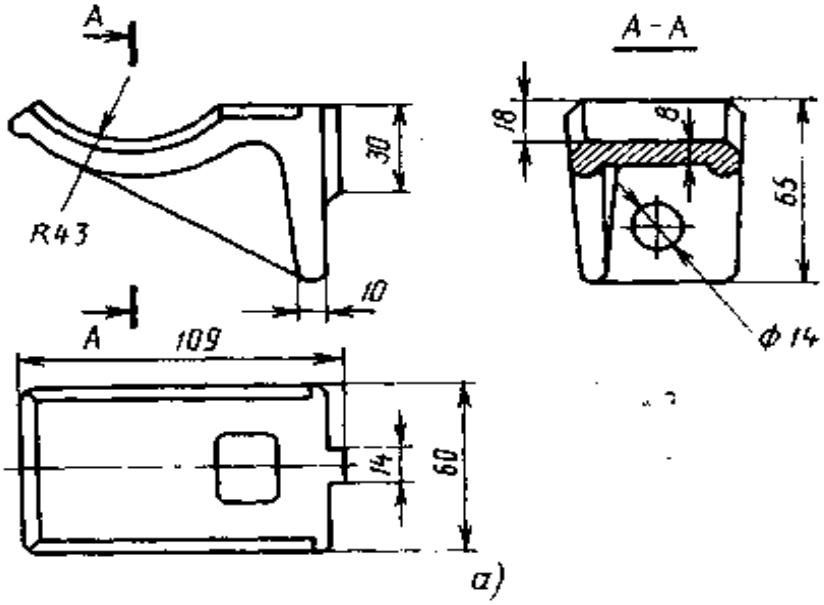
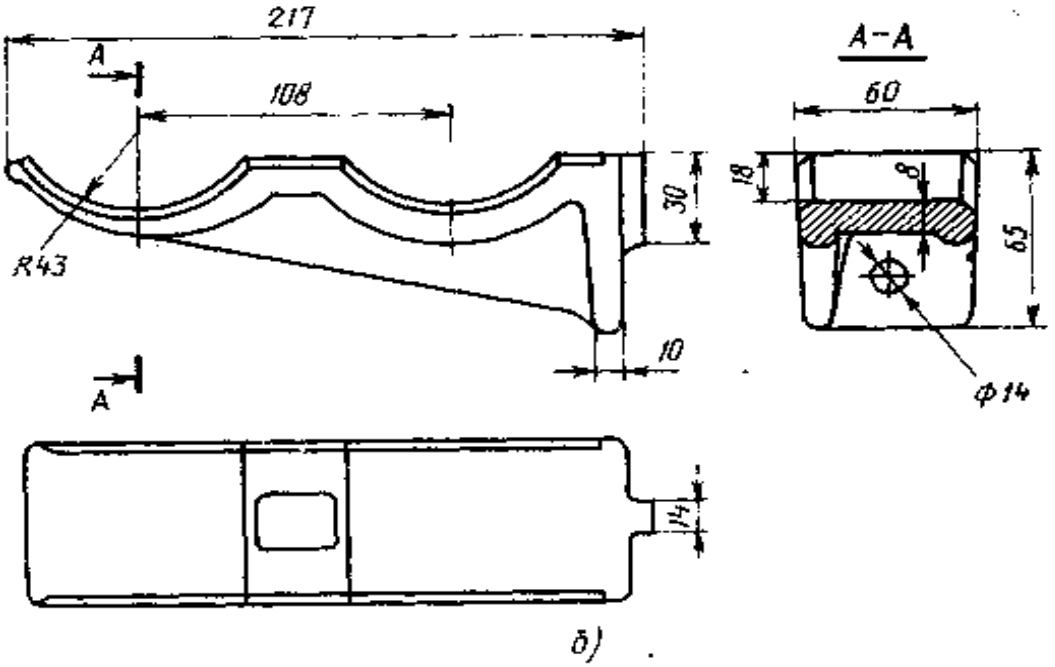


Рис 17.5 Кронштейны для кабельных колодцев ККП-600 (*а*), ККП-1300 (*б*), ККУ-1300 (*в*) и ККУ-1900 (*г*)

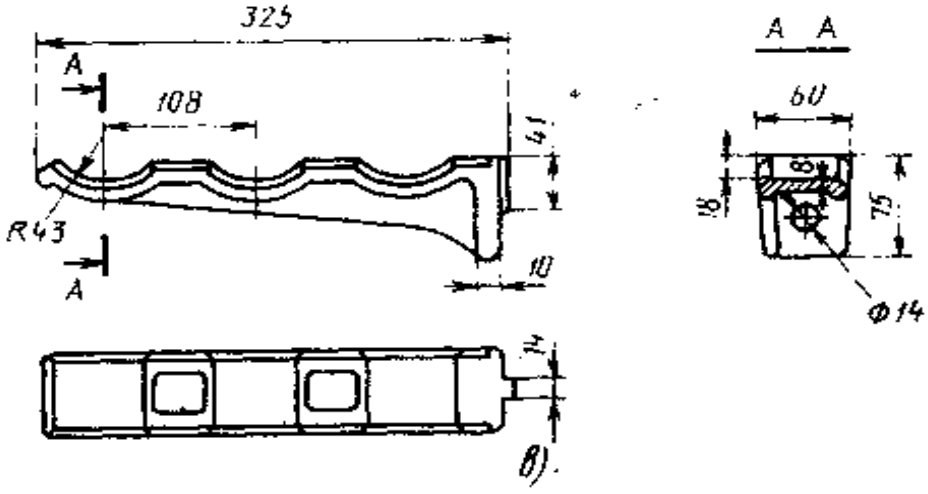
1 - основание; *2* - сухарь


А
А-А
R43
30
10
109
14
60
18
8
65
ф 14

а)


217
А
108
R43
30
10
14
А-А
60
18
8
65
ф 14

б)


325
А
108
R43
41
10
14
А А
60
18
8
75
ф 14

в)

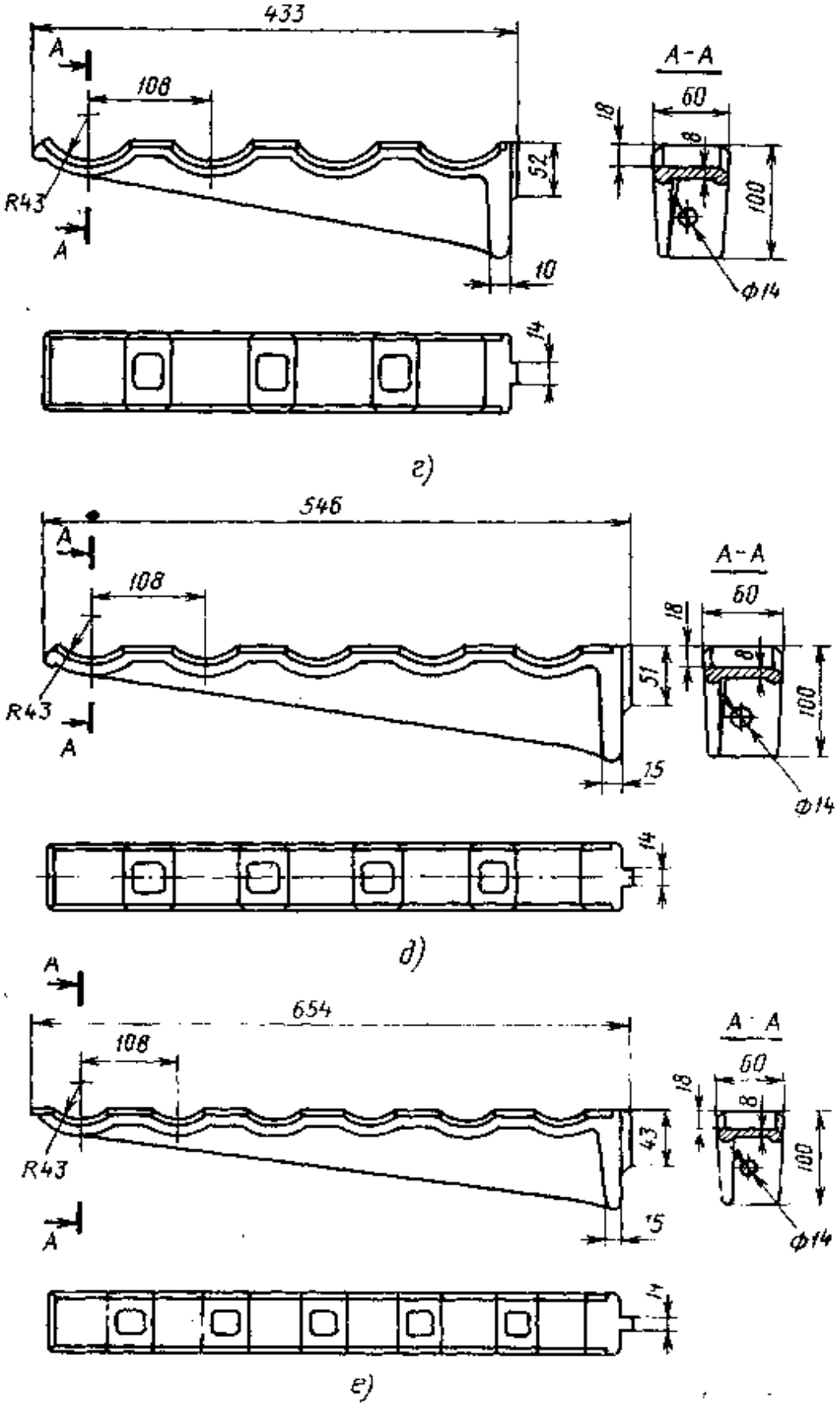


Рис. 17.6. Консоли чугунные для кабельных колодцев, коллекторов, шахт
а - ККЧ-1; *б* - ККЧ-2; *в* — ККЧ-3; *г* - ККЧ-4; *д* - ККЧ-5; *е* - ККЧ-6

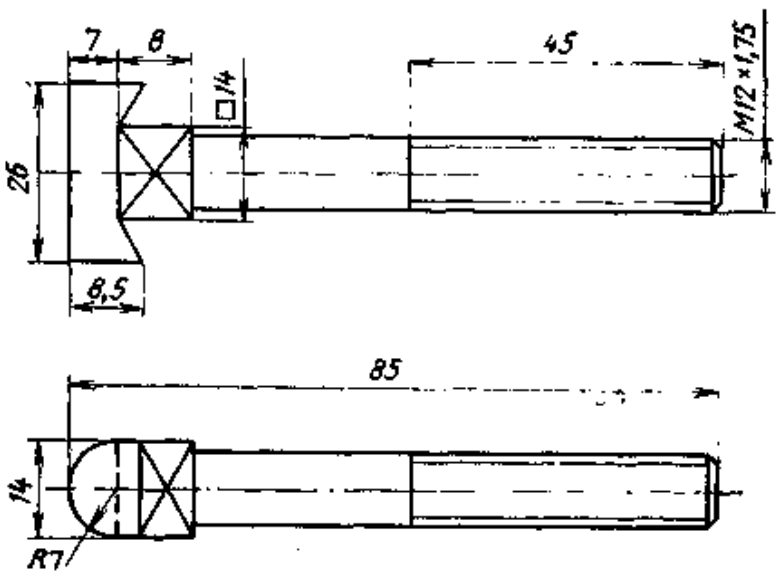


Рис. 17.7. Консольный болт

Таблица 17.30

Кронштейны для кабельных колодцев (рис. 17.5)

Тип кронштейна	Наименование	Длина основания, мм	Область применения
ККП	Кабельный кронштейн из полосовой стали	600 (рис. 17.5, *а*)	Оборудование колодцев ККС-3
		1300 (рис. 17.5, *б*)	Оборудование колодцев ККС-4 и ККС-5
ККУ	Кабельный кронштейн из угловой стали	1300 (рис. 17.5, *в*)	Оборудование колодцев ККС-5 с числом каналов более 24
		1900 (рис. 17.5, *г*)	Оборудование колодцев специального типа, шахт и коллекторов

Таблица 17.31

Основные размеры и масса консолей

Тип консоли	Размеры, мм			Масса, кг	Тип консоли	Размеры, мм			Масса, кг
	Длина	Высота	Ширина			Длина	Высота	Ширина	
ККЧ-1	109	65	60	0,63	ККЧ-4	433	100	60	2,0
ККЧ-2	217	65	60	0,80	ККЧ-5	546	100	60	3,15
ККЧ-3	325	75	60	1,25	ККЧ-6	654	100	60	4,45

Таблица 17.32

Плоскогубцы, круглогубцы, пассатижи

Наименование	ГОСТ, ТУ	Габаритные размеры, мм		
		Длина	Ширина	Высота
Плоскогубцы электромонтажные	ГОСТ 7236—73	125	50	8
		140	50	9
		160	50	10
		180	50	11
		200	50	12
Плоскогубцы электромонтажные с удлиненными губками	ГОСТ 17440—72	125	50	7
		140	50	8
		160	50	8
		180	50	10
		200	50	10
Круглогубцы	ГОСТ 7283—73	125	50	8
		140	50	9
		160	50	10
		180	50	11
		200	50	12
Пассатижи	ГОСТ 17438—72	160	50	10
		180	50	10
		200	50	11
		250	50	12
		300	50	13
Плоскогубцы комбинированные	ГОСТ 5547—75	125	50	8
		160	50	10
		180	50	11
		200	50	12

Таблица 17.33

Кусачки боковые и торцевые

Наименование	ГОСТ, ТУ	Габаритные размеры, мм		
		Длина	Ширина	Высота
Кусачки боковые с открытым врезным шарниром	ГОСТ 22308-77	125	50	9
		140	50	10
		160	50	11
		180	50	12
		200	50	14
Кусачки торцевые с открытым шарниром	ГОСТ 7282-75	125	50	22
		160	50	26
		180	50	30
		200	50	34

Таблица 17.34

Станки ножевочные ручные (ГОСТ 17270—71)

Тип станка	Размеры, мм (рис. 17.11)			
	l	h	L	D
I	300	70; 85; 90	340	30
II	250 300	70; 85; 90	290 340	30

Таблица 17.35

Полотна ножовочные для металла (ГОСТ 6645—68)

Обозначение	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Шаг зубьев, мм
2800--0004	300	13	0,65	0,80
0005	300	13	0,65	1,00
0006	300	13	0,65	1,25
0007	300	13	0,65	1,60

Таблица 17.36

Ножницы ручные для резки металла (ГОСТ 7210—75)

Тип ножниц	Толщина разрезаемого листа, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
1	0,5	200	40	10
1	0,6	250	40	11
1	1,0	320	50	13
1	1,5	400	50	16
2	0,5	250	40	11
2	0,8	320	50	13
3	0,5	250	40	11
3	0,8	320	50	13

Примечание. Тип 1 — приморежущие; тип 2 — для резки отверстий; тип 3 — для фигурной резки.

Таблица 17.37

Сверло специальное для сверления сквозных отверстий в кирпичных стенах

Обозначение	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
АТС4.099.012	24,0	500	0,7
АТС4.099.012—01	24,0	900	1,4
АТС4.099.012—02	36,5	500	2,2
АТС4.099.012—03	36,5	900	4,0

Таблица 17.38

Напильники для слесарных работ (ГОСТ 1465—80)

Тип	Обозначение	Длина рабочей части, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Номер насечки
Плоские тупоносые	2820—0035	400	39	9	0
	0036	400	39	9	1
	0037	400	39	9	2
	0038	400	39	9	3

Окончание табл. 17.38

Тип	Обозначение	Длина рабочей части, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Номера насечек
Квадратные	2821—0035	400	18	18	0
	0036	400	18	18	1
	0037	400	18	18	2
	0038	400	18	18	3
Трехгранные	2821—0085	400	27	23	0
	0086	400	27	23	1
	0087	400	27	23	2
	0088	400	27	23	3
Круглые с надрезанными зубьями	2822—0073	400	18	18	0
	0074	400	18	18	1
	0075	400	18	18	2
	0076	400	18	18	3
Полукруглые	2822—0157	400	40	11	0
	0159	400	40	11	1
	0161	400	40	11	2
	0162	400	40	11	3

Таблица 17.39

Надфили (ГОСТ 1513—77)

Тип	Обозначение	Длина рабочей части, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Номер насечки
Плоские тупоносые	2826—0032	80	5,5	1,5	00
	0033	80	5,5	1,5	0
	0034	80	5,5	1,5	2
	0035	80	5,5	1,5	4
	0036	80	5,5	1,5	6
Квадратные	2827—0072	80	3,0	3,0	00
	0073	80	3,0	3,0	0
	0074	80	3,0	3,0	2
	0075	80	3,0	3,0	4
	0076	80	3,0	3,0	6
Трехгранные	2827—0092	80	4,0	3,5	00
	0093	80	4,0	3,5	0
	0094	80	4,0	3,5	2
	0095	80	4,0	3,5	4
	0096	80	4,0	3,5	6

Окончание табл. 17.39

Тип	Обозначение	Длина рабочей части, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Номер насечки
Круглые	2828—0052	80	3,5	3,5	00
	0053	80	3,5	3,5	0
	0054	80	3,5	3,5	2
	0055	80	3,5	3,5	4
	0056	80	3,5	3,5	6
Полукруглые	2828—0072	80	5,0	2,0	00
	0073	80	5,0	2,0	0
	0074	80	5,0	2,0	2
	0075	80	5,0	2,0	4
	0076	30	5,0	2,0	6

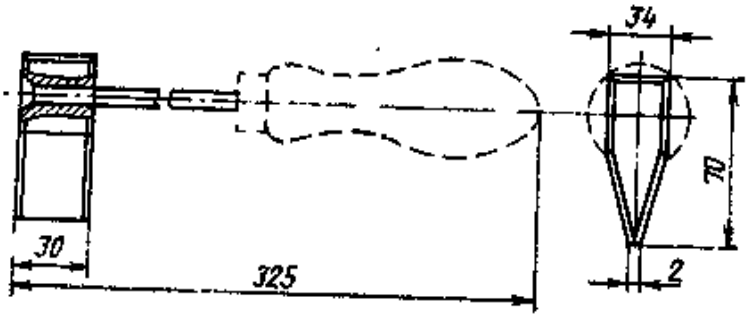


Рис. 17.8. Паяльник жаровой молоткообразный ПЛМ (масса 0,73 кг)

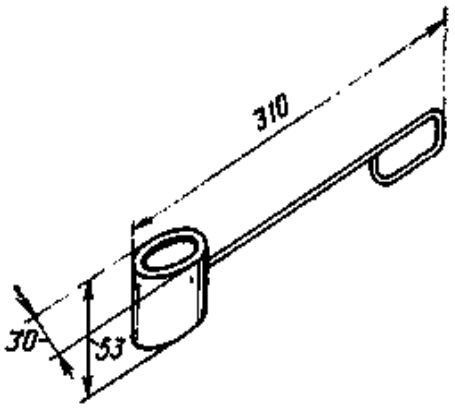
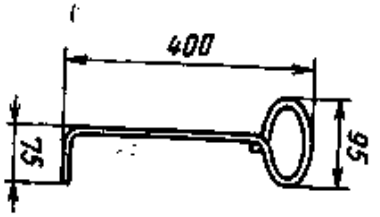


Рис. 17.9. Лудилка жаровая (емкость 15 см³, масса 0,13 кг)

Рис. 17.10. Крюк для открывания люков колодцев (масса 1,05 кг)



новные размеры и масса консолей приведены в табл. 17.31. Масса консольного болта с гайкой и шайбой составляет 0,125 кг.

Люки кабельных колодцев, устанавливаемые на перекрытиях смотровых устройств кабельной канализации, изготовляются по ГОСТ 8592 76 двух типов: Т - тяжелые, для установки на проезжей части улиц и проездов; Л - легкие, для установки на тротуарах и пешеходных дорожках. В табл. 17.32—17.39 и на рис. 17.8—17.10 приводятся данные по основным ручным инструментам, применяемым на строительстве кабельных линий связи.

Предметный указатель

Агрегаты сварочные 705
Активность коррозионная 646
Апертурный угол 47
Асимметрия 531, 557

Балки двутавровые 736
Баллоны высокого давления 583
Барабаны кабельные 251—254
Боксы 469, 494, 749
Болты 741
Бронепокровы 59
Бульдозеры 685, 692

Вводы кабелей 299
Вентили 580
Вертикальные нагрузки 156—159
Вечная мерзлота 668
Взаимное расположение трубопроводов 163
Влажность 138, 588
Влияния в кабелях 33
Волны вытекающие 48
— излучаемые 48
— направляемые 48
Волокно оптическое 45
— градиентное 46, 47
— ступенчатое 46
Втулка стяжная 415

Габариты сближения кабелей 271—275
Гайковерты 712, 719
Генератор ГИС 543
Герметичность кабеля 567
Гидрозол 746
Гильзы 428
Годограф 561
Грунты 136
Группирование кабелей 279—282
Групповые кольца 428

Давление избыточное 567
Дальность связи 32, 33
Дисперсия 49, 51
Длина волны 22
— кабелей на барабане 254—258
Добротность контура 21
Дренаж 653

Емкостная связь 557
Емкость 28
— цепи 40

Заглубление 160—162
Заготовка каналов трубопровода 282—284
Заземление анодное 653
Закон Джоуля и Ленца 19
— Кирхгофа 19
— Кулона 19
— Ома 19
Запайка концов кабеля 383
— муфт 338
Затухание 49
— переходное 37, 41
— рабочее 41, 42
Защитные полосы 471
Защищенность от помех 41, 552

Измерения переменным током 509
— постоянным током 509
Измеритель ВИЗ-600 547
— ИКС-600 548
— ИПЗ 546
— М416 553
— Р5 550, 551
— ТТ 3151 547

Индикатор влажности 592
— ИМП 542
Индуктивность 28
— цепи 40
Искатель ИКП 553
— ИМПИ 542
— ИП 544
Испытания кабелей 247—279
Источник напряжения 541
— сжатого воздуха 581

Кабелеискатель 545
Кабелеукладчик 694
Кабели высокочастотные 60, 61
— городские 60, 113—117
— для соединений линий и вставок 117—126
— зоновые 94—100
— коаксиальные 60, 65
— — комбинированные 71
— — малогабаритные 72
— магистральные 60, 55
— междугородные 60, 82
— низкочастотные 60
— однокоаксиальные 78
— оптические 61, 127—130, 461
— — монтажные 128
— — объектовые 128
— — подводные 128
— подвесные 60
— подводные 60, 76, 128
— подземные 60
— радиовещания 101—112
— сельские 60, 61, 101—112
— симметричные 60, 82
Кабельная канализация 155
Кабельные площадки 276
— ящики 470, 750
Качество передачи 32
КИП 528, 646
Коллекторы 155, 243—246
Колодцы кирпичные проходные 213
— — разветвительные 216
— — станционные 217
— — угловые 215
— проходные 191
— разветвительные 192
— сборные 194
— станционные 192, 207
— железобетонные 194—207
Компаунд 399, 579
Комплект КОП 540
— КПС-67 549
Консоли 755
Контейнеры НУП (НРП) 479, 646, 748
Коррозия 644
Корчеватели 691
Котлованы для монтажа муфт 324, 325
— подземных колодцев 224
Коэффициент затухания 30, 40, 525
— защитного действия 630
— полезного действия 22
— распространения 30
— фазы 40
— электромагнитной связи 35
Краны 682
Крепление траншей и котлованов 145—149
Кронштейны 753
Кросс 471

Линия влияющая 631

Манжеты переходные 459

Манометры 593
Машины бурильно-крановые 703
кабельные 703
сверлильные 711, 713, 714
шлифовальные 715
Металлизол 746
Метод акустический 534
горячей пайки 364
импульсный 531
индукционный 534
манометрический 574
многократной прорезки 151
моста 531
опрессования 367–374
сварки 401
взрывом 374–379
склеивания 365, 367
шнуровых зарядов 151
Молотки электрические 719
Монтаж кабелей в алюминиевой оболочке 359, 364
стальной оболочке 379–381
муфт 338
симметричных ВЧ кабелей 340, 344
Мост высоковольтный 542
Мощность 22
Муфты вводные 480
газонепроницаемые 320, 485, 491, 495, 576
дополнительные 320
защитные 409, 412, 414
изолирующие 320, 495
конденсаторные 320
поливинилхлоридные 456
полиэтиленовые 400
прямые 320
пупиновские 320
разветвительные 320, 434, 443, 448, 502
свинцовые 326, 330
симметрирующие 320
соединительные 434, 443, 488, 492
стыковые 320
удлинительные 320

Нагреватели-вкладыши 453, 459
Номенклатура и маркировка кабелей связи 62, 64
Нормы электрические на переменном токе 134, 136
на постоянном токе 131, 133
Нумерация элементов кабельной линии 322
кабеля 320
НУП 475, 646

Оболочка металлическая 58
пластмассовая 59
свинцовая 58
стальная 58
Обрыв жил 530
Объемная масса 138
Объемы земляных работ 181, 190
— при разработке котлованов 232, 242
и массы железобетонных колодцев 209–212
Оконечные устройства 467, 749
Основные уравнения передачи 26, 27
Осушка воздуха 588
ОУП 475

Параметры влияния 23, 41
вторичные 23, 32, 34
первичные 23
передачи 23, 39, 40
электрические 517
Перекрытия 218—222
Переход энергии 34
Период 20
Перфоратор 400, 722
Песок 729
Пиломатериалы 726
Планировка трассы 140
Пластмассовая лента 394
Пластмассы 746
Плотность 138
Площади, объемы и массы кирпичных колодцев 222—224
Пневмопробойники 699
Поглощение 49
Подвеска кабелей на крышах зданий 318, 319
столбах 307–317
Полиэтиленовые детали 388
Понижение прочности изоляции 531
сопротивления изоляции 530
Постоянная распространения воздуха в кабеле 564
Пресс гидравлический 698
Пресс-форма 402
Прибор ВКП-1 609
МУПС 537
П-31 552
ПИГ 545
ПКП 536
ПКС 554
УИП-КС 549
SCB 552
Приемка и монтаж проложенных кабелей 323, 324
Приспособление ПКУ 540
ПСЖ 430
Прицепы 675, 679
Продольная ЭДС 622
Прокладка кабелей бестраншейная 698
в канализацию 699
в подземных трубопроводах 284–291
подземных 291–295
по стенам 299–306
через водные преграды 295–297
Пропорщики грунта 691
Пропускная способность 50
Противокоррозийные мероприятия 153
Пупинизация 42

Работа тока 22
Радиус изгиба кабелей 258–263
Разбивка трассы 140
Разделка концов кабеля 331–333
Размеры свинцовых муфт 326–330
траншей 181–190
Разработка грунта 142–144
грунтов мерзлых и вечномерзлых 149, 150
скальных 151
Разрыхление 138
Разрядники 638
Распределительные коробки 468, 750
Рассеяние 49
Редукторы 587
Резонанс 21

Связь емкостная 35
индуктивная 35
магнитная 34
электрическая 34
Сердечник 57
Сигнализатор СПД 595
Силикагель 589
Система ВЧ 33
НЧ 32
связи двухкабельная 44
Системы передачи оптические 53
Скорость распространения 31, 40
Скрутки 57, 428

Смотровые устройства 155, 243, 752
Соединение безмуфтовое 409
Соединители 431
Сопротивление активное 27
— волновое 30, 40
— входное 41
— грунта 639
емкостное 21
— индуктивное 20
— реактивное 20
Составляющая активная магнитной связи 36
— — электрической связи 36
Способ взрывной 151
Сращивание жил 334—337
Сталь арматурная 733
— прокатная 733.
Станция зарядная 597
— катодная 652
— компрессорная 704, 708, 710
Стеклолента 447, 452
Схема двухпроводная 43
— скрещивания 556
— четырехпроводная 44
Сцепление 138

Температурные условия 270
Термоусаживаемые трубки 385, 399, 453
— детали 385
Течеискатели 598
Тракторы 680
Трамбовки 725
Транспортеры 677, 701
Транспортировка кабелей 277
Трансформатор редукционный 630
Траншеезасыпщики 693
Трос грозозащитный 642
Трубка полиэтиленовая 417
Трубопроводы из труб асбоцементных 164—171
— — — бетонных 171—174
— — — поливинилхлоридных 179, 180
— — — полиэтиленовые 175—179
— подземные 155
Трубы асбоцементные 164—171
— бетонные 171—174
— поливинилхлоридные 179, 180
— полиэтиленовые 175—179
— стальные 740
Туннели 243—245
Тяговое усилие 263

Угол естественного откоса 138
Уголки 736
УВК 482
Уклоны трубопроводов 163
Уровни передачи 23
Усилитель УМ-ГИС 544
Условия прокладки кабелей 150, 151
Установка АКОУ 614
— АУСКИД-1 610
— КЛ-67М 586
— КСУ 612
— муфт 338
— ПНОУ-3 583
— ПУВИГ 596
— ТИУ 539
— ТК В-М 613
— УК-1М 581
— УСКД-1М 606
Устройство выводов для КИП 383
— ГАЛОТ-1 604
— заземляющее 660
— ИПК-2 555
— осушительное 591
— РУ-6ДМ 616
— УПДК 553
— УПК-2М 618

Фиксация местоположения муфты 339

Холодный способ 394, 403

Цементные растворы 732
Цепь коаксиальная 56
— симметричная 50
Цистерна НУП 476, 646

Частота 20
— критическая 43
— резонансная 21

Шаг пупинизации 42
Шахты 155, 246—248
Швеллер 735
Шкафы кабельные 748
Шуруповерт 718

Щебень 730
Щит переключения воздуха 620
Щитки контрольные 594
Щуп активный 541

Экскаваторы 685
Электрическая связь 34
— энергия 22

Содержание

Предисловие 3

Раздел 1. **Основные сведения из физики и математики** 4

1.1. Единицы мер и их обозначения 4
1.2. Математические таблицы 7
1.3. Децибелы 13
1.4. Основные формулы электротехники 19
1.5. Уровни передачи 23
1.6. Свойства металлов и диэлектриков 25

Раздел 2. **Передача электромагнитной энергии по кабелям связи** . . 26

2.1. Общие сведения 26
2.2. Основные уравнения передачи по кабельной цепи 26
2.3. Первичные параметры передачи 27
2.4. Вторичные параметры передачи 30
2.5. Качество передачи и дальность связи 32
2.6. Взаимные влияния в симметричных кабелях 33
Исходные положения 33
Коэффициент электромагнитной связи 35
Переходное затухание 37
2.7. Связь по коаксиальным кабелям 38
Физические процессы в коаксиальных кабелях 38
Параметры передачи 39
Параметры влияния 41
2.8. Свойства неоднородных линий 41
2.9. Особенности пупинизированных кабелей 42
2.10. Системы организации связи по кабельным магистралям 43
2.11. Связь по оптическим кабелям 44
Общие сведения 44
Принцип действия волоконных световодов 45
Апертура и типы волн в световодах 47
Одномодовая и многомодовая передачи 48
Затухание волоконных световодов 49
Дисперсия и пропускная способность световодов 50
Оптические системы передачи 53
Сравнение оптических и электрических кабелей 53
2.12. Системы многоканальной связи по кабелям 54

Раздел 3. **Конструктивные и электрические характеристики кабелей связи** 56

3.1. Конструкция кабелей 56
3.2. Классификация и маркировка кабелей 60
3.3. Коаксиальные кабели 65
Типы кабелей 65
Магистральные кабели КМ-4 65
Комбинированные кабели КМ-8/6 71
Малогабаритные кабели МКТ-4 72

Подводные кабели
Однокоаксиальный кабель ВКПАП . . . 76
3.4. Междугородные симметричные кабели . . . 78
Типы кабелей . . . 82
Кабели МКС с кордельно-полистирольной (стирофлексной) изоляцией в свинцовой оболочке . . . 82
Кабели МКСА с кордельно-полистирольной изоляцией в алюминиевой оболочке . . . 82
Кабели МКСС с кордельно-полистирольной изоляцией в стальной гофрированной оболочке . . . 87
3.5. Зоновые (внутриобластные) кабели . . . 91
Общие сведения . . . 94
Кабели ЗК с полиэтиленовой изоляцией в пластмассовой оболочке . . . 94
Кабели ЗКПА с полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке . . . 94
3.6. Городские телефонные кабели . . . 98
Типы кабелей . . . 101
Кабели типа Т с бумажной изоляцией в свинцовой оболочке . . . 101
Кабели типа ТП с полиэтиленовой изоляцией в пластмассовой оболочке . . . 101
3.7. Кабели сельской связи и радиовещания . . . 105
Общие сведения . . . 113
Одночетверочные высокочастотные кабели КСПП . . . 113
Двухчетверочные высокочастотные кабели КСПП . . . 113
Однопарные кабели . . . 114
3.8. Кабели для соединительных линий и вставок . . . 115
Типы кабелей . . . 117
Кабели ТЗ с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке . . . 117
Кабели ТЗА с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке . . . 117
Комбинированные кабели ТДС с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке . . . 123
3.9. Оптические кабели . . . 125
3.10. Электрические характеристики междугородных кабелей на усилительных участках . . . 127
Нормы электрические при постоянном токе . . . 131
Нормы электрические при переменном токе . . . 131
134

Раздел 4. **Земляные работы** . . . 136

4.1. Общие сведения . . . 136
4.2. Характеристика и классификация грунтов . . . 138
4.3. Разбивка трассы . . . 140
4.4. Планировка и подготовка трассы . . . 140
4.5. Ограждение участков производства работ . . . 141
4.6. Механизированная разработка грунта . . . 142
4.7. Ручная разработка грунта . . . 143
4.8. Скрытая (бестраншейная) разработка грунта для прокладки кабелей и труб . . . 144
4.9. Крепление траншей и котлованов . . . 145
4.10. Особенности разработки мерзлых и вечномерзлых грунтов . . . 149
4.11. Особенности разработки скальных грунтов . . . 151
4.12. Особенности работы в грунтах, насыщенных водой . . . 152
4.13. Засыпка траншей и котлованов . . . 152
4.14. Противоэрозионные мероприятия . . . 153
4.15. Рекультивация земель . . . 153

Раздел 5. **Кабельная канализация** 155

5.1. Состав и назначение 155
5.2. Вертикальные нагрузки на проложенные в земле трубы и блоки кабельной канализации 156
5.3. Минимально допустимое заглубление подземных трубопроводов и глубина траншей 160
5.4. Взаимное расположение подземных трубопроводов и других сооружений 163
5.5. Уклоны подземных трубопроводов под кабели связи 163
5.6. Трубопроводы кабельной канализации из асбестоцементных труб 164
5.7. Трубопроводы кабельной канализации из бетонных (цементно-песчаных) труб и блоков 171
5.8. Трубопроводы кабельной канализации из полиэтиленовых труб . . 175
5.9. Трубопроводы кабельной канализации из поливинилхлоридных (винилитовых) труб 179
5.10. Размеры траншей и объемы земляных работ 181
5.11. Вскрытие и восстановление уличных покровов 190
5.12. Классификация колодцев 191
5.13. Основные материалы для строительства колодцев 193
5.14. Типовые сборные железобетонные колодцы 194
Общие сведения 194
Колодцы специального типа 197
Вставки к проходным колодцам для образования угловых и разветвительных 205
5.15. Типовые железобетонные станционные колодцы 207
5.16. Объемы и массы железобетонных колодцев 209
5.17. Типовые кирпичные колодцы 213
5.18. Типовые проходные кирпичные колодцы 213
5.19. Типовые угловые кирпичные колодцы 215
5.20. Типовые разветвительные кирпичные колодцы 216
5.21. Станционные кирпичные колодцы 217
5.22. Перекрытия для типовых кирпичных колодцев 218
5.23. Площади, объемы и массы кирпичных колодцев 222
5.24. Котлованы для подземных колодцев 224
5.25. Объемы земляных работ и площади вскрываемого и восстанавливаемого замощения при разработке котлованов для колодцев . . . 232
5.26. Оборудование подземных колодцев кабельной канализации . . . 243
5.27. Смотровые устройства на трубопроводах и каналах скрытой проводки внутри зданий 243
5.28. Коллекторы и туннели 243
5.29. Шахты 246
5.30. Некоторые рекомендации по использованию средств механизации и транспорта при строительстве кабельной канализации 248

Раздел 6. **Прокладка и подвеска кабелей связи** 249

6.1. Общие сведения 249
6.2. Кабельные барабаны 251
6.3. Максимальная длина кабелей на барабанах 254
6.4. Допустимые радиусы изгиба кабелей 258
6.5. Максимальные тяговые усилия и длина пролетов, допустимые при прокладке кабелей 263
6.6. Температурные условия хранения, транспортировки и прокладки кабелей 270
6.7. Габариты сближения кабелей связи с другими сооружениями . . 271
6.8. Кабельные площадки 276
6.9. Оборудование машин для транспортировки кабеля 277
6.10. Испытания кабеля и оборудования перед прокладкой и установкой 277

6.11. Группирование кабелей и пупиновских ящиков 279
6.12. Заготовка каналов трубопровода перед затягиванием кабеля . . 282
6.13. Прокладка кабелей в подземных трубопроводах 284
6.14. Выемка старого кабеля из каналов подземного трубопровода . . 291
6.15. Прокладка подземных кабелей 291
6.16. Прокладка кабелей через водные преграды 295
6.17. Особенности производства работ в районах вечной мерзлоты . . 297
6.18. Вводы кабелей в здания, прокладка по стенам и в каналах скрытой проводки 299
6.19. Подвеска кабелей на стальных канатах (тросах) по столбам . . . 307
6.20. Подвеска кабелей на стальных канатах по стоечным опорам на крышах зданий. 318

Раздел 7. **Монтаж междугородных кабелей** 320

7.1. Общие сведения 320
Наименование муфт 320
Нумерация элементов кабеля 320
Обозначения и нумерация элементов кабельной линии 322
7.2. Приемка в монтаж проложенного кабеля 323
7.3. Котлованы для монтажа муфт 324
7.4. Типы и размеры свинцовых муфт 326
7.5. Подготовка и разделка концов кабеля 331
7.6. Монтаж симметричных кабелей 334
Сращивание жил 334
Упаковка сростка сердечника кабеля 338
7.7. Запайка свинцовой муфты 338
7.8. Установка и монтаж защитной муфты 338
7.9. Фиксация местоположения муфт 339
7.10. Особенности монтажа симметричных ВЧ кабелей 340
7.11. Монтаж коаксиального кабеля КМ-4 344
7.12. Монтаж малогабаритного коаксиального кабеля МКТ-4 350
7.13. Монтаж комбинированного коаксиального кабеля КМ-8/6 . . . 354
7.14. Монтаж одноаксиального кабеля ВКПА-2,1/9,7 355
7.15. Монтаж кабелей в алюминиевой оболочке 359
Общие сведения 359
Метод горячей пайки 364
Метод склеивания 365
Метод опрессования 367
Метод сварки взрывом 374
7.16. Монтаж кабелей в стальной оболочке 379
7.17. Монтаж кабеля МКСАСтпШп в алюминиевой оболочке и стальной гофрированной броне 382
7.18. Устройство выводов для КИП на кабеле в алюминиевой оболочке 383
7.19. Запайка концов кабелей в алюминиевой и стальной оболочках . . 383
7.20. Восстановление защитных изолирующих покровов на кабелях в металлической оболочке 383
Общие сведения 383
Восстановление изолирующих покровов с помощью термоусаживаемых трубок 385
Восстановление изолирующих покровов с помощью ТУТ и полиэтиленовых деталей (комбинированный способ) 388
Восстановление изолирующих покровов с помощью полиэтиленовых деталей (горячий способ) 388
Восстановление изолирующих покровов с помощью многослойной обмотки сростка пластмассовыми лентами и промазкой ЛПК (холодный способ) 394
7.21. Монтаж кабелей в пластмассовой оболочке 397
Общие сведения 397

Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, ЗКВ, КСПП с помощью ТУТ 399
Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, ЗКВ, КСПП битумными компаундами 399
Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, КСПП методом сварки под слоем стеклоленты 401
Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП с помощью пресс-формы . . 402
Монтаж одночетверочных кабелей ЗКП, КСПП холодным способом 403
7.22. Монтаж кабелей с разнородными оболочками 404
7.23. Особенности монтажа кабелей с дополнительными экранами . . 405
Общие сведения 405
Монтаж кабеля МКСЭБв 405
Монтаж кабеля КМЭБ-4 407
Монтаж кабелей МКСАСБпШп и МКСАСБп-4×4×1,2 407
7.24. Монтаж кабелей с круглой проволочной броней 408
Общие сведения 408
Безмуфтовое соединение проволочной брони 409
Защитные стяжные муфты 409
Монтаж кабелей с помощью стальных втулок 414
Монтаж кабеля ВКПАПкШп 417

Раздел 8. **Монтаж кабелей местных сетей связи** 418

8.1. Состав монтажных работ 418
8.2. Краткие характеристики способов монтажа кабелей местных сетей связи 418
8.3. Выкладка по форме колодцев и разметка концов сращиваемых кабелей 421
8.4. Сращивание жил кабелей местных сетей связи 428
8.5. Восстановление на сростках наружных покровов кабелей в свинцовых и стальных оболочках свинцовыми муфтами 434
8.6. Восстановление на сростках наружных покровов кабелей в полиэтиленовых оболочках полиэтиленовыми муфтами 443
8.7. Восстановление на сростках наружных покровов кабелей в поливинилхлоридных оболочках поливинилхлоридными муфтами . . . 456
8.8. Сращивание кабелей в разнородных оболочках 459
8.9. Сращивание строительных длин оптических кабелей 461
8.10. Монтаж оконечных устройств линейных кабелей местной связи . . 467

Раздел 9. **Оборудование вводов и монтаж оконечных устройств. Необслуживаемые усилительные (регенерационные) пункты** . . 473

9.1. Общие сведения 473
9.2. Ввод кабелей в здания ОУП 474
9.3. Необслуживаемые усилительные (регенерационные) пункты . . . 475
9.4. Ввод кабелей в цистерны НУП 476
9.5. Ввод кабелей в контейнеры НУП и НРП 479
9.6. Монтаж оконечных газонепроницаемых коаксиальных муфт ОГКМ и ОГКМ-С 485
9.7. Монтаж переходной газонепроницаемой соединительной муфты ПГМС 488
9.8. Монтаж устройства оконечного кабельного УОК 489
9.9 Монтаж устройства оконечного газонепроницаемого КАЕ . . . 491
9.10. Монтаж коаксиальной газонепроницаемой соединительной муфты КГС 492
9.11. Монтаж боксов 494
9.12. Монтаж газонепроницаемой муфты ГМС 495
9.13. Монтаж изолирующих муфт 495
9.14. Шунтирование изолирующих муфт конденсаторами 501
9.15. Монтаж разветвительных муфт 502
9.16. Монтаж линейных устройств автоматической регулировки усиления АРУ 503

Раздел 10. **Электрические измерения и измерительные приборы** . . . 509

10.1. Общие сведения . . . 509
10.2. Состав и объем электрических измерений . . . 511
10.3. Нормы электрических параметров . . . 517
10.4. Обработка результатов измерений . . . 526
10.5. Измерения сооружений защиты . . . 528
10.6. Определение расстояния до места повреждения . . . 530
10.7. Измерительные приборы и индикаторы . . . 535

Раздел 11. **Симметрирование кабелей связи** . . . 555

11.1. Внутришаговое симметрирование НЧ кабелей . . . 555
11.2. Симметрирование НЧ кабелей при наращивании шагов . . . 558
11.3. Симметрирование экранированных пар . . . 559
11.4. Симметрирование ВЧ кабелей . . . 559

Раздел 12. **Испытание герметичности и постановка кабелей под постоянное избыточное воздушное давление** . . . 561

12.1. Общие сведения . . . 561
12.2. Распространение воздуха в кабеле . . . 564
12.3. Допустимое избыточное давление . . . 567
12.4. Нормы оценки герметичности . . . 567
12.5. Системы содержания кабеля под постоянным воздушным давлением 573
12.6. Контроль исправности оболочки кабеля и методы определения района ее повреждения . . . 573
12.7. Определение места повреждения оболочки . . . 574
12.8. Оборудование, приборы и материалы, необходимые для содержания кабеля и контейнеров под давлением . . . 576
Вентили . . . 580
Источники сжатого воздуха . . . 581
Редукторы . . . 587
Оборудование для осушки воздуха . . . 588
Манометры . . . 593
Контрольные щитки с манометрами . . . 594
Сигнализаторы понижения давления СПД . . . 595
Полевая установка ПУВИГ . . . 596
Полевая зарядная углекислотная станция ПЗУС . . . 597
Течеискатели . . . 598
Комплект КО . . . 606
Установка для содержания кабеля под давлением УСКД-1М . . . 606
Воздушный контрольный прибор ВКП-1 . . . 609
Автоматическая установка для содержания кабеля под давлением АУСКИД-1 . . . 610
Компрессорно-сигнальные установки КСУ . . . 612
Оборудование типа TKVB-M . . . 613
Автоматическая установка АКОУ . . . 614
Устройство РУ-6ДМ . . . 616
Устройство пневматической коммутации УПК-2М . . . 618
Щит переключения воздуха ЩПВ . . . 620

Раздел 13. **Защита кабелей связи от влияния высоковольтных линий и атмосферного электричества** . . . 621

13.1. Источники влияния . . . 621
13.2. Максимально допустимые опасные и мешающие напряжения и токи в цепях кабельных линий . . . 621
13.3. Меры защиты кабельных линий от опасного и мешающего влияний ВЛ и эл. ж. д. . . . 630
13.4. Защита кабелей от грозовых разрядов . . . 640

Раздел 14. **Защита подземных металлических сооружений связи от коррозии** 644

14.1. Основные виды коррозии и причины ее возникновения 644
14.2. Оценка опасности коррозии металлических оболочек и брони кабелей, а также стальных сооружений 645
14.3. Защита от почвенной коррозии 648
14.4. Защита от коррозии блуждающими токами 651

Раздел 15. **Оборудование заземляющих устройств** 660

15.1. Общие сведения 660
15.2. Нормы сопротивления заземляющих устройств 660
15.3. Оборудование заземлений при отсутствии вечной мерзлоты . . . 665
15.4. Оборудование заземлений в районах вечной мерзлоты 668

Раздел 16. **Средства механизации и транспорта, используемые при строительстве кабельных сооружений связи** 669

16.1. Транспортные, тяговые и грузоподъемные машины 669
16.2. Землеройные машины 685
16.3. Кабелеукладчики 694
16.4. Машины и механизмы для бестраншейной прокладки трубопроводов 698
16.5. Машины для прокладки кабеля в канализацию 699
16.6. Бурильно-крановые машины 703
16.7. Компрессорные станции, сварочные агрегаты, машины для устройства контуров заземления, электростанции 704
16.8. Средства малой механизации и механизированные инструменты . . 708

Раздел 17. **Некоторые строительные материалы, конструкции, арматура, инструменты, применяемые при строительстве кабельных линий связи** 726

17.1. Лесоматериалы 726
17.2. Кирпич 728
17.3. Цементы 728
17.4. Инертные материалы для бетона 729
17.5. Бетон и железобетон 730
17.6. Строительные цементные растворы 732
17.7. Сталь арматурная 733
17.8. Сталь прокатная 733
17.9. Изделия, прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов . . 736
17.10. Проволока стальная 739
17.11. Трубы стальные 740
17.12. Болты и гвозди 741
17.13. Гидроизолирующие материалы 746
17.14. Некоторые виды пластмасс, применяемых в строительстве кабельных сооружений связи 746
17.15. Основные свойства некоторых материалов, используемых в строительстве кабельных сооружений связи 746
17.16. Кабельные оконечные устройства 748
17.17. Арматура смотровых устройств кабельной канализации . . . 750

Предметный указатель 759