

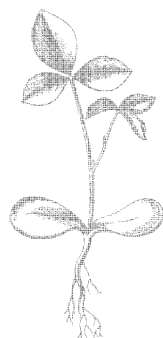


М. Д. ГОРЕНШТЕЙН

СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Том 2

Новосибирск
ЗАПАДНО-СИБИРСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1984



Scan AAW

Автор, инженер с большим опытом практической работы, приводит в книге информацию по устройству и эксплуатации воздушных и кабельных линий напряжением до 1000 В, основные требования при производстве небольших монтажных, ремонтных и реконструктивных работ, выполняемых эксплуатационниками. Приведены новые нормативные требования по устройству и эксплуатации электроустановок в пожароопасных зонах, средств защиты от поражения молнией зданий и сооружений. Изложены сведения по технике безопасности.

Справочник предназначен для электромонтеров, обслуживающих установки до 1000 В.

Глава 1.

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ДО 1000 В

Воздушные линии электропередачи (ВЛ) — это расположенные на открытом воздухе устройства для передачи и распределения электроэнергии, выполняемые проводами, прикрепленными при помощи изоляторов и арматуры к опорам, а также стойкам или кронштейнам на зданиях и инженерных сооружениях.

Воздушные линии должны располагаться таким образом, чтобы опоры не загораживали входов в здания и въездов во дворы и не затрудняли движения транспорта и пешеходов.

Прохождение ВЛ по территориям общеобразовательных школ и интернатов, стадионов, спортивных комплексов, пионерских лагерей не допускается! Сети должны выполняться подземными кабелями.

Сближение ВЛ со взрыво- и пожароопасными зонами должно выполняться в соответствии со специальными технологическими нормами. Если нормы сближения не предусмотрены нормативными документами, то расстояние от оси ВЛ до указанных зон должно быть не менее полуторакратной высоты опоры.

На опорах ВЛ на высоте 2,5—3 м от земли должен быть нанесен порядковый номер и год установки опоры.

Расчетные механические характеристики воздушных линий определяются климатическими условиями местности, по которой проходит линия: скоростью ветра, максимальной и минимальной температурой, нагрузками от гололеда.

Территория восточнее Урала — Западная Сибирь, Алтайский край, северная часть Кузбасса, большая часть Красноярского края — относятся ко II и III районам по толщине стенки гололеда. В этих районах толщина стенки гололеда, наблюдаемая раз в 10 лет, составляет соответственно 10 и 15 мм. По ветровым нагрузкам эта территория относится также ко II—III районам (за исключением Караганды и Кокчетова)¹.

Приведенные ниже конструктивные данные линий — типовые опоры, расчетные пролеты, минимальные габариты стрел провеса и т. п. — относятся к I—III районам по толщине стенки гололеда и II—III районам — по ветровым нагрузкам.

¹ Более детальное районирование по климатическим условиям приводится в главе II-5 Правил устройства электроустановок (ПУЭ-76).

В местах, где особо сильные ветры и гололедные образования, линии нужно рассчитывать, исходя из конкретных условий.

Требования к заземлению штырей и проводов, а также к повторным заземлениям нулевого провода приведены в гл. 6, указания по молниезащите — в гл. 5.

1.1. ПРОВОДА ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Для воздушных линий (ВЛ) применяют неизолированные провода (термин «голые провода» не допускается). Изолированные применять нецелесообразно, так как изоляция разрушается от атмосферных воздействий и не предохраняет от поражения электрическим током. В районах с одноэтажной застройкой ответвления от ВЛ к вводам рекомендуется выполнять проводами с атмосферостойкой изоляцией. Длина ответвления к вводу не более 25 м.

Для ВЛ, как правило, применяются многопроволочные провода марки А из алюминия, марки АН и АЖ из алюминиевого сплава АСЗ и АСТ, стальные провода, а также сталеалюминиевые марки АС, имеющие сердечник из стальных оцинкованных проволок и наружный повив из алюминиевых проволок. Применение расплетенных проводов не допускается.

Разрешены для ВЛ и ответвлений к вводам однопроволочные провода из стали, алюминия и его сплавов и биметаллические провода. Минимальные сечения проводов по условиям механической прочности приведены в табл. 1.1. Технические характеристики неизолированных проводов приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.1. Наименьшие сечения, мм², и диаметры проводов, Ø мм, для воздушных линий и ответвлений от них к вводам

Провода	Воздушные линии		Ответвления от ВЛ к вводам			
	много- прово- лочные	одно- прово- лочные	В пролете до 10 м		В пролете более 10 м до 25 м	
			много- прово- лочные	одно- прово- лочные	много- прово- лочные	одно- прово- лочные
Из алюминия и его сплавов	16	—	16	16	16	16
Сталеалюминиевые	10	—	—	—	—	—
Биметаллические	10	10	10	Ø 3	10	Ø 4
Стальные	25	Ø 4	25	Ø 3	25	Ø 4
Медные	—	—	4	4	6	6
Самонесущие провода АВТ; АВТУ; АВТ-1; АВТ-2 и др.	—	—	4	4	6	6

Примечания. 1. Для ответвления к вводам допускаются неизолированные и изолированные провода. 2. Применение для ВЛ и ответвлений стальных однопроволочных проводов диаметром более 5 мм и биметаллических проводов диаметром более 6,5 мм не допускается. 3. Минимальные сечения проводов для специальных условий — пересечений с инженерными сооружениями, см. с. 24, 25.

**Таблица 1.2. Технические характеристики
неизолированных проводов для ВЛ до 1000 В**

Марка и сечение провода	Число, шт., диаметр, мм, про-волоч	Сопротивление, Ом/км, при 20 °С	Масса 1 км про-вода, кг	Марка и сечение провода	Диаметр стального сердечника, мм	Сопротивление, Ом/км при 20 °С	Масса 1 км про-вода, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
A-16	7×1,7	1,8	43	АС 10/1,8	1,5	2,7	43
A-25	7×2,1	1,14	68	АС 16/2,7	1,9	1,77	65
A-35	7×2,5	0,83	94	АС 25/4,2	2,3	1,15	100
A-50	7×3,0	0,58	135	АС 35/6,2	2,8	0,77	149
A-70	7×3,6	0,41	189	АС 50/8,0	3,2	0,59	194
A-95	7×4,1	0,31	252	АС 70/11	3,8	0,42	274
A-120	19×2,8	0,25	321	АС 95/16	4,5	0,30	384
A-150	19×3,2	0,19	406	АС 120/19	5,6 (7×1,9)	0,25	471
				АС 150/19	5,6 (7×1,9)	0,20	554
АН-16	7×1,7	1,91	44	ПСО-3	—	18,5	55
АН-25	7×2,1	1,29	69	ПСО-3,5	—	13,4	76
АН-35	7×2,5	0,88	96	ПСО-4	—	10,4	98
АН-50	7×3,0	0,61	138	ПСО-5	—	6,6	154
АН-70	7×3,6	0,44	193				
АН-95	7×4,1	0,33	259				
АН-120	19×2,8	0,26	326				
АН-150	19×3,2	0,21	413				
АЖ-16	7×1,7	2,07	44				
АЖ-25	7×2,1	1,33	69				
АЖ-35	7×2,5	0,96	96				
АЖ-50	7×3,0	0,67	138				
АЖ-70	7×3,6	0,48	193				
АЖ-95	7×4,1	0,35	259				
АЖ-120	19×2,8	0,28	326				
АЖ-150	19×3,2	0,22	413				
ПС-25	5×2,5	5,7	194				
ПС-35	7×2,5	4,0	296				
ПС-50	12×2,3	3	396				
ПС-70	19×2,3	1,9	632				
ПС-95	37×1,8	1,7	755				

1.2. ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ НА НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА

Длительно допустимые нагрузки на провода воздушных линий определяются для температуры воздуха $+25^{\circ}\text{C}$ из расчета максимальной температуры нагрева проводов $+70^{\circ}\text{C}$.

Допустимые токовые нагрузки на неизолированные провода ВЛ приведены в табл. 1.3.

**Таблица 1.3. Допустимые длительные токовые нагрузки
по нагреву на неизолированные провода вне помещений
при температуре воздуха $+25^{\circ}\text{C}$**

Марка провода	На- груз- ка, А	Марка провода	На- груз- ка, А	Марка провода	На- груз- ка, А
А; АН; АЖ-16	105	АС-10	84	ПС-25	60
А; АН; АЖ-25	135	АС-16	111	ПС-35	75
А; АН; АЖ-35	170	АС-25	142	ПС-50	90
А; АН; АЖ-50	215	АС-35	175	ПС-70	125
А; АН; АЖ-70	265	АС-50	210	ПС-95	135
А; АН; АЖ-95	320	АС-70	265	ПСО-3	23
А; АН; АЖ-120	375	АС-95	375	ПСО-3,5	26
А; АН; АЖ-150	440	АС-120	380	ПСО-4	30
		АС-150	450	ПСО-5	35

Примечание. При температуре наружного воздуха, отличающейся от $+25^{\circ}\text{C}$, необходимо нагрузки умножить на поправочные коэффициенты, см. ниже.

**Поправочные коэффициенты для токовых нагрузок
на неизолированные провода в зависимости от температуры
воздуха**

Температура, $^{\circ}\text{C}$	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35
Поправочный коэф- фициент к токо- вым нагрузкам	1,29	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1,0	0,94	0,88

1.3. ОПОРЫ

Для прокладки воздушных линий должны применяться железобетонные или деревянные опоры. Деревянные опоры устанавливают на приставках либо выполняют цельными. Для изготовления опор следует применять сосну и лиственницу. Допускается использование ели и пихты.

Лес для изготовления опор должен быть целиком очищен от коры со снятием луба и пропитан антисептиком. Допускается применение непропитанной лиственницы.

Поз.	Наименование	Размеры, марка	Тип рыкож.
1	Стойка	Ø 180; длина 9,5 м	1
2	»	Ø 160; длина 8,5 м	1
3	Траверса	10×8 см; длина	1
4	»	1,8 м	1
		10×8 см; длина	
5	Приставка железо- бетонная	2,7 м	1 (2)
		Длина 4,25 м	
6	ПТ-22-4,25	40×6; длина 645	2
7	Раскос	Болт М20; длина	1
8	Оголовок	300	1
	Болтовое крепление	Шайба 60×60×6	2
		Гайка М20	1
9	Штырь	Д-16	4(8)
10	Изолятор	НС-16	4(8)
11	Бандаж	Проволока оцинко- ванная Ø 4 мм; (30 м) 12 витков	2

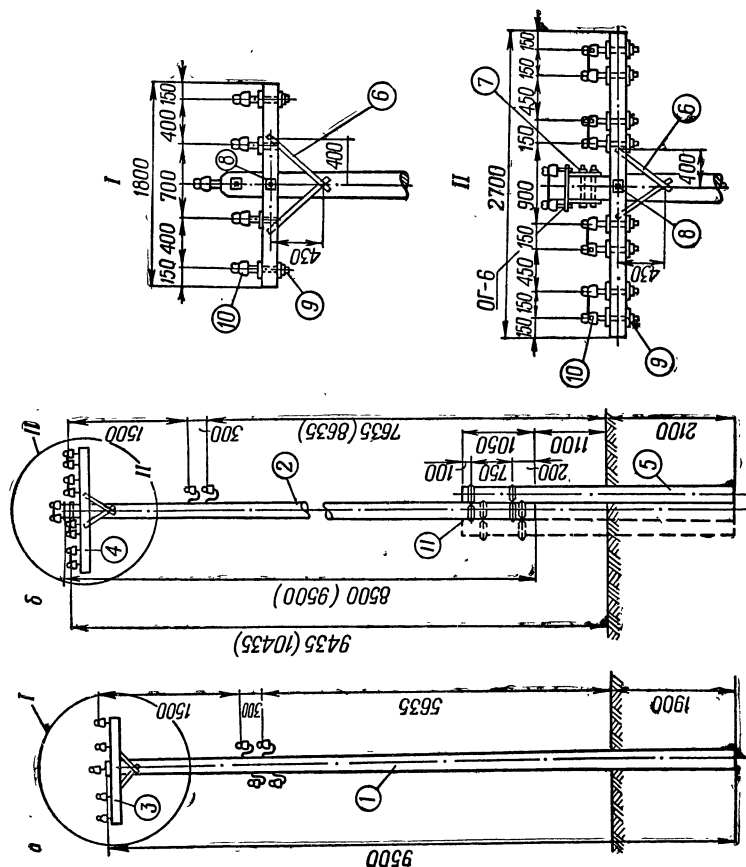


Рис. 1.1. Промежуточные деревянные опоры с траверсой:
а — целая опора ПН-1Д; б — переход-
ная опора о железобетонной врытавкой
ППН-2(3)ДБ

Типы и конструктивное выполнение опор

В зависимости от назначения на линиях применяются следующие типы опор:

промежуточные — устанавливаются на прямых участках ВЛ. Эти опоры в нормальном режиме не воспринимают усилий, направленных вдоль линии, так как число проводов и их натяжение с обеих сторон опоры одинаково;

анкерные — на пересечениях с различными сооружениями и в местах изменения количества, марки и сечения проводов. Эти опоры в нормальном режиме воспринимают нагрузки от разности тяжения проводов, направленные вдоль ВЛ;

угловые — применяются в местах изменения направления линий. Они воспринимают суммарное тяжение проводов смежных пролетов;

концевые — устанавливаются в начале и конце линии и в местах, где имеются кабельные вставки. Они воспринимают одностороннее тяжение проводов;

ответвительные — с их помощью осуществляются ответвления от ВЛ;

перекрестные — на них выполняются пересечения линий двух направлений.

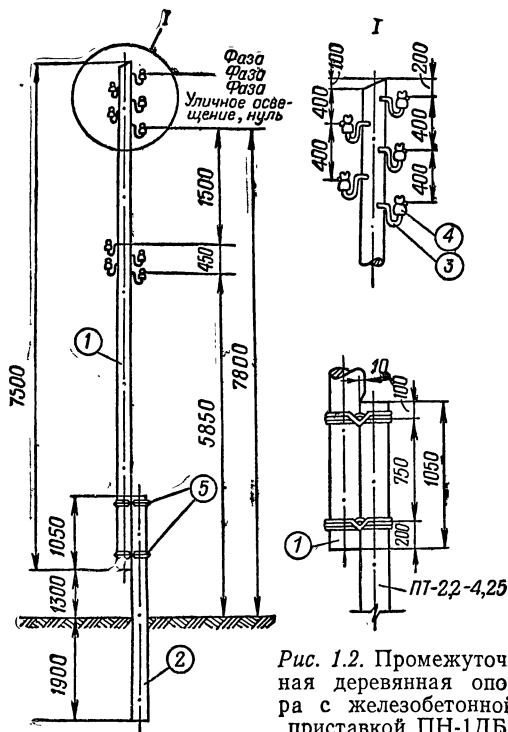


Рис. 1.2. Промежуточная деревянная опора с железобетонной приставкой ПН-1ДБ
1 — стойка: $\varnothing 140$, дл. ~ 7500 (6900); 2 — приставка ПН-2,2-4,25

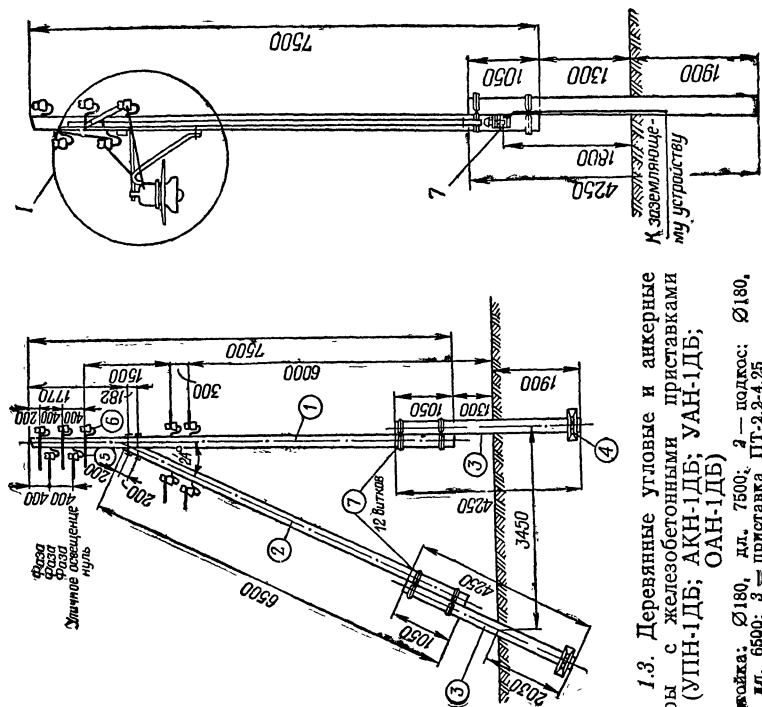


Рис. 1.3. Деревянные угловые и анкерные опоры с железобетонными приставками (УПН-1ДБ; АKN-1ДБ; УАН-1ДБ; ОАН-1ДБ)

1 — стойка: Ø180, дл. 7500; 2 — подкос: Ø180, дл. 6500; 3 — приставка ПТ-2,2-4,25

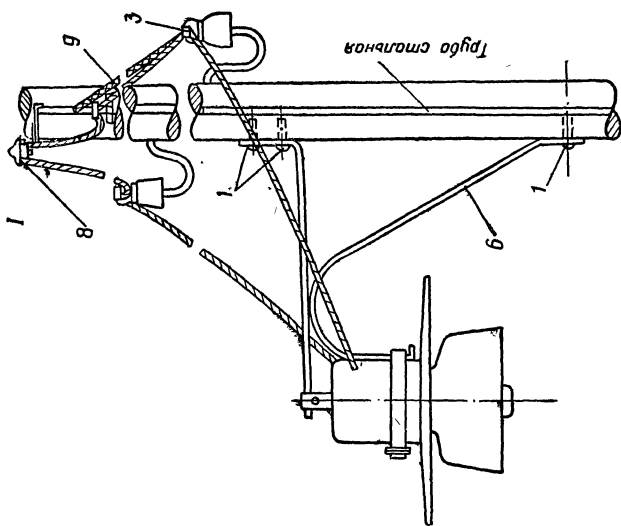


Рис. 1.4. Установка светильников наружного освещения на опоре ВЛ

Ответственные и перекрестные опоры могут быть промежуточными, угловыми и анкерными. Конструкции и основные размеры типовых деревянных опор, наиболее часто применяемых для линий 380/220 В, показаны на рис. 1.1—1.4.

Т а б л и ц а 1.4. Минимальные размеры основных элементов деревянных опор

Элементы опор	Минимальный диаметр бревна в верхнем отрубе, см
Стойки	14
Стойки подставных опор у зданий на ответвлениях к вводам	12
Подкосы	14
Приставки	14
Траверсы	14 или брус 8×10
Другие элементы	12

Для повышения надежности и долговечности опор, а также уменьшения расхода длинномерного леса опоры рекомендуется устанавливать на железобетонных приставках. Опоры из цельного леса можно применять, лишь тщательно обработав древесину антисептиком. Он должен проникнуть в заболонную древесину не менее чем на 20 мм и ядровую не менее чем на 5 мм (в сухую) или 10 мм (в мокрую).

Для линий 0,4 кВ и линий связи изготавливаются приставки длиной 3,25 и 4,25 м. Размеры приставок, схема арматуры и указания по изготовлению показаны на с. 11, 12.

Все детали при сборке опор должны быть плотно пригнаны друг к другу. Зазор в местах врубок и стыков не должен превышать 4 мм. Обрабатывать стойки и приставки нужно так, чтобы стык был совершенно плотным, без просветов. Заполнять клиньями щели и неплотности не разрешается.

Все виды опор могут быть с подкосами или с оттяжками, которые прикрепляются к специальным анкерам, закрепленным в земле или к каменным, кирпичным, железобетонным и металлическим зданиям и сооружениям. Верхний конец оттяжки закрепляется на опоре не ближе 1 м от крюков. Оттяжки могут быть многопроволочными или однопроволочными, сечением не менее 25 мм². В сетях с глухозаземленной нейтралью оттяжки соединяются с нулевым проводом линии. В сетях с изолированной нейтралью оттяжки заземляют, соединив их с заземлителем сопротивлением не более 10 Ом, или изолируют при помощи натяжного изолятора, рассчитанного на линейное напряжение сети и установленного на высоте не менее 2,5 м от земли.

Отверстия в бревнах и траверсах для крючьев, штырей или болтов просверливают. Прожигать их раскаленными прутками запрещено.

Оси болтов должны быть перпендикулярны плоскости соединяемых элементов. Длина выступающей части болтов — не менее 40 мм

и не более 100 мм. Размер шайб — не менее 60×60×5 мм. Врубки под шайбой не допускаются.

Бандажи для сопряжения приставок с опорой выполняют из мягкой стальной оцинкованной проволоки диаметром 4 мм или не-оцинкованной диаметром 5—6 мм, покрытой асфальтовым лаком. Число витков проволоки в бандажах, как правило, указывается в чертеже, если же таких указаний нет, нужно принимать:

диаметр проволоки, мм	число витков
4	12
5	10
6	8

Все витки бандажа должны быть плотно прижаты друг к другу. При обрыве одного витка весь бандаж следует заменять новым. Концы проволоки бандажа загибают и забивают в дерево на глубину 20—25 мм.

Допускается вместо проволочных бандажей применять стяжные хомуты на болтах. Каждый бандаж или хомут должен стягивать не более двух деталей опоры (см. рис. 1.1).

Все металлические детали деревянных опор обязательно защищают от коррозии лакокрасочным покрытием или оцинковывают.

Железобетонные опоры не должны иметь трещин шириной более 0,2 мм. Трещины до 0,2 мм заделывают защитной эмульсией. Раковины и выбоины допускаются до 10 мм по длине, ширине и глубине. Они должны быть заделаны при положительной температуре воздуха цементным раствором 1:2 или полихлорвинилацетатной эмульсией. Отверстия в нижних торцах пустотных стоек железобетонных опор следует герметически заделать.

При транспортировке железобетонных опор и приставок нужно соблюдать осторожность, чтобы не повредить их. Перемещение опор и приставок волоком, а также сбрасывание их при разгрузке запрещается.

1.4. ПРИСТАВКИ

Стойки составных опор необходимо устанавливать на железобетонных приставках.

Типовая приставка марки ПТ имеет трапециевидное сечение и формируется из вибрированного бетона марки 300, армированного сталью класса А-III. Поперечное армирование может быть выполнено в виде сварного каркаса или спирали. Величина защитного слоя бетона для продольной арматуры принимается не менее 20 мм. Щебень и гравий не крупнее 20 мм.

Основные данные приставок указаны в табл. 1.5. Конструкция приставок приведена на рис. 1.5.

Для возможности крепления к стойкам при помощи болтов приставки могут изготовляться со сквозными отверстиями, как указано на рис. 1.5б.

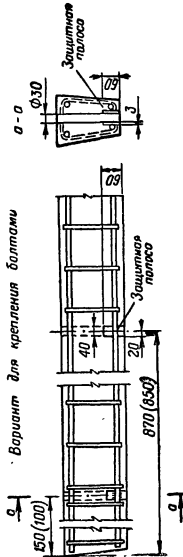
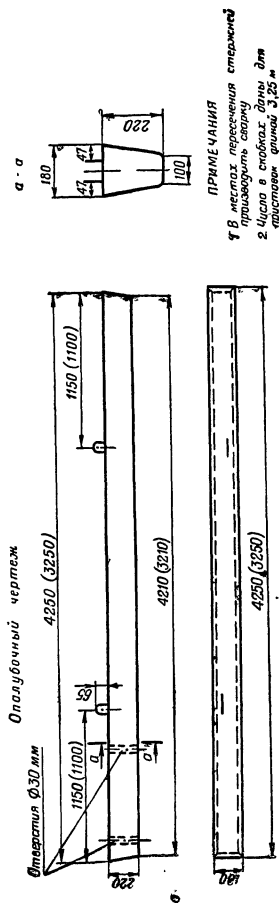
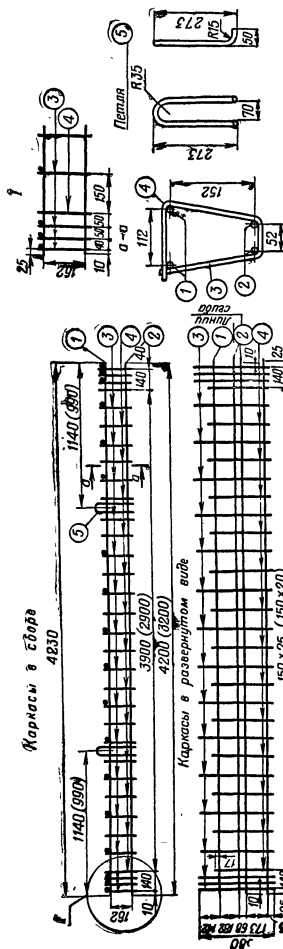


Таблица 1.5. Железобетонные приставки

Марка	Масса, кг	Расход бетона, м ³	Расход арматуры, кг
ПТ-1,2—3,25	250	0,1	13,3
ПТ-1,7—3,25	255	0,1	18,2
ПТ-1,7—4,25	325	0,13	24
ПТ-2,2—4,25	330	0,13	30

Обозначение. ПТ — приставка трапецидальная; первое число — расчетный изгибающий момент, тонно-метры; второе число — длина, м.

1.5. ИЗОЛЯТОРЫ

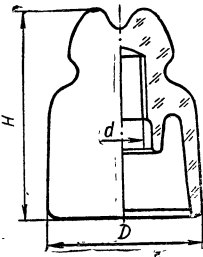
Для изоляции и крепления проводов линий 0,4 кВ применяются стеклянные линейные штыревые изоляторы типа НС.

Допускается установка фарфоровых изоляторов типа РФО-16, ТФ-20 и ТФ-16, применяемых для линий связи и радиотрансляционных сетей. Технические характеристики изоляторов приведены в табл. 1.6.

На одном изоляторе может крепиться несколько проводов — отпайки от линии, ответвления к вводам и т. д.

Штыревые изоляторы должны быть прочно накручены на крюки при помощи пластмассовых колпачков типа ПКН (табл. 1.7). Допускается крепление штыревых изоляторов с помощью пакли, пропитанной суриком и олифой, а также армирование раствором, состоящим из 40% портландцемента марки не ниже М-400 и 60% речного тщательно промытого песка. При армировании конец штыря или крюка, находящийся в изоляторе, нужно покрывать тонким слоем битума.

Таблица 1.6. Технические данные штыревых изоляторов

Тип	Эскиз	Размеры, мм			Тип крючьев	Тип штырей
		Н	D	d		
НС-18		108	80	22	КН-18	Д-16
НС-16		86	70	20	КН-16	С-16

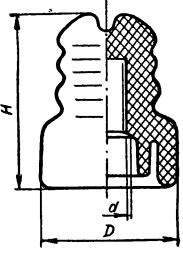
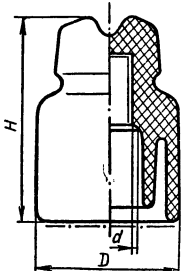
Тип	Эскиз	Размеры, мм			Тип крючьев	Тип штырей
		H	D	c		
РФО-16		87	61	20	КН-16	Д-16; С-16
РФО-12		70	56	16	КН-12	Д-14; С-14
РФ-10		47	40	14	КН-10	Д-12; С-12
ТФ-20 РФ-20		100	70	22	КН-20 КН-18	Д-16; С-16
ТФ-16 РФ-16		80	61	20	КН-16	Д-16; С-16
ТФ-12 РФ-12		67	49	16	КН-12	Д-12; С-12

Таблица 1.7. Колпачки для крепления изоляторов

Тип	Область применения		Эскиз
	Тип штырей	Тип крюков	
ПКН-18 ПКН-16	— С-16; С-16п Д-16; Д-16п	КН-20 КН-18; КН-16	

На дно изоляторов, накручиваемых на крюки и штыри, а также армируемых цементным раствором, нужно укладывать войлочный кружок. Изоляторы должны быть расположены вертикально, головкой вверх. Наклон до 45° к вертикали допускается только при креплении обводного провода.

Перед установкой изолятор необходимо очистить от грязи ветошью, смоченной в бензине. Чистка металлическим инструментом не допускается.

Фарфоровые изоляторы РФО-12, РФО-10, ТФ-12 следует применять только для линий связи и радиотрансляции.

1.6. КРЮКИ И ШТЫРИ

Изоляторы на опорах должны крепиться с помощью стальных крюков и штырей. Типы крюков и штырей, применяемых для различных изоляторов, см. в таблице 1.6, размеры их указаны в таблицах 1.8 и 1.9.

Таблица 1.8. Крюки для изоляторов

Тип крюка	Размеры мм					Эскиз
	D	d	L	l	H	
КН-20	20	16	210	80	150	
КН-18	18	16	210	80	150	
КН-16	16	16	170	70	110	
КН-12	12	12	130	53	80	
КР-10	10	10	95	40	58	

Примечание. Крюки КН и КР выпускаются также в исполнении с резьбой под изолятор.

Таблица 1.9. Штыри для изоляторов на трассе

Типоразмеры штырей	Размеры мм					
	d	D	H	L ₁	L ₂	
С-16	16	M24	155	25	35	
С-14	14	M20	135	25	35	
С-12	12	M16	115	25	35	
С-16п	16	M16	155	25	35	
С-14п	14	M16	135	25	35	
Д-16	16	M24	240	40	120	
Д-14	14	M20	220	40	120	
Д-12	12	M16	200	40	120	
Д-16п	16	M16	240	40	120	
Д-14п	14	M16	220	40	120	

В обозначении штырей: С — стальная трасса; Д — деревянная трасса; п — для промежуточных опор; числа 16, 14, 12 — диаметр верхнего конца штыря, мм.

Основное исполнение крюков — с тремя рядами выступающих ершей или насечек в верхней части штыревого конца крюка. Изготавливают также крюки, у которых вместо ершей или насечек накатана резьба под изолятор.

Для прочного закрепления крюков в опоре отверстия под них нужно сверлить по внутреннему диаметру резьбы. Глубина отверстия должна быть на 15—20 мм меньше нарезанной части крюка. Крюк обязательно ввертывать в тело опоры всей нарезанной частью плюс 10—15 мм.

При установке штырей на деревянных траверсах следует с обеих сторон траверсы ставить круглые или квадратные шайбы толщиной 4 мм и диаметром (или со стороной квадрата) 75 мм. Затес под шайбы должен быть минимальным.

Для предохранения древесины от загнивания затесы и места сверления под штыри антисептируются креозотом или пастой. К стальным траверсам штыри разрешается приваривать.

1.7. КОНСТРУКТИВНЫЕ ДАННЫЕ

Расположение проводов на опоре

Провода ВЛ могут располагаться горизонтально — на траверсах либо один над другим при креплении изоляторов на крючках. Нулевой провод должен располагаться ниже фазных проводов всех цепей, прокладываемых на опоре. Этот провод общий для всех цепей, он крепится на изоляторах так же, как и фазные провода.

Провода наружного освещения располагаются над нулевым проводом, под фазными проводами распределительной сети (см. с. 9).

Предохранители и секционирующие устройства устанавливаются на опоре ниже проводов. Расстояния между проводами принимаются в соответствии с данными табл. 1.10.

Т а б л и ц а 1.10. Наименьшие допустимые расстояния между проводами на опорах ВЛ

Расстояние	Размер, см
между проводами на опоре для I, II и III района по толщине стенки гололеда при стреле провеса до 1,2 м	40
между изоляторами ввода по осям	20
по горизонтали между проводами при спусках на опоре	15
от проводов до поверхности опоры	5
от нижнего провода электросети до верхнего провода радиотрансляционной сети при совместной прокладке на общих опорах	150

На линиях напряжением 380/220 В с заземленной нейтралью допускается прокладка проводов радиотрансляционных сетей. Верхний провод радиотрансляции должен быть на 1,5 м ниже провода

электросети. Провода радиотрансляционной сети, прокладываемые на общих опорах с электросетью или пересекающие электросеть на опорах ВЛ, должны быть изолированными (марки ПРСП). Прокладка телефонных линий на опорах электросети не допускается.

Крепление проводов

Провода крепятся к изоляторам на опорах проволочными вязками или зажимами (рис. 1.6). Крепление одинарное за исключением мест пересечений с инженерными сооружениями, где необходимо двойное крепление проводов ВЛ или крепление глухой вязкой (см. с. 23).

На прямых участках линий провода крепят на шейке изолятора со стороны опоры. На углах провод закрепляется на шейке с внешней стороны угла. Проволочная вязка выполняется двойным крестом из того же металла, что и провод.

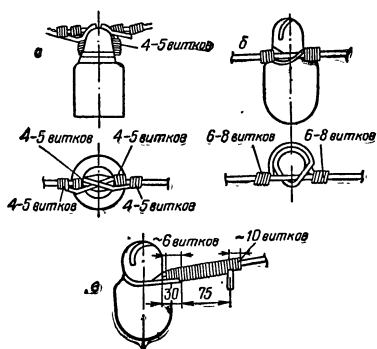


Рис. 1.6. Крепление проводов на изоляторах проволочной вязкой:
а — на головке изолятора; б — на шейке изолятора; в — концевое крепление для ответвлений к вводам

Диаметры вязальной проволоки для крепления проводов любых сечений в зависимости от материала следующие:

материал провода и вязальной проволоки	диаметр вязальной проволоки, мм
Сталь	2—2,7
Алюминий	2,5—3,5

При выполнении вязки не допускается изгибание провода вязальной проволокой.

Провода ответвлений от ВЛ к вводам должны иметь глухое крепление.

Соединение и ответвление проводов

Соединение проводов ВЛ напряжением до 1000 В выполняют в петлях анкерных опор — анкерными и ответвительными зажимами, овальными соединителями, монтируемыми методом скручива-

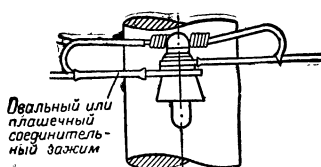


Рис. 1.7. Анкерное крепление проводов

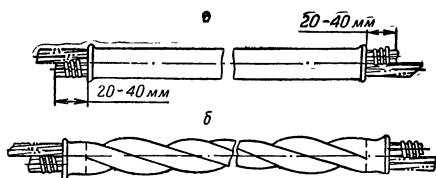


Рис. 1.8. Соединение сталеалюминиевых проводов овальным соединителем СОАС методом скручивания:

а — соединитель с введенными проводами;
б — скрученный соединитель

ния, петлевыми плащечными и прессуемыми аппаратными зажимами (рис. 1.7; 1.8); в пролетах — овальными соединителями, монтируемыми методом скручивания. Однопроволочные провода допускается соединять путем скрутки с последующей пайкой. Сварка в стык однопроволочных проводов не допускается. Марки и технические данные соединительной арматуры приведены в табл. 1.11.

Соединение проводов из разных металлов или разных сечений должно выполняться только на опорах при помощи переходных зажимов. Зажимы и участки проводов, на которых они установлены, не должны испытывать механических усилий от тяжения проводов.

При механическом повреждении многопроволочного провода (обрыв 1—2 проволоки на длине до 15 м) оборванные проволоочки подгоняются под один размер и на провод устанавливается бандаж или ремонтная муфта. Если проволоки отсутствуют, допускается вплести на их место одну проволоку и установить бандаж. При обрыве более двух проволоок поврежденный участок вырезается и устанавливается соединительный зажим.

Таблица 1.11. Соединительная арматура

Марка зажима	Марка провода	Размеры, мм				Примечания
		Выс.	Шир.	Дл.	Ø	
1	2	3	4	5	6	7

Овальные соединители, монтируемые методом скручивания

СОАС-10-3	АС-10/1,8	10,6	5,0	200	—	Приспособ-
СОАС-16-3	А-16; АС-16/2,7	12,5	6,3	200	—	ление
СОАС-25-3	А-25; АС-25/4,2	15,2	7,5	250	—	МИ-189А
СОАС-35-3	А-35; АС-35/6,2	19,0	9,2	330	—	Скручива-
						ние на
						4—4,5 обо-
						рота

1	2	3	4	5	6	7
СОАС-50-3	A-50; AC-50/8	22,0	10,5	400	—	Приспособление
СОАС-70-3	A-70; AC-70/11	26,0	12,5	450	—	МИ-230А
СОАС-95-3	A-95; A-120 AC-95/16	31,0	15,0	750	—	Скручивание на
СОАС-120-3	A-15; AC-120/19	35,0	17,0	900	—	4—4,5 оборота
СОС-25-1А	ПС-25	14,4	7,2	115	—	Приспособление
СОС-35-1А	ПС-35	17,0	8,5	130	—	МИ-230А
СОС-50-1А	ПС-50	20,0	10,0	185	—	Скручивание на 2—2,5 оборота

Петлевые плашечные (соединительные и ответвительные)

ПС-1-1А	ПС-25; ПС-35 С-25; С-35	36	28	84	8	После затяжки болтов между краями желобков плашек и корпусов должен оставаться небольшой зазор
ПС-2-1А	ПС-50; ПС-70 С-50; С-70	36	34	84	12	
ПС-3-1А	ПС-95; С-95; С-120	44	48	110	14	
ПАБ-1-1В	A-16; A-50; AC-16/2,7; AC-35/6,2	36	20	52		
ПА-2-1	A-70; AC-50/8; AC-70/11	57	30	100		
ПА-3-1	A-95; A-120; AC-95/16	74	37	116		
ПАМ-1-1	A-16; A-50 AC-16/2,7; AC-50/8	62	44	94	—	
ПАМ-2-1	A-70 ÷ A-120; AC-50/8 ÷ ÷ AC-120/19	79	58	106	—	

Плашечные ответвительные сжимы

У867	A-16; A-50 AC-16/2,7 AC-50/8; ПС-25; ПС-50	30	45	45	—	Отпайка от ВЛ выполняется проводами сечением 4—16 мм ² .
------	---	----	----	----	---	---

Установка и закрепление опор в грунте

Чтобы промежуточные опоры не испытывали тяжения вдоль линии, необходимо правильно разбить трассу. Для этого измеряют расстояние между соседними угловыми или анкерными опорами и разбивают на равные участки, близкие к принятой для данной линии длине пролета. Затем размечают на местности места промежуточных опор, забивая колышки строго по прямой линии.

При установке опор необходимо обеспечивать вертикальность стоек, горизонтальность траверс и прямолинейность трассы между анкерными и угловыми опорами. Выход опор из створа линии не должен превышать 100 мм. Отклонение опор от вертикали вдоль и поперек линии допускается не более 1/100 от высоты опоры.

Минимальное заглубление промежуточных опор в грунте должно быть на 10 см больше, чем глубина промерзания грунта. По условиям Западной Сибири опоры закапываются на глубину 1,8—2 м. При высоте опоры над поверхностью земли более 9 м и суммарном сечении проводов более 300 мм² опора заглубляется дополнительно на 10—20 см. Анкерные опоры заглубляются на 2—2,2 м, а угловые — на 2,3—2,5 м.

Подкосы закапываются на глубину 1,5—1,7 м от уровня земли. Засыпают котлованы сразу же после установки и выверки опор. Грунт надо тщательно уплотнять путем послойного трамбования.

1.8. ТЯЖЕНИЕ ПРОВОДОВ И СТРЕЛА ПРОВЕСА

Для надежной работы линий и исключения обрывов проводов при воздействии ветровых, гололедных нагрузок, а также механических напряжений, возникающих при низких температурах воздуха, провода и опоры должны иметь определенный запас прочности.

Безопасность людей в местах прохождения линий зависит также от величины габарита между проводом и землей.

Провисание проводов будет наибольшим либо при наиболее высокой температуре воздуха, либо при наибольшей нагрузке от гололеда. Чтобы обеспечить необходимый запас прочности проводов и минимально допустимые габариты до земли, при проектировании линий определяют величину расчетного пролета, а при монтаже создают определенную стрелу провеса в зависимости от длины пролета и температуры, при которой ведется монтаж линии.

Рекомендуемые пролеты для типовых опор ВЛ-0,4 кВ приведены в табл. 1.12.

Таблица 1.12. Выбор типа опор и рекомендуемые пролеты в зависимости от сочетания подвешиваемых проводов

Район по гололеду	Сочетание марок подвешиваемых проводов	Расчетный пролет, м	Рекомендуемый тип опор		
			промежуточные	угловые до 60°; концевые анкерные; ответвительные	переходные
1	2	3	4	5	6
	5А-16 4А-16+ПСО-5		ПН-1ДБ ПН-1Д	УПН-1ДБ АКН-1ДБ	ППН-1ДБ ППН-2ДБ

1	2	3	4	5	6
I; II, стенка гололеда 5 мм	3А-25+2А-16 4А-25+ПСО-5 3А-35+2А-16 4А-35+А-16 3АС-35+2АС-16 3А-50+А-25+А-16	45	ПП-ЗД	УАН-1ДБ ОАН-1ДБ	ППИ-ЗДБ
	4А-50+А-16 4АС-35+АС-16 3АС-50+АС-25+АС-16 4АС-50+АС-16 3АС-50+2АС-25 3А-70+А-35+А-25 4А-70+А-25	40			
III стенка гололеда 10 мм	5А-16 4А-16+ПСО-5 3А-25+2А-16 4А-25+ПСО-5 3А-35+2А-16 4А-35+А-16	35	То же	То же	То же
	3А-50+А-25+А-16 3АС-35+2АС-16 4А-50+А-16 4АС-35+АС-16 3АС-50+АС-25+АС-16 4АС-50+АС-16 3А-70+А-35+А-25 4А-70+А-25 3АС-50+2АС-25	30			

Примечания: 1. Таблица составлена для III района по скоростным напорам ветра. 2. При подвеске двух проводов радиотрансляционных сетей указанные в таблице угловые опоры до 60° допускают угол поворота 90°. 3. При четырех проводах радиотрансляционной сети и угле поворота более 60° необходимо применять опоры УПН-2ДБ (типовой проект серии 3407—5).

Монтажные стрелы провеса для разных проводов при пролетах длиной от 30 до 45 м приведены в табл. 1.13. Эта таблица составлена из условий обеспечения стрелы провеса 1,2 м при максимальной температуре воздуха +40°C.

Таблица 1.13. Монтажные стрелы провеса, см
для типовых опор линий 0,4 кВ

Про- лет, м	Температура, °C											
	+20	+10	0	-10	+20	+10	0	-10	+20	+10	0	-10
	Алюминиевые провода марки А, АН, АЖ, сечением 16—70 мм²				Сталеалюминиевые провода марки АС, сечением 16—50 мм²				Стальные про- вода марки ПСО; Ø 4—6 мм			
30	114	110	107	104	115	110	110	107	—	—	—	—
35	112	108	101	95	114	110	106	102	116	113	111	108
40	108	103	95	88	110	106	100	95	115	111	108	104
45	105	95	87	77	110	103	95	88	113	109	105	100

При таком провисании проводов для типовых опор габарит от нижней точки провода до земли не будет меньше 6 метров, требуемых правилами устройства электроустановок. Такой монтаж гарантирует также, что механические напряжения в проводах при наихудших климатических условиях (для I—III районов по толщине стенки гололеда и III района по скоростным напорам ветра) будут меньше допустимых.

В зависимости от температуры воздуха, при которой ведется подвеска проводов, по таблице находим стрелу провеса для принятого сечения проводов.

Подсчитав требуемую стрелу провеса, откладывают это расстояние от крюка вниз. С помощью горизонтальной рейки в процессе натяжки добиваются совпадения нижней точки провода с визирной линией, соединяющей отмеченные точки на опорах (рис. 1.9).

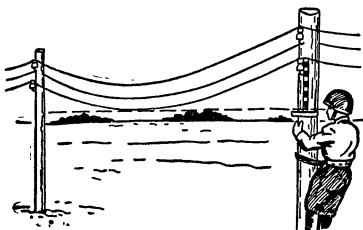


Рис. 1.9. Визирование стрелы провеса

Натяжку проводов следует производить одновременно в нескольких пролетах, после чего закрепляют провода на изоляторах.

1.9. ГАБАРИТЫ. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ, СБЛИЖЕНИЯ

1.9.1. Расстояния до земли

Наименьшие допустимые расстояния от проводов до земли при наибольшей стреле провеса указаны в табл. 1.14.

Таблица 1.14. Допустимые габариты от проводов до земли

Место прохождения линии	Габарит до земли, м
Населенные пункты и ненаселенная местность	6,0
Труднодоступные местности	3,5
Пересечения ответвлений от ВЛ к вводам с непроезжей частью улиц (до тротуаров и пешеходных дорожек)	3,5
Пересечения с несудоходными небольшими реками (до льда)	6,0

1.9.2. Пересечения с инженерными сооружениями

Всякое пересечение должно быть согласовано с той организацией, которая эксплуатирует пересекаемый объект. Сечения и марки проводов указаны на с. 24—26. Особые требования для пересечений указаны ниже.

Угол пересечения воздушных линий напряжением до 1000 В между собой, с различными сооружениями, а также с улицами и площадями не нормируется. Исключения указаны ниже.

Прохождение линий над зданиями не допускается, за исключением подходов ответвлений к вводам в здания.

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ВЛ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В МЕЖДУ СОБОЙ

Пересечения рекомендуется выполнять на перекрестных опорах. Расстояние между точками крепления пересекающихся линий на опоре не менее 0,4 м. Допускается также пересечение линий в пролете. Расстояние по вертикали между ближайшими проводами пересекающихся линий должно быть не менее 1 м при температуре воздуха $+15^{\circ}\text{C}$. Опоры в местах пересечений могут быть анкерными или промежуточными. Место пересечения следует выбирать как можно ближе (но не менее 2 м) к опоре верхней пересекающей линии (рис. 1.10а).

Однопроводные алюминиевые провода не допускаются. Крепление проводов — одинарное.

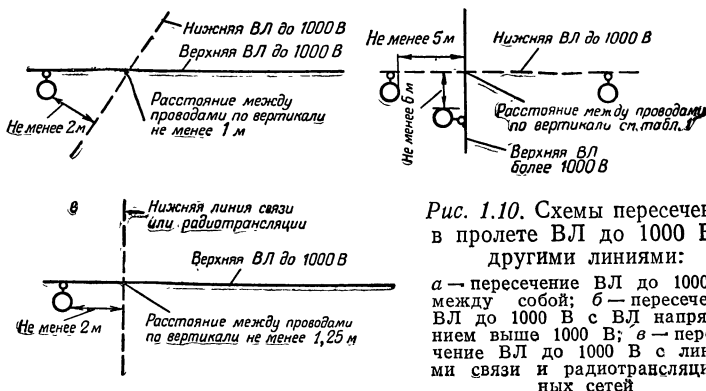


Рис. 1.10. Схемы пересечения в пролете ВЛ до 1000 В с другими линиями:

а — пересечение ВЛ до 1000 В между собой; б — пересечение ВЛ до 1000 В с ВЛ напряжением выше 1000 В; в — пересечение ВЛ до 1000 В с линиями связи и радиотрансляционных сетей

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ВЛ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В С ЛИНИЯМИ ВЫШЕ 1000 В

Пересечение выполняется в пролете. Угол пересечения не нормируется. Провода ВЛ до 1000 В должны располагаться под проводами линий напряжением более 1000 В. Место пересечения должно выбираться как можно ближе (но не менее 6 м) к опоре верхней пересекающей линии. Расстояние от опор нижней (пересекае-

мой) линии до проводов ВЛ выше 1000 В должно быть не менее 5 м (рис. 1.10б).

Минимальные расстояния по вертикали между пересекающимися проводами в зависимости от напряжений линий должны быть не менее указанных ниже.

Напряжение пересекаемой линии, кВ	Расстояние между ближай- шими проводами ВЛ, м
3—10	2
35	3
110	3

Примечание. На обеих пересекающихся линиях должны предусматриваться разрядники.

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ВЛ С ЛИНИЯМИ СВЯЗИ (ЛС) И РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ СЕТЕЙ (РС)

Пересечение проводов ВЛ с проводами линий связи должно выполняться только в пролете, с проводами радиотрансляционных сетей разрешается как в пролете, так и на общей перекрестной опоре. Место пересечения следует выбирать возможно ближе к опоре верхней пересекающей линии. При этом расстояние между опорой и проводами должно быть по возможности меньшим, но не ближе 2 м (рис. 1.10в).

Угол пересечения должен быть по возможности ближе к 90°, но если выполнить это требование нельзя, допускается любой угол пересечения.

Расстояния по вертикали между проводами ВЛ и проводами или подвесными кабелями ЛС и РС в пролете должно быть не менее 1,25 м при наибольшей стреле провеса. Расстояние по вертикали между проводами ВЛ и РС на общей опоре должно быть не менее 1,5 м.

Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с магистральными ЛС или соединительными линиями сельской телефонной связи, должны быть анкерного типа. При пересечении всех остальных ЛС и РС допускаются промежуточные опоры, усиленные дополнительной приставкой или подкосом.

Провода ВЛ должны располагаться над проводами или кабелями ЛС и РС и в пролете пересечения иметь двойное крепление или глухую вязку. Сращивание проводов ВЛ, а также проводов ЛС и РС в пролетах пересечения не допускается.

Провода ВЛ в пролете пересечения должны быть многопроволочные, сечением не менее 35 мм² — для алюминиевых, 16 мм² — для сталеалюминиевых и 25 мм² — для стальных проводов.

При пересечении ВЛ с подземным или подвесным кабелем ЛС или РС расстояние от кабелей до заземления опоры ВЛ или до железобетонной опоры должно быть не менее 3 м в населенной местности и не менее 10 м — в ненаселенной.

Расстояние от подземных кабелей связи до незаземленных деревянных опор ВЛ должно быть не менее 5 м в ненаселенной местности и не менее 2 м в населенной. В стесненных условиях

это расстояние может быть уменьшено до 1 м. При этом кабель обязательно защищается стальной трубой или швеллером по 3 м в каждую сторону от опоры.

Крюки, штыри и арматуру опор ВЛ напряжением до 1000 В, ограничивающих пролет пересечения, нужно ванулить. Сопротивление зануляющего устройства — не более 30 Ом.

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ

При пересечении дорог I категории опоры, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными. Для дорог II—IV категорий допускаются облегченные анкерные или промежуточные опоры, для дорог V категории — промежуточные опоры любого типа. Расстояние от опоры до бровки полотна при пересечении должно быть не менее высоты опоры. На участках стесненной трассы расстояние от опоры до подошвы насыпи или до наружной бровки кювета для дорог I—II категорий допускается 5 м, для дорог остальных категорий — не менее 1,5 м.

Крепление проводов на анкерных и промежуточных опорах должно быть двойным, при пересечении дорог V категории — одинарным.

Расстояние по вертикали от нижней точки провода до земли для дорог I—II категорий должно быть не менее 7 м, для дорог III—V категорий — не менее 6 м. Расстояние от проводов ВЛ до дорожных знаков и их несущих тросов допускается не менее 1 м. Несущие тросы в местах пересечения должны быть заземлены. Сопротивление заземления — не более 10 Ом.

Таблица 1.15. Категорийность автомобильных дорог в зависимости от ширины полотна

Категория	Ширина, м	
	проезжей части	земляного полотна
I	15 и более	27,5 и более
II	7,5	15
III	7	12
IV	6	10
V	4,5	8

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С ЛИНИЯМИ ТРАМВАЯ И ТРОЛЛЕЙБУСА

Провода ВЛ должны быть многопроволочными. Их нужно располагать над несущими тросами контактных проводов. Минимальное сечение алюминиевых проводов — 35 мм², стальных и сталеалюминиевых — 16 мм². Сращивание проводов в пролете пересечения не допускается.

Минимальные расстояния от проводов ВЛ при наибольшей стреле провеса до головки рельса трамвайной линии или до проезжей части дороги в зоне трамвайных путей — 8 м.

Расстояние от проводов ВЛ до несущего троса или контактного провода должно быть не менее 1,5 м. Крепление проводов двойное.

Допускается подвеска проводов ВЛ напряжением не более 380 В на опорах троллейбусных линий. При этом расстояние между проводами ВЛ и кронштейном или устройством крепления несущего троса должно быть не менее 1,5 м.

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С ЖЕЛЕЗНЫМИ ДОРОГАМИ

Рекомендуется пересечение под углом, близким к 90° . В пролете пересечения необходимо применять сталеалюминиевые провода или провода из сплава АЖ, сечением не менее 35 мм^2 , при толщине стенки гололеда до 10 мм. Применение алюминиевых, стальных и проводов из сплава АН не допускается.

Опоры, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа. Применение опор с оттяжками и деревянных одностоечных недопустимо. При пересечении железных дорог необщего пользования опоры могут быть анкерного типа облегченной конструкции, или промежуточные свободностоящие, или на оттяжках. Расстояние по горизонтали от провода при наибольшем его отклонении до «габарита приближения строений» должно быть не менее 1,5 м.

Применение штыревых изоляторов в пролетах пересечения не допускается.

Минимальные расстояния по вертикали при пересечении железных дорог должны быть не меньше указанных ниже:

Нормируемое расстояние	Наименьшая величина, м
От провода ВЛ до головки рельса неэлектрифицированных железных дорог широкой колеи общего и необщего пользования ¹ и узкой колеи общего пользования	7,5
То же, для узкой колеи необщего пользования	6
От провода ВЛ до наивысшего провода или несущего троса контактной сети электрифицированных дорог.	2 ²

¹ Железные дороги необщего пользования, связанные с общей сетью железных дорог, но служащие только для перевозок предприятий, которым эти подъездные пути подчинены.

² Для дорог с напряжением контактной сети более 10 кВ — 3 м.

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ НЕСУДОХОДНЫХ РЕК

Расстояние от проводов ВЛ до наивысшего уровня воды должно быть не менее 2 м, до льда — не менее 6 м.

1.9.3. Сближение ВЛ с инженерными сооружениями

Нормами допускается параллельная прокладка воздушных линий напряжением до 1000 В и линий другого назначения, параллельное следование ВЛ с разными сооружениями, а также сближение ВЛ с надземными и подземными инженерными устройствами. При параллельном следовании или сближении ВЛ с другими сооружениями расстояния по горизонтали должны быть не менее указанных в табл. 1.16. Расстояния от опор до подземных сооружений приведены в табл. 1.17.

**Т а б л и ц а 1.16. Наименьшие расстояния
при сближениях ВЛ между собой или с другими сооружениями**

Нормируемое расстояние	Наименьшая величина (по горизонтали), м
От проводов при наибольшем отклонении до балконов и окон	1,5
От проводов до глухой стены здания	1
От крайнего провода ВЛ до линии связи или до другой линии напряжением до 1000 В на свободном участке трассы	Наибольшая высота опоры
От проводов наружного освещения, расположенных на опорах контактной сети трамвая или троллейбуса, до несущего троса или контактного провода	1,5
От крайнего провода ВЛ до ближнего к нему провода линии связи или радиотрансляции при сближении трасс	2
То же, в стесненных условиях	1,5
От проводов ВЛ до проводов связи, трансляции, спусков радио- и телевизионных антенн в пролете от опоры до ввода и на вводах	1,5
От крайнего провода до проводов линии напряжением 1—10 кВ	Высота наиболее высокой опоры плюс 2,5
То же, на участке стесненной трассы	Высота опоры плюс 3 м
От опоры до ближайшего рельса железной дороги	
При пересечении — от опоры до полотна автомобильной дороги	Высота опоры
То же, на стесненном участке для дорог III—V категории (ширина проезжей части 7 м и менее)	1,5
При параллельном следовании — от крайнего провода до бровки земляного полотна	2

**Т а б л и ц а 1.17. Наименьшие допустимые расстояния
от опор ВЛ до подземных сооружений**

Объект сближения	Наименьшее расстояние по горизонтали, м
1	2
Водо-, газо-, паротеплопроводы, канализационные трубы	1
Пожарные гидранты, люки (колодцы) подземной канализации, водоразборные колонки	2
Бензоколонки	10
Кабели электросети	0,5
Кабели связи в населенной местности (до деревянной незаземленной опоры ВЛ)	2 ¹

1	2
То же, в ненаселенной местности	5
Кабели связи в населенной местности (до заземления опор или до железобетонных опор ВЛ)	3
То же, в ненаселенной местности	10
От проводов до ветвей деревьев при прохождении в лесу или по зеленым насаждениям (вырубка просеки не требуется)	1

¹ В стесненных условиях допускается 1 м с обязательной защитой кабеля стальной трубой или швеллером по 3 м в обе стороны от опоры.

Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ и воздушных и кабельных линий связи не допускается. Прокладка на общих опорах проводов ВЛ и линий радиотрансляционных сетей допускается только при выполнении последних изолированным проводом.

1.10. ОТВЕТВЛЕНИЯ ОТ ВЛ К ВВОДАМ В ЗДАНИЯ

Ответвлением от воздушной линии к вводу называется участок проводов от опоры ВЛ до ввода.

Длина ответвлений допускается не более 25 м. При больших расстояниях необходимо устанавливать дополнительную промежуточную опору. Расстояние от проводов ответвления до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 6 м. При пересечении непроезжей части улиц расстояние от проводов ответвления до тротуаров и пешеходных дорожек допускается не менее 3,5 м. При невозможности соблюдения указанных расстояний необходимо устанавливать дополнительную опору или конструкцию на здании. Наименьшее расстояние от проводов ответвления до крыши здания — 2,75 м. Допустимые расстояния от проводов ответвления до зданий и сооружений такие же, как для ВЛ (см. табл. 1.16).

Для ответвлений от ВЛ к вводам желательно применять изолированные провода и провода с несущим тросом (см. табл. 1.1)¹. Допускается применение неизолированных проводов. В районах одноэтажной застройки рекомендуется выполнять ответвление проводами с атмосферостойкой изоляцией.

Применять расплетенные провода нельзя. Наименьшие сечения и диаметры проводов для ответвлений см. в табл. 1.1.

Провода ответвлений к вводам должны иметь глухое крепление. В местах ответвлений от ВЛ следует, как правило, применять многоштыковые или подставные изоляторы.

¹ Выпускаются провода марки АВТ с алюминиевыми жилами, изоляцией из поливинилхлоридного пластика и несущим тросом.

1.11. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Приемка в эксплуатацию

Перед сдачей линий в эксплуатацию необходимо провести ее технический осмотр и проверить соответствие проекту и Правилам устройства электроустановок.

На каждую линию должна иметься техническая документация: проект, исполнительная схема с указанием марок и сечений проводов, защитных заземлений, средств молниезащиты, акты осмотра переходов и пересечений, согласованные с заинтересованными организациями, протоколы замера габаритов до земли и в местах пересечений с инженерными сооружениями, описание заземляющих устройств, № протокола замера сопротивления заземлителей, акты на скрытые работы.

Включение линии под напряжение производится при наличии эксплуатационного персонала, прошедшего инструктаж и проверку знаний по технике безопасности.

В процессе эксплуатации линии необходимо проводить периодические осмотры, текущий и капитальный ремонт.

При выполнении работ на линиях должны строго соблюдаться требования техники безопасности (см. гл. 7). Когти, пояс и монтерский инструмент должны быть в полной исправности.

Осмотры и ремонт линии во время грозы не допускаются.

Типовой объем и содержание работ по техническому обслуживанию ВЛ

Периодические осмотры проводятся 1 раз в месяц, как правило, без снятия напряжения.

При осмотре необходимо проверить: наличие обрывов и оплавления отдельных проволок, набросов, касания проводов ветвями (устраняются в процессе осмотра), посторонних предметов под проводами, боя, трещин и ожогов на изоляторах; состояние разрядников; стрелу провеса проводов (наличие чрезмерного провеса или вытяжки); правильность установки опор (отклонения, перекосы, крен — вдоль и поперек линии); состояние стоек железобетонных опор и приставок, бандажей, разрядников; целостность заземляющих проводов; зануление крюков и штырей; состояние ответвлений от линий к вводам в здания и состояние контактных соединений (при ночном осмотре) — перегрев, искрение.

Внеочередные осмотры линии должны проводиться после аварий, ураганов, при гололеде, морозах ниже -40°C и других стихийных явлениях, могущих повредить линию.

Контрольный осмотр линии проводится инженерно-техническим персоналом один раз в год.

Типовой объем работ при текущем ремонте

Сроки текущих ремонтов устанавливаются по результатам осмотров, измерений и испытаний.

В объем текущего ремонта входят операции технического обслуживания и осмотров и, кроме того: верховой осмотр линии; про-

верка состояния деревянных опор, измерение глубины загнивания; замена деревянных опор или их деталей, возобновление противогнилостных обмазок (при необходимости); проверка ржавления металлических траверс железобетонных опор; их очистка и окраска; при необходимости — замена поврежденных изоляторов; ремонт бандажей и хомутов, их замена и окраска (при необходимости); снятие посторонних предметов с проводов; проверка и испытание разрядников со снятием их с опор; измерение габаритов до земли и в местах пересечений; измерение стрелы провеса; подтяжка проводов (при необходимости); измерение сопротивления заземлений проводится 1 раз в первый год эксплуатации и потом 1 раз в 3 года. Способ измерения см. в гл. 6.

Типовой объем работ при капитальном ремонте

При обнаружении на линии дефектов, представляющих опасность при дальнейшей эксплуатации, проводится капитальный ремонт линии. Сроки и объемы работ устанавливаются по результатам проверок и измерений.

В объем капитального ремонта входят операции текущего ремонта и, кроме того: ревизия и замена части проводов; полная перетяжка линии; частичная замена изоляторов; ремонт соединений проводов; измерение сопротивления заземлений; определение наличия трещин в железобетонных опорах и приставках; выправка и замена до 50% опор и их элементов; полное восстановление противогнилостных обмазок; измерение сопротивления заземлений с выборочным вскрытием отдельных элементов.

1.12. БОРЬБА С ЗАГНИВАНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ

В эксплуатации, особенно в сельской местности, находится большое количество линий с деревянными опорами и с деревянными приставками, подверженными загниванию. Для повышения надежности линий и снижения затрат на эксплуатацию необходим тщательный надзор за состоянием древесины и проведение профилактических мероприятий, предохраняющих древесину от загнивания, — нужно создавать для гнилостных грибов наиболее неблагоприятные условия эксплуатационной влажности (абсолютная влажность в надземной части ниже 20% и в подземной части — выше 70%). Чтобы обеспечить сухость опоры, нужно, по возможности, защищать ее от дождя, снега и грунтовых вод. При сооружении и ремонте необходимо обращать особое внимание на качество ошкуривки опор и максимально ограничивать врубки и припасовки. Место для сочленения с приставкой не обрабатывают. Отверстия под крюки, штыри и болты сверлят строго под их диаметр. Головки опор опиливают под углом, чтобы не задерживалась влага, и защищают пластмассовыми или шиферными пластинами. При установке опор в грунт без железобетонной приставки место выхода из земли защищают антисептическими бандажами. Подножие опоры и котлован нужно тщательно очищать от верхнего растительного слоя, корней и других органических материалов.

Периодическая проверка степени загнивания деталей деревянных опор проводится один раз в три года. Степень загнивания опреде-

ляется внешним осмотром (местные внешние очаги загнивания), простукиванием (чистый звонкий звук свидетельствует о здоровой древесине, глухой звук указывает на загнивание сердцевины), а также прокалыванием древесины в опасных местах щупом в виде плоского тупого шила с полусантиметровыми делениями. Щуп вводится в древесину только нажатием руки, без применения молотка. Тонкую наружную стенку нужно проколоть, чтобы выявить действительную глубину внутреннего загнивания. При проверке деревянных приставок древесина, скрытая в грунте, должна отрываться на глубину 0,3—0,5 м.

Вертикальную часть опор прокалывают в трех точках окружности под углом 120°. Горизонтальные части (траверзы) измеряют в двух точках: сверху (максимальное загнивание) и снизу бревна. Глубина загнивания определяется как средняя величина измерений. Результаты измерений записывают в дефектную ведомость с указанием номера опоры.

Опора или приставка считается непригодной для дальнейшей эксплуатации и подлежит замене, если глубина прогнивания ее по радиусу бревна больше 3 см при диаметре бревна 25 см и более или составляет 20% диаметра более тонких бревен.

На действующих линиях с деревянными приставками, загнивание которых установлено при проверке, необходимо заменять их на железобетонные. Такие же приставки должны быть установлены на линиях с одностоечными опорами при выявлении загнивания древесины в месте выхода опоры из земли.

При отсутствии железобетонных приставок как исключение могут быть допущены деревянные приставки, пропитанные антисептиком или защищенные антисептическими бандажами.

Антисептирование древесины опор

Наилучший способ защиты древесины от гниения — заводская пропитка бревен смесью креозота с мазутом в специальных камерах под давлением. Пропитанная таким образом древесина служит 20 лет и более.

При отсутствии древесины, пропитанной на заводе, необходимо антисептировать дерево своими силами, что увеличивает срок его службы в 3—4 раза по сравнению с непропитанным.

Диффузионный метод

Диффузионный метод пропитки заключается в нанесении кистью на поверхность сырой древесины специальной пасты, которая постепенно вместе с влагой проникает в поры дерева и консервирует его, убивая грибки, вызывающие гниение. Метод антисептирования сырой древесины дает лучшие результаты.

Сухая древесина с влажностью менее 20% диффузионным способом не обрабатывается.

Если древесина заготавливается на будущее, ее обрабатывают пастой и укладывают в плотные штабеля на 3 месяца, после чего процесс антисептирования считается законченным. Штабеля укрывают, чтобы из дерева не испарялась влага.

Если древесина должна использоваться в скором времени, ее покрывают пастой и укладывают в штабеля на 2—3 дня, до затвердения пасты, после этого на пасту наносится гидроизоляционный

слой (разогретый до температуры 180°C нефтяной битум, каменноугольный лак или битумная эмульсия, состоящая из 53% нефтяного битума, 1,35% древесной смолы, 0,25% едкого натра и 45,4% воды). Каменноугольный лак наносится в холодном состоянии и затвердевает через 12—24 часа. Битумная эмульсия также наносится в холодном состоянии и затвердевает через 2—3 часа.

Покрытую гидроизоляцией древесину сразу же посыпают песком, чтобы увеличить прочность.

Закапываемые в землю части пропитанных таким образом опор обертываются слоем толя или рубероида для защиты гидроизоляционного слоя.

Древесину опор, находящихся в эксплуатации, следует обрабатывать в местах начавшегося загнивания.

В порядке профилактики антисептируют наиболее ответственные опоры: в местах пересечений с железными дорогами, линиями связи, а также установленные в местах повышенной влажности.

Антисептическая обработка сопряжений, затесов, отверстий

Детали, пораженные наружным загниванием, очищают от гнили и с помощью кисти покрывают слоем пасты (рецепты № 1, 2, 3 и 4). Пастой заполняют все горизонтальные щели и места сопряжения деталей. После высыхания пасты на обработанную поверхность наносится гидроизоляционный слой — нагретый битум с песком или кузбасслак. Таким же способом защищают торцы стоек, приставок и траверз.

Антисептические бандажи

Для защиты участков опоры в особенно подверженных загниванию местах (внешняя часть приставок вблизи поверхности земли) их обертывают антисептическими бандажами. Влага из грунта постепенно проникает в древесину и поднимается к верху столба. Проходя мимо бандажа, она растворяет антисептик и пропитывает им ближайшую часть опоры.

На полосу толя, рубероида, пергамина или мешковины шириной 50 см наносится слой специальной пасты, содержащей фтористый натр.

Степень поражения гнилью приставок зависит от уровня грунтовых вод: чем ниже уровень грунтовых вод, тем на большей глубине поражается древесина.

Антисептические бандажи защищают древесину под бандажом и зону на 20—30 мм выше и ниже бандажа.

При глубине уровня грунтовых вод 1—1,2 м накладывается один бандаж, при глубине 1,2—2 м — два бандажа (рис. 1.11).

Приставки из непропитанной древесины на нужном уровне покрывают пастой и обертывают слоем толя, бреззла или пергамина для предотвращения выщелачивания антисептика в грунт.

Для плотного облегания бандажей их прибивают толевыми гвоздями и обтягивают проволокой. Поверхность бандажа при гидроизоляции покрывают битумом.

Приставки, находящиеся в эксплуатации, при обнаружении признаков загнивания в зоне «земля — воздух» отрывают на глу-

бину 30—40 см, тщательно очищают от земли и гнили, затем покрывают слоем пасты толщиной 3—4 мм и плотно оборачивают внахлестку лентой из рубероида или пергамина шириной 15 см. Бандаж закрепляют гвоздями и проволокой, после чего яму засыпают землей и утрамбовывают.

На 1 бандаж расходуется 0,6—1,0 кг пасты и 0,4—0,5 кг битума. Применение антисептических бандажей увеличивает срок службы приставки на 5—6 лет.

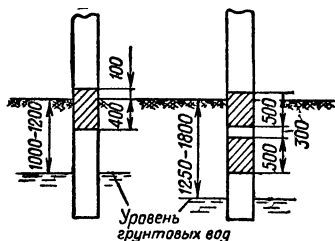


Рис. 1.11. Установка антисептических бандажей при разных уровнях грунтовых вод

При прохождении линии по пастбищу для предохранения животных от отравления необходимо наружную часть присыпать землей или покрыть слоем толя и битума. Нельзя разбрасывать и оставлять пасту на месте работы.

Рецептура паст

Рецепт № 1 Мосэнерго: фтористый натрий — 36 %; динитрофенол — 10 %; бихромат натрия или калия — 12 %; кальцинированная сода — 2 %; экстракт сульфидных щелоков — 7 %; вода — 33 %.

Экстракт сульфидных щелоков растворяют в горячей воде, после чего добавляют антисептик и остальные составляющие. Для получения более густой, несползающей пасты в полученный состав добавляют немного жирной глины.

Рецепт № 2: уралит или триолит — 49 %; битум — 17 %; зеленое масло — 24 %; вода — 10 %.

Рецепт № 3: фтористый натрий — 40 %; кузбасслак — 50 %; вода — 10 %.

Рецепт № 4: динитрофенол — 50 %; кузбасслак — 40 %, вода — 10 %.

Рецепт № 5 ЦНИИМОД — паста ФХМ-7751П: препарат ФХМ-7751 — 80 %; каолин — 15 %; экстракт сульфидных щелоков — 4,5 %; смачиватель ОП-7 — 0,5 %.

Для приготовления паст № 1, 2, 3, 4 антисептик размалывается, просеивается через сито с отверстиями диаметром 1—2 мм и размешивается с водой в деревянном или железном баке.

Битум вместе с зеленым маслом (легковоспламеняющееся вещество) нужно осторожно нагреть в варочном котле на малом огне до 70° и после полного растворения перелить в бак с антисептиком и хорошо перемешать. Если используется кузбасслак, то он нагревается до 40—50° и потом смешивается с антисептиком.

Предупреждение: антисептики ядовиты и поражают слизистую оболочку и кожу, а при длительном воздействии разрушают зубы

и кости, вызывая отравление. Кузбасслак, битум и зеленое масло поражают кожу и глаза. При изготовлении паст необходимо соблюдать осторожность, работать в плотной спецодежде, рукавицах и очках.

После работы с антисептиками, особенно перед принятием пищи, необходимо тщательно вымыть с мылом руки и обмыть места, куда попал антисептик. Спецодежду обязательно снять и хранить в складе с антисептиками.

1.13. ОХРАНА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Для обеспечения сохранности электрических сетей и предотвращения несчастных случаев действуют «Правила охраны электрических сетей напряжением до 1000 вольт», утвержденные постановлением Совета Министров СССР от 11 сентября 1972 г. № 667. Этими правилами установлены охранные зоны для ВЛ по 2 м от проводов с каждой стороны линии. При прохождении ВЛ через лесные массивы или через парки, сады и другие многолетние насаждения обрезка деревьев, растущих в непосредственной близости к проводам, производится организацией, эксплуатирующей линию электропередачи.

В пределах охранных зон без письменного разрешения организации, эксплуатирующей линию, запрещается выполнять строительные, монтажные и поливные работы, сажать и вырубать деревья, устраивать спортивные и игровые площадки, складировать корма, топливо, удобрения и другие материалы. Запрещается также устраивать проезды для машин и механизмов, имеющих общую высоту с грузом от поверхности дороги более 4,5 м, а также стоянки автомобильного и гужевого транспорта.

Охранные зоны ВЛ напряжением до 1000 В, проходящие по территории опытных сельскохозяйственных станций, сортоиспытательных участков, производственных объектов колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий и организаций, а также производственных объектов Сельхозтехники, могут использоваться владельцами объектов без согласования с организацией, эксплуатирующей линию, но с обязательным обеспечением сохранности линий и соблюдением мер безопасности.

Запрещаются действия, которые могут нарушить нормальную работу электрических сетей: нельзя набрасывать на провода или привязывать к опорам посторонние предметы, влезать на опоры, сбрасывать с крыш снег на провода, разводить огонь вблизи вводных и распределительных устройств и воздушных линий электропередачи.

Если на общих опорах подвешены провода воздушных линий электропередачи и линий другого назначения, каждая организация, эксплуатирующая линию, должна выполнять ремонтные работы с предварительным уведомлением другой организации.

Выполнение работ вблизи ВЛ с использованием механизмов допускается при условии, если расстояние по воздуху от механизма или груза в любом положении до ближайшего провода, находящегося под напряжением, будет не менее 1,5 м. При невозможности соблюдения условий, обеспечивающих безопасность работ, с линии должно быть снято напряжение.

Лица, виновные в невыполнении правил охраны электрических сетей, привлекаются к ответственности в установленном порядке,

Глава 2.

КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

2.1. КОНСТРУКЦИЯ КАБЕЛЕЙ

Силовые кабели на номинальное напряжение переменного тока 0,66 и 1 кВ изготавливаются с изоляцией из специальной кабельной (сульфатной) бумаги, пропитанной маслоканифольными составами, и с пластмассовой изоляцией.

Основные марки кабелей напряжением до 1 кВ и их технические характеристики приведены в табл. 2.1.

Структура обозначения маркировки силовых кабелей

Токопроводящая жила

В начале маркировки указывается материал жил. Буква **А** в начале маркировки обозначает алюминиевые жилы. Медные жилы в маркировке не указываются, и первая буква относится к материалу изоляции жил.

Однопроволочные жилы обозначаются буквами (ож) в скобках — в конце обозначения.

Изоляция

Вторая буква в обозначении (после **А** для кабелей с алюминиевыми жилами) или первая буква — для кабелей с медными жилами обозначает материал изоляции жил: **В** — *поливинилхлоридная*; **П** — *полиэтиленовая*; **Пс** — *из вулканизированного самозатухающего полиэтилена*; **Пв** — *из вулканизированного полиэтилена*.

Буква **Р** (*резиновая изоляция*) — для контрольных кабелей ставится после обозначения материала жилы, а для силовых кабелей — после обозначения материала оболочки.

Бумажная пропитанная изоляция в обозначении не указывается.

Бумажная с обедненной изоляцией — буква **В** в конце марки через тире.

Бумажная, пропитанная нестекающим составом — буква **Ц** в начале марки — перед обозначением материала жилы.

Оболочка

Алюминиевая — буква **А** после обозначения материала жилы — для кабелей с бумажной изоляцией или после обозначения изоляции — для кабелей с пластмассовой изоляцией.

Стальная гофрированная — буквы **СТ** после обозначения изоляции.

Поливинилхлоридная — буква **В** после обозначения изоляции (для всех силовых кабелей) и после обозначения жилы — для силовых кабелей с резиновой изоляцией.

Т а б л и ц а 2. 1. Сортамент силовых кабелей напряжением до 1 кВ

Марка кабелей		Число жил	Оболочка кабеля	Тип брони и защитного покрова	Сечение жил, мм ² , для номинального напряжения		Примечания
с алюминиевыми жилами	с медными жилами				0,66 кВ	1 кВ	
1	2	3	4	5	6	7	8

С бумажной пропитанной изоляцией

ААБв; ААБвГ	—	1, 2, 3, 4	Алюминевая	Бв; БвГ	—	10—185	Одножильные 240—800 мм ²
ААБл; ААБлГ	—	3, 4	»	Бл; БлГ	—	10—185 6—240	Трехжильные 6—240 мм ²
ААБлЭ; ААБлГЭ	—	3	»	Бл; БлГ	—	10—185	Одножильные 10—800 мм ²
ААБ2л	—	3	»	Б2лШв; Б2лШп	—	10—185	То же
ААБ2лШв; ААБ2лШп	—	1; 2; 3; 4	»	Без защитного покрова	—	10—185	Двухжильные 6—150 мм ²
ААГ	—	3	»	Пл; ПлГ	—	50—800	Одножильные 10—800 мм ²
ААПл; ААПлГ	—	1	»	П2л; П2лГ	—	10—185	То же
ААП2л; ААП2лГ	—	1	»	П2лШв	—	10—185	Двухжильные 6—150 мм ²
ААП2лШв	—	3	»	Шв	—	10—185	Одножильные 10—800 мм ²
ААШв; ААШвЭ	—	1; 2; 3; 4	»	Шп	—	10—185	То же
ААШп	—	То же	»	Б; БГ	—	240—800	Двухжильные 6—150 мм ²
АСБ; АСБГ	СБ; СБГ	1; 2; 3; 4	Свинцовая	Бл	—	10—185	Одножильные 240—800 мм ²
АСБл	СБл	»	»	Б2л; Б2лГ	—	6—240	Одножильные 240—800 мм ²
АСБ2л; АСБ2лГ	СБ2л; СБ2лГ	2; 3; 4	»	Б2лШв	—	6—240	Одножильные 240—800 мм ²
АСБ2лШв	СБ2лШв	3	»	Блн	—	6—240	Одножильные 240—800 мм ²
АСБлн	СБлн	2; 3; 4	»	Блн	—	10—185	Одножильные 240—800 мм ²

АСБн	СБн	2; 3; 4	»	Бн	10—185	Трехжилые
—	СБШв	3; 4	»	Шв	10—185	16—240 мм ²
АСБЭ; АСБГЭ	—	1; 2; 3; 4	»	Б; БГ	10—185	Одножилые
АСГ	СГ	3; 4	»	Без защитного покрытия	10—185	10—800 мм ²
АСКл	СКл	1; 3	»	Кл	240—800	Двухжилые
АСП	СП	1	»	П	+2×1	6×150 мм ²
АСШв; АСШвЭ	СШв; СШвЭ	3; 4	»	Шв	50—800	Трехжилые
					10—185	25—240 мм ²

С поливинилхлоридной изоляцией

АВАБл	ВАБл	3; 4	Алюминиевая	Бл	4—185	
АВАШв	ВАШв	3; 4	»	Шланг из ПВХ	4—185	
АВБ6Шв	ВБ6Шв	1; 2; 3; 4	Отсутствует	Броня и шланг	4—240	
					4—185	
АВВБ; АВВБГ	ВВБ; ВВБГ	1; 2; 3	»	Броня из стальной ленты с противокоррозийным покрытием	1,5—240	
АВВБ6Г	ВВБ6Г	1; 2; 3	»	Броня из профилированной стальной ленты	1,5—240	
АВВГ	ВВГ	1; 2; 3; 5	»	Отсутствует	1,5—240	
					1,5—50	
					1,5—25	
					(медн.)	
					2,5—35	
					(алюм.)	

Свинцовая — буква С после обозначения жилы (для всех силовых кабелей) и после обозначения изоляции — для контрольных кабелей.

Полиэтиленовая — буква П после обозначения изоляции.

Резиновая маслостойкая, не распространяющая горение — буква Н после обозначения жилы (для силовых кабелей) и после обозначения изоляции (для контрольных кабелей).

Прочие конструктивные характеристики

Контрольный кабель — буква К — в начале марки, после обозначения жилы.

Экранированные — буква Э — в конце марки.

Плоский кабель — буква П — в конце марки, через тире.

Защитные покровы — указываются после обозначения изоляции. См. табл. 2.4.

Наружные диаметры наиболее распространенных марок кабелей приведены в табл. 2.2.

Т а б л и ц а 2.2. Наружные диаметры, мм, кабелей в алюминиевой оболочке на напряжение 1 кВ

Число жил и сечение, мм ²	ААГ	ААБ	ААБГ	ААП	ААПГ	ААПНв
1	2	3	4	5	6	7
3×10	14,1	25,3	22,3	—	—	—
3×16	16,1	27,3	24,3	—	—	—
3×25	16,4	27,6	24,6	32,7	28,6	—
3×35	18,5	29,7	26,7	34,7	30,7	—
3×50	20,8	32,0	29,0	34,0	33,0	—
3×70	23,5	34,7	31,7	41,7	37,7	—
3×95	26,3	37,5	34,5	44,5	40,5	—
3×120	29,4	40,6	37,6	47,6	43,6	—
3×150 ¹	32,0	43,2	40,2	50,2	46,2	—
3×150 ²	33,8	46,0	43,0	52,0	48,0	—
3×150 ³	35,7	47,9	43,9	53,9	49,9	—
3×185 ⁴	35,2	47,4	44,4	53,4	49,4	—
3×185 ²	37,6	49,8	46,8	57,8	53,8	—
3×185 ³	39,8	52,0	49,0	60,0	56,0	—
3×240 ¹	39,5	51,7	48,7	59,7	55,7	—
3×240 ²	42,7	54,9	51,9	62,9	59,9	—
3×240 ³	44,8	57,0	54,0	65,0	61,0	—
3×16+1×10	17,7	28,9	25,9	—	—	—
3×25+1×16	18,0	29,2	26,2	34,2	30,2	—
3×35+1×16	19,9	31,1	28,1	36,1	32,1	—
3×50+1×25	22,8	34,0	31,0	41,0	37,0	—
3×70+1×25	25,0	36,2	33,2	48,2	39,2	—
3×95+1×35	28,1	39,3	36,3	46,3	42,3	—
3×120+1×35	30,9	42,1	39,1	49,1	45,1	—
3×150+1×50	38,4	50,6	47,6	58,6	54,6	—
3×185+1×50	42,5	54,7	51,7	62,7	58,7	—

1	2	3	4	5	6	7
4×10	15,4	26,6	23,6	—	—	20,4
4×16	17,7	28,9	25,9	33,9	29,9	22,7
4×25	18,2	29,4	26,4	34,4	30,4	23,2
4×35	20,5	31,7	28,7	36,7	32,7	25,9
4×50	23,5	34,7	31,7	41,7	37,7	28,9
4×70	26,5	37,7	34,7	44,7	40,7	31,9
4×95	29,5	40,7	37,7	47,7	43,7	34,9
4×120	32,9	44,1	41,1	51,1	47,1	38,7

¹ Круглые жилы из 19 проволок, секторные — из 35 проволок.

² Жилы из 39 проволок.

³ Жилы из 45 проволок.

⁴ Жилы из 37 проволок (круглые жилы) или 38 проволок (секторные).

Кабели с бумажной изоляцией

Силовые кабели изготавливают одно-, двух-, трех- и четырех- жильными. Многожильные кабели кроме изоляции жил имеют поясную изоляцию, которая накладывается поверх свитых, изолированных жил. Толщина бумажной пропитанной изоляции многожильных кабелей на напряжение 1 кВ указана ниже:

Сечение жил, мм ²	Номинальная толщина изоляции, мм	
	Изоляция жил	Поясная изоляция
6—95	0,75	0,5
120; 150	0,85	0,6
185; 240	0,95	0,6

Верхние ленты изоляции разных жил имеют отличительную расцветку или цифровые обозначения 1, 2, 3 и 0.

Оболочку кабелей изготавливают из алюминия. Выпускаются также кабели со свинцовой оболочкой, применение которых допускается только при специальном обосновании.

Кабели с жилами сечением 6—16 мм² изготавливают с круглыми, а сечением 25 мм² и выше с сегментными жилами. Токопроводящие жилы сечением до 50 мм² изготавливаются сплошными однопроволочными, а сечением от 70 мм² до 240 мм² — одно- и многопроволочными.

Поверх металлической оболочки накладываются защитные покровы (см. табл. 2.4).

Кабели с пластмассовой изоляцией

Силовые кабели выпускаются на напряжение 0,66 и 1 кВ.

Алюминиевые жилы сечением до 50 мм² изготавливают однопроволочными, сечением от 70 до 240 мм² — однопроволочными или

многопроволочными. Форма жил при сечении до 35 мм² включительно — круглые, при больших сечениях — секторные или сегментные. На жилы наложена изоляция из поливинилхлоридного (ПВХ) или из самозатухающего или вулканизированного полиэтилена (ПЭ) (табл. 2.3).

Т а б л и ц а 2.3. Толщина пластмассовой изоляции жил разных сечений

Сечение жил, мм ²	Толщина изоляции ПЭ или ПВХ, мм	
	U _н =0,66 кВ	U _н =1 кВ
1—2,5	0,7	1,0
4; 6	0,8	1,2
10; 16	1,0	1,2
25; 35	1,2	1,4
50	1,4	1,6
70	—	1,6
95; 120	—	1,8
150	—	2,0

Условия применения и требования к монтажу разделок кабелей с изоляцией ПВХ и ПЭ различны. Поэтому нужно уметь различать эти виды изоляции по их признакам.

Поливинилхлорид — эластичный резиноподобный материал. При поджигании горит слабым зеленоватым пламенем, распространяя резкий удушливый запах хлора. Горения не поддерживает, при удалении огня гаснет.

Полиэтилен — жирный на ощупь материал, напоминающий стеарин, легко режется ножом. При воспламенении горит интенсивным голубым пламенем, от него падают горящие капли.

Изоляция имеет разный цвет или цифровую маркировку. Нулевая жила — голубой или светло-синей расцветки.

Скрученные изолированные жилы обматывают двумя лентами из поливинилхлоридного пластика или одной лентой из прорезиненной ткани и покрывают поливинилхлоридной оболочкой.

Для работы в условиях, где имеется вероятность механических повреждений или коррозии, выпускаются кабели, имеющие поверх оболочки дополнительный защитный покров. Он состоит из подушки, накладываемой поверх оболочки кабеля, брони из стальной ленты или проволоки и наружного покрова из пряжи или герметического пластмассового защитного шланга (табл. 2.4).

Т а б л и ц а 2.4. Типы защитных покровов кабелей

Тип защитного покрова	Элементы конструкции защитного покрова				
	Подушка		Броня	Наружный покров	
	Обозначение	Конструкция	Обозначение	Обозначение	Конструкция
1	2	3	4	5	6
Б6Г	6	1. Без подушки	Б	Г	Без наружного покрова

Продолжение табл. 2.4

1	2	3	4	5	6
БГ	Без обозначения	2. Два слоя крепированной бумаги с битумной обмазкой	Б	Г	То же
БлГ	л	3. Один слой синтетической ленты и два слоя крепированной бумаги с битумной обмазкой	Б	Г	»
Б2лГ	2л	4. Два слоя синтетической ленты и два слоя крепированной бумаги с битумной обмазкой	Б	Г	»
БпГ	п	5. Один слой синтетической ленты, выпрессованный герметический полиэтиленовый защитный шланг, два слоя крепированной бумаги с битумной обмазкой	Б	Г	»
БвГ	в	6. То же, но в поливинилхлоридном шланге	Б	Г	То же
Б	Без обозначения	См. поз. 2	Б	Без обозначения	Пропитанная кабельная или стеклянная пряжа с покрытием, предохраняющим витки кабеля от сближения
Бл	л	См. поз. 3	Б	То же	То же
Б2л	2л	См. поз. 4	Б	»	»
Бп	п	См. поз. 5	Б	»	»
Бв	в	См. поз. 6	Б	»	»
Бн	Без обозначения	См. поз. 2	Б	н	Стеклянная пряжа, пропитанная негорючим составом с покрытием, предохраняющим витки кабеля от сближения
Блн	л	См. поз. 3	Б	н	То же
Б2лн	2л	См. поз. 4	Б	н	»

1	2	3	4	5	6
БбШп Шп	} б	См. поз. 1	Б Без брони	Шп	Синтетическая лента и выпрессованный герметичный полиэтиленовый шланг
БШп					
БШп	Без обозначения	См. поз. 2	Б	Шп	То же
БлШп	л	См. поз. 3	Б	Шп	То же
Б2лШп	2л	См. поз. 4	Б	Шп	»
БпШп	п	См. поз. 5	Б	»	»
БбШв Шв	} б	См. поз. 1	Б Без брони	Шв	Синтетическая лента и выпрессованный герметичный поливинилхлоридный шланг
БШв					
БШв	Без обознач.	См. поз. 2	Б	»	То же
БлШв	л	См. поз. 3	Б	»	»
Б2лШв	2л	См. поз. 4	Б	»	»
БвШв	в	См. поз. 6	Б	»	»

Примечания. 1. Кабельная пряжа и кабельная бумага предварительно пропитываются противопожарным составом. 2. Наружные покрытия типов: Бг; Блг; Б2лг; Бпг; Бвг не распространяют горения. 3. Кроме указанных в таблице кабелей с ленточной броней (марка Б) выпускаются кабели с броней из плоских и круглых оцинкованных проволок (марки ПГ, ПЛГ, П2ЛГ, П, ПЛ, П2Л, Пп, Плп, П2лп, ПбШп, ПШп, П2лШп, ПбШв, ПШв, ПлШв и П2лШв), предназначенные для прокладки в воде и при наличии значительных растягивающих усилий.

Для прокладки в земле (в траншеях) применяют бронированные кабели или кабели с герметическим защитным шлангом.

При прокладке в каналах, открытой прокладке по конструкциям, стенам и т. п. используются кабели без защитного покрова.

Область применения кабелей с учетом наилучшего использования кабелей с алюминиевыми и пластмассовыми оболочками и экономии дефицитных бронированных кабелей регламентируется «Едиными техническими указаниями по выбору и применению электрических силовых кабелей» (ЕТУ). Рекомендации по применению кабелей напряжением до 1000 В для питания потребителей всех категорий по степени надежности электроснабжения приведены в табл. 2.5 и 2.6

**Т а б л и ц а 2.5. Марки кабелей,
рекомендуемых для прокладки в земле (в траншеях)**

Условия по трассе		Марка кабеля	
Коррозионная активность грунта	Факторы электрокоррозии	С бумажной пропитанной изоляцией	С резиновой и пластмассовой изоляцией и оболочкой
В земле (траншеях) с низкой коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл	ААВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ, АВВБ, АПсВБ, АППБ
	С наличием блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБ2л	АПвПБ, АПБ6Шв, АПвБ6Шв, АВБ6Шв, АВБ6Шп, АПсБ6Шв, АПАШв, АПАШп, АВАШв
В земле (траншеях) со средней коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, ААБ2л	АПсАШв, АВРБ, АНРБ, АВАБл, АПАБл
	С наличием блуждающих токов	ААШп, ААШв, ААБ2л, ААБв	
В земле (траншеях) с высокой коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШп, ААШв, ААБ2л	
	С наличием блуждающих токов	ААБ2пШв, ААБ2БШп	

Примечания: 1. Марки кабелей расположены в убывающей последовательности, начиная с наиболее предпочтительных. 2. На трассах с наличием блуждающих токов и в грунтах с высокой коррозионной активностью кабели с пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке применять не следует.

Для вертикальной прокладки или при большой разности уровней (выше 20 м) следует применять кабели с пластмассовой изоляцией или специально выпускаемые для этих условий кабели с бумажной изоляцией. В обозначении последних после буквенной части через разделительный знак ставится «В». Например, ААБ-В 3×70+1×25—1.

Хранение кабелей

Кабели на барабанах обязательно защищать от воздействия прямых солнечных лучей. Барабаны, на которых намотаны кабели с пластмассовой изоляцией без наружного покрова, должны быть защищены.

Т а б л и ц а 2.6. Марки кабелей для прокладки в воздухе

Применение	С бумажной пропитанной изоляцией в металлической оболочке		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой	
	При отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации	При опасности механических повреждений в эксплуатации	При отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации	При опасности механических повреждений в эксплуатации
1 Прокладка в помещениях (тоннелях), каналах, кабельных полустажах, шахтах, коллекторах, производственных и других помещениях: а) сухих; б) сырых, частично затопливаемых при наличии среды со слабой коррозионной активностью в) сырых, частично затопливаемых при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью	ААГ, ААШв	ААБЛГ	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПвВГ ¹ , АПВГ ¹ , АПсВГ, АПсВГ	АВВБГ, АВРБГ, АВББШв, АПвВБГ ¹
б) сырых, частично затопливаемых при наличии среды со слабой коррозионной активностью	ААШв	ААБЛГ		АПАШв, АВАШв, АПвББШв ¹ , АПсББШв, АПсВБГ, АПсВГ, АПВБГ ¹ , АНРБГ
в) сырых, частично затопливаемых при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью	ААШв АСШв	ААБвГ ААБ2ЛШв ААБЛГ		
2. Прокладка на эстакадах: а) технологических; б) специальных кабельных	ААШв	ААБЛГ, ААБвГ ААБ2ЛШв	—	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АПсВБГ, АПсВГ, АПАШв, АВАШв, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ
б) специальных кабельных	ААШв ААБЛГ, ААБвГ ²	—	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ	

¹ Для одиночных кабельных линий, прокладываемых в помещениях.

² Применяются при наличии химически активной среды.

2.2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОКЛАДКЕ

Кабельные линии могут прокладываться в земле (в траншеях), в кабельных каналах (вне и внутри помещений), на специальных кабельных или совмещенных (совместно с технологическими коммуникациями) эстакадах, по стенам и строительным конструкциям (вне и внутри помещений) и на тросах.

Трассу кабельной линии следует выбирать с учетом наименьшего расхода кабеля и обеспечения сохранности от механических повреждений, коррозии и перегрева. Следует по возможности избегать перекрещивания кабелей между собой и с различными трубопроводами. Прокладка кабелей под зданиями, а также через подвалы и склады не допускается.

В четырехпроводных сетях должны применяться четырехжильные кабели. Прокладка нулевых жил отдельно от фазных не допускается. Допускается применение трехжильных кабелей в алюминиевой оболочке с использованием этой оболочки в качестве нулевого провода (вместо четвертой жилы) в силовых и осветительных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью, за исключением установок со взрывоопасной средой и в случаях, когда ток в нулевом проводе в нормальных условиях превышает 75 % от тока в фазных проводах (наличие больших однофазных нагрузок, осветительные сети с люминесцентными и газоразрядными лампами). В этих случаях должны применяться кабели с четвертой жилой одинакового с фазными сечения.

Использование свинцовых оболочек в качестве четвертой жилы не допускается.

Запрещается хранение барабанов на боку (плашмя). Необходимо предохранять кабели от увлажнения. Если они — с бумажной изоляцией, то их концы герметично заделывают свинцовыми колпачками (каппами), припаянными к металлической оболочке. Герметичность кабелей с пластмассовой или резиновой изоляцией обеспечивается намоткой на концы липкой поливинилхлоридной ленты либо заделкой их резиновыми или пластмассовыми колпачками.

Транспортировка кабелей

Для перемещения кабеля на небольшие расстояния по ровной поверхности допускается перекачка барабанов вручную при прочной их обшивке. Необходимо заделать выступающие концы кабеля. Вращать барабан нужно по направлению стрелки, нанесенной краской на шке барабана.

Раскатывают кабель по трассе ручной лебедкой по роликам, установив барабан на козлы. Размеры осей для барабанов зависят от величины и массы барабана (табл. 2.7).

Таблица 2.7. Размеры стальных осей для вращения барабанов с кабелем

Номер барабана	Размеры барабана, мм		Диаметр стальной оси, мм						
	Наружный диаметр	Ширина	Длина	Масса барабана с кабелем, т					
				0,5	1,0	1,5	2	2,5	3
8	800	310	480	800	30	—	—	—	—
10, 12	1000	600	1100	1100	30	40	40	40	—
12а	1220	800	1310	1310	—	40	45	48	—
14	1400	830	1400	1400	—	40	45	48	53
18	1800	1060	1600	1600	—	—	—	48	53
20	2000	1200	1700	1700	—	—	—	—	56
								56	63

При отсутствии механизмов и на коротких расстояниях кабель раскатывают вручную, катая барабан по земле. Тащить кабель волоком не допускается.

При подготовке кабеля и его монтаже нужно следить, чтобы радиус изгиба не был меньше допустимого (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Наименьшие допустимые радиусы изгиба кабелей

Вид кабеля	Кратность радиуса внутренней кривизны изгиба по отношению к наружному диаметру кабеля
Силовые бронированные и небронированные кабели с бумажной изоляцией:	
в алюминиевой оболочке, многожильные;	25
в свинцовой оболочке, многожильные	15
Кабели с однопроволочной жилой в алюминиевой или свинцовой оболочке	25
Силовые кабели с пластмассовой изоляцией:	
бронированные и небронированные, в алюминиевой оболочке;	15
бронированные, без алюминиевой оболочки;	10
небронированные, в пластмассовой оболочке	6
Силовые кабели с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной или резиновой оболочке:	
бронированные	15
небронированные	10
Контрольные кабели в неметаллической оболочке и бронированные одной стальной лентой	7

Лучше всего прокладывать кабели при плюсовой температуре. Если требуется вести эти работы при температуре ниже 0°, кабели перед раскаткой прогревают.

На концы прикрепляются бирки с указанием напряжения, сечения и назначения кабеля.

Концы многопроволочных жил кабелей сечением свыше 6 мм² заделывают в кабельные наконечники, закрепляемые пайкой, сваркой или опрессовкой. Металлические оболочки и броню кабелей обязательно зануляют с обоих концов. Требования к занулению кабельных конструкций см. с. 205.

На предприятии должен иметься план кабельной трассы с привязками к постоянным ориентирам (зданиям и т. п.).

2.3. ПРОКЛАДКА В ТРАНШЕЯХ

Если число кабелей меньше 6, рекомендуется прокладывать их в земле (в траншеях). Трассу следует удалять от мест, содержащих вещества, разрушительно действующие на металлическую оболочку кабелей (насыпной грунт со шлаком и строительным мусором, зола, известь, органические вещества, солончаки и т. п.). Трасса не должна проходить ближе 2 м от мусорных и выгребных ям.

Глубина заложения кабеля от уровня планировочной отметки должна быть не менее 0,7 м. При пересечении улиц и площадей — 1 м. Размеры траншеи в зависимости от числа кабелей приведены на рис. 2.1.

В местах ввода в здания на участке длиной до 5 м глубина заложения может быть снижена до 0,5 м.

Перед укладкой кабеля необходимо удалить из траншеи воду, камни, строительный мусор и другие посторонние предметы. На дне траншеи делают подсыпку толщиной 100 мм из мелкой земли, не содержащей камней, мусора и шлака.

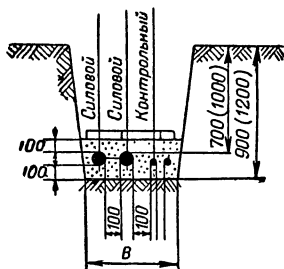


Рис. 2.1. Траншея для прокладки кабелей в земле

(В скобках указаны глубины для пересечения улиц и площадей)

Количество кабелей, шт		В — ширина траншеи, мм
силовых	контрольных	
1	—	200
1—2	—	300
—	6—10	300
2—3	—	400
3—4	—	500
4—5	—	650
5—6	—	800

Кабель укладывают в траншее змейкой, с запасом 1—2%. Укладывать запас кольцами запрещается, так как при этом кабель будет перегреваться.

Перед укладкой производят наружный осмотр кабеля. Если обнаруживаются серьезные дефекты — разрывы оболочки, проколы и т. п., — места с этими дефектами вырезают. Повреждения наружного шланга ремонтируют. Прежде чем засыпать траншею, кабель нужно испытать мегаомметром.

Если требуется соединение кабелей, для установки соединительной муфты оставляется запас около 1 м.

После укладки кабель присыпается слоем мелкой земли (без камней) толщиной около 100 мм. Защищать кирпичом или плитами кабели напряжением до 1000 В не требуется.

В общей траншее могут прокладываться силовые кабели разных напряжений, контрольные кабели и кабели связи. Наименьшие допустимые расстояния между ними приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9. Минимально допустимые расстояния по горизонтали между кабелями в траншеях

Нормируемый габарит	Расстояния, мм
Между силовыми кабелями напряжением до 10 кВ	100
Между силовыми и контрольными кабелями	100
Между кабелями, эксплуатируемыми разными организациями	500
Между силовыми кабелями и кабелями связи	500 ¹
Между контрольными кабелями	Не нормируется

¹ В особых случаях допускается уменьшение расстояния до 250 мм по согласованию с органами Министерства связи при условии защиты кабелей связи трубами или несгораемыми перегородками.

Сближения с сооружениями

При прокладке кабелей вдоль зданий и сооружений следует руководствоваться данными, приведенными в табл. 2.10.

**Т а б л и ц а 2.10. Минимально допустимые габариты
сближения линий и других сооружений
при параллельном следовании**

Объекты сближения	Расстояния, м
Кабели и фундаменты зданий	0,6
Кабели и стволы деревьев в зоне насаждений	2 ¹
Кабели и кустарники в пределах зеленой зоны	0,75
Кабели и трубопроводы (технологические, водопровод, канализация) ²	0,5
Кабели и трубопроводы горючих жидкостей и газов	1
Кабели и газопроводы низкого давления	1
Кабели и газопроводы среднего давления	1
Кабели и газопроводы высокого давления	2
Кабели и теплопроводы	2 ³
Кабели и трамвайные пути	2,75 до оси пути
Кабели и автодороги	1 — от бровки или 1,5 — от бордюрного камня
Кабели и заземленные части опор ВЛ напряжением до 10 кВ — в свету	5
Кабели и опоры ВЛ напряжением до 1 кВ — в свету	1
То же, при прокладке кабеля в изолирующей трубе	0,5
Кабели и неэлектрифицированные железные дороги	3,25 до оси дороги
То же, для электрифицированной железной дороги ⁴	10,75

¹ Допускается по согласованию с организацией, в ведении которой находятся насаждения, уменьшение расстояния при условии прокладки кабелей в трубах.

² Параллельная прокладка кабелей над и под трубопроводами в вертикальной плоскости не допускается.

³ Допускается уменьшение расстояния при наличии теплоизоляции.

⁴ При электрифицированной дороге на постоянном токе кабели должны укладываться в изолирующих (асбестоцементных и т. п.) трубах, пропитанных гудроном или битумом.

Пересечения с инженерными сооружениями

Пересечения кабелей, проложенных в траншеях, с подземными сооружениями должны предусматривать безопасное проведение эксплуатационных работ на кабелях и на пересекаемых сооружениях, без опасности повреждения тех и других.

Для защиты кабелей от механических повреждений в местах пересечений и сближений их заключают в бетонные, железобетон-

ные, керамические, чугунные, асбестоцементные или пластмассовые трубы. Применение стальных труб допускается только при выполнении перехода методом прокола.

Внутренний диаметр труб должен быть не менее полуторакратного наружного диаметра кабеля, а для кабеля с однопроволочными алюминиевыми жилами — не менее двухкратного диаметра. При этом внутренний диаметр трубы должен быть не менее 50 мм при длине 5 м и не менее 100 мм при большей длине. Трубы укладываются прямолинейно по утрамбованному дну траншеи с уклоном, предотвращающим скопление воды. Более высокий конец трубы уплотняется смоляной лентой или кабельной пряжей, замоченной в глине.

Соединяются керамические трубы с помощью муфт с резиновыми уплотняющими кольцами. Для соединения асбестоцементных и бетонных труб можно применять стальные манжеты с уплотнением цементным раствором.

Минимальные расстояния между кабелями и пересекаемыми объектами приведены в табл. 2.11.

Таблица 2.11. Наименьшие допустимые расстояния по вертикали при пересечении кабелей напряжением до 1000 В с другими инженерными сооружениями

Наименование пересекаемых объектов	Минимальное расстояние в свету, м	Примечания
1	2	3
Силовые кабели до 35 кВ, в траншее	0,5 ¹	
То же, на кабельных конструкциях	0,15	Между кабелями до и выше 1000 В должна быть несгораемая перегородка
Кабели связи, в траншее	0,5 ¹	Кабели связи должны проходить выше силовых
Трубопроводы (водопровод, канализация, нефтепроводы, газопроводы и т. п.)	0,5 ²	
Теплопроводы	0,5 между кабелем и перекрытием теплопровода	
Автодороги	1 — от полотна дороги 0,5 — от дна водоотводных каналов	Кабели должны быть заключены в блоки или трубы на участке пересечения плюс по 2 м в обе стороны от полотна дороги
Железные дороги неэлектрифицированные	То же	То же. Угол пересечения 75—90°
Железные дороги электрифицированные	То же	То же. Трубы или блоки должны быть нетокопроводными (асбестоцементные, пропитанные гудроном или битумом).

1	2	3
Трамвайные пути	То же	Кабель прокладывают в изолирующих трубах или блоках

¹ В стесненных условиях расстояние может быть уменьшено до 0,15 м, при этом кабели разделяют перегородкой на длине участка пересечения плюс по 1 м в каждую сторону плитами или трубами из бетона или другого равнопрочного материала.

² Допускается уменьшение расстояния до 0,25 м при условии прокладки кабеля в трубах или блоках на участке пересечения плюс по 2 м в каждую сторону.

Мероприятия по защите кабелей и обеспечению их надежной работы выполняет та организация, чей объект сооружается в зоне пересечения. Конструкция пересечений с различными сооружениями показана на рис. 2.2 и 2.3.

2.4. ПРОКЛАДКА В КАНАЛАХ

Если количество кабелей, проходящих по одной трассе, больше 6, целесообразно прокладывать их в кабельных каналах, типовые варианты расположения кабельных конструкций в каналах указаны на рис. 2.4.

Каналы могут проходить как вне, так и внутри помещений и выполняются из железобетона. Не допускается прокладывать их в местах, где могут быть пролиты жидкости с высокой температурой или разрушающие действующие на оболочки кабелей. При сооружении каналов должны быть предусмотрены меры, исключающие попадание в них технологических жидкостей (воды, масла, эмульсий и т. д.) и обеспечен отвод почвенных и ливневых вод.

Полы каналов должны иметь уклон не менее 0,5% в сторону водосборников или ливневой канализации. В кабельных каналах, сооружаемых вне помещений и расположенных выше уровня грунтовых вод, допускается земляное дно с дренирующей подсыпкой толщиной 100—150 мм из утрамбованного гравия или песка.

Каналы перекрывают бетонными плитами массой не более 70 кг, снабженными петлями для подъема. В электротехнических помещениях рекомендуется перекрывать их рифленой сталью, а в помещениях щитов управления с паркетными полами — деревянными щитами с паркетом, обитыми снизу кровельной сталью по слою листового асбеста.

Кабельные каналы вне зданий засыпают поверх съемных плит слоем земли толщиной не менее 0,3 м. На огражденных территориях засыпка каналов землей не обязательна.

Размещение кабелей в каналах

В общем канале могут прокладываться силовые кабели напряжением до и выше 1000 В, контрольные кабели и кабели связи.

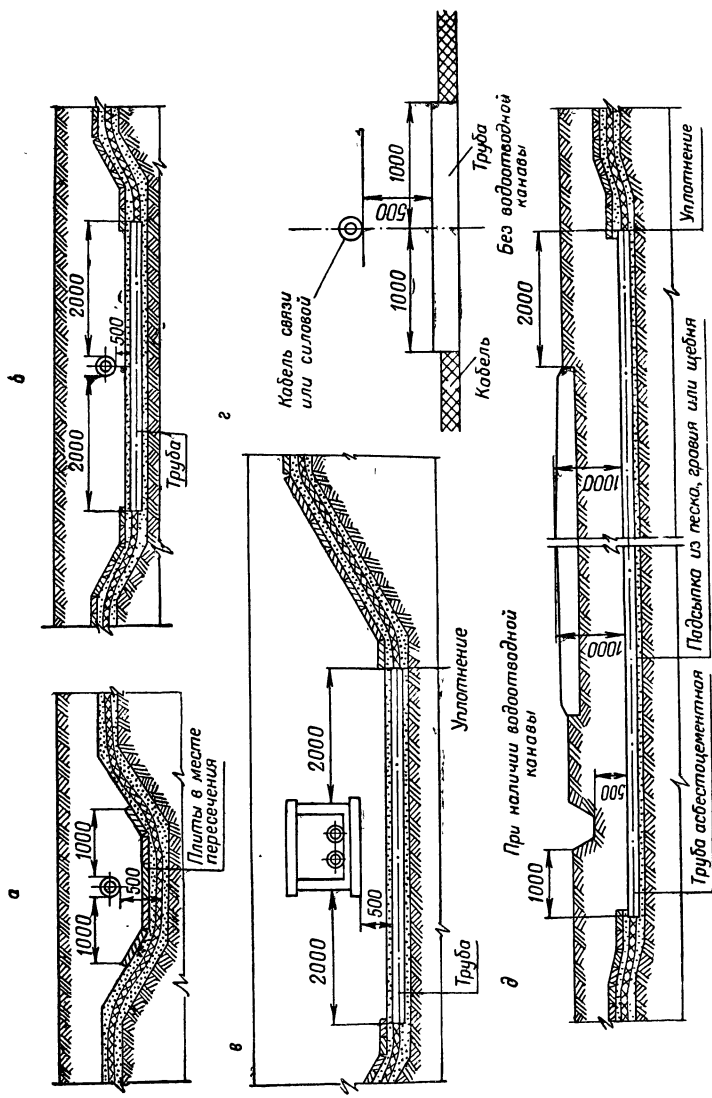


Рис. 2.2. Пересечения кабелей:

а, б — с трубопроводом; в — с теплопроводом; г — с кабелем связи или силовым кабелем; д — с автодорогой

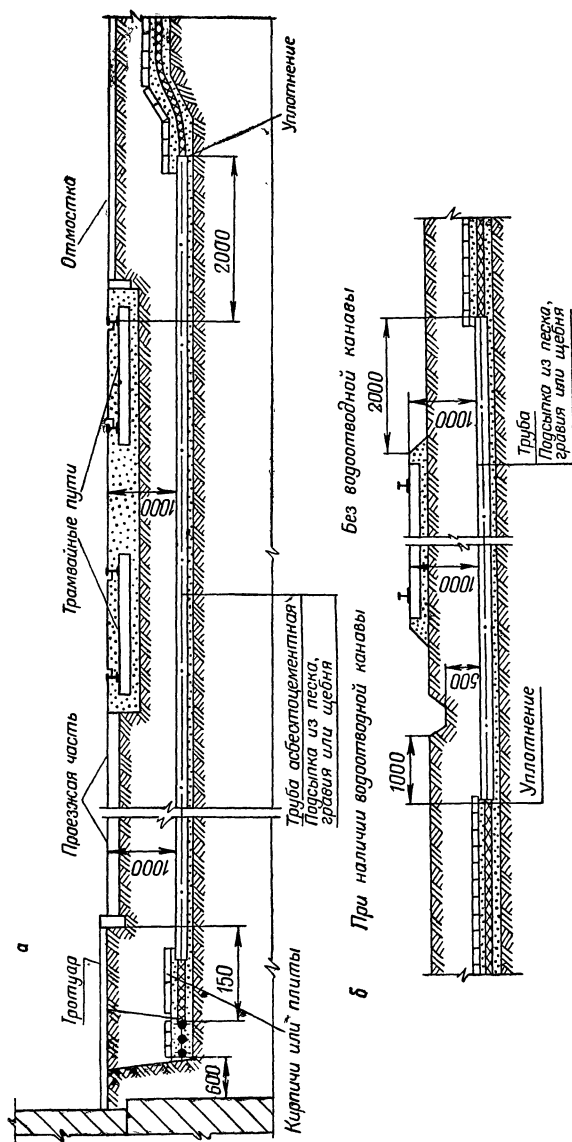


Рис. 2.3. Пересечения кабелей:
а — с трамвайными путями; б — с железной дорогой

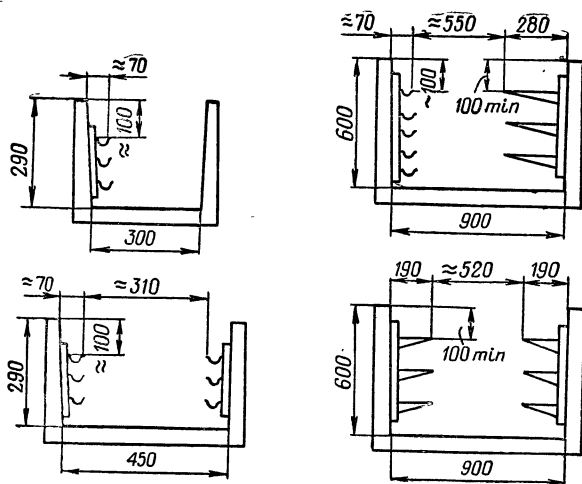


Рис. 2.4. Расположение кабельных конструкций в каналах

При сечении от 25 мм^2 и более силовые кабели в каналах прокладывают на кабельных конструкциях. Небронированные кабели сечением до 16 мм^2 включительно нужно прокладывать по лоткам или перегородкам. Характерные варианты расположения кабелей в каналах приведены на рис. 2.5.

При глубине канала не более 900 мм допускается прокладывать кабели по дну. Засыпать кабели песком запрещается, за исключением прокладки их во взрывоопасных зонах.

Силовые кабели напряжением до 1000 В рекомендуется прокладывать над кабелями напряжением выше 1000 В, разделяя их несгораемыми перегородками.

Контрольные кабели и кабели связи следует размещать только над или только под силовыми кабелями, отделяя полки несгораемой перегородкой. Допускается прокладывать контрольные кабели рядом с силовыми кабелями напряжением до 1000 В. Силовые и контрольные кабели, относящиеся к одному приводу (например, вентилятор, задвижка и т. п.), могут прокладываться совместно, без разделяющего уголка.

Допускается прокладка контрольных кабелей с однопровитной оболочкой на лотках (пучками диаметром не более 100 мм) и в коробах (многослойно, при общей высоте слоев в одном коробе не более 150 мм). В целях пожарной безопасности внутри коробов обязательно устанавливают огнепреградительные пояса через каждые 15—20 м на вертикальных участках и в местах прохода через перекрытия. На горизонтальных участках пояса выполняются при проходах через перегородки. Прокладка силовых кабелей пучками и многослойно не допускается.

Кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, должны быть жестко закреплены в конечных точках (непосредственно у концевых заделок), с обеих сторон изгибов и у соединительных муфт. Нормируемые размеры кабельных сооружений и допустимые расстояния между кабелями и элементами конструкций приведены в табл. 2.12.

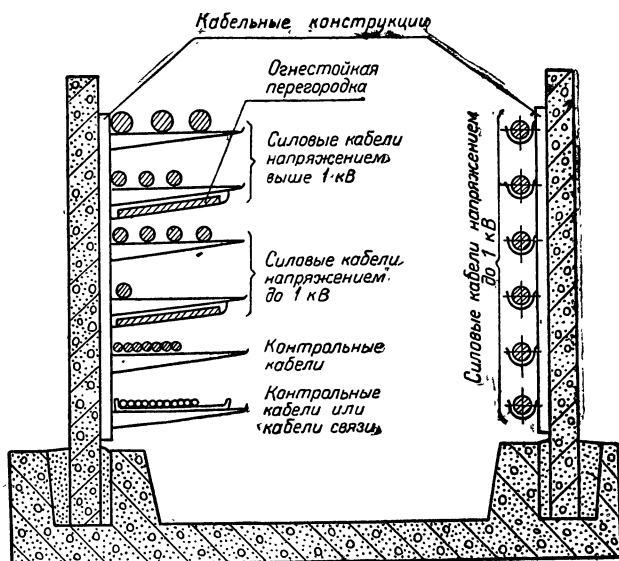


Рис. 2.5. Характерные способы размещения кабелей в каналах

Таблица 2.12. Наименьшие расстояния при прокладке кабелей в кабельных каналах и в двойных полах

Нормируемые размеры	Наименьшие значения, мм
1	2
Высота канала в свету, не более	1200
Расстояние по горизонтали в свету между конструкциями при двухстороннем расположении и от конструкции до противоположной стены (ширина прохода):	
а) при глубине до 0,6 м	300
б) при глубине более 0,6 м, до 0,9 м	450
в) при глубине более 0,9 м	600
Расстояние по вертикали между горизонтальными конструкциями (полками, лотками, перегородками, коробами) для силовых кабелей сечением более 25 мм ²	150
То же, для силовых кабелей сечением до 25 мм ²	100

1	2
То же, для контрольных кабелей и кабелей связи	100
Расстояние по горизонтали между опорными конструкциями	800—1000
Расстояние по горизонтали между группой силовых и группой контрольных кабелей	100
Расстояние в свету по горизонтали между одиночными силовыми кабелями	Не менее диаметра кабеля
Расстояние в свету по вертикали между одиночными силовыми кабелями	То же
Расстояние по горизонтали между контрольными кабелями и кабелями связи	Не нормируется

В местах жесткого крепления кабелей с алюминиевыми оболочками на конструкциях для защиты от механических и коррозионных повреждений нужно подкладывать эластичные прокладки из негорючего материала толщиной не менее 2 мм (листовой асбест, поливинилхлоридный лист). Небронированные кабели с пластмассовой оболочкой или в пластмассовом шланге допускается крепить к конструкции скобами или хомутами без эластичных прокладок.

2.5. ОТКРЫТАЯ ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ

Открытая прокладка кабелей может выполняться вне зданий и внутри помещений — по стенам, строительным конструкциям и на эстакадах. Кабели прокладывают на скобах, кабельных конструкциях и по лоткам (рис. 2.6). Допускается прокладка кабелей напряжением до 1000 В на тросе внутри помещений (между колоннами и стенами здания) и вне помещений (между стенами здания и под навесами). Габариты приведены в табл. 2.13.

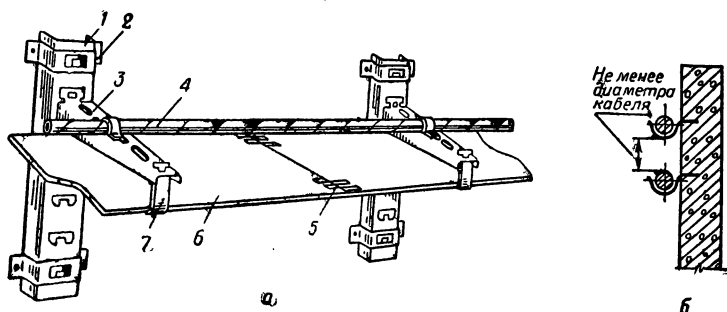


Рис. 2.6. Открытая прокладка кабелей:

а — на сборных кабельных конструкциях; б — на скобах по стенам
1 — стойка; 2 — скоба; 3 — полка; 4 — кабель; 5 — соединение перегородок;
6 — асбестоцементная плита; 7 — подвеска.

**Т а б л и ц а 2.13. Допустимые габариты
при открытой прокладке кабелей**

Нормируемые расстояния	Наименьший размер, мм
1	2
По вертикали от пола до кабеля, при котором не требуется защита от механических повреждений	2000
От кабеля до пола над проходами	1800
Между кабелями и технологическими и сантехническими трубопроводами при параллельной прокладке	500
Между кабелями и газопроводами или трубопроводами с горючими жидкостями при параллельной прокладке	1000
По горизонтали между точками крепления кабелей при прокладке на кронштейнах, скобах, полках, тросах	800—1000
Между точками крепления кабеля при вертикальной прокладке	1000—2000
В свету между кабелями и сгораемыми стенами	50
В свету между кабелями в незащищенной алюминиевой оболочке и оштукатуренными и бетонными поверхностями	25

Тросовая прокладка кабелей

Расстояние между анкерными креплениями несущего троса допускается не более 100 м. Расстояние между промежуточными креплениями троса принимают: при прокладке одного-двух кабелей сечением до 70 мм²—30 м, при прокладке более двух кабелей сечением до 70 мм²—12 м, при прокладке кабелей сечением 95 мм²—12 м.

Анкерные концевые конструкции крепят в стенах зданий. Крепление к балкам и фермам не допускается. При прокладке на тросах расстояние между подвесками должно быть не более 800—1000 мм.

Стрела провеса троса принимается от 1/40 до 1/60 длины пролета. Стальной трос и все металлические детали тросовой прокладки вне помещений, а также неоцинкованные детали, расположенные внутри помещений, необходимо покрыть смазкой (например, солидолом).

При открытой наружной прокладке кабелей нужно, по возможности, прокладывать их в затененных продуваемых местах, чтобы уменьшить влияние нагрева солнечными лучами.

Прокладка кабелей в помещениях

Для прокладки в помещениях используют кабели без наружных защитных покровов из горючих волокнистых материалов, а также кабели, имеющие поверх брони несгораемый волокнистый

покров или шланг из поливинилхлорида. Если кабель проходит частично — в помещении, частично — в земле, то применяют кабель с наружным покровом, который удаляют на участке всей трассы внутри кабельного сооружения до самого выхода из него, и заделывают трубу или проем.

Кабели должны быть доступны для ремонта и защищены от механических повреждений в местах, где производится перемещение механизмов, оборудования, грузов и транспорта, а также в местах, доступных для неэксплуатационного персонала. Защите подлежат участки кабеля, расположенные на высоте менее 2 м от уровня пола или земли.

Наименьшие допустимые расстояния между параллельно проложенными кабелями и технологическими и сантехническими трубопроводами, газопроводами и трубопроводами с горючими жидкостями см. в табл. 2.13. Параллельная прокладка в вертикальной плоскости под и над трубопроводами с горючей жидкостью (в том числе маслопроводами) не допускается.

При меньших расстояниях сближения и при пересечениях кабелей должны быть защищены от механических повреждений трубами, кожухами и т. д. на всем участке сближения (пересечения) плюс по 0,5 м с каждой стороны и в необходимых случаях защищены от перегрева.

Пересечения кабелями проходов выполняются на высоте не менее 1,8 м от пола.

На горизонтальных участках кабели жестко закрепляются к конструкциям в конечных точках (у концевых заделок), с обеих сторон изгибов и у соединительных муфт. На вертикальных участках кабели закрепляются через каждые 1—2 м, чтобы исключить повреждение и деформацию оболочки под действием собственного веса кабеля.

Кабели в незащищенной алюминиевой оболочке не должны соприкасаться с оштукатуренными и бетонными стенами, фермами, балками и колоннами (см. рис. 2.66 и табл. 2.13). По окрашенным масляной краской поверхностям строительных конструкций разрешается укладка кабеля без зазора.

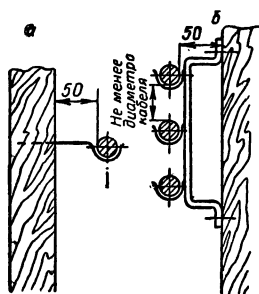


Рис. 2.7. Прокладка кабелей по деревянным конструкциям:

а — одиночные кабели; б — группа кабелей, на скобах

Для прокладки кабелей по неоштукатуренным деревянным и другим сгораемым поверхностям и конструкциям нужно устанавливать выносные кронштейны (см. рис. 2.7 и табл. 2.13),

В деревянных чердачных помещениях прокладка бронированных кабелей напряжением до 1000 В допускается на кронштейнах с зазором между кабелями и сгораемыми элементами не менее 50 мм.

Стационарная прокладка кабелей по сгораемым специальным сооружениям (деревянным мостам, пирсам, причалам и т. п.) должна выполняться в стальных трубах.

Прокладка кабелей непосредственно по стенам, перегородкам и покрытиям из легких металлических конструкций со сгораемым утеплителем запрещается.

2.6. ВВОДЫ КАБЕЛЕЙ В ЗДАНИЯ. ПРОХОДЫ ЧЕРЕЗ СТЕНЫ И ПЕРЕКРЫТИЯ

Вводы кабелей из траншей в здания осуществляют через отрезки бетонных, железобетонных или асбестоцементных труб или через отверстия в железобетонных конструкциях. Концы труб должны выступать за стены здания в траншею или за линию отсечки не менее чем на 0,6 м (рис. 2.8). При выводе кабелей из земли и подъеме на стену их защищают от механических повреждений трубой, уголком, швеллером или коробом на высоту 2 м (рис. 2.9).

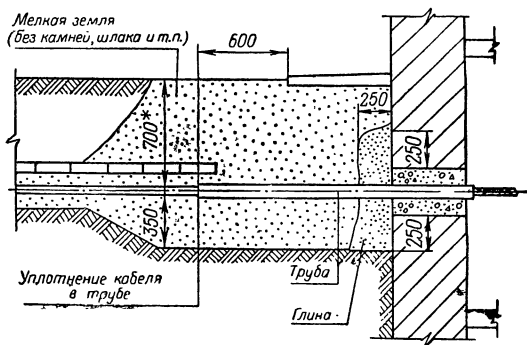


Рис. 2.8. Ввод кабеля из траншеи в здание

Проходы кабелей через стены выполняют через отрезки несгораемых пластмассовых или асбестоцементных труб, заложённых в проемы (рис. 2.10), которые после прокладки кабелей заделывают по всей толще стены легкопробиваемым несгораемым материалом, например: цемент с песком — по объему 1:10, или глина с песком — 1:3, или глина с цементом и песком — 1,5:1:11, или вспученный перлит со строительным гипсом — 1:2.

Проходы через деревянные стены и перегородки выполняются в отрезках стальных или асбестоцементных труб диаметром не менее 100 мм, выступающих в обе стороны от стены или перекрытия на 50 мм (рис. 2.10б), либо через несгораемую заделку размером 150×150 мм. Проходы через перекрытия выполняются аналогично указанному для стен. Кабель в месте прохода через

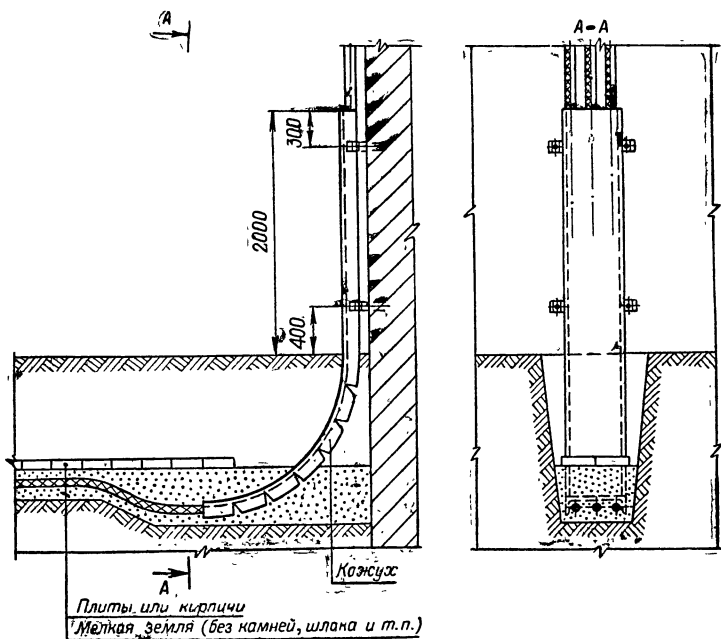


Рис. 2.9. Защита кабелей кожухом

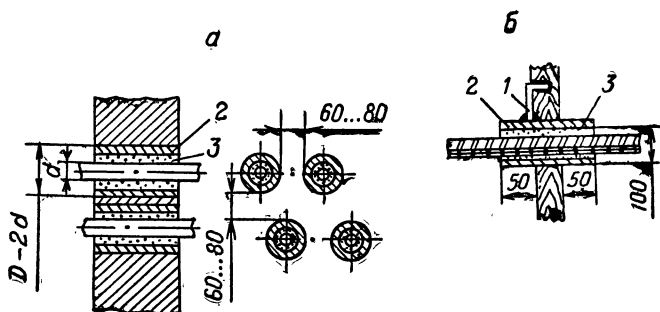


Рис. 2.10. Проход кабелей через стены

а — несгораемые; *б* — сгораемые; 1 — скоба; 2 — труба; 3 — заделка в трубе;

перекрытие защищается от механических повреждений угловой сталью, кожухами или коробами из листовой стали, трубами и т. п. на высоту 2 м от пола. Устройства защиты должны прочно прикрепляться к строительным конструкциям, стенам, колоннам, опорам и т. п.

2.7. СОЕДИНЕНИЕ И ЗАДЕЛКА КАБЕЛЕЙ

Способы соединения, ответвления и заделки кабелей, технология монтажа муфт и заделок, обеспечивающие надежность работы кабелей, регламентируются «Технической документацией на муфты для силовых кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией до 35 кВ», утвержденной Минэнерго, Главэлектромонтажем Минмонтажспецстроя и Минэлектротехпромом (М., Энергия, 1982).

Ниже приведены указания по применяемым конструкциям и способам монтажа наиболее часто применяемых муфт и заделок для кабелей напряжением до 1 кВ.

Наибольшее распространение в последнее время имеют эпоксидные муфты. Применяются также муфты, заливаемые кабельной массой (см. с. 69, 89). Область применения соединительных муфт приведена в табл. 2.14. Конструкция муфт и указания по их монтажу приведены на рис. 2.11—2.28. Соединительные муфты укладываются в землю. Допускается установка муфт в кабельных каналах, за исключением расположенных во взрывоопасных и пожароопасных зонах.

Т а б л и ц а 2.14. Область применения соединительных муфт для кабелей напряжением до 1 кВ

+ — следует применять Д — допускается 0 — не допускается

Вид ка- белей	Марка муфты	Условия прокладки											№ рисунка
		в земле (границе)	в каб. каналах	на эстакадах	Открыто в помещениях								
					сухих	влажных	сырых и особо сырых	жарких, сухих	с проводящ. пылью	с химически активн. сре- дой (кроме взрывоопасных)	пожароопасных		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
С бумаж- ной изо- ляцией	Чугунные	+	+	+	Д	Д	Д	Д	Д	Д	—	2.19, 2.21	
	СЧм и СЧ	+	+	+	Д	Д	Д	Д	Д	Д	0	2.11, 2.17	
	Эпоксидные												
	СЭс и СЭв	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	0	2.18	
	То же СЭм ¹	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	0		
С пласт- массовой изоляции	Из самоскле- ивающихся лент	+	+	+	Д	Д	Д	Д	Д	—	0	2.22	
	ПССЛ												
	То же	+	+	+	Д	Д	Д	Д	Д	—	0	2.26	
	ПССЛ КСтм ²												
	Чугунные	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	0	2.19, 2.21	
	СЧм и СЧ												

¹ Малогабаритные муфты СЭм применяют для кабелей с однопроволочными алюминиевыми жилами.

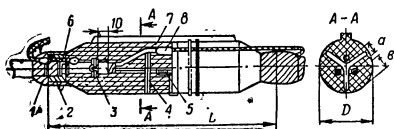
² Муфты со стальным малогабаритным кожухом с термоусаживаемыми трубками поверх кожуха.

Соединения на кабельных линиях выполняются так, чтобы обеспечить защиту от проникновения влаги и других вредодействующих веществ из окружающей среды. Кабели с бумажной и пластмассовой изоляцией, прокладываемые в земле (в траншеях) и в каналах, соединяют с помощью муфт. Кабели с пластмассовой изоляцией и в пластмассовой защитной оболочке, прокладываемые в воздухе, можно соединять в протяжных коробках. Соединение и оконцевание жил кабелей выполняется аналогично соединению и оконцеванию проводов (см. т. 1, с. 275).

В последние годы для монтажа муфт кабелей с пластмассовой и бумажной изоляцией в качестве основной изоляции, адгезионной прослойки, способствующей склеиванию с металлами и пластмассами, и герметизирующей подмотки промышленность освоила выпуск самосклеивающихся лент. Подмотки, выполненные из таких лент с некоторым натяжением, превращаются в монолитную изоляцию.

Технические данные самосклеивающихся и липких изоляционных лент и область их применения приведены на с. 76.

Рис. 2.11. Эпоксидная соединительная муфта СЭс:



1 — уплотняющая подмотка лентой ПВХ; 2 — кольцевая уплотняющая подмотка лентой ПВХ или ЛЭТСАР; 3 — уплотняющее резиновое кольцо; 4 — распорка; 5 — соединительная гильза; 6 — провод зануления; 7 — заливаемый эпоксидный компаунд; 8 — подмотка лентой ЛЭТСАР

Для изолирования мест соединения жил в качестве оболочек в соединительных муфтах, а также для герметизации жил в концевых заделках кабелей с пластмассовой изоляцией применяют термоусаживаемые полиэтиленовые электроизоляционные (марки ТТЭ) и шланговые (ТТШ) трубки красного, зеленого, синего, черного и натурального цветов. Цвет полиэтиленовых трубок указывается в марке добавочной буквой К, З, С, Ч и Н. Шланговые изготовляют только черного цвета.

В результате нагрева до 130—180°C (горячим воздухом или быстро перемещающимся пламенем горелки) и последующего остывания происходит усадка трубок, в результате чего при свободной усадке диаметр трубки уменьшается в 2—3 раза. Усадка по длине незначительна — 5 ÷ 10%.

МОНТАЖ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ

Соединительные эпоксидные муфты (табл. 2.15) поставляются комплектно со всеми материалами в расфасованном виде.

Для кабелей до 1 кВ применяются муфты с заливкой компаунда на месте монтажа в съемную жесткую форму из металла или пластмассы и в несъемные формы. Монтаж муфт может выполняться монтерами не ниже 5 разряда, прошедшими специальную подго-

Рис. 2.12. Разделка конца кабеля с поясной бумажной изоляцией:

1 — наружный покров; 2 — броня; 3 — алюминиевая или свинцовая оболочка; 4 — поясная изоляция; 5 — изоляция жилы; 6 — жила кабеля; 7, 8 — бандажи

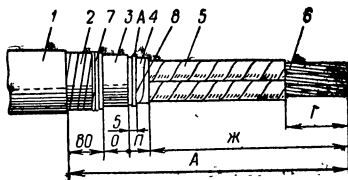


Таблица 2.15. Соединительные муфты СЭс для кабелей с бумажной изоляцией

Марко-размер	Сечение жил кабелей, мм ²		Размеры муфт, мм (рис. 2.11)		Размеры разделки (рис. 2.12)			
	трех-жильных	четырёх-жильных	L	D	A	Ж	П	О
СЭс-1	10—50	До 35	450	50	275	130	15	50
СЭс-2	70—120	50—95	470	75	285	140	15	50
СЭс-3	150—240	120—185	560	80	330	185	15	50

товку со сдачей экзаменов. Повторные проверки проводятся не реже 1 раза в 3 года. Монтаж любого типа неэпоксидных муфт и концевых заделок разрешается выполнять электромонтерам 4 разряда.

Монтируют муфты при температуре не ниже 10°C, а в холодное время применяется искусственный подогрев воздушными или специальными обогревателями. Если температура в день монтажа или накануне ниже 0°C, концы кабелей подогревают беглым огнем паяльной лампы или газовой горелки.

При монтаже обязательно соблюдать особую чистоту, не допускать попадания в муфту влаги и грязи. Руки периодически протирать чистой тряпкой без ворса.

2.7.1. Соединение кабелей с бумажной изоляцией в эпоксидных муфтах

Перед монтажом муфт бумажная изоляция на обоих концах кабеля проверяется на отсутствие влаги, так как при увлажнении изоляции электрическая прочность резко снижается и возможен пробой в муфте. Бумажные ленты, прилегающие к оболочке и к жилам, с помощью пинцета погружают в нагретый до 150°C парафин. О наличии влаги свидетельствует потрескивание и выделение пены. Проверка на присутствие влаги с помощью зажженной спички недопустима, так как возможна ошибка. При обнаружении влаги отрезают участки длиной 300 мм, повторяют проверку, пока не дойдут до неувлажненного кабеля.

Последовательность разделки и монтажа муфт СЭс (рис. 2.11)

1. Конец разделяемого кабеля распрямляют и на расстоянии А (см. рис. 2.12, табл. 2.15) поверх внешнего джутового покрова накладывают бандаж из 2—3 витков стальной оцинкованной проволоки. Джутовый покров разматывается, но не срезается.

2. Второй проволоочный бандаж накладывают на броню кабеля на расстоянии 80 мм от первого банджа.

3. Броню кабеля надрезают по кромке второго банджа бронерезкой или ножовкой с ограничителем глубины резания, после чего разматывают и удаляют броню и подушку под ней. Для удаления сульфатной бумаги и битумного состава допускается их подогрев беглым огнем паяльной лампы или пропановой горелки.

4. Оболочку кабеля тщательно очищают тряпкой, смоченной в бензине или в подогретом до 40°C трансформаторном масле. Длина участка оболочки — 50 мм, обусловлена необходимостью припайки зануляющего проводника и герметизации горловины муфты.

5. Специальным ножом осторожно делают кольцевой надрез алюминиевой оболочки и затем на расстоянии 15 мм второй кольцевой надрез оболочки (см. рис. 2.13а).

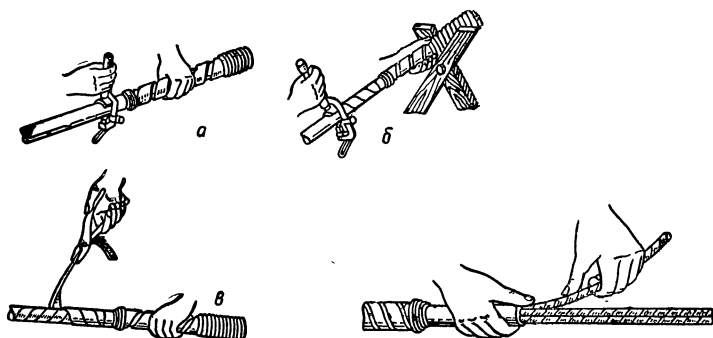


Рис. 2.13. Снятие алюминиевой оболочки кабеля специальным ножом:

а — выполнение кольцевого надреза;
б — выполнение надреза по винтовой линии; в — снятие оболочки

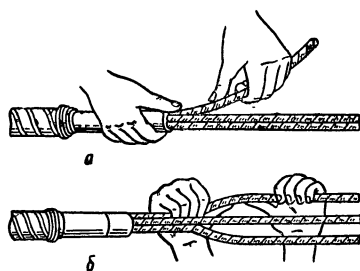


Рис. 2.14. Изгиб жил руками:

а — разводка жил; б — изгиб через палец

6. Устанавливают проволоочный бандаж на оболочку у надреза в точке А (см. рис. 2.11).

7. Снимают оболочку от конца кабеля до второго кольцевого надреза.

8. Разматывают и удаляют поясную изоляцию от конца кабеля до края алюминиевой оболочки.

9. Разводят жилы и выгибают их вручную (рис. 2.14) или с помощью специального шаблона, не допуская резких перегибов и повреждения изоляции. На жилах временно оставляют расцветочные ленты для предохранения от загрязнения во время монтажа.

10. Подвязывают изоляцию жил суровой ниткой на расстоянии «Ж» от концов (см. рис. 2.12, табл. 2.15).

11. Предварительно у места обреза изоляцию перевязывают хлопчатобумажной ниткой, затем снимают изоляцию на участке Г. Этот размер зависит от способа соединения жил.

12. Соединяют жилы, как описано для проводов (см. т. I, с. 275).

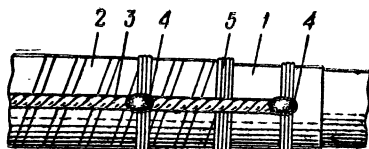
13. Удаляют алюминиевую оболочку (поясок длиной 15 мм) до точки А (см. рис. 2.12) и накладывают на край поясной изоляции бандаж из суровых ниток.

14. Опиливают торец алюминиевой оболочки для удаления острых краев и заусенцев.

15. С помощью гибкого медного многопроволочного проводника с поливинилхлоридной изоляцией (или неизолированного, в трубках ПВХ) зануляют броню и металлическую оболочку одного кабеля (рис. 2.15). Сечение зануляющих проводников принимается в зависимости от сечения жил (см. стр. 215). Длина зануляющего проводника выбирается такой, чтобы обеспечить присоединение обоих концов соединяемых кабелей. Свободный конец оконцовывается наконечником для присоединения к защитному кожуху муфты.

Рис. 2.15. Зануление кабеля с металлической оболочкой и ленточной броней:

1 — оболочка; 2 — броня; 3 — провод зануления; 4 — место пайки; 5 — бандаж, скрепляющий броню



Провод для зануления присоединяется к обеим бронелентам. Места присоединения предварительно зачищают до блеска и облуживают припоем ПОССу-30, после чего зануляющий провод закрепляется бандажом из оцинкованной стальной проволоки диаметром 1—1,4 мм и припаивается тем же припоем. Лужение и пайку производят с применением паяльного жира (канифоль — 10 вес. ч., животный жир — 3 вес. ч., хлористый цинк — 1 вес. ч., хлористый аммоний — 2 вес. ч., дистиллированная вода или этиловый спирт-ректификат — 1 вес. ч.).

16. При использовании алюминиевой оболочки в качестве рабочего нулевого провода в четырехпроводной сети сечение гибкого медного провода, применяемого в качестве перемычки, должно быть не менее указанного:

Сечение жил кабеля, мм ²	Сечение медного гибкого провода, мм ²
До 3×35	16
3×50	25
3×70	35
3×95; 3×120	50
3×150; 3×240	70

Обе ленты брони на расстоянии 20—25 мм от края среза брони зачищаются и облуживаются припоем ПОССу-30. Алюминиевая оболочка защищается до блеска проволочной щеткой или напильником на расстоянии 20—25 мм от края среза и облуживается сначала припоем «А» (см. т. I, стр. 291), затем припоем ПОССу-30 по всему периметру. Медная перемычка расплетается на конце, расплющивается и облуживается припоем ПОССу-30. Перемычка накладывается на облуженные места оболочки и брони кабеля и закрепляется на них бандажами из 5—6 витков стальной или медной проволоки, чтобы каждая проводящая перемычка прилегала к обо-

лочке. Припоем ПОССу-30 пропаивают перемычку, бандаж и оболочку по всему периметру. Пропайку нужно выполнять не более 2—3 минут, чтобы не перегреть изоляцию кабеля. Вместо медного провода допускается использовать в качестве перемычки материал самой оболочки. Для получения необходимого сечения при разделке кабеля на его конце оболочка подрезается по винтовой линии так, чтобы ширина полосы была: 21 мм — для кабелей сечением до 35 мм²; 30 мм — для кабелей 50 мм²; 42 мм — для 70 мм²; 60 мм — для 120 мм². Получившиеся полосы обезжиривают, сворачивают в трубки вдоль оси кабеля и сваривают или соединяют пайкой внутри муфты.

17. Устанавливают временно половину съемной формы, очищенной от грязи (рис. 2.16), для проверки расстояний a и b и подгонки зануляющего проводника.

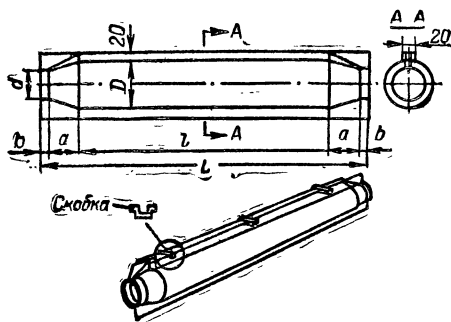


Рис. 2.16. Съемная форма

18. Ступени брони и оболочку зачищают стальной щеткой или крупнозернистой наждачной бумагой. Накладывают на ступень оболочки и брони двухслойную герметизирующую подмотку (поз. 2 на рис. 2.11). Подмотка не должна доходить до края оболочки на 20 мм.

19. Снимают с изоляции жил расцветочные ленты и обезжиривают ее тряпкой, обильно смоченной ацетоном или бензином (напр., Б-70), после чего протирают жилы сухой чистой тряпкой.

20. Двухслойную подмотку из самосклеивающейся полупроводящей маслястойкой ленты ЛЭТСАР ЛППм выполняют на зазорах между контактным соединением и изоляцией и на контактном соединении без захода на бумажную изоляцию жил. Подмотку накладывают с 50%-ным перекрытием, ленту при этом вытягивают так, чтобы ее ширина была не более 70% исходной ширины.

При отсутствии ленты ЛЭТСАР ЛППм допускается применение ленты ЛЭТСАР КФ-0,5.

21. Устанавливают на жилы 2 эпоксидные распорки (допускается одна распорка посредине) и закрепляют их чистыми суровыми нитками. Распорки предварительно очищают и обезжиривают бензином.

22. Внутреннюю поверхность металлической съемной формы, если она не имеет специального разделительного покрытия, очищают и смазывают тонким слоем технического вазелина или солидола и устанавливают на место, следя за центровкой разделки ка-

беля и соблюдая изоляционные расстояния a и e (соответственно 8 и 10 мм).

Поверхность пластмассовых форм смазывать не требуется.

23. Уплотняющие подмотки из поливинилхлоридной ленты 10—20-миллиметровой ширины накладывают на оболочки до обеспечения плотной посадки формы. Съемную форму устанавливают на место подмоток. Обе половины формы скрепляют зажимами или бандажом из стальной проволоки диаметром 1—1,4 мм.

24. Чтобы исключить вытекание компаунда при его заливке, на месте ввода кабеля в муфту делают дополнительную подмотку из ленты ПВХ с заходом на 30 мм на наружную конусную поверхность полумуфт. Щели между полумуфтами в месте их стыкования уплотняют пластилином, герметиком УС-65 или рамной замазкой.

25. Заливают муфту эпоксидным компаундом. Отвердитель вводится в наполненный пылевидным кварцем (наполнителем) эпоксидный компаунд на месте монтажа перед заливкой и тщательно перемешивается. Заливку производят медленно, с небольшой высоты, непрерывной струей по лоточку, чтобы не образовались пузырьки воздуха.

Примечание: 1. При температурах ниже 10 °С надо вокруг муфты создать обогрев до 20—25 °С. 2. До заливки смеси компаунда с отвердителем ему надо дать отстояться в течение 10—15 мин. для удаления пузырьков воздуха.

26. Провод зануления, выведенный из горловины муфты при ее монтаже, прикрепляют к корпусу в двух местах бандажами из стальной оцинкованной проволоки диаметром 1—1,4 мм и для предохранения от коррозии покрывают эпоксидным компаундом, разогретым битумным составом или лаком БТ-577.

МУФТЫ СЭв

Муфты СЭв имеют эпоксидный корпус с продольным разъемом в вертикальной плоскости (рис. 2.17). Провод зануления расположен в нижней части в специальном пазу.

Данные муфт приведены в табл. 2.16.

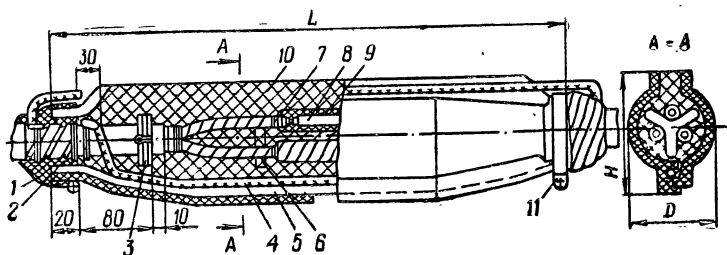


Рис. 2.17. Эпоксидная соединительная муфта СЭв:

1 — уплотняющая подмотка лентой ПВХ; 2 — кольцевая уплотняющая подмотка; 3 — резиновое кольцо; 4 — провод зануления; 5 — корпус муфты; 6 — распорка; 7 — бандаж из ниток; 8 — соединение жил; 9 — подмотка лентой ЛЭТСаР; 10 — компаунд; 11 — хомут

Т а б л и ц а 2.16. Соединительные муфты СЭв

Марко- размер	Сечение жил кабе- лей 1 кВ, мм ²	Размеры, мм (рис. 2.17)			Размеры разделки, мм (рис. 2.12)			
		L	H	Д	А	Ж	П	О
СЭв-1	До 120	570	120	85	375	190	25	80
СЭв-2	150—240	620	130	95	400	215	25	80

МОНТАЖ МУФТ СЭв

Все операции выполняют так же, как указано выше для муфт СЭС, за исключением укладки зануляющего проводника, которая производится следующим образом: провод зануления прикрепляют и припаивают к бронелентам и оболочке одного из соединяемых кабелей, как указано в п. 15, с. 65, затем одну из полумуфт временно устанавливают на место, чтобы примерить провод зануления к пазу в корпусе, в котором он должен быть уложен. Полумуфту снимают и провод зануления прикрепляют и припаивают к бронелентам и оболочке другого кабеля.

Одну из полумуфт устанавливают на место и провод зануления укладывают в ее нижнем канале, где он поддерживается на выступах. После проверки правильности укладки провода другую полумуфту устанавливают на место и обе половины скрепляют хомутами. Продольный шов на стыке полумуфт уплотняют герметиком УС-65, пластилином или другим равноценным материалом.

МУФТЫ СЭм

Муфты СЭм — малогабаритные муфты с эпоксидным корпусом, имеющим поперечный разъем и состоящим из двух конусных частей и цилиндрического вращающегося кольца с литниковым отверстием. (рис. 2.18).

Муфты СЭм применяют для кабелей с однопроволочными жилами до 1 кВ. Контактные соединения жил в этой муфте осуществляются холодной сваркой в алюминиевых гильзах, которые укорачивают до размеров, указанных в табл. 2.17.

Данные муфт приведены в табл. 2.18.

Т а б л и ц а 2.17. Размеры алюминиевых соединительных гильз

Размеры гильзы, мм	Сечение жил, мм ²									
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Внутренний диаметр	7	8	9	11	14	16	18	20	22	22
Наружный диаметр	12	14	16	18	22	24	26	28	30	30
Длина	32	32	37	41	50	50	53	56	58	60

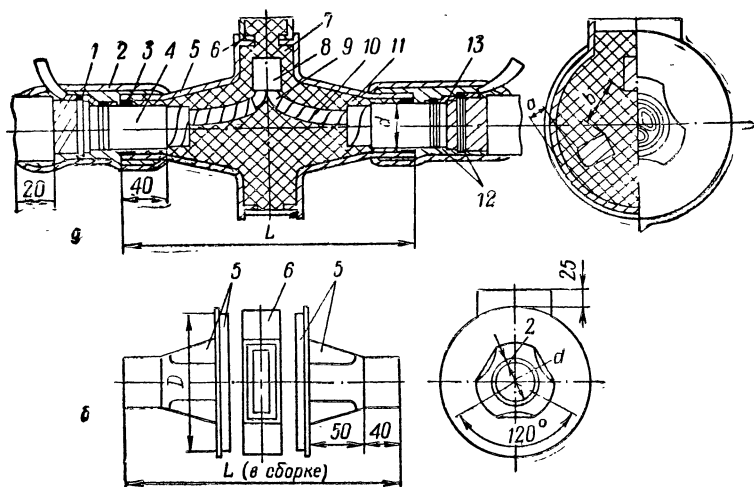


Рис. 2.18. Эпоксидная соединительная муфта СЭМ:

a — смонтированная муфта; *б* — корпус муфты; 1 — подмотка из ленты ЛЭТСАР ЛПМ; 2 — то же из ленты ЛЭТСАР; 3 — уплотняющая подмотка ЛЭТСАР ЛПМ; 4 — оболочка кабеля; 5 — конусные части корпуса муфты; 6 — цилиндрическое кольцо с литником; 7 — эпоксидный компаунд; 8 — место соединения жил; 9 — жила; 10 — изоляция жилы; 11 — заливаемый компаунд; 12 — проволоочный бандаж; 13 — провод зануления

Таблица 2.18. Соединительные муфты СЭМ

Маркоре- мер	Сечение кабеля 1 кв, мм ²		Размеры, мм (рис. 2.18)					Размеры раздел- ки, мм (рис. 2.12)				
	трех- жиль- ного	четырёх- жиль- ного	L	D	d	a	в	A	Ж	П	О	Г
СЭМ-1	До 10	—	218	110	40			276	106	10	80	56
СЭМ-2	16—50	до 35	222	162	46	не ме- нее 8	не ме- нее 6	287	117	10	80	67
СЭМ-3	70—120	50—95	226	178	52			291	121	10	80	71
СЭМ-4	150—240	120—185	230	184	60			295	125	10	80	75

Примечания. 1. По ТУ МЭ3587/1 маркоразмеры муфт СЭМ-1, СЭМ-2, СЭМ-3 и СЭМ-4 обозначены соответственно СЭМ-3×50—1, СЭМ-3×95—1, СЭМ-3×150—1 и СЭМ-3×240—1. 2. Для кабелей без брони с защитным пластмассовым шлангом (напр. ААШв) размер А меньше на 80 мм.

2.7.2. Соединение и ответвление кабелей с бумажной изоляцией в чугунных муфтах

Чугунные соединительные муфты применяют для соединения трех- и четырехжильных кабелей с бумажной изоляцией.

Опыт многих сетевых предприятий показывает, что монтаж эпоксидных муфт в холодное время года зачастую приводит к бра-

ку, так как поддерживать стабильно температуру 20—25 °С, требующуюся для полимеризации эпоксидных составов, затруднительно.

В условиях небольших предприятий, где трудно получить эпоксидные кабельные муфты и составы и обычно нет высококвалифицированных специалистов-кабельщиков, соединение, ответвление и оконцевание кабелей рекомендуется выполнять с помощью муфт и кабельных воронок, заливаемых битумным составом (см. раздел 2.8). Использование битумных кабельных масс позволяет проводить работу при отрицательных температурах, обеспечивая высокую надежность соединений и заделок. Область применения заливочных кабельных масс указана в табл. 2.30. Новые директивные материалы Минэнерго и Минмонтажспецстроя для кабелей до 1000 В предлагают применять в первую очередь чугунные муфты СЧ и СЧМ.

Для ответвления кабелей применяются ответвительные Т-образные и крестообразные муфты. В связи с редким использованием на небольших предприятиях описание ответвительных муфт в данном справочнике не приводится¹.

Монтаж муфт на кабелях напряжением до 1 кВ может выполняться специально обученными монтерами 4 разряда.

МУФТЫ СЧ

Конструкция чугунной соединительной муфты типа СЧ показана на рис. 2.19. Корпус муфты состоит из верхней и нижней половин, соединяемых болтами. В нижней половине по всему периметру имеется паз, в который укладывается уплотнительная про-

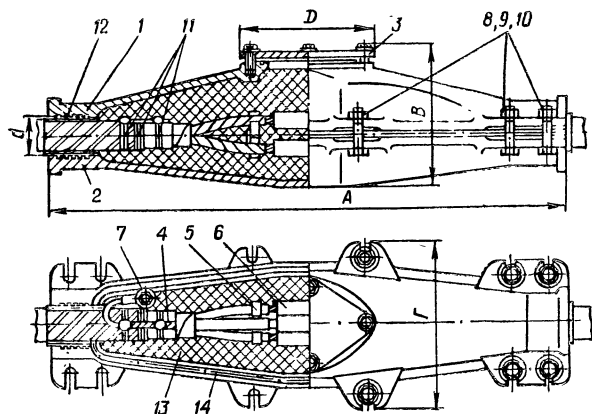


Рис. 2.19. Чугунная соединительная муфта СЧ:

1 — верхняя половина корпуса; 2 — нижняя половина корпуса; 3 — крышка; 4 — провод зануления; 5 — распорка; 6 — соединительная гильза; 7 — болт зануления; 8, 9, 10 — болт, шайба, гайка; 11 — проволоочные бандажи; 12 — подмотка из смоляной ленты; 13 — битумная заливка; 14 — герметизирующая прокладка

¹ При необходимости выполнения ответвительных муфт см. книгу «Техническая документация для силовых кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией до 35 кВ», М., Энергониздат, 1982

кладка. В верхней части муфты есть выступ, входящий в паз нижней половины.

Уплотнение в местах ввода кабелей в муфту производится подмоткой смоляной ленты, которая обжимается выступами на горловинах муфты (рис. 2.19, поз. 2).

Фиксация жил на нужном расстоянии друг от друга обеспечивается фарфоровыми распорками. Муфты заливают битумной массой через заливочное отверстие в верхней полумуфте.

Данные чугунных соединительных муфт типа СЧ для кабелей разных сечений приведены в табл. 2.19.

Таблица 2.19. Чугунные соединительные муфты типа СЧ

Маркоремер	Сечение жил кабеля, мм ²		Размеры, мм (рис. 2.19)			Масса корпуса, кг
	трехжильных	четырёхжильных	A	D	d	
СЧ-40	до 35	до 16	580	164	40	9
СЧ-50	50—95	25—70	720	180	50	20
СЧ-60	120—185	95—150	830	210	60	31
СЧ-70	240	185	900	250	70	38

Последовательность монтажа чугунных муфт СЧ

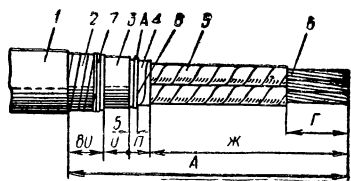
1. Разделка кабелей производится в соответствии с описанием технологии для эпоксидных муфт (с. пп. 1—8). Размеры разделки конца кабеля приведены в табл. 2.20 и на рис. 2.20.

Таблица 2.20. Размеры разделки конца кабеля для монтажа муфт типа СЧ и СЧм

Маркоремер муфты	Размеры, мм (рис. 2.20)			
	A	B	B	Ж
СЧ-40	295	125	170	115
СЧ-50	365	135	230	175
СЧ-60	420	155	265	210
СЧ-70	455	160	295	240
СЧм-40	245	105	140	100
СЧм-50	290	120	170	130
СЧм-60	310	130	180	140
СЧм-70	355	130	225	185

Рис. 2.20. Разделка концов кабеля для муфт СЧ и СЧм:

1 — наружный покров; 2 — броня; 3 — оболочка; 4 — поясная изоляция; 5 — изоляция жил; 6 — жила кабеля; 7, 8 — бандажи



2. После разделки жилы кабеля разводятся и выгибаются, как указано на рис. 2.14. Расстояния между жилами (размер К) указаны в табл. 2.21.

3. Фиксируют взаиморасположение жил между собой и по отношению к корпусу муфты с помощью фарфоровых распорок, устанавливаемых на изолированной части жил по обе стороны от места соединения.

При соединении жил пайкой применяют закрытые распорки типа РМ (см: табл. 2.21), которые надевают на жилы перед их соединением. При соединении жил сваркой или опрессовкой применяют открытые распорки типа Р (табл. 2.22), которые устанавливают на место после соединения жил.

Т а б л и ц а 2.21. Закрытые фарфоровые распорки РМ

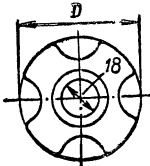
Маркразмеры		Сечение жил кабеля, мм ²	Размеры				Эскиз
распорки	муфты		d ₁	d ₂	K	D	

Трехжильные кабели							
РМЗ-14	СЧ-40	До 35	14	14	35	70	
РМЗ-22	СЧ-50	50—95	22	20	55	106	
РМЗ-28	СЧ-60	120—185	28	20	55	123	
РМЗ-32	СЧ-70	240	32	20	62	132	

Четырехжильные кабели							
РМ4-14	СЧ-40	До 16	8	14	28	70	
РМ4-18	СЧ-50	25—70	18	20	45	106	
РМ4-26	СЧ-60	95—150	26	20	48	123	
РМ4-28	СЧ-70	185	28	20	52	132	

Т а б л и ц а 2.22. Открытые фарфоровые распорки Р

Маркразмер		Сечение жил кабеля, мм ²	Размер D, мм	Эскиз
распорки	муфты			
1	2	3	4	5
Трехжильные кабели				
Р1-3	СЧ-40	До 35	50	
Р2-3	СЧ-50	50—95	58	
Р3-3	СЧ-60	120—185	64	
Р4-3	СЧ-70	240	68	

1	2	3	4	5
Четырехжильные кабели				
P1-4	СЧ-40	До 16	44	
P2-4	СЧ-50	25—70	54	
P3-4	СЧ-60	95—150	62	
P4-4	СЧ-70	185	64	

Распорки скрепляют с жилами подмоткой из хлопчатобумажной пряжи, предварительно прошпаренной в пропиточном кабельном составе МП. Сверху подмотку закрепляют несколькими витками хлопчатобумажной пряжи.

4. Соединяют жилы по методике, указанной для проводов (см. т. 1, стр. 275).

5. Зануление муфты выполняется двумя медными проводниками, присоединенными одним концом к оболочке и бронелентам кабелей, как указано на с. 65, а другие концы с напрессованными или приваренными кабельными наконечниками присоединяют к контактным площадкам на нижней полумуфте. Выбор сечения проводников для зануления см. с. 215.

6. На тех участках кабелей, где устанавливаются горловины муфт, делают подмотку смоляной лентой на длине 100 мм. Для надежности диаметр подмотки подмотки должен быть на 4-5 мм больше внутреннего диаметра горловины муфты.

7. Тщательно очищают от загрязнений корпус муфты и устанавливают разделку в нижнюю половину муфты. В уплотнительную канавку нижней полумуфты укладывают прокладку из маслятой резины или просмоленного канатика. Зануляющие проводники присоединяют к контактным площадкам. Накладывают верхнюю полумуфту и равномерно затягивают болты.

8. В специальном бачке или ведре с плотно закрывающейся крышкой и носиком для разлива (в носике должна быть медная сетка, предохраняющая от попадания в муфту сора) разогревают кабельную массу до температуры, указанной в разделе 2.8 (табл. 2.30). Разогревать массу следует над электроплитой, газовой горелкой или жаровней, не допуская соприкосновения бачка с нагревателем, чтобы исключить подгорание. Нельзя разогревать массу в герметичной заводской таре и пользоваться для подогрева паяльной лампой. Разогрев ведут постепенно, не доводя до кипения, контролируя температуру термометром со шкалой до 200 °С в металлической оправе. Массу периодически помешивают металлической мешалкой.

Примечания: 1. Если работа ведется в холодное время года, требуемое для разогрева количество массы откалывают зубилом, а если в теплое, то предварительно нагревают на слабом огне и переливают в ведро. 2. Запрещается открывать крышку для измерения температуры и перемешивания, когда бачок находится на огне, так как масса может загореться. 3. Вспыхнувшую массу тушат, накрывая бачок (ведро) крышкой или мешковиной, смоченной водой. 4. Разогретую массу нельзя выливать на сырую землю, так как она при этом разбрызгивается и может причинять ожоги, см. также с. 256.

9. Муфту перед заливкой обязательно нагревают до 50—60 °С, так как к холодной муфте масса не прилипает.

10. Битумную массу заливают в три-четыре приема, чтобы избежать каверн и усадочных раковин. В первый прием покрывают всю поверхность разделки кабеля в муфте. После окончания заметной усадки доливают до верха муфты, а затем окончательно доливают в 1-2 приема. На время усадки заливочные отверстия закрывают мокрыми тряпками.

11. По окончании заливки и остывания массы заливочные отверстия герметично закрывают.

12. Швы сочленений, шейки муфты и крепежные болты при прокладке в земле покрывают горячим битумным составом, а при прокладке в воздухе покрывают битумным лаком БТ-577.

Потребность в заливочном составе для монтажа муфт СЧ и СЧм указана ниже.

Расход на 1 муфту, кг	СЧ-40	СЧ-50	СЧ-60	СЧ-70	СЧм-40	СЧм-50	СЧм-60	СЧм-70
	4,0	5,0	7,0	9,0	2,0	2,5	3,0	4,0

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ СЧм

Конструкция малогабаритной муфты СЧм показана на рис. 2.21. Данные приведены в табл. 2.23.

Т а б л и ц а 2.23. Чугунные малогабаритные соединительные муфты СЧм

Маркоруз- мер муф- ты	Сечение жил кабе- ля, мм ²		Размеры, мм					Масса лития, кг
	трехжиль- ных	четырёх- жильных	А	Б	В	d	d ₁	
СЧм-50	До 35	До 16	475	315	86	40	66	6,5
СЧм-50	50—95	25—70	560	400	95	50	75	11,0
СЧм-60	120—150	95—150	630	470	108	60	88	16
СЧм-70	185—240	185	700	570	116	70	96	19

В этой муфте изоляционные распорки не применяются и фиксация положения жил на необходимом расстоянии друг от друга обеспечивается изолирующей подмоткой на оголенных концах жил.

МОНТАЖ МУФТ

Монтаж муфт выполняется так же, как указано для муфт СЧ. Отличие заключается в том, что фиксация положения жил между собой и по отношению к корпусу муфты обеспечивается указанной выше подмоткой на жилах (рис. 2.21, поз. 4).

Размеры разделки концов кабелей см. в табл. 2.20 и на рис. 2.20. Расход заливочной массы указан выше.

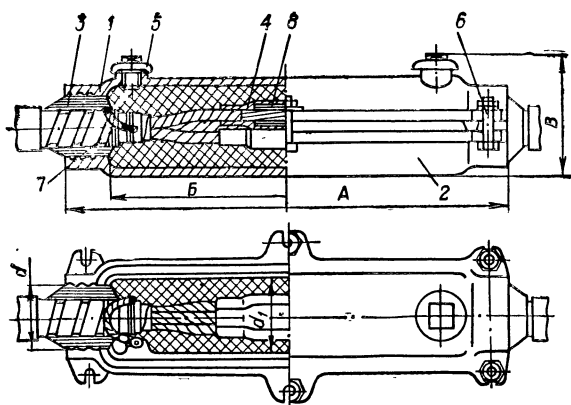


Рис. 2.21. Малогабаритная соединительная муфта СЧм:

1 — верхняя полумуфта; 2 — нижняя полумуфта; 3 — подмотка из смоляной ленты; 4 — изолирующая подмотка из ленты ЛЭТСАР; 5 — пробка заливочного отверстия; 6 — стягивающий болт; 7 — провод заземления; 8 — соединительная гильза

2.7.3. Соединение кабелей с пластмассовой изоляцией в эпоксидных муфтах

МУФТЫ ПСсл

Для соединения кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение 1—3 кВ, проложенных в земле и в кабельных сооружениях, применяют соединительные муфты типа ПСсл из самосклеива-

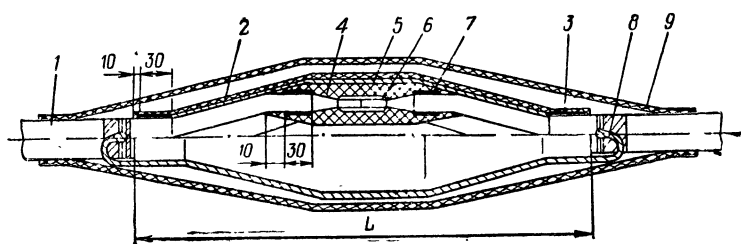


Рис. 2.22. Соединительная муфта ПСсл:

1 — кабель; 2 — термоусаживаемая трубка; 3 — адгезионная прослойка под трубкой; 4 — подмотка из ленты ЛЭТСАР; 5 — общая подмотка из ленты ЛЭТСАР или ПВХ; 6 — гильза; 7 — адгезионные прослойки по изоляции; 8 — заземляющий проводник; 9 — кожух

ющихся лент с пластмассовыми или металлическими защитными кожухами (рис. 2.22). Марки самосклеивающихся и липких изоляционных лент приведены в табл. 2.24, 2.25.

Т а б л и ц а 2.24. Самосклеивающиеся изоляционные ленты

Тип или марка	Основа	Назначение	Предел длительных температур, °С	Цвет	Размеры, мм	
					Толщина	Ширина
Для кабелей с пластмассовой изоляцией						
СЭЛ А	Полиолефины	Адгезионная прослойка к металлу и полиэтилену	+70 ÷ —50	Черный	1,0	15; 25
ЛЭТСАР ¹	Кремнийорганическая резина	Основная изоляция	+200 ÷ —50	Красный, белый	0,2—0,5	26
ЛЭТСАР ЛП	То же	Адгезионная прослойка	+180 ÷ —50	Красный	0,6—0,9	15; 25
Для кабелей с бумажной изоляцией						
ЛЭТСАР ЛПМ ²	Кремнийорганическая резина	Адгезионная прослойка	+150 ÷ —50	Красный	0,8	25

Примечание. Кроме указанных выпускаются полупроводящие ленты ЛЭТСАР ЛПП и ЛЭТСАР ЛППМ для полупроводниковых экранов кабелей выше 1000 В.

¹ Лента ЛЭТСАР применяется также для кабелей с бумажной изоляцией. Выпускается белого (Б) и красного (К) цвета. По профилю выпускается прямоугольного (БП и КП) или фигурного (БФ и КФ) сечения.

² Ленты ЛПМ и ЛППМ, предназначенные для кабелей с бумажной изоляцией, являются маслостойкими.

Т а б л и ц а 2.25. Липкие изоляционные ленты

Наименование	Марка	Морозостойкость, °С, (не ниже)	Теплостойкость, °С, (не выше)	Горючесть	Цвет	Размеры, мм	
						Толщина	Ширина
Полвинилхлоридная	ПВХ	-30	50	Самозатухает	Преимущественно светлого-синий	0,2—0,45	15—50
Полиэтиленовая	ПЛ(А) ПЛ(Б)	-40	50	Горит	Неокрашенная и окрашенная в разные цвета	0,11—0,13	30—50
Резиновая, маслостойкая	ЛМБ	-30	50	»	Преимущественно черный	1	25; 35
Смоляная	—	—	40	»	Черный	0,6—1	30—75

Для кабелей до 1 кВ применяют также муфты ПСслКСтм со стальным малогабаритным кожухом и с термоусаживаемыми трубками поверх кожу́ха (см. с. 79).

Кабели с пластмассовой изоляцией до 3 кВ, предназначенные для прокладки в кабельных сооружениях, имеют поверх скрученных с заполнением изолированных жил поясную изоляцию из пластмассовых лент и оболочку из поливинилхлоридного пластика и не имеют металлической оболочки и брони (рис. 2.23а).

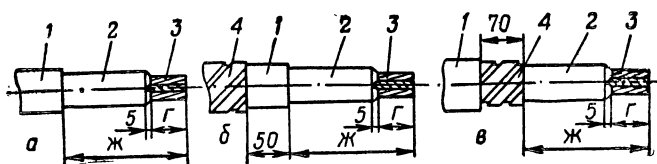


Рис. 2.23. Схема разделки кабелей для монтажа муфт ПСсл:
а — без бронепокровов; б — с бронепокровом поверх шланга; в — с бронепокровом под шлангом; 1 — пластмассовый шланг; 2 — изоляция жилы; 3 — жила; 4 — бронеленты

Кабели с пластмассовой изоляцией, предназначенные для прокладки в земле, имеют поверх поясной изоляции алюминиевую оболочку или ленточную броню. Поверх оболочки наложен пластмассовый шланг. У кабелей с ленточной броней пластмассовый шланг может располагаться под броней (рис. 2.23б) или над ней (рис. 2.23в).

Данные муфт ПСсл для кабелей напряжением 1 кВ приведены в табл. 2.26.

Таблица 2.26. Соединительные муфты типа ПСсл до 1 кВ

Маркоразмеры муфты	Номинальное сечение жил, мм ² , при числе жил			Длина муфты, мм		Размер Ж, мм (рис. 2.23)
	3	4 (1 меньшего сечения)	4 с одинаковым сечением	по рис. 2.23, а и б	по рис. 2.23, в	
Для одножильных кабелей до 120 мм ²						
ПСсл-1	До 25	До 25	—	320	460	120
ПСсл-2	35—70	35—70	До 25	360	500	140
ПСсл-3	95—150	95—150	35—70	420	560	170
ПСсл-4	185—240	185—240	95—150	500	640	210
ПСсл-5	—	—	185—240	560	700	240

Примечание. Для кабелей с алюминиевой оболочкой, а также с ленточной броней под шлангом (рис. 2.23, в) длина муфты увеличена на 140 мм (удвоенная длина ступени алюминиевой оболочки или брони)

Для монтажа муфт концы кабелей распрямляют, после чего на один из концов соединяемых кабелей надвигают термоусаживаемую трубку ТТШ или ТТВ (табл. 2.27).

Т а б л и ц а 2.27. Размеры термоусаживаемых трубок для муфт ПСсл

Маркорузмеры муфты	Исходный внутренний диаметр в состоянии поставки, мм	Внутренний диаметр после усадки в свободном состоянии, мм	Длина, мм, для муфт кабелей	
			по рис. 2.23а и б	по рис. 2.23в
ПСсл-1	40	20	300	440
ПСсл-2	50	25	340	485
ПСсл-3	60	30	380	525
ПСсл-4	70	35	440	590
ПСсл-5	80	40	525	670
ПСсл-6	90	45	590	735

Разделка кабеля с пластмассовой изоляцией

Разделка заключается в последовательном ступенчатом удалении наружного защитного шланга, брони и подушки под ней и изоляции жилы.

Для снятия гофрированной алюминиевой оболочки применяется специальный ключ (рис. 2.24а).

Изолированные жилы разводят и выгибают так, чтобы радиус изгиба был не менее десятикратного размера высоты сектора или диаметра жилы по изоляции.

Соединение алюминиевых жил сечением до 10 мм² выполняют скруткой с пропайкой припоем А, медных — припоем ПОССу-30-2, медных жил сечением 16—240 мм² — пайкой в гильзах ГП или опрессовкой, а алюминиевых жил — сваркой (т. 1, с. 275). При пайке или сварке изоляцию жил защищают влажным асбестом.

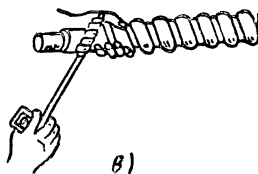
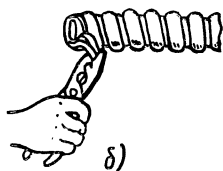
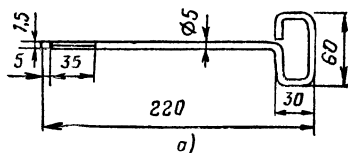


Рис. 2.24. Снятие гофрированной алюминиевой оболочки: а — ключ; б — отгиб оболочки плоскогубцами; в — наворачивание оболочки на ключ

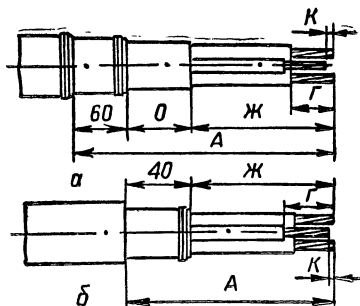


Рис. 2.25. Разделка кабеля с пластмассовой изоляцией: а — с защитным покровом или без него; б — с броней под шлангом

МУФТЫ ПСслКСтм

Конструкция муфт приведена на рис. 2.26. Данные — в табл. 2.28.

Таблица 2.28. Муфты ПСслКСтм для кабелей до 1 кВ

Маркразмеры муфт	Сечение основных жил кабеля, мм ²		Размеры, мм (рис. 2.26)		
	трехжильного	четырёхжильного	L	D	d
ПСслКСтм-1	до 35	до 25	566	44	32
ПСслКСтм-2	50—95	35—70	608	60	40
ПСслКСтм-3	120—150	95—120	662	78	51
ПСслКСтм-4	185—240	150—185	704	92	59

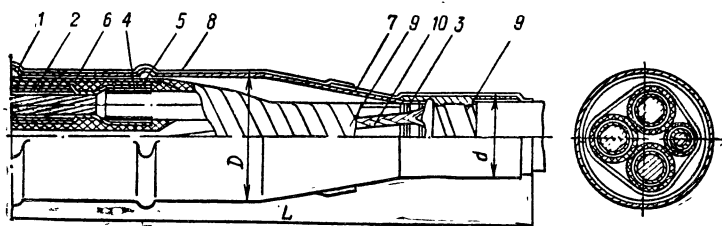


Рис. 2.26. Соединительная муфта ПСслКСтм со стальным малогабаритным кожухом:

1 — полукожух; 2 — гильза; 3 — проволочный бандаж; 4 — покрытие лаком КО-916; 5 — подмотка из ленты ЛЭТСАР ЛП; 6 — подмотка из ленты ЛЭТСАР; 7 — термоусаживаемая трубка по шлангу; 8 — термоусаживаемая трубка по кожуху; 9 — пластик пленочный ПВХ; 10 — провод зануления

Перед разделкой на один из соединяемых кабелей надевают термоусаживаемую трубку по кожуху (большого диаметра) и термоусаживаемую трубку по шлангу (меньшего диаметра). На другой кабель надевают только термоусаживаемую трубку по шлангу.

Размеры термоусаживаемых трубок даны в табл. 2.29. Разделка концов кабеля изображена на рис. 2.27.

Обозначение	Размеры, мм	
	Ж	Г
ПСслКСтм-1	180	Половина
ПСслКСтм-2	210	длины сое-
ПСслКСтм-3	240	динительной
ПСслКСтм-4	260	гильзы
		+ 10 мм

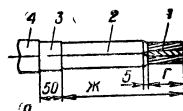
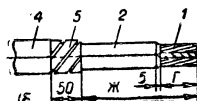


Рис. 2.27. Разделка кабелей для монтажа муфт ПСслКСтм:

а — с алюминиевой оболочкой; б — с бронепокровом под шлангом; 1 — жила; 2 — изоляция жилы; 3 — алюминиевая оболочка; 4 — шланг; 5 — броня



Т а б л и ц а 2.29. Размеры термоусаживаемых трубок для муфт ПСслКСтм

Маркоразмeр муфты	Размеры трубки, надеваемой на стальной кожух, мм		Размеры трубок, надеваемых на шланги кабелей, мм	
	Внутренний диаметр	Длина	Внутренний диаметр	Длина
ПСслКСтм-1	60/30 (70/35)	400	40/20 (50/25)	200
ПСслКСтм-2	70/35 (80/40)	420	50/25 (60/30)	200
ПСслКСтм-3	90/45 (100/50)	480	60/30 (70/35)	200
ПСслКСтм-4	110/55	520	70/35 (80/40)	200

Примечания: 1. В числителе указан внутренний диаметр трубки в исходном состоянии, в знаменателе тот же диаметр после усадки в свободном состоянии. 2. В скобках указаны допустимые диаметры трубок.

2.8. ЗАЛИВОЧНАЯ КАБЕЛЬНАЯ МАССА

Заливочные кабельные массы для кабелей напряжением 1—10 кВ готовят из битумов, получаемых при переработке нефти. Марки массы и область применения указаны в табл. 2.30. В обозначении массы число в числителе указывает температуру каплепадения, число в знаменателе — среднюю температуру размягчения.

Т а б л и ц а 2.30. Марки и область применения заливочных масс для муфт и заделок

Наименование и марка массы	Область применения	Температура при заливке, °С
Заливочная битуминозная МБ-70/60	Заливка соединительных муфт, монтируемых в земле и в неотапливаемых помещениях с температурой не ниже —10 °С Заливка концевых заделок внутренней установки в помещениях с температурой не ниже —10 °С Заливка концевых муфт наружной установки (мачтовых) в районах с температурой не ниже —10 °С	160—170
То же МБ-90/75	Заливка соединительных муфт, монтируемых в земле Заливка соединительных муфт, устанавливаемых в отапливаемых помещениях Заливка концевых заделок, монтируемых в отапливаемых помещениях Заливка концевых муфт наружной установки в районах с жарким климатом	180—190

Наименование и марка массы	Область применения	Температура при заливке, °С
Заливочная битуминозно-масляная, морозостойкая МБМ-I	Заливка соединительных муфт и концевых заделок кабелей на напряжение 1—10 кВ, монтируемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях при окружающей температуре до —35 °С	130—140
То же, МБМ-II	То же, при окружающей температуре до —45 °С	130—140

Масса заводского изготовления хранится в герметически закрытой таре. Поверхность массы должна быть сухой, зеркально-чистой и блестящей, без трещин. При вскрытии тары нельзя пользоваться ножовкой, чтобы не загрязнить массу металлическими опилками. При всех операциях с массой необходимо соблюдать чистоту, не допуская загрязнения пылью, сором, землей и т. д., а также попадания воды. На этикетках с маркой заливочной массы указывается предельная температура разогрева. Превышать ее недопустимо.

Изготовление кабельной массы

При отсутствии кабельной массы заводского производства можно изготовить ее собственными силами по следующим рецептам, применяемым в городской кабельной сети г. Новосибирска:

Масса МБ-70: 50% битума № 3 и 50% битума № 5 или рубракса.

Масса МБ-90: 20% битума № 3 и 80% битума № 5 или рубракса.

Масса МБМ-I: 16% битума № 3, 64% битума № 5 и 20% трансформаторного масла или 80% массы МБ-90 и 20% трансформаторного масла.

Масса МБМ-II: 45% битума № 3, 45% битума № 5 и 10% трансформаторного масла или 90% массы МБ-70 и 10% трансформаторного масла.

Вначале в котел загружают битум № 3 (или масло) и нагревают до температуры 100—120°, пока не прекратится образование пены. Затем добавляют битум № 5 или рубракс и варят при температуре 180—200° (МБ-70) или 200—220° (МБ-90) в течение 12—20 часов, пока масса не перестанет пузыриться и пениться, после чего ее сливают в ведро.

Необходимо строго выдерживать соотношение составных частей и тщательно перемешивать массу через каждые 4-5 минут. Нагрев следует вести на электронагревателе или жаровне.

При варке необходимо соблюдать осторожность, чтобы не допустить загорания массы или попадания ее брызг на тело работающих. Прежде чем открывать крышку для перемешивания, нужно снимать котел с нагревателя.

2.9. КОНЦЕВЫЕ МУФТЫ И ЗАДЕЛКИ

Концы кабелей, расположенные в помещениях и на открытом воздухе, должны быть герметизированы таким образом, чтобы исключить попадание влаги воздуха внутрь кабелей всех марок и предотвратить вытекание пропиточной массы из кабелей с бумажной изоляцией.

Оконцевание кабелей выполняется с помощью концевых муфт для наружной и внутренней установки и с помощью концевых заделок для внутренней установки.

Основные типы и рекомендуемые области применения концевых муфт и заделок приведены в табл. 2.31 и 2.32.

Таблица 2.31. Область применения концевых заделок и муфт для кабелей напряжением до 1 кВ для внутренней установки

+ следует применять, Р — рекомендуется, Д — допускается, О — не допускается

Вид кабелей	Марка заделки или муфты	Для установки открыто в помещениях:							
		сухих	влажных	сырых и особо сырых	жарких, сухих	с проводящей пылью	с химически активной средой (кроме взрывоопасных)	пожароопасных	№ рисунка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С бумажной изоляцией	Эпоксидные, типа КВЭ ¹								2 39
	Заделки КВЭтв ¹ КВЭтву с термоусаживаемыми поливинилхлоридными трубками	+	+ ⁷	Д ⁷	Р	Р ⁵	Р ⁶	Р	то же
То же	Заделки КВЭн ¹ с трубками из найритовой резины на жилах	Р	Р	Д	Р	Р ⁵	Р ⁶	Р	»
»	Заделки КВЭк ¹ с кремнийорганическими трубками на жилах	Р	Р	Д	Р	Р ⁵	Р ⁶	Р	»
»	Заделки КВЭт ¹ с трехслойными трубками на жилах	Р	+	Р	Р	Р ⁵	Р ⁶	Д	»
»	Муфты КВЭп ¹ с переходом на жилы кабеля с пластмассовой изоляцией	Д	Р	+	Д	Р	Р ⁶	Д	2.40
»	Сухие заделки КВсл ⁴ из самосклеивающихся лент	+	О	О	Р	О	Р ⁶	Д	2.41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
То же	Заделки с подмоткой поливинилхлоридной лентой	Д	Д	О	Д	Д ⁵	О	Д	2.42
»	Резиновая перчатка без заполнения КВР ³	+	Р	О	Д	Д ⁵	Д ⁶	Д	2.43
»	Термоусаживаемая полиэтиленовая перчатка КВТп ²	Д	Д	О	Д	Д	Д ⁶	Д	2.48
»	Свинцовая перчатка КВС	Д	Д	Д	Д	О	Д ⁶	Д	—
»	Стальная воронка с битумным составом КВБ ³	Д	Д	Д	О	О	Д ⁶	О	2.49
С пластмассовой изоляцией	Заделка ПКВТп с термоусаживаемой полиэтиленовой перчаткой	+	Д	О	Д	Д	Д ²	Д	2.48
То же	Заделка ПКВ с подмоткой жил поливинилхлоридной или самосклеивающейся лентой	+	Д	О	Д	Д	О	Д	2.52
»	Заделки ПКВэ с эпоксидным корпусом и подмоткой жил лентой	Д	Р	+	Д	Д	Д ²	Д	2.53

¹ Следует применять для нижней заделки при разности уровней 10 м и более.

² Допускается применять при разности уровней 10 м и более (для нижней заделки).

³ При разности уровней более 10 м применять не следует.

⁴ Заделки КВсл рекомендуется применять при разности уровней до 5 м и допускается при разности уровней до 10 м.

⁵ Допускается при условии периодической очистки.

⁶ Применяется при условии предохранения от контакта с химически активными веществами в жидком виде.

⁷ Во влажных и сырых помещениях должна выполняться дополнительная подмотка из самосклеивающейся ленты под трубками. При этом заделка маркируется КВЭту.

Таблица 2.32. Область применения концевых и маховых муфт для кабелей до 1 кВ для наружной установки

+ следует применять; Р — рекомендуется; Д — допускается

Вид кабелей	Наименование и марка концевых муфт	Указания по применению	№ рисунка
С бумажной изоляцией	Маховые с чугунным корпусом 3КМ и 4КМ ¹	+	2.33
То же	Эпоксидная КНЭ	+	2.28
С пластмассовой изоляцией	Эластомерные концевые муфты ПКНР-1	Р	2.32
То же	Маховые с чугунным корпусом 3ПКМЧ и 4ПКМЧ	Д	2.39

¹ Допускаются при отсутствии литых корпусов заводского изготовления маховые муфты в сварных корпусах из листовой стали (см. с. 91)

2.9.1. Концевые эпоксидные муфты наружной установки для кабелей с бумажной изоляцией

Для присоединения к открыто установленному оборудованию и воздушным линиям кабели с бумажной изоляцией следует оконцовывать чугунными мачтовыми муфтами (см. с. 88) или эпоксидными муфтами наружной установки.

МУФТЫ КНЭ

Концевые муфты КНЭ состоят из отлитого на заводе корпуса и трех (или четырех) эпоксидных проходных изоляторов. Данные муфт для разных сечений приведены в табл. 2.33 и на рис. 2.28 и 2.29.

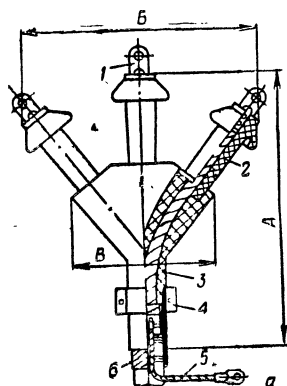


Рис. 2.28. Концевая муфта КНЭ:
а — для трехжильного кабеля; б — для четырехжильного кабеля;
1 — кабельный наконечник; 2 — проходной изолятор; 3 — корпус муфты; 4 — скоба для крепления; 5 — провод заземления; 6 — подмотка из самосклеивающихся или из хлопчатобумажных лент с промазкой компаундом; 7 — проходной изолятор четвертой жилы

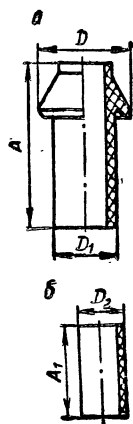
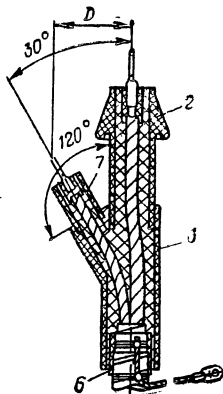
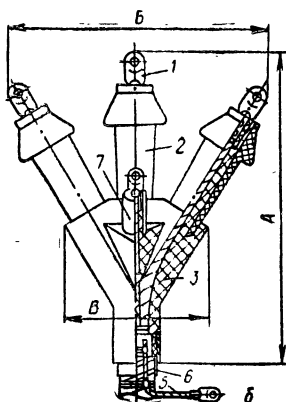


Рис. 2.29. Эпоксидные проходные изоляторы:
а — для основной жилы;
б — для четвертой (нулевой) жилы

Таблица 2.33. Концевые эпоксидные муфты типа КНЭ на напряжение 1 кВ

Маркразмер муфты	Количество жил кабеля	Сечение жил, мм ²	Размеры муфты, мм (рис. 2.28)				Размеры проходных изоляторов, мм (рис. 2.29)				
			А	Б	В	Д	А	А ₁	Д	Д ₁	Д ₂
КНЭ1-I	3	16—120	347	296	171	—	157	—	90	52	—
КНЭ1-II	3	150—240	382	330	203	—	162	—	100	62	—
4КНЭ1-I	4	16—95	347	296	171	98	157	80	90	52	28
4КНЭ1-II	4	120—185	382	330	203	110	162	80	100	62	30

При монтаже жилы разводят и постепенно выгибают так, чтобы они находились в одной плоскости под углом 38° (рис. 2.30) соответственно отверстиям в корпусе муфты. Заземление оболочки см. на с. 215.

Допускается выводить оголенные однопроволочные жилы из концевой муфты для присоединения к воздушной линии. Многопроволочные жилы без изоляции можно выводить, сплавив в монолит внутри изолятора (см. т. 1, с. 282).

Проходные изоляторы обезжиривают и закрепляют на корпусе эпоксидным компаундом. Муфту заливают эпоксидным компаундом через средний изолятор.

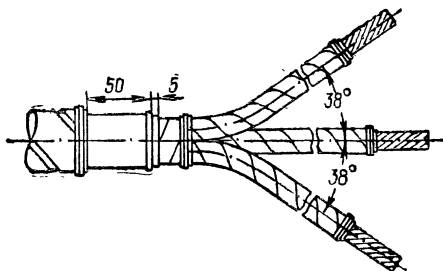


Рис. 2.30. Разводка и изгибание жил кабеля

Поверхность муфты покрывают в два слоя эмалью ГФ-92ХС или ЭП-51. Окраску выполняют в теплую сухую погоду, предварительно очистив поверхность корпуса муфты и изоляторов.

Таблица 2.34. Размеры разделки кабелей для монтажа концевых муфт типа КНЭ (рис. 2.31).

Маркразмер концевой муфты	Сечение жил, мм ²	Размеры, мм	
		А	Ж
КНЭ1-I и 4КНЭ1-I	16—120	350	210
КНЭ1-II и 4КНЭ1-II	150—240	385	245

Примечание: Четвертая (нулевая) жила при монтаже концевой муфты типа 4КНЭ1 укорачивается по месту для того, чтобы обеспечить полную заливку цилиндрической части ее наконечника в изоляторе для четвертой жилы.

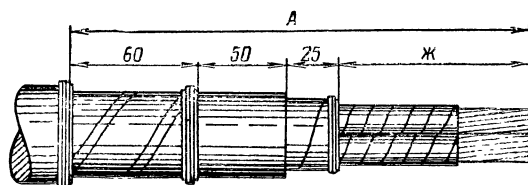


Рис. 2.31. Размеры разделки кабеля

2.9.2. Концевые муфты наружной установки для кабелей с пластмассовой изоляцией

ЭЛАСТОМЕРНЫЕ МУФТЫ ПКНР-1

При напряжении 1 кВ для оконцевания кабелей с пластмассовой изоляцией рекомендуется применять муфты, выполненные из резиновых (эластомерных) смесей.

Уплотнение достигается путем насадки с натягом деталей муфты на ступенчатую разделку кабеля. Конструкция муфт изображена на рис. 2.32.

Данные муфт в зависимости от сечения кабелей приведены в табл. 2.35.

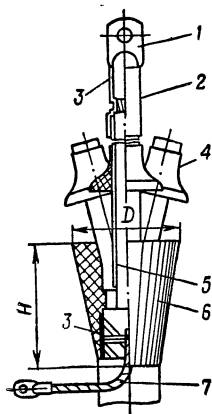


Рис. 2.32. Концевая эластомерная муфта наружной установки ПКНР-1:

1 — наконечник; 2 — верхний отрезок термоусаживаемой трубки; 3 — подмотка из ленты ЛЭТСАР ЛП; 4 — юбка эластомерная; 5 — термоусаживаемая трубка; 6 — эпоксидный корпус; 7 — зануляющий проводник

Таблица 2.35. Муфты эластомерные ПКНР-1

Маркоразмер муфты	Сечение жил кабеля 1 кВ, мм ²		Размеры корпуса муфты (рис. 2.32)	
	трехжильного	четырёхжильного	H	D
ПКНР-1—1	до 10	до 10	135	60
ПКНР-1—2	16—70	16—50	155	70
ПКНР-1—3	95—120	70, 95	165	75
ПКНР-1—4	150—240	120—185	185	85

Конструктивными элементами, обеспечивающими надежность работы муфт на открытом воздухе, являются термоусаживаемые поливинилхлоридные трубки по изоляции жил и эластомерные «юбки», надеваемые поверх трубок.

Размеры трубок приведены в табл. 2.36.

**Т а б л и ц а 2.36. Диаметры термоусаживаемых трубок
для герметизации жил при монтаже муфт ПКНР-1 и КВЭтв**

Сече- ние жилы, мм ²	Конструкция жилы	Диаметры термоу- сажи- вае- мых тру- бок, мм	Сече- ние жилы, мм ²	Конструкция жилы	Диаметр термоуса- живаемых трубок, мм
10	Однопроволочная	10/5	95	Однопроволочная	20/10
16	Однопроволочная	12/6		Многopроволочная	20/10
25	Однопроволочная	12/6	120	Однопроволочная	20/10
	Многopроволочная	12/6		Многopроволочная	20/10
35	Однопроволочная	16/8	150	Однопроволочная	24/12
	Многopроволочная	16/8		Многopроволочная	24/12
50	Однопроволочная	16/8	185	Однопроволочная	24/12
	Многopроволочная	16/8		Многopроволочная	24/12
70	Однопроволочная	16/8	240	Однопроволочная	28/14
	Многopроволочная	16/8		Многopроволочная	28/14

Примечания. 1. В числителе — внутренний диаметр трубки в состоянии поставки; в знаменателе — после усадки в свободном состоянии. 2. Длина трубок — 1 м.

Съемную форму для заливки изготавливают из винипластовой каландрированной пленки КПО толщиной 0,6—0,8 мм или из других материалов, не имеющих адгезии к эпоксидному компаунду.

Размеры раскроя формы приведены в табл. 2.37.

Т а б л и ц а 2.37. Съемные формы

Маркоразмер заделки	Размеры, мм		Угол α , град.	Раз- мер Н, мм	Эскиз
	R	H ₁			
ПКНР-1—1	220	150	53	135	
ПКНР-1—2	238	170	57	155	
ПКНР-1—3	279	185	56	165	
ПКНР-1—4	371	205	53	185	

Форму заливают эпоксидным компаундом до уровня Н (табл. 2.35), т. е. не доливая до края 15—20 мм.

После того, как компаунд затвердеет, т. е. через 20—24 часа, форму снимают и окрашивают заделку эмалью ГФ-92ХС или ЭП-51.

2.9.3. Концевые мачтовые муфты для кабелей с бумажной изоляцией

МУФТЫ КМЧ

Для оконцевания кабелей с бумажной изоляцией и присоединения кабельных линий к воздушным служат мачтовые муфты, устанавливаемые на опорах. Для линий до 1 кВ применяют мачтовые муфты типа КМЧ с чугунным корпусом, заливаемым изоляционным составом марки МБ или МБМ (см. с. 80).

Муфта состоит из корпуса, трех или четырех фарфоровых изоляторов, латунного конуса и свинцовой манжеты, которая припаявается с одной стороны к конусу, а с другой к оболочке кабеля. Крышку и конус присоединяют к корпусу болтами (рис. 2.33).

В зависимости от количества изоляторов (для трех- или четырехжильных кабелей) муфты маркируются 3КМЧ и 4КМЧ.

Кабель разделяют, как указано на с. 63. Размеры разделки приведены на рис. 2.34. Для облегчения разделки нужно, чтобы горизонтальный участок кабеля, подходящего к муфте, был направлен перпендикулярно по отношению к передней стенке муфты и выходил на средний изолятор.

Жилы кабеля разводят и выгибают так, чтобы концы их находились в одной плоскости (рис. 2.35). Угол наклона их относительно оси кабеля должен быть 15° (рис. 2.36). Изгибают жилы постепенно и плавно радиусом не менее 10-кратного диаметра жилы. Для изгиба крайних жил сечением 150 мм^2 и выше применяют трубку с внутренним диаметром 35—40 мм и длиной 400 мм, один из концов которой должен быть развальцован. Это необходимо для того, чтобы при изгибе не повредить изоляцию жил.

Корпус муфты разогревают до $50\text{--}60^\circ\text{C}$ пламенем газовой горелки или паяльной лампы. Все внутренние поверхности муфты и крышки пропаривают разогретым до $140\text{--}150^\circ\text{C}$ пропиточным составом МП.

Корпус муфты заливают битумным составом, разогретым до необходимой температуры (МБ-70 — до $160\text{--}170^\circ\text{C}$, МБМ — до $130\text{--}140^\circ\text{C}$).

Уровень заливки должен быть на 30—40 мм ниже заливочного отверстия в крышке.

Зануляют муфту медным многопроволочным проводником (сечение см. на с. 215), на оба конца которого напрессованы или напаяны наконечники. Этот провод на расстоянии 200 мм от одного из наконечников разлохмачивают и припаивают к оболочке и лентам брони кабеля.

После усадки массы муфту доливают разогретым заливочным составом до необходимого уровня, дают ей остыть до $50\text{--}60^\circ\text{C}$ и вновь доливают до того же уровня. Категорически запрещается заливать муфту до самого верха.

Муфту поднимают на место установки, следя, чтобы не было растягивающих усилий между муфтой и кабелем. Если для закрепления муфты на опорной конструкции необходимо ее повернуть, то поворачивают одновременно и кабель и муфту. Поворачивать муфту на кабеле запрещается.

Место пайки, обнаженные поверхности оболочки и брони кабеля и все места поверхности кабеля, где нарушены покрытия, окрашивают эмалью воздушной сушки ЭП-51 или ГФ-92ХС.

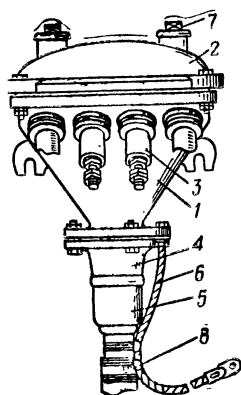


Рис. 2.33. Мачтовая муфта КМЧ для четырехжильных кабелей:

- 1 — корпус муфты; 2 — крышка муфты; 3 — изолятор; 4 — латунный конус; 5 — свинцовая манжета; 6 — завулкануемый проводник; 7 — пробка; 8 — кабель

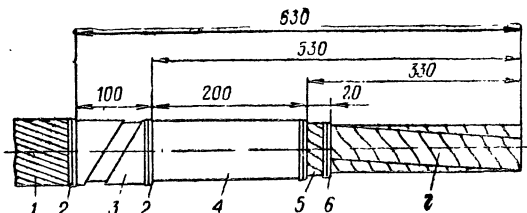


Рис. 2.34. Разделка конца кабеля до 1 кВ:

- 1 — наружный покров; 2 — проволоочный бандаж; 3 — броня; 4 — оболочка; 5 — поясная изоляция; 6 — бандаж из пропитанной хлопчатобумажной пряжи; 7 — изоляция жилы

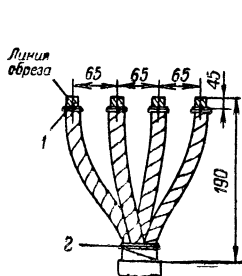


Рис. 2.35. Изгиб жил и подготовка их к оконцеванию пайкой:

- 1 — участок жилы со снятой изоляцией; 2 — бандаж из пропаренной пряжи

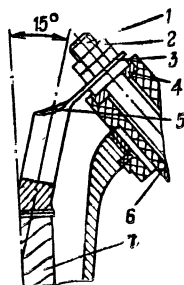


Рис. 2.36. Расположение наконечника:

- 1 — контактный стержень; 2 — гайка; 3 — наконечник; 4 — резиновая прокладка; 5 — припой; 6 — изолятор; 7 — жила кабеля

2.9.4. Концевые мачтовые муфты для кабелей с пластмассовой изоляцией до 1 кВ

Для оконцевания в наружных установках силовых кабелей с пластмассовой изоляцией, с медными или алюминиевыми жилами сечением до 240 мм², напряжением до 1 кВ, допускаются чугунные концевые муфты: ЗПКМЧ — для трехжильных, 4ПКМЧ — для четырехжильных кабелей.

Общий вид муфт аналогичен показанному на рис. 2.33 и отличается конструкцией сальника. Муфты имеют чугунный корпус, в котором закреплены фарфоровые проходные изоляторы. Корпус закрывается чугунной крышкой с отверстиями для заливки изоляционного состава — низкомолекулярного полиэтилена. Уплотнение места ввода кабеля в муфту достигается резиновым сальником, зажимаемым в его корпусе.

Для кабелей всех сечений применяется один маркореазмер муфты.

СВАРНЫЕ МУФТЫ

При отсутствии мачтовых муфт заводского изготовления можно применять мачтовые муфты с корпусом из листовой стали толщиной 2 мм, изготавливаемые собственными силами и показавшие достаточную надежность (рис. 2.37). Развертка муфты и размеры деталей указаны на рис. 2.38. Разделка жил кабеля выполняется аналогично указанной для муфт КНЭ (см. табл. 2.34). Жилы обматываются изоляционной лентой и выводятся через фарфоровые втулки в передней стенке корпуса муфты. Длина разделанной части выбирается по месту в зависимости от условий присоединения к воздушной линии, но не менее 500 мм. Место прохода через втулки уплотняется подмоткой на жилах из просмоленной ленты. Наружную часть жил дополнительно обматывают двумя слоями изоляционной ленты и окрашивают битумным лаком. Заливка муфты осуществляется на земле или на опоре. Муфту заливают в 3 приема кабельной массой МБМ и закрывают крышкой. Перед заливкой муфту прогревают газовой горелкой или паяльной лампой до 50—60 °С. Поверхность корпуса окрашивают атмосферостойкой эмалью воздушной сушки ЭП-51 или ГФ-92ХС.

2.9.5. Эпоксидные концевые заделки внутренней установки для кабелей с бумажной изоляцией

ЗАДЕЛКИ КВЭ (рис. 2.39)

Концевые заделки с корпусом из эпоксидного компаунда и трубками для герметизации жил обладают высокой герметичностью и химической стойкостью и могут устанавливаться в любом положении.

Типы и область применения эпоксидных заделок см. в табл. 2.31.

Заделки типа КВЭ изготавливаются конической формы в виде воронок для следующих исполнений: заделки КВЭтв — с термоусаживаемыми поливинилхлоридными трубками; КВЭн — с трубками из наиритовой резины на жилах; КВЭт — с трехслойными трубками (наружный и внутренний слой из поливинилхлорида, средний из полиэтилена); КВЭк — с кремнийорганическими трубками.

Данные концевых заделок типа КВЭ приведены в табл. 2.38.

Таблица 2.38. Концевые заделки КВЭ для напряжения 1 кВ

Маркразмер заделки	Сечение жил кабеля, мм ²		Основные размеры корпуса, отливаемого в форму, мм		
	трехжильного	четырёхжильного	<i>a</i>	<i>H</i>	<i>D</i>
КВЭ-1	до 70	до 50	15	160	80
КВЭ-2	95	—	25	185	90
КВЭ-3	120—150	—	25	190	100
КВЭ-4	185	—	25	195	110
КВЭ-5	240	70—95	25	205	120
КВЭ-6	—	120—185	25	225	135

Примечание: Приведенные размеры относятся ко всем исполнениям заделки КВЭ.

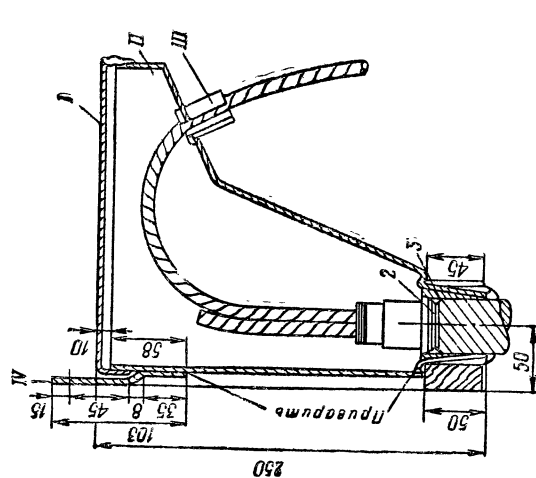


Рис. 2.37. Мачтовая муфта
I — крышка; II — корпус; III — втулка;
IV — скоба для крепления

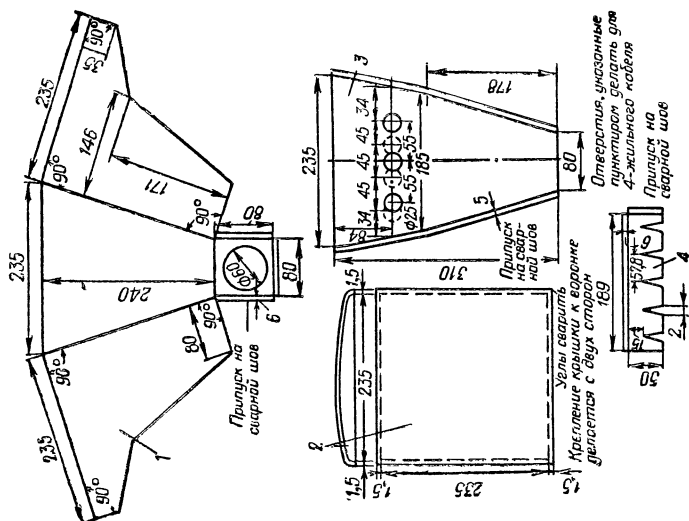
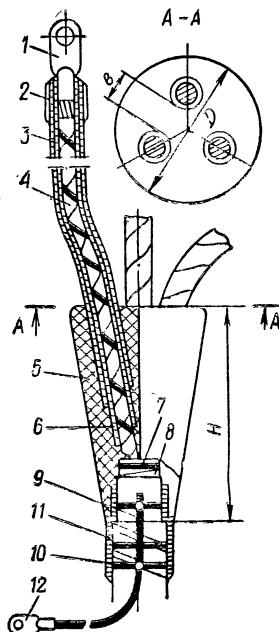


Рис. 2.38. Раскрой мачтовой муфты

Рис. 2.39. Концевая заделка КВЭ, выполненная с применением съемной формы:

1 — кабельный наконечник; 2 — подмотка из хлопчатобумажной ленты с обмазкой эпоксидным компаундом; 3 — трехслойная трубка; 4 — изоляция жилы; 5 — эпоксидный корпус; 6 — подмотка из липкой поливинилхлоридной ленты; 7 — бандаж из пряхи; 8 — поясная изоляция; 9 — провод зануления; 10 — проволоочный бандаж; 11 — подмотка из хлопчатобумажной ленты с промазкой эпоксидным компаундом; 12 — наконечник зануляющего провода



Корпуса заделок круглой формы отливают из эпоксидного компаунда в пластмассовые формы. При отсутствии таких форм заменяют съемные формы из бумаги, покрытой полиэтиленовой пленкой, пластмассы или металла. Размеры раскроя формы такие же как для муфт ПКНР (см. табл. 2.37).

ЗАДЕЛКИ ТИПА КВЭтв

Разделка кабеля для монтажа разделки производится с соблюдением указаний, приведенных для соединительных муфт (с. 75). Размеры разделки указаны ниже и на рис. 2.12.

Маркоразмер заделки	Размеры, мм (рис. 2.12)		
	А	О	П
КВЭ-1	Ж+60	35	25
КВЭ-2-КВЭ-6	Ж+75	50	25

Примечания: 1. Длина разделки (размер Ж) принимается в зависимости от условий присоединения, но не менее 150 мм. 2. Размер Г зависит от способа оконцевания жил.

Термоусаживаемые трубки, выбираемые из табл. 2.36, надевают на трубчатую часть наконечника и усаживают их равномерным обогревом пламенем газовой горелки, передвигая ее от середины трубки сначала вверх, а затем вниз. После остывания трубки

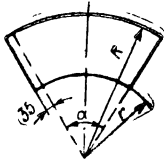
излишки длины на наконечниках срезают ножом и уплотняют подмоткой из ленты ЛЭТСАР с лаком КО-916.

Съемную форму для заливки компаундом изготавливают из пластмассы (винипласта и др.), бумаги, покрытой тонким слоем полиэтилена, картона или металла. Простейшая конструкция съемной формы показана на рисунке в табл. 2.39. Форма представляет собой раскрой из листового материала, который свертывают на разделанном конце кабеля и закрепляют резиновыми кольцами или липкой лентой, образуя конус. Размеры ее должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.39.

Разделка кабеля и технология монтажа заделок с наиритовым, кремнийорганическими и трехслойными трубками, в основном, аналогичны монтажу заделок КВЭтв.

После отверждения компаунда форму снимают.

Т а б л и ц а 2.39. Раскрой формы из листового материала для заделок КВЭтв

Маркразмер заделки	Размеры, мм		Угол α , град.	Эскиз
	R	r		
КВЭ-1	273	114	53	 Полоска шириной 35 мм служит для нахлеста при свертывании раскроя в форму
КВЭ-2	301	114	54	
КВЭ-3	341	150	53	
КВЭ-4	345	165	54	
КВЭ-5	377	181	56	
КВЭ-6	424	180	60	

ЗАДЕЛКИ КВЭп

Концевые муфты КВЭп предназначены для оконцевания кабелей в сырых и особо сырых помещениях.

Конструкция заделки указана на рис. 2.40 и в табл. 2.40.

Т а б л и ц а 2.40. Размеры муфт КВЭп и разделок кабелей до 1 кВ

Маркразмеры муфт	Сечение жил кабеля, мм ²	Размеры, мм (рис. 2.40)			Размеры разделки, мм (рис. 2.12)	
		H	D	δ^* не менее	A	Ж
КВЭп-V	16—50	250	90	10	180	105
КВЭп-VI	70—95	300	100	10	225	150
КВЭп-VII	120—150	325	110	10	245	170
КВЭп-VIII	185—240	350	120	10	265	190

* расстояние между жилами.

Корпус заделки отливается на месте монтажа из эпоксидного компаунда, заливаемого в съемную, несъемную или пластмассовую форму, состоящую из двух частей.

Внутри корпуса пайкой выполняется переход с жил кабеля с бумажной изоляцией на одножильные кабели ВВ или провода АПРТО или ПРТШ.

Муфты могут устанавливаться в вертикальной или горизонтальной плоскости и под любым углом наклона.

Конец кабеля разделяют, как показано на рис. 2.12. Размеры разделки А и Ж см. в табл. 2.40.

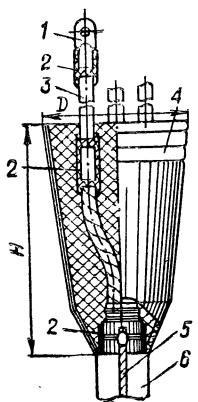


Рис. 2.40. Концевая заделка КВЭп до 1 кВ для особо сырых помещений:

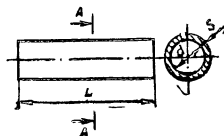
1 — кабельный наконечник; 2 — подмотка из ленты ЛЭТСАР или ПВХ; 3 — гибкий кабель или провод; 4 — корпус формы; 5 — задуляющий проводник; 6 — шланг

Несъемную пластмассовую форму для маркоразмеров V, VI, VII до установки на кабеле отрезают соответственно по рискам 1, 2 или 3, нанесенным на поверхности формы; горловину формы отрезают под соответствующий диаметр кабеля по оболочке.

Жилы кабеля соединяют с отрезками кабеля ВВ или провода АПРТО, или ПРТШ в медных соединительных гильзах, выбираемых по табл. 2.41.

Таблица 2.41. Сечение жилы кабеля ВВ и размеры соединительной гильзы при пайке в вертикальном положении

Маркоразмер муфты	Сечение жил кабеля, мм ²	Сечение жилы кабеля ВВ, мм ²	Гильза	Размеры гильзы, мм		
				L	d	S
КВЭп-V	10	10	ГМв-10	40	4,5	1,5
	16	10	ГМв-16	50	6	1,5
	25	16	ГМв-25	50	7	1,5
	35	25	ГМв-35	50	9	1,5
КВЭп-VI	50	35	ГМв-50	60	10	2,0
	70	50	ГМв-70	60	12	2,0
	95	70	ГМв-95	70	14	2,5
	120	95	ГМв-120	70	16	2,5
КВЭп-VII	150	120	ГМв-150	80	18	3,0
	185	150	ГМв-185	80	20	3,0
	240	185	ГМв-240	90	22	3,5



Примечания: 1. Для кабелей с однопроволочными алюминиевыми жилами соединительные гильзы выбирают на одну ступень ниже. 2. Размер Г равен полному размеру L плюс 10 мм.

КОНЦЕВЫЕ ЗАДЕЛКИ КВсл ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ ИЗ САМОСКЛЕИВАЮЩИХСЯ ЛЕНТ

Заделки КВсл (рис. 2.41) применяются для кабелей с бумажной изоляцией внутри сухих помещений.

В заделке изоляция жил и поясная изоляция разделанного конца кабеля усиливаются подмотками из электроизоляционных самоклеивающихся лент марок ЛЭТСАР или ЛЭТСАР ЛПТ. Снаружи заделка защищена подмоткой из липкой поливинилхлоридной ленты.

Маркоразмеры заделки КВсл в зависимости от сечения и напряжения кабеля приведены в табл. 2.42.

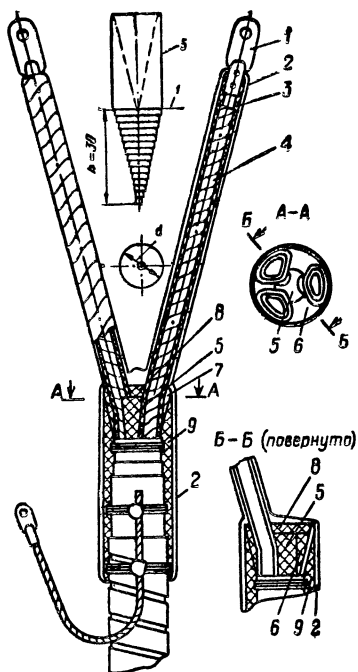
Конец кабеля распрямляют на длине 1,5 м и разделяют согласно рис. 2.12. При этом размер П составляет для всех марок 25 мм, а размер О—50 мм. Длина разделанных жил Ж принимается в зависимости от условий присоединения, но не менее 150 мм для кабеля до 1 кВ.

Т а б л и ц а 2.42. Заделки КВсл
до 1 кВ

Маркоразмер заделки	Сечение жил, мм ²
КВсл-1	6—95
КВсл-2	120—185
КВсл-3	240

Рис. 2.41. Концевая заделка КВсл:

1 — наконечник; 2 — подмотка из поливинилхлоридных лент; 3 — подмотка из лент ЛЭТСАР или ЛЭТСАР ЛПТ; 4 — бумажная изоляция жилы; 5 — центральный уплотнительный конусный вкладыш; 6 — боковой уплотнительный конусный вкладыш; 7 — бандаж из ленты ЛЭТСАР; 8 — крестообразная уплотняющая подмотка; 9 — герметизирующая подмотка из лент ЛЭТСАР или ЛЭТСАР ЛПТ



Промежутки между жилами заполняют уплотнительными конусами из ленты ЛЭТСАР. Конусы наматывают без натяжения ленты до нужного диаметра сначала в виде цилиндра, затем выдавливает из него конус и срезают по линии 1. Высота конусов — 30 мм. Для трехжильных кабелей нужен один центральный и 3 боковых конуса; для четырехжильных — один центральный и 4 боковых.

КОНЦЕВЫЕ ЗАДЕЛКИ ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ ИЗ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ЛЕНТ

При отсутствии перчаток, термоусаживаемых трубок и самоклеивающихся лент, а также при необходимости срочного устранения повреждений на кабелях можно выполнять заделки с помощью липких поливинилхлоридных лент. Эти заделки можно применять для оконцевания кабелей с бумажной изоляцией внутри помещений, а также для наружной установки при температуре окружающего воздуха не выше 40°C при условии полной защиты заделки от воздействия атмосферных осадков, запыления и солнечных лучей.

Заделки обладают высокой химической стойкостью (за исключением концентрированной соляной кислоты и хлоруглеводородов).

Монтаж заделок может производиться при температуре воздуха не ниже 5°C .

Разделка конца кабеля производится, как указано на с. 63.

Данные для кабелей разных сечений приведены в табл. 2.43.

Способы оконцевания жил наконечниками см. в т. 1, с. 275. При оконцевании способом опрессовки должны применяться только трубчатые наконечники, обеспечивающие герметизацию жил.

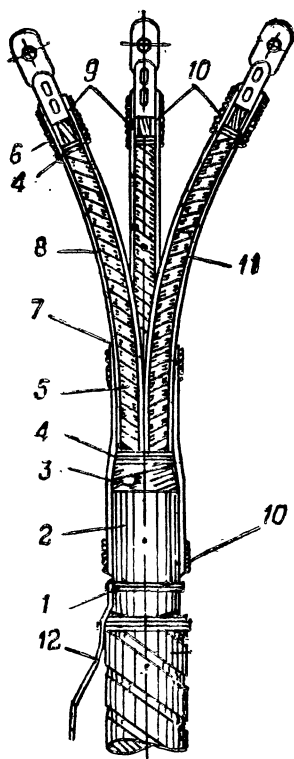


Рис. 2.42. Заделка из поливинилхлоридных лент

1 — проволоочный бандаж; 2 — алюминиевая оболочка кабеля; 3 — поясная заводская изоляция; 4 — бандаж из хлопчатобумажной пряжи; 5 — жила; 6 — оголенный участок жилы; 7 — поясная стаканообразная подмотка; 8 — подмотка по жилам; 9 — выравнивающая подмотка из поливинилхлоридных лент; 10 — бандаж из крученого шпагата; 11 — место наложения временного бандажа; 12 — провод зануления

**Таблица 2.43. Размеры разделки кабелей
при монтаже заделок из поливинилхлоридных лент**

Сечение жил, мм ²	Размеры, мм (рис. 2.12)			
	А	О	П	Г
До 25	Ж+65	50	15	40
35—50	Ж+70	50	20	40
70—95	Ж+105	80	25	45
120—150	Ж+105	80	25	50

Примечание. Длина разделки жил кабеля (размер «Ж») принимается в зависимости от условий присоединения, но не менее 150 мм.

Технология монтажа

1. Наружные поверхности поясной изоляции и изоляции жил тщательно протираются чистой салфеткой, слегка смоченной в бензине.

2. Уступ в месте перехода от внешней поверхности цилиндрической части кабельных наконечников к изоляции жил (рис. 2.42, поз. 9) выравнивают подмоткой из липкой поливинилхлоридной ленты шириной 7,5 мм и толщиной 0,2—0,3 мм (разрезается пополам ролик шириной 15 мм).

3. Уступ в месте перехода от алюминиевой оболочки к поясной изоляции выравнивают подмоткой из липкой поливинилхлоридной ленты шириной 7,5 мм по всей длине ступени поясной изоляции (поз. 3).

4. Лунки, получившиеся на наконечниках при опрессовке по методу местного вдавливания, протирают чистой тряпкой и заполняют моточками из поливинилхлоридной ленты, подогнанными по размеру лунок.

5. Каждая жила, начиная от поясной изоляции и до контактной части наконечника, подматывается поливинилхлоридной лентой в три слоя при сечении жил до 95 мм² и в четыре слоя — при жилах большего сечения (поз. 8). Каждый слой наматывается с натяжением и 50%-ным перекрытием предыдущего витка. Натяжение ленты должно быть такое, чтобы лента суживалась на 1/4 ее ширины. Последний слой подмотки каждой жилы выполняется с заходом на всю ступень свинцовой или алюминиевой оболочки кабеля. Подмотка каждой жилы покрывается с помощью кисти клеящим составом (раствор 30 весовых частей поливинилхлоридной смолы в 100 в. ч. дихлорэтана или растворителя № 4 с примесью 4% диметилфталата) с внутренней стороны жил на длине 70, 100 или 120 мм от торца поясной изоляции и в корешке между жилами. Затем жилы рукой сжимают в пучок и закрепляют временным биндажом из хлопчатобумажной ленты на расстоянии 10 мм от участка, смазанного составом (поз. 11).

6. Наружная поверхность пучка сжатых жил обмазывается толстым слоем липкого состава. Количество состава в желобках, образуемых жилами, должно быть таким, чтобы он выступал в виде трех валиков над поверхностью пучка сжатых жил. Нельзя оставлять не заполненных составом желобков.

7. На участке «О» оболочки кабеля и на участке жил, сжатых в пучок, накладывается поясная стаканообразная подмотка

из восьми слоев поливинилхлоридной ленты с 50%-ным перекрытием (рис. 2.42, поз. 7).

8. На нижнюю и верхнюю части поясной стаканообразной подмотки шириной по 20 мм от краев и на всю цилиндрическую часть кабельных наконечников накладываются бандаж из крученого шпагата диаметром 1 мм (поз. 10).

9. Внешняя поверхность заделки покрывается битумным изоляционным лаком или цветной эмалевой краской. Временный бандаж из хлопчатобумажной ленты, наложенный на 10 мм выше стаканообразной подмотки (поз. 11), удаляется после изгибания жил и присоединения их к оборудованию.

Заделка может включаться под напряжение не ранее чем через 48 часов после окончания монтажа.

2.9.6. Концевые заделки внутренней установки для кабелей с бумажной изоляцией

ЗАДЕЛКИ КВР

Заделки монтируются с применением перчаток из наиритовой резины (рис. 2.44) и используются в помещениях с нормальной средой для трех- или четырехжильных кабелей при разности уровней концов кабелей до 10 м.

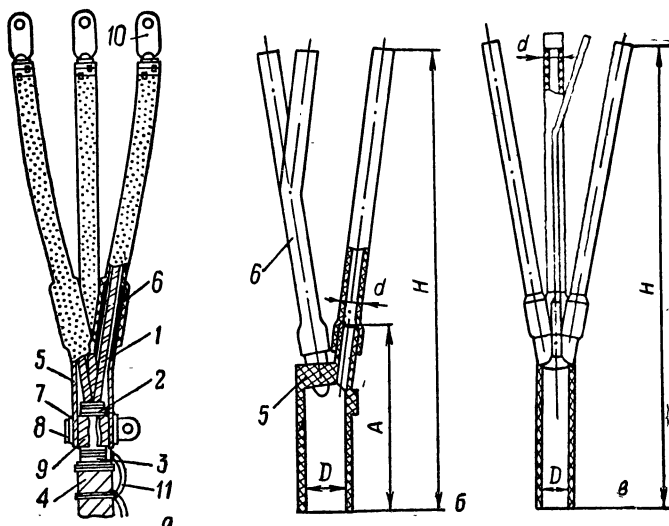


Рис. 2.43. Заделки КВР до 1 кВ:

а — общий вид; б — корпус заделки для трехжильных кабелей; в — корпус заделки для четырехжильных кабелей;
1 — жилы кабеля; 2 — поясная изоляция; 3 — оболочка; 4 — броня;
5 — перчатка; 6 — резиновая трубка; 7 — подмотка из прорезиненной ленты; 8 — хомут; 9 — уплотнение из маслястойкой резиновой ленты;
10 — наконечник; 11 — зануляющий проводник

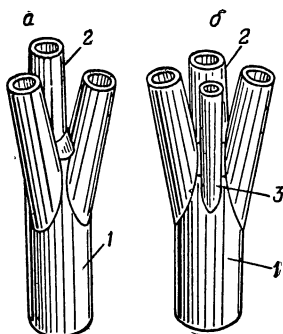
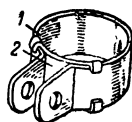


Рис. 2.44. Резиновые перчатки для заделок КВР:

а — для трехжильного кабеля; б — для четырехжильного кабеля; 1 — горловина; 2 — пальцы для основных жил; 3 — палец для четвертой жилы

Рис. 2.45. Хомут для уплотнения перчатки на оболочке кабеля:

1 — хомут; 2 — подкладка



К пальцам перчатки приклеиваются трубки для герметизации жил. Трубки на цилиндрической части наконечника уплотняются стальным бандажом. В нижней части перчатка приклеивается к оболочке кабеля и уплотняется с помощью хомута с подкладкой (рис. 2.45) или проволочного бандажа.

Данные о заделках и перчатках в зависимости от сечения кабеля напряжением 1 кВ указаны в табл. 2.44.

Таблица 2.44. Заделки типа КВР и размеры перчаток

Маркоразмер заделки	Тип перчат- ки	Сечение жил, мм ²	Размеры перчаток, мм (рис. 2.43)			
			A	d	D	H
Для трехжильных кабелей						
КВР-1	I	До 25	100	9,5	23,0	1080
КВР-2	II	35	110	12,5	27,0	1090
КВР-3	III	50—70	140	16,0	28,5	1100
КВР-4	IV	95	142	18,5	31,5	1100
КВР-5	V	120	163	20,5	34,5	1120
КВР-6	VI	150	180	23,0	37,5	1130
КВР-7	VII	185	193	25,5	40,5	1140
КВР-8	VIII	240	205	28,5	44,5	1145
Для четырехжильных кабелей						
4КВР-1	I—4	До 16	100	9,5	16	1090
4КВР-2	II—4	25—35	120	9,5	20,5	1100
4КВР-3	III—4	50—70	140	9,5	26,5	1110
4КВР-4	IV—4	95—120	160	12,5	34	1125
4КВР-5	V—4	150—185	185	12,5	40	1140

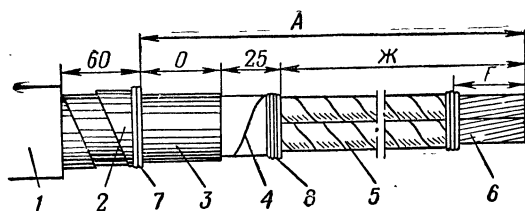


Рис. 2.46. Разделка конца кабеля для заделок КВР и КВТп:

1 — наружный покров; 2 — броня; 3 — металлическая оболочка кабеля; 4 — поясная изоляция; 5 — изоляция жилы; 6 — жила; 7, 8 — бандаж

Размеры разделки указаны в табл. 2.45 и на рис. 2.46. Длина разделанных жил принимается в зависимости от условий присоединения, но не менее 150 мм.

Таблица 2.45. Разделка конца кабеля для заделок КВР и КВТп

Марка заделки	Размеры, мм (рис. 2.46)	
	А	О
КВР-1; КВР-4	Ж+90	65
КВР-5; КВР-6	Ж+95	70
КВР-7; КВР-8	Ж+105	80
4КВР-1; 4КВР-2	Ж+85	60
4КВР-3; 4КВР-4	Ж+90	65
4КВР-5	Ж+95	70

Последовательность операции монтажа указана на рис. 2.47.

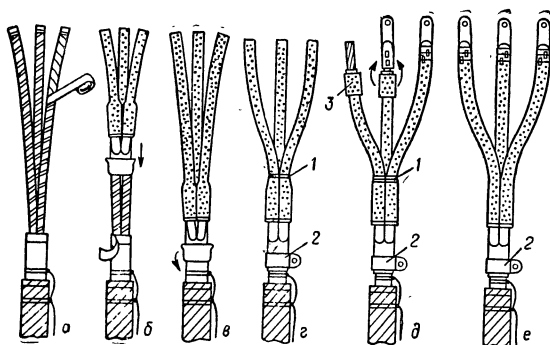


Рис. 2.47. Последовательность операций монтажа заделки КВР:

1 — временная перемычка для защиты поясной изоляции при выгибании жил

ЗАДЕЛКИ КВТп В ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫХ ПЕРЧАТКАХ

Концевые заделки внутренней установки в термоусаживаемых полиэтиленовых перчатках КВТп предназначены для оконцевания трех- и четырехжильных кабелей с бумажной изоляцией до 1 кВ.

Заделка состоит из термоусаживаемой полиэтиленовой перчатки, к пальцам которой приклеиваются термоусаживаемые полиэтиленовые трубки для герметизации жил.

Трубки на цилиндрической части наконечника уплотняются термоусаживаемыми полиэтиленовыми манжетами. Герметизация трубок у наконечников и нижней части перчатки на металлической оболочке кабеля осуществляется при помощи клея-расплава ГИПК-14-17, предварительно нанесенного на чистые внутренние поверхности перчатки и трубок.

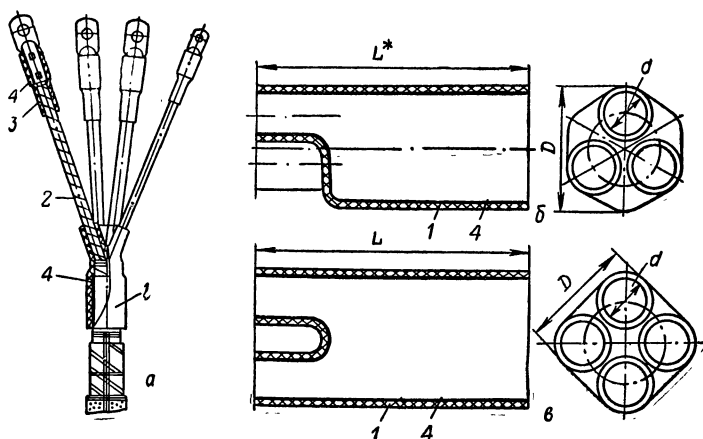


Рис. 2.48. Концевая заделка КВТп:

a — общий вид; *б* — перчатка для трехжильного кабеля; *в* — перчатка для четырехжильного кабеля; 1 — термоусаживаемая перчатка; 2 — термоусаживаемая трубка; 3 — термоусаживаемая манжета; 4 — герметизирующий клей-расплав ГИПК-14-17

Общий вид и конструктивные размеры заделки показаны на рис. 2.48.

Данные заделок в зависимости от числа и сечения жил, а также размеры перчаток и манжет приведены в табл. 2.46, диаметр термоусаживаемых трубок — в табл. 2.47.

Размеры разделки такие же, как для КВР (см. рис. 2.46, табл. 2.45).

Длина ступени оболочки (размер 0) для всех маркоразмеров заделки принимается 80 мм.

Т а б л и ц а 2.46. Заделки КВТп, размеры перчаток и манжет

Маркоразмер заделки	Сечение жил, мм ²	Размеры перчаток, мм (рис. 2.48)			Размеры манжет	
		L	D	d	длина	диаметр
3КВТп-1	16—70	140	50/15	21/7	100	21/7
3КВТп-2	95—240	160	76/21	33/11	120	36/12
4КВТп-1	16—70	140	50/17	21/6	100	21/7
4КВТп-2	95—185	160	70/26	33/10	120	36/12

Примечание. Для термоусаживаемых перчаток и манжет приведен внутренний диаметр в состоянии поставки, в знаменателе — после усадки в свободном состоянии.

Таблица 2.47. Диаметр термоусаживаемых трубок для заделок КВТп кабелей до 1 кВ

Сечение жил кабеля, мм ²	Диаметр трубок, мм
16÷25	14/7
35÷70	20/10
95÷240	30/15

Примечания. 1. Для термоусаживаемых трубок в числителе приведен внутренний диаметр в состоянии поставки, в знаменателе — после усадки в свободном состоянии. 2. Длина поставляемых трубок — 1 м.

Термоусаживаемые трубки обрезают таким образом, чтобы верхний конец трубки перекрывал всю длину разделанной жилы, а нижняя часть трубки доходила до ступени поясной изоляции кабеля.

2.9.7. Концевые заделки внутренней установки в стальных воронках

Для оконцевания кабелей внутри сухих и влажных помещений допускается применение заделок типа КВБм (стальные овалыные малогабаритные); КВБо (овальные) и КВБк (круглые) в стальных

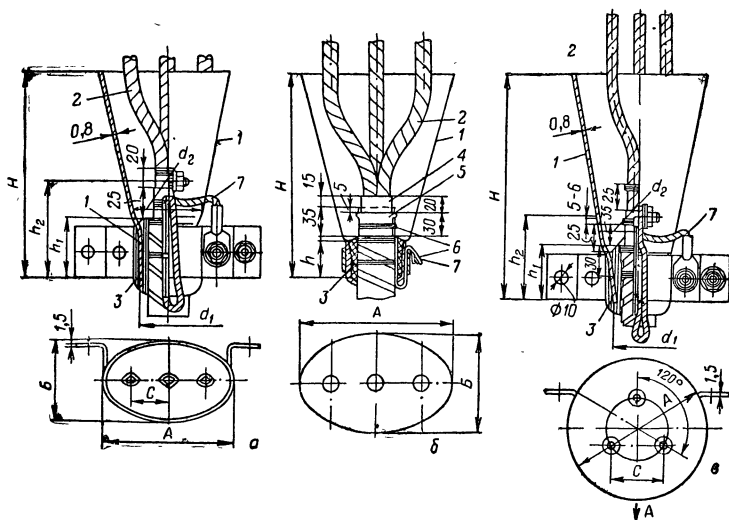


Рис. 2.49. Заделки в стальных воронках:

а — малогабаритная КВБм; **б** — овальная КВБо; **в** — круглая КВБк;
1 — стальная воронка; **2** — жила; **3** — смоляная лента; **4** — поясная изоляция; **5** — оболочка; **6** — проволоочный бандаж; **7** — зануляющий проводник

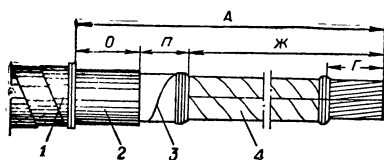


Рис. 2.50. Разделка конца кабеля для кабельных воронок

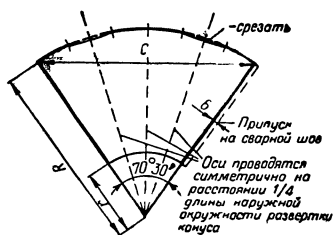


Рис. 2.51. Развертка для изготовления кабельных воронок

воронках, заливаемые битуминозной массой. Воронки овальной или круглой формы изготавливаются из кровельной стали толщиной 0,7—0,8 мм. Данные разделки конца кабеля указаны на рис. 2.50 и в табл. 2.48.

Таблица 2.48. Размеры разделки концов кабеля

Маркразмер заделки	Размеры, мм (рис. 2.50)		
	А	О	П
КВБм-1	Ж+40	25	15
КВБм-2; 3; 4	Ж+45	25	20
КВБо-4	Ж+60	35	25
КВБк-4	Ж+60	35	25

Длина разделки жил Ж определяется в зависимости от условий присоединения, но не менее 250 мм.

Данные заделок приведены в табл. 2.49. Заделки должны устанавливаться в вертикальном положении с выводом жил кверху.

Для напряжения до 1 кВ крышек и распорок не требуется.

Развертка для изготовления кабельных воронок приведена на рис. 2.51, данные в табл. 2.50.

Таблица 2.49. Заделки КВБм, КВБо и КВБк до 1 кВ

Маркразмер	Сечение жил кабелей, мм ²		Размеры, мм (рис. 2.49)									
	трехжильных	четырёхжильных	А	Б	С	Н	h ₁	h ₂	d ₁	d ₂		
КВБм-1	до 16	до 16	85	50	25	20	130	30	70	30	38	
КВБм-2	25—35	16—25	100	60	28	25	150	35	75	35	45	
КВБм-3	50—70	35—50	110	67	32	28	170	50	80	45	58	
КВБм-4	95—120	70—95	184	82	38	34	200	55	85	55	70	
КВБо-4	150—185	—	244	148	65	—	340	75	110	60	90	
КВБо-5	240	—	264	162	70	—	370	80	115	65	97	
КВБк-4	150—185	—	174	—	65	—	280	75	100	60	90	
КВБк-5	240	—	189	—	70	—	305	80	110	65	97	

**Т а б л и ц а 2.50. Размеры выкройки форм кабельных воронок
(рис. 2.51)**

Сечение ка- беля, мм ²	Круглые воронки					Овальные воронки					
	Размеры, мм				Количество заливочной массы, кг	Размеры, мм					Количество заливочной массы, кг
	R	r	D	β		R	r	C	большой оси, А	малой оси, Б	
1,5—10	225	125	45	36°	0,1	319	89	368	153	93	0,7
16—25	287	172	50	31°	0,14	370	115	427	177	108	1,0
35—50	330	210	55	30°	0,18	410	140	474	196	120	1,7
70—95	440	305	60	27°	0,24	454	153	524	217	147	2,3
120—150	600	440	75	23°	0,45						

Примечания. 1. Воронки изготавливаются из кровельной стали толщиной 0,7—0,8 мм. 2. Размеры даны для трехжильных кабелей. При четырехжильных кабелях необходимо применять воронки для следующего стандартного сечения.

Технология монтажа

1. Выполняются операции по разделке жил, указанные на с. 63 (п. 1—16).

2. Стальная воронка, очищенная от грязи и пыли, надевается на разделанный конец кабеля и сдвигается вниз.

3. Жилы кабеля, начиная от точки, расположенной на 50 мм ниже обреза воронки, подматывают по направлению к концам 3-4 слоями поливинилхлоридной липкой ленты с 50%-ным перекрытием.

4. Припаивают зануляющий проводник к броне и оболочке кабеля (см. с. 215).

5. Стальную воронку надвигают на место для примерки и снова передвигают вниз на кабель.

6. На броне кабеля, где должна находиться горловина воронки, выполняют подмотку в виде конуса из смоляной ленты. Зануляющий проводник проходит через середину этой подмотки.

7. Надвигают воронку и туго насаживают на подмотку.

8. Жилы кабеля выгибаются с соблюдением допустимых радиусов изгиба.

9. Оконцовывают жилы кабеля наконечниками (см. т. 1, с. 275). При этом следует применять только трубчатые наконечники.

10. Оголенные участки жил подматываются липкой лентой.

11. Присоединяют кабельные наконечники к выводам оборудования.

12. Проверяют правильность расположения воронки, прогревают ее паяльной лампой до температуры 50°C и заливают битумной массой.

Расход кабельной массы — см. табл. 2.51.

13. По мере усадки масса доливается, чтобы окончательно уровень был на 10 мм ниже края воронки.

14. Воронка и крепящие хомуты покрываются перхлорвиниловой эмалью ХВ-124 или битумным покровным лаком БТ-577.

Расход материалов для монтажа заделок в стальных воронках приведен в табл. 2.51.

**Т а б л и ц а 2.51. Материалы для монтажа заделок в стальных*
воронках**

Материал	Расход на заделку, кг					
	КВБм-1	КВБм-2	КВБм-3	КВБм-4	КВБм-4 КВБк-4	КВБм-5 КВБк-5
Наконечники кабельные, медные или алюминиевые шт.	По числу жил					
Битумный заливочный состав	0,8	1,0	1,5	1,5	5,0	6,0
Лак битумный БТ-577	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
Лента поливинилхлоридная ПВХ, липкая	0,15	0,18	0,20	0,25	0,25	0,3
Лента смоляная шириной 50 мм	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
Припой ПОССу 30-2 или ПОССу 30-0,5	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1
Припой А	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Жир паяльный	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Шнур асбестовый ШАОН-3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

2.9.8. Концевые заделки внутренней установки для кабелей с пластмассовой изоляцией

ЗАДЕЛКИ ПКВтп

Для кабелей с пластмассовой изоляцией применяют концевые заделки ПКВтп с термоусаживаемой полиэтиленовой перчаткой, аналогичные заделкам КВТп (см. с. 100).

ЗАДЕЛКИ ПКВ

При отсутствии термоусаживаемых перчаток и трубок для кабелей напряжением до 3 кВ в сухих помещениях применяют заделки ПКВ (рис. 2.52), которые могут устанавливаться под любым углом к вертикали.

Заделка не имеет корпуса и представляет собой разделанный конец кабеля, оконцованный наконечниками, с подмоткой по жилам и в месте разводки жил из липкой поливинилхлоридной ленты или с надетой поливинилхлоридной трубкой.

Размеры заделки определяются условиями присоединения к зажимам электрооборудования, но не менее 150 мм.

Технология монтажа заделок ПКВ

1. Конец кабеля разделяют, для чего последовательно удаляют внешний джутовый покров или внешний поливинилхлоридный шланг, броню, алюминиевую или пластмассовую оболочку и изоляцию жил (для присоединения наконечника). Джутовый покров

снимают со всего участка кабеля, введенного в помещение. Перед разделкой конец кабеля длиной около 1,5 м распрямляют.

2. Кольцевой и продольный надрезы на половину толщины шланга наносят на расстоянии 30 мм от места среза брони или 70 мм для кабелей с алюминиевой оболочкой, после чего шланг или оболочка с надрезанного участка удаляются. Способ снятия алюминиевой оболочки — см. с. 64.

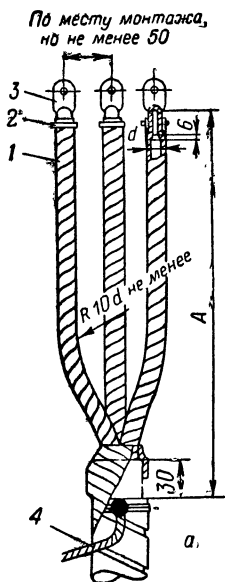


Рис. 2.52. Концевая заделка ПКВ:

1 — подмотка из липкой поливинилхлоридной или самосклеивающейся ленты или поливинилхлоридная трубка; 2 — бандаж из суровых мыток; 3 — кабельный наконечник; 4 — провод зачистки

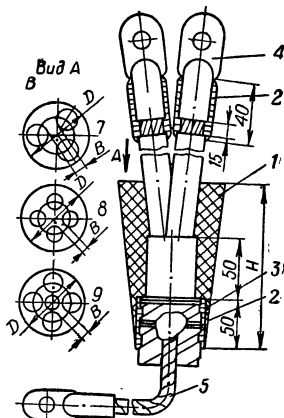


Рис. 2.53. Концевая заделка ПКВЭ:

1 — корпус муфты; 2 — подмотка; 3 — бандаж; 4 — наконечник; 5 — зачистывающий проводник

3. Жилы кабеля разводятся и выгибаются так, чтобы они находились в одной плоскости. Радиус изгиба должен быть не менее 10-кратного диаметра жилы по изоляции. Заполнение удаляют.

4. Кабельные наконечники напрессовываются, навариваются или напаяются, как указано в т. 1, с. 275.

Примечание: Если для защиты кабеля с полиэтиленовой изоляцией от старения используются трубки, их надевают на жилы до установки наконечников.

5. Накладывают выравнивающую подмотку из липкой поливинилхлоридной ленты в зазоре между местом среза изоляции жил и торцом наконечника.

6. На жилы кабелей с полиэтиленовой изоляцией для защиты от старения под действием света надевают поливинилхлоридные трубки или обматывают их двумя слоями липкой поливинилхлоридной самосклеивающейся ленты. Жилы кабелей с поливинилхлоридной изоляцией такой защиты не требуют. Отличие поливинилхлоридной изоляции от полиэтиленовой — см. с. 41.

7. Броня или алюминиевая оболочка кабеля зануляются с помощью гибкого медного провода или полоски алюминиевой оболочки (см. с. 215).

8. В «корешке» заделки накладывается подмотка из двух-трех слоев липкой поливинилхлоридной или самосклеивающейся ленты.

ЗАДЕЛКИ ПКВЭ

В сырых помещениях и в помещениях с температурой до +55°C применяют заделки ПКВЭ с эпоксидным корпусом, отливаемым на месте монтажа для защиты от проникновения влаги в кабель (рис. 2.53).

Маркоразмеры заделок ПКВЭ в зависимости от сечения жил и размеров эпоксидных конусов приведены в табл. 2.52.

Таблица 2.52. Заделки ПКВЭ

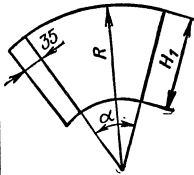
Маркоразмер заделки	Сечение жил кабеля, мм ²		Размеры конуса, мм (рис. 2.53)	
	трехжильных	четыре- жильных	Н	Д
ПКВЭ-I	до 10	до 10	135	60
ПКВЭ-II	16—70	16—50	155	70
ПКВЭ-III	95—120	70—95	165	75
ПКВЭ-IV	150—240	120—185	185	85

Жилы кабеля разделяют, как для заделок ПКВ, разводят и выгибают так, чтобы они на выходе из шланга или оболочки находились по вершинам равностороннего треугольника или квадрата (для четырехжильных кабелей), как указано на рис. 2.53.

Размер В — не менее 6 мм.

Съемную форму изготавливают из винипластовой каландрированной пленки КПО толщиной 0,6—0,8 мм или других материалов, не имеющих адгезии к эпоксидному компаунду, по размерам, приведенным в табл. 2.53.

Таблица 2.53. Размеры раскроя съемной формы

Маркоразмер заделки	Размеры, мм		Угол α , град.	
	R	H ₁		
ПКВЭ-I	220	150	53	
ПКВЭ-II	238	170	56	
ПКВЭ-III	279	185	56	
ПКВЭ-IV	321	205	53	

Форму заливают эпоксидным компаундом и после отверждения (через 20—24 ч) снимают ее, а заделку окрашивают эмалью ГФ-92ХС или ЭП-51 в два слоя.

2.10. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА МУФТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЮМИНИЕВОЙ ОБОЛОЧКИ В КАЧЕСТВЕ НУЛЕВОГО РАБОЧЕГО ПРОВОДА

Соединение и оконцевание трехжильных кабелей с бумажной изоляцией при использовании алюминиевой оболочки в качестве нулевого рабочего провода в четырехпроводных сетях с глухо заземленной нейтралью производится с применением эпоксидных и чугунных соединительных муфт, концевых эпоксидных заделок, в резиновых перчатках и стальных воронках с битумной массой. Оконцевание в наружных установках выполняют эпоксидными концевыми и металлическими мачтовыми муфтами.

Соединение и оконцевание трехжильных кабелей с пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке при использовании ее в качестве рабочего провода выполняют с соблюдением тех же правил, что и для кабелей с бумажной изоляцией.

2.10.1. Соединение и оконцевание трехжильных кабелей

Монтаж муфт и заделок производится по технологии, аналогичной указанной в разделах 2.7 и 2.9. Особенность монтажа муфт и заделок при использовании металлической оболочки в качестве нулевого провода состоит в выполнении перемычки из гибкого медного провода между оболочками в соединительных муфтах и выводе этого провода в качестве четвертой жилы в концевых муфтах и заделках для присоединения к внешним нулевым проводникам. Ниже приведены отличительные особенности технологии монтажа указанных муфт и заделок.

Сечение гибкого медного провода, применяемого в качестве перемычки для кабелей разного сечения, приведено в табл. 2.54.

Таблица 2.54. Наименьшие сечения медных проводов для перемычек и выводов и ширина полосы алюминиевой оболочки

Сечение жил кабеля, мм ²	Сечение гибкого медного провода, мм ²	Сечение перемычки из алюминиевого провода, мм ²	Ширина полосы из алюминиевой оболочки для перемычки, мм
До 3×35	16	25	21
3×50	25	35	30
3×70	35	50	42
3×95—3×120	50	70	60
3×150—3×240	70	95	76

Примечание. Если ток нулевого провода превышает 50% от тока фаз, сечение гибкого медного провода (перемычки) нужно принимать на одну ступень больше.

В соединительных муфтах вместо припайки медной перемычки можно использовать отогнутые полосы оболочек кабелей, соединяя их в центре муфты пайкой или термитной сваркой. Для сварки встык концы полос предварительно сворачивают в трубку вдоль оси кабеля.

Для кабелей с пластмассовой изоляцией длина отогнутой полосы алюминиевой оболочки должна быть не меньше ее пятикратной ширины (см. табл. 2.54).

2.10.2. Соединение трех- и четырехжильных кабелей

Выбор маркоразмера эпоксидной соединительной муфты для соединения четырехжильного кабеля с трехжильным, имеющим алюминиевую оболочку, производится по табл. 2.55.

Отличительной особенностью является соединение нулевой жилы четырехжильного кабеля с перемычкой и зануляющим проводом трехжильного в специальной тройниковой гильзе.

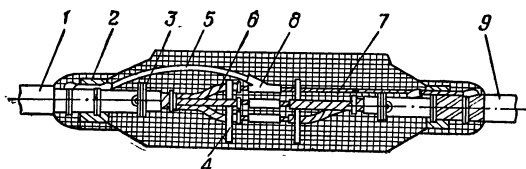


Рис. 2.54. Эпоксидная соединительная муфта СЭс для соединения трехжильного кабеля с алюминиевой оболочкой с четырехжильным кабелем:

1 — четырехжильный кабель; 2 — кольцевая уплотняющая подмотка из ленты ПВХ или ЛЭТСАР; 3 — уплотняющее резиновое кольцо; 4 — четырехлучевая распорная звездочка; 5 — провод зануления; 6 — нулевая жила четырехжильного кабеля; 7 — перемычка; 8 — ответвительная V-образная гильза для соединения четвертой жилы с проводом заземления и перемычкой; 9 — трехжильный кабель

Таблица 2.55. Эпоксидные соединительные муфты для кабелей с алюминиевой оболочкой

Сечение жил, мм ²	Маркоразмер соединительной муфты
до 120	СЭ-1 или СЭс-1
150—240	СЭ-2 или СЭс-2

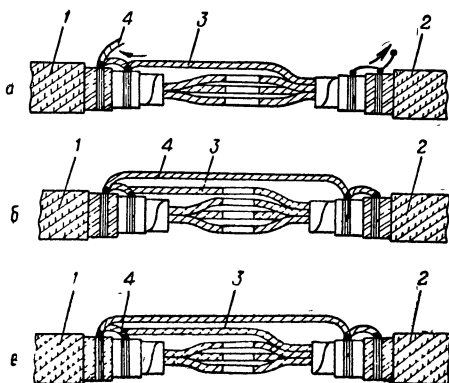
Соединение жил с перемычкой и зануляющим проводом осуществляется пайкой припоем ПОССу30-2. Алюминиевая жила предварительно облуживается припоем марки А. Положение жил и перемычки в муфте фиксируется четырехлучевыми распорками.

Соединение нулевой жилы с перемычкой и проводом зануления может быть выполнено и без применения тройниковой гильзы — одним из следующих способов, изображенных на рис. 2.55;

а) если четырехжильный кабель имеет медные жилы и длина этого кабеля позволяет выполнить удлиненную разделку нулевого провода, то его используют в качестве перемычки и провода заземления, припаявая к алюминиевой оболочке и броне кабеля, как показано на рис. 2.55а для чугунной и на рис. 2.55б — для эпоксидной соединительных муфт;

Рис. 2.55. Соединение трех- и четырехжильного кабеля:

а — с использованием медного нулевого провода четырехжильного кабеля в качестве перемычки в чугунной соединительной муфте; б — с использованием медного нулевого провода четырехжильного кабеля в качестве перемычки в эпоксидной соединительной муфте; в — с использованием алюминиевого нулевого провода четырехжильного кабеля, соединяемого с перемычкой и проводом заземления в эпоксидной соединительной муфте;
1 — трехжильный кабель с алюминиевой оболочкой; 2 — четырехжильный кабель; 3 — перемычка; 4 — провод заземления



б) если четырехжильный кабель имеет алюминиевые жилы, то его нулевую жилу с помощью соединительной гильзы припаявают к медной перемычке, которую в свою очередь присоединяют пайкой к алюминиевой оболочке, броне и проводу заземления муфты так, как показано на рис. 2.55в (технология пайки приведена на с. 109).

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА КОНЦЕВЫХ ЗАДЕЛОК ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ

Выбор маркоразмера концевой заделки производится так же, как и для четырехжильных кабелей соответствующего сечения (см. раздел 2.9). Гибкий медный провод-перемычка после припайки к алюминиевой оболочке и броне кабеля выводится через корпус заделки и герметизируется тем же способом, что и основные жилы — наиритовой, трехслойной или термоусаживаемой трубкой с подмоткой изоляционными лентами, применяемыми для данного типа заделки.

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА КОНЦЕВЫХ МУФТ НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ

Выбор маркоразмера концевой муфты наружной установки производится так же, как для четырехжильных кабелей (см. табл. 2.33). Гибкий медный провод-перемычка после припайки к алюминиевой оболочке и броне кабеля заводится внутрь корпуса и выводится наружу через изолятор, предназначенный для четвертой жилы.

2.11. ПЕРЕХОДНЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ ДЛЯ КАБЕЛЕЙ С БУМАЖНОЙ И ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Соединение кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ выполняют в чугунных муфтах СПЧсл в малогабаритном корпусе с подмоткой из самосклеивающихся лент (рис. 2.56).

Особенностью переходных муфт является защита пластмассовой изоляции от разрушающего действия маслоканифольного пропиточного состава бумажной изоляции.

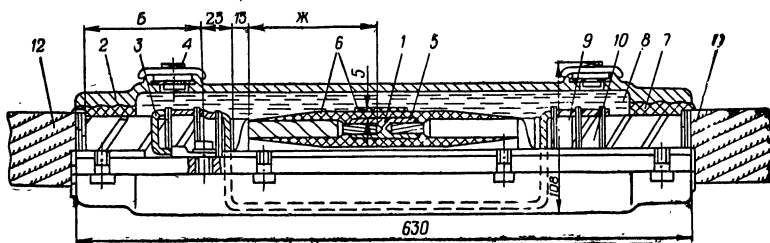


Рис. 2.56. Переходная муфта СПЧсл:

1 — соединение жил пайкой; 2 — чугунный корпус; 3 — провод заземления; 4 — пробка заливочного отверстия; 5 — адгезионная подмотка; 6 — усиливающая подмотка; 7 — подмотка из смоляной ленты; 8 — битумный заливочный состав; 9 — оболочка кабеля с пластмассовой изоляцией; 10 — броня; 11 — наружный покров кабеля с пластмассовой изоляцией; 12 — наружный покров кабеля с бумажной изоляцией

Жилы кабеля с бумажной изоляцией имеют подмотку из маслостойких самосклеивающихся лент ЛЭТСАР ЛПМ, а жилы кабелей с пластмассовой изоляцией — из ленты ЛЭТСАР.

В корешке кабеля с пластмассовой изоляцией предусмотрен барьер, защищающий пластмассовую изоляцию от горячего битумного состава при заливке муфты.

Данные чугунных переходных муфт СПЧсл приведены в табл. 2.56.

Таблица 2.56. Чугунные переходные муфты СПЧсл

Маркоразмер муфты	Маркоразмер корпуса муфты (рис. 2.21)	Сечение жил кабеля, мм ²		Размеры разделки конца кабеля, мм (рис. 2.56)	
		трехжильного	четырёхжильного	Б	Ж
СПЧсл-40	СЧм-40	до 35	до 16	105	100
СПЧсл-50	СЧм-50	50—95	25—70	120	130
СПЧсл-60	СЧм-60	120—150	95—150	130	140
СПЧсл-70	СЧм-70	185—240	185	130	185

2.12. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАБЕЛЕЙ

Каждой кабельной линии присваивается номер. Если линия состоит из нескольких параллельных кабелей, то каждый из них должен иметь тот же номер с добавлением букв А, Б, В и т. д. На территории предприятий кабельные трассы рекомендуется обозначать пикетами через каждые 100 м, на поворотах трассы и над кабельными муфтами. Каналы и другие кабельные сооружения должны содержаться в чистоте. Кабели и конструкции по мере необходимости должны покрываться антикоррозионными составами. Раскопки кабельных трасс должны производиться только с разрешения эксплуатирующей организации с соблюдением требований правил охраны электрических сетей (см. раздел 2.14) и требований безопасности.

Производить раскопки с помощью землеройных машин ближе 1 м от кабелей запрещается. Рыхление грунта над кабельной линией отбойными молотками допускается до глубины 0,4 м. Дальше работы должны вестись лопатой. Перекладка, отводы и сдвиги кабелей, как правило, должны производиться только после отключения кабеля. Допускается подноска экскаваторных и шланговых кабелей, находящихся под напряжением, обслуживающим персоналом в диэлектрических перчатках и ботах или специальными захватами с диэлектрическими рукоятками.

2.12.1. Приемка в эксплуатацию.

Сдаточная документация

При приемке в эксплуатацию кабельной линии необходима следующая документация:

- а) проект линии со всеми согласованиями;
- б) исполнительный чертеж трассы с привязкой к капитальным сооружениям в масштабе 1 : 200 или 1 : 500 в зависимости от насыщенности территории кабелями и коммуникациями;
- в) акты на скрытые работы, в том числе на пересечения и сближения кабеля со всеми подземными коммуникациями, акты на осмотр кабелей, проложенных в каналах и траншеях, перед их закрытием, акты на монтаж соединительных муфт;
- г) протокол испытаний кабелей после прокладки.

При приемке линии производится осмотр трассы. Объем осмотра — см. раздел 2.12.3. Открыто проложенные кабели, а также все муфты и концевые заделки должны быть снабжены бирками с указанием марки, напряжения и сечения кабелей, номера или наименования линии. Бирки укрепляются на кабеле на расстоянии 100—150 мм от горловины муфты или заделки. На бирках соединительных муфт указывается дата монтажа, номер линии и фамилия монтера, производившего работы.

СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

При приемке в эксплуатацию вновь сооруженной или вышедшей из капитального ремонта линии проводятся следующие испытания:

- а) определение целостности жил кабеля и фазировка жил;

б) измерение сопротивления изоляции производится мегаомметром на напряжение 2500 В. Величина сопротивления изоляции кабелей до 1000 В должна быть не менее 0,5 МОм;

в) измерение сопротивления зануления производится для конечных заделок.

2.12.2. Нагрузки на кабели

При вводе в эксплуатацию для каждой кабельной линии должны быть установлены максимальные токовые нагрузки в соответствии с ПУЭ (т. 1, табл. 6.10). Эти нагрузки определяют по участку трассы длиной более 10 м с наихудшими тепловыми условиями — например при выходе из земляной траншеи и прохождении на воздухе — по конструкции или в трубах и т. д.

Если кабель в процессе нормальной эксплуатации загружен не полностью, то допускается на время ликвидации аварии (до 5 суток) перегружать кабели в пределах, указанных в табл. 2.57.

Т а б л и ц а 2.57. Допустимые аварийные перегрузки кабелей

Величина предварительной нагрузки, в % от номинальной	Вид прокладки	Время, ч		
		1	3	6
		Допустимая перегрузка по отношению к номинальной		
60	В земле, в траншее	1,5	1,35	1,25
	В воздухе	1,35	1,25	1,25
80	В земле	1,35	1,25	1,20
	В воздухе	1,30	1,25	1,25

2.12.3. Планово-предупредительные ремонты

Осмотры и ремонты кабельных линий должны производиться по графику, утвержденному ответственным за электрохозяйство.

Производство работ на конечных заделках кабеля допускается лишь при отключении кабеля с двух сторон и заземлении его. Ремонт конечных заделок на сборках и щитах можно производить при полном отключении и заземлении сборок и близкорасположенных токоведущих частей с соблюдением мер безопасности (см. гл. 7).

Типовые объемы работ

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОСМОТРЫ

Осмотры трасс кабельных линий, проложенных в земле, проводят по местным инструкциям, но не реже 1 раза в 3 месяца, конечных муфт напряжением до 1000 В — не реже 1 раза в год. При этом необходимо произвести наружный осмотр всей трассы, мест пересечения с другими коммуникациями, дорогами; обратить внимание на места пересечения с канавами и кюветами — здесь не должно быть провалов и осыпей.

Особое внимание обращают на состояние наружной поверхности и крепления кабелей, проходящих по эстакадам, стенам зданий, в местах выхода кабелей из земли на стены и опоры; проверяют наличие и состояние защиты кабелей от механических повреждений, состояние зануления кабелей и концевых муфт и заделок, их исправность и надежность крепления, осматривают места прохода кабелей через стены и подходов к распределительным пунктам. При осмотрах внутрицевых кабельных сетей проверяют надежность механической защиты, включая места проходов через трубы, стены и перекрытия, исправность мест ввода в оборудование, аппараты и распределительные пункты, крепление конструкций, по которым проложены кабели; проверяют, нет ли перегрева кабелей; проверяют наличие и при необходимости восстанавливают нарушенную маркировку кабелей, надписи и предупредительные плакаты, защитные ограждения.

ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

В объем текущего ремонта входит: чистка кабельных каналов; ремонт и замена конструкций крепления кабелей; исправление их раскладки, рихтовка кабелей, устранение коррозии оболочек, ремонт кабельных каналов и траншей; замена отдельных плит перекрытия, засыпка просадок и размывов, устранение завалов; доливка кабельной массы в кабельные муфты и воронки, окраска сухих заделок; проверка изоляции мегаомметром; перезакладка дефектных муфт и концевых заделок (см. раздел 2.13.).

В концевых муфтах наружной установки с металлическим корпусом проверяют уплотнения и подтягивают гайки. Одновременно осматривают контактные соединения, при необходимости очищают контактные поверхности и подтягивают болты.

Периодически, по мере надобности и по результатам осмотра, окрашивают места пайки, швы и уплотнения эмалью ХВ-124.

Поверхность концевых эпоксидных муфт наружной установки марки КНЭ в процессе эксплуатации 1 раз в 3-5 лет окрашивают эмалью воздушной сушки ЭП-51 или ГФ-92ХС. Окраску проводят в сухую теплую погоду, предварительно очистив поверхность муфты и изоляторов.

Изоляторы и выводы концевых муфт наружной и внутренней установки, а также изоляционные поверхности концевых заделок необходимо периодически очищать от пыли и грязи тканью, не оставляющей ворса, смоченной в бензине или ацетоне. Периодичность протирок устанавливается в зависимости от условий производства. Более часто очистку выполняют в цехах и зонах с проводящей пылью.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

В объем капитального ремонта входят операции текущего ремонта и, кроме того: выборочное вскрытие кабельных траншей, полное вскрытие каналов со съёмными плитами, частичная или полная замена (по результатам проверки и испытаний) участков кабельной линии; устройство дополнительной механической защиты в местах возможных повреждений кабелей; окраска кабелей и кабельных конструкций; частичная (более 30%) или полная замена кабелей, проложенных в зданиях; при необходимости — усиление пропускной способности линий путем прокладки параллельных кабелей.

2.13. УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ МОНТАЖА ЭПОКСИДНЫХ ЗАДЕЛОК

Методы восстановления герметически эпоксидных заделок

При несоблюдении размеров и указаний по обезжириванию, плохой обработке поверхности наиритовых, термоусаживаемых или трехслойных трубок и несоблюдении других технологических указаний может возникнуть нарушение герметичности заделок (течь пропитывающего состава кабелей с бумажной изоляцией).

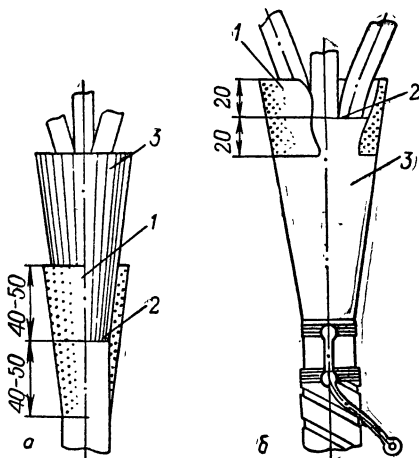
Дефекты заделок и их исправление:

1. *Течь из нижней части заделок* (рис. 2.57а). Обезжиривают нижнюю часть заделки на участке 40—50 мм и на таком же расстоянии участок брони или оболочки (для небронированных кабелей). На обезжиренный участок корпуса заделки и прилегающий к нему участок кабеля длиной 40—50 мм накладывается двухслойная подмотка из смазанной эпоксидным компаундом хлопчатобумажной ленты. После этого устанавливается ремонтная форма из смазанного тавотом картона и заливается тем же эпоксидным компаундом, из которого выполнен корпус заделки.

Рис. 2.57. Устранение течи в эпоксидных заделках кабелей с бумажной изоляцией:

а — установка ремонтной формы при течи пропитывающего состава в месте ввода кабеля в корпус;
б — установка ремонтной формы при течи в месте выхода жил из заделки

1 — ремонтная форма; 2 — место течи; 3 — корпус заделки



2. *Течь в месте выхода жил из заделки* (рис. 2.57б). Обезжиривают верхнюю плоскую часть заделки и участок трубок или подмотки жилы длиной 30 мм. Накладывают адгезионную прослойку; покрывают обезжиренные места кремнийорганическим лаком КО-916. Устанавливают съемную ремонтную муфту и заливают компаундом.

3. *Нарушение герметичности на жилах* (течь по жиле). Обезжиривают дефектный участок трубки или подмотки жилы. Накладывают ремонтную двухслойную подмотку из хлопчатобумажных лент внахлест с перекрытием 50%, с обильной обмазкой эпоксидным компаундом каждого витка подмотки.

4. Течь в месте примыкания трубки или подмотки к цилиндрической части наконечника. Обезжиривают поверхность бандаж и участок трубки или подмотки на длине 30 мм. На обезжиренный участок накладывается двухслойная подмотка внахлест из хлопчатобумажной ленты с обильной обмазкой каждого витка компаундом. Поверх подмотки накладывается плотный бандаж из крученого шпагата, который обмазывается эпоксидным компаундом.

2.14. ОХРАНА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Для обеспечения сохранности электрических сетей и предотвращения несчастных случаев «Правилами охраны электрических сетей напряжением до 1000 вольт», утвержденными постановлением Совета Министров СССР от 11.09.1972 г., № 667, установлены охраняемые зоны вдоль подземных кабельных линий электропередачи по 1 м от крайних кабелей с каждой стороны. В городах, при прохождении кабелей под тротуарами, охранная зона устанавливается 0,6 м от кабеля в сторону здания и 1 м в сторону проезжей части.

Выполнение земляных работ

В пределах охранной зоны линии без письменного разрешения организации, эксплуатирующей линию, запрещается производить земляные работы на глубине более 0,3 м и планировку грунта при помощи бульдозеров, экскаваторов и других землеройных машин. Запрещаются действия, которые могут нарушить нормальную работу кабельных линий: нельзя сбрасывать тяжести более 5 тонн, разливать растворы кислот, щелочей и солей, устраивать свалки на трассе. Лица, виновные в невыполнении правил охраны сетей, привлекаются к ответственности.

Глава 3.

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ В ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОНАХ¹

3.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Выбор, установка и монтаж электрооборудования и сетей в пожароопасных зонах должны выполняться по проектам в соответствии с требованиями главы VII-4 «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ-76), раздела 9, гл. 33, части III «Строительных норм и правил» (СНИП III-33-76*) и «Инструкции по монтажу электрооборудования пожароопасных установок напряжением до 1000 В» (ВСН 294—72) (ММСС СССР).

¹ Выбор, установка и монтаж электрооборудования и сетей во взрывоопасных зонах класса В-1; В-1а; В-1б (смеси горючих газов и паров ЛВЖ с воздухом); В-II; В-IIа (смеси горючей пыли или волокон с воздухом); а также в наружных установках класса В-1г регламентируются гл. VII-ЗПУЭ, разделом 8СНИП-33-76*. Инструкцией по монтажу электрооборудования силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон ВСН332-74 ММСС СССР и ведомственными инструкциями.

Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически, при нормальных или аварийных режимах обращаются горючие (сгораемые) вещества.

Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:
зоны класса П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C^1 ;

зоны класса П-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/см^3 к объему воздуха²;

зоны класса П-Ia — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества;

зоны класса П-III — расположенные вне помещений зоны, в которых обращаются твердые горючие вещества или горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C .

Примечания: 1. Зоны, в которых горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся в отношении электрооборудования к классу пожароопасных. 2. Помещения вытяжных вентиляторов и приточных вентиляторов с рециркуляцией относятся к тому же классу пожароопасных зон, которые они обслуживают. 3. Здания, содержащие пожароопасные зоны, должны иметь защиту от прямых ударов молнии и вторичных ее проявлений. Все оборудование должно быть заземлено для снятия статических зарядов.

Определение класса и границ пожароопасных зон должно производиться совместно технологами и электриками проектирующих и эксплуатирующих организаций.

При выполнении ремонтных и эксплуатационных работ в пожароопасных зонах необходимо соблюдать указанные ниже требования.

Электрические установки запираемых складских помещений, в которых имеются пожароопасные зоны любого класса, должны иметь аппараты для отключения извне силовых и осветительных сетей. Эти аппараты должны быть доступны для обслуживания в любое время суток, они устанавливаются в ящиках из несгораемого материала с приспособлениями для опломбирования и располагаются на стене из несгораемого материала, а при ее отсутствии — на отдельной опоре.

В зонах класса П-II ввод проводов и кабелей в машины и аппараты, а в зонах всех классов — ввод в шкафы, щиты, силовые пункты и осветительные щитки должен иметь специальное пылеуплотнение.

3.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ, АППАРАТЫ И ПРИБОРЫ

В пожароопасных зонах всех классов могут стационарно устанавливаться короткозамкнутые двигатели и преобразователи, не имеющие искрящих частей со степенью защиты IP44 (брызгозащи-

¹ *Температура вспышки* — наименьшая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, вспыхивающие от источника зажигания, но скорость их образования недостаточна для последующего горения. Температура вспышки определяется специальными испытаниями.

² *Нижний концентрационный предел воспламенения* — это минимальная концентрация горючих газов, паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), пыли или волокон в воздухе, ниже которой взрыва не произойдет даже при наличии возбудителя взрыва.

щенное исполнение). Переносный электрифицированный инструмент должен иметь оболочки со степенью защиты IP44. Допускается применение защиты IP33 при условии, что во время ремонтных работ с использованием этого инструмента в пожароопасных зонах будут выполняться специальные технологические требования для предотвращения пожара.

Электрические машины с искрящими во время работы частями (например, электродвигатели с контактными кольцами) должны располагаться на расстоянии не менее 1 м от горючих веществ или отделяться от них несгораемым экраном.

Подъемные и передвижные механизмы

Машины с искрящими и не искрящими во время работы частями, установленные на передвижных механизмах (краны, тельферы и т. п.), должны иметь защиту не менее IP44, а в зонах класса П-II — не менее IP54 (пылебрызгозащищенное исполнение).

Токоподвод подъемных механизмов в зонах классов П-I и П-II должен выполняться переносным гибким кабелем с медными жилами с резиновой изоляцией в защитной оболочке.

В зонах класса П-IIa и П-III допускается применение троллеев и троллейных токопроводов при условии, что они не расположены над местами размещения горючих веществ.

В пожароопасных зонах могут применяться аппараты, приборы, шкафы и сборки зажимов, имеющие степень защиты оболочки не меньше указанных в табл. 3.1.

Т а б л и ц а 3.1. Минимально допустимые степени защиты оболочек аппаратов, приборов, шкафов в зависимости от класса пожароопасной зоны

Вид установки и условия работы	Степень защиты для пожароопасной зоны класса:			
	П-I	П-II	П-IIa	П-III
Установленные стационарно или на передвижных механизмах (краны, тельферы, электротележки и т. п.), искрящие по условиям работы	IP44	IP54	IP44	IP44
Установленные стационарно или на передвижных механизмах, не искрящие по условиям работы	IP44	IP44	IP44	IP44
Шкафы для размещения аппаратов и приборов, искрящих во время работы	IP44	IP54	IP44	IP44
То же, не искрящих во время работы	IP44	IP44	IP44	IP44
Коробки сборок зажимов силовых и вторичных цепей	IP44	IP44	IP44	IP44

Примечание. Аппараты и приборы, устанавливаемые в шкафах, могут иметь любую степень защиты, включая исполнение IP00.

Электронагревательные приборы

Если в пожароопасных зонах любого класса по условиям производства необходимы электронагревательные приборы, то нагреваемые рабочие части должны быть защищены от соприкосновения с горючими веществами, а сами приборы установлены на поверхности из негорючего материала.

В пожароопасных зонах любого класса складских помещений, в зданиях архивов, музеев, библиотек (кроме специально предназначенных помещений — например буфетов) применение электронагревательных приборов запрещается.

Конденсаторные установки

В пожароопасных зонах допускается размещать конденсаторные установки (ККУ) с негорючим заполнением конденсаторов. При этом степень защиты оболочки ККУ должна быть не ниже IP41 (защищенное исполнение).

3.3. ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ

Щитки и выключатели осветительных сетей не рекомендуется располагать в пожароопасных зонах любого класса. Если невозможно вынести их из пожароопасной зоны, степень защиты щитов или их элементов должна соответствовать требованиям табл. 3.1.

Светильники в пожароопасной зоне должны иметь степень защиты не менее указанной в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Минимально допустимые степени защиты светильников в зависимости от классов пожароопасной зоны

Источники света в светильниках	Степень защиты светильников для зон класса			
	П-I и П-II	П-IIa	П-III	
Лампы накаливания	IP5X	2'X	2'3	
Лампы ДРЛ	IP5X	IP2X	IP23	
Люминесцентные лампы	5'X	IP2X	IP23	

Примечание: Знак X указывает, что степень защиты от проникновения воды определяется в зависимости от условий среды, в которой устанавливается светильник.

Конструкция светильников с лампами ДРЛ должна исключать выпадение из них ламп. Светильники с лампами накаливания должны иметь сплошные стекла, защищающие лампу. Отражатели и рассеиватели должны быть из негорючих материалов. Рекомендуемые типы светильников приведены в табл. 3.3.

Светильники с люминесцентными лампами в пожароопасных зонах всех классов в складских помещениях должны иметь отражатели и рассеиватели из негорючих материалов.

Проводка внутри светильников с лампами накаливания и ДРЛ до места присоединения к внешним линиям выполняется термостойкими проводами, например ПРБС и ПРКС.

**Таблица 3.3. Рекомендуемые типы светильников
для пожароопасных зон**

Класс пожароопасной зоны	Светильники, рекомендуемые для разных помещений	
	производственных	складских
П-I	ППР; ППД; ППД-2; НСП; НПП; УП-24 (до 500 Вт включит.); ПСХ; ВПлН; ВПлД; ПВЛМ; ПВЛ; ПВЛП; ВЛН; УВЛВ; УВЛН; ВЛК; ВЛКН	ПВЛМ — при условии выполнения ввода в светильники проводом с негорючей оболочкой или в стальных трубах; ЛСПО4
П-II	ППР; ППД; ПСХ-75; НПП; СПБ; ВПлН; СОО — 200; ВПлД; ПГТ; ПВЛМ; ПВЛ-1; ПВЛП; ВЛВ; ВЛН; УВЛВ; УВЛН; ВЛК; ВЛКН; СЗЛ; НСПО2; ЛВПО2; РСПВ	ПВЛМ; НСПО2; НСПО3; НСПО9; ПСХ; ЛСПО4; НСРО1; НППО1; ППР; ППД; РСП12
П-IIa	(ППР); (ППД); (ППД2); УП-24; ПСХ-75; ВПлН; ВПлД; ПГТ; РСПО8; УПДДРЛ; ПВЛМ; ПВЛ1; ПВЛП; СЗЛ; НСПО2; ВЛК; ВЛКН; ПУ-200; УВЛВ; УВЛН; ЛВПО2; РСП13	СЗЛ; ППР; ППД; ППД2; НСПО1; НСПО2; НСПО3; НСПО9; УП-24; ПСХ-75; НПП; ВПлН; ВПлД; ПГТ; УПДДРЛ; НСРО1; НППО1; ПВЛМ; ЛСПО4; ПСХ, ППР; ППД; РСП12; РСП13
П-III	СЗЛ; РСП13	СЗЛ

Примечание. УПДДРЛ и РСП13 — допускаются, если есть защита от выпадения лампы.

Переносные светильники применяют с защитой не менее IP54. Стекланный колпак обязательно защищается металлической сеткой.

3.4. ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ И КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

В пожароопасных зонах всех классов допускается применение изолированных проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.

Провода и кабели должны иметь оболочку и покровы из материалов, не распространяющих горение (наирит, поливинилхлорид). Провода и кабели с полиэтиленовой изоляцией при любых оболочках применять нельзя. Использование неизолированных проводов в зонах любого класса запрещено (исключение — троллей). В пожароопасных зонах всех классов разрешается использовать любые виды прокладки проводов и кабелей (табл. 3.4).

Технология выполнения проводок в пожароопасных зонах аналогична выполнению их в нормальных помещениях (см. т. 1, гл. 6), но для повышения надежности и обеспечения пожарной безопасности должны выполняться следующие дополнительные требования:

расстояние проводов и кабелей, проложенных открыто по конструкциям, на изоляторах, лотках, тросах, до открыто размещаемых горючих веществ должно быть не менее 1 м;

прокладка незащищенных изолированных проводов с алюминиевыми жилами (АПР, АПВ) выполняется в трубах и коробах;

плоские провода (АППВ, ППВ, АПН) при открытой прокладке применять нельзя;

для передвижных электроприемников должны применяться переносные гибкие кабели с медными жилами, с резиновой изоляцией в оболочке, стойкой к окружающей среде, например, КРПТ, КРПГ, КРПС, а при возможности попадания масел и нефтепродуктов — КРПТН и КРПСН.

Соединительные и ответвительные коробки, применяемые для проводов в пожароопасных зонах, должны иметь степень защиты не менее IP4X и изготавливаются из стали или труднгорючей пластмассы (например У500, У409). Металлические части коробок должны иметь изнутри изолирующую выкладку (асбест, электрокартон) или надежную окраску.

Прокладка в трубах

Запрещается применять полиэтиленовые, полипропиленовые, винипластовые и бумажно-металлические трубы для скрытых и открытых проводов, а также негерметичные металлорукава — для ввода в электроприемники.

При выполнении электропроводок в стальных трубах (см. т. 1, с. 267, 271) соединять трубы между собой, с патрубками коробок, аппаратурой, светильниками и т. п. необходимо при помощи резьбового соединения стальных или чугунных муфт с контргайкой. Неразъемные соединения допускается осуществлять муфтой без контргайки. Применение манжет и сварка труб запрещается.

Резьбовые соединения труб и их присоединение к оборудованию следует выполнять с подмоткой на резьбу пенькового волокна на сурике или ленты ФУМ. Применять вместо сурика масляную краску или белила запрещается.

При скрытой прокладке труб они должны быть заглублены и защищены слоем раствора толщиной не менее 20 мм. Прокладывать трубы заподлицо с поверхностью пола запрещено.

Трубы, прокладываемые на высоте менее 2,5 м над машинами, механизмами и т. п., жестко закрепляют скобами или хомутами через каждые 2,5 м. Приварка труб к конструкциям не допускается.

В местах прохода сквозь стены и перекрытия провода и кабели должны прокладываться в отрезках стальных тонкостенных труб. Каждый одножильный провод прокладывают отдельно. Незащищенные провода дополнительно изолируют трубкой из пластмассы, обмоткой из поливинилхлоридной ленты или другим изоляционным материалом, не поддерживающим горения. Дополнительная изоляция должна выходить с обеих сторон за пределы стальных труб на 20—30 мм. Заделка проходов труб сквозь стены и перекрытия выполняется негорючим и легкопробиваемым раствором из 1 части цемента и 10 частей песка или по другим рецептам (см. разд. 2.6).

**Таблица 3.4. Область применения проводов и кабелей
в пожароопасных зонах**

Р — рекомендуется; **Д** — допускается; **З** — запрещается.

Вид про- кладки	Способ выполне- ния	Провода	Кабели	Указания по приме- нению для классов				
				П-I	П-II	П-IIa		П-III
						производствен- ные помещения	складские помещения	
Откры- тая	Непосредственно по несгораемым конструкциям и поверхностям	—	ААГ ¹ ; ААШв ¹ ; АВВГ ¹ ; АВРГ ¹ АПсВГ ¹ ; АПсВГ ¹ ; АНРГ ¹ ; ААБвГ ² ; ААБлГ ² ; АВВБГ ² ; АВВБГ ² АВБбШв ² АПсБбШв ² ; АПсВБГ ² ; АВРБГ ² ;	Р	Р	Р	Д	Р
	На изоляторах	АПР АПВ; АПРВ	— —	З Р	З Р	Д Р	З З	Д Р
	На тросе	—	АВВГ; АНРГ; АВРГ	Р	Р	Р	Д	З
	—	АРТ; АВТС	—	Р	Д	Р	З	З
	В стальных тру- бах	АПРТО; АПВ; АПРВ	—	Р	Р	Р	Р	Р
	На лотках	АПРТО АПРВ	— Все марки кабе- лей, указанные выше под индек- сами ¹ и ²	Д Р	Д Д Д	Р Р Р	З З Д	З Р Д
	В коробах	АПВ; АПРВ	— ААШв ¹ ; ААГ ¹ АВВГ; АНРГ; АВРГ	Д Р Р	Д Д Д	Р Р Р	З З З	З Р З
	На эстакадах (конструкции, трубы, лотки и т. п.)	—	Все марки кабе- лей, указанные под индексами ¹ и ²	—	—	—	—	Р
Скры- тая	В стальных тру- бах	АПРТО; АПВ; АПРВ	—	Р	Р	Р	Р	Д

¹ Применяются при отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации.

² Бронированные кабели должны применяться на эстакадах, совмещенных с технологическими трубопроводами и в случаях наличия опасности механических повреждений в эксплуатации.

Открытая беструбная прокладка

Прокладка проводов на изоляторах допускается только в местах, удаленных от горючих материалов. Расстояние между изоляторами вдоль линии должно быть меньше высоты расположения проводов над сгораемыми веществами.

При обходе различных трубопроводов кабелями, последние должны быть защищены коробами, угловой сталью, трубами и т. п.

Броню кабелей и все металлические узлы и детали (кабельные конструкции, элементы крепления и т. п.) необходимо окрашивать негорючими эмалями и красками. Покровы небронированных кабелей и неметаллические конструкции окрашивать не требуется.

В коробах и на лотках провода и кабели прокладываются в один ряд с просветом около 5 мм. Допускается прокладка пучками до 12 проводов с просветом между пучками не менее 20 мм. Соединения коробов в пожароопасных зонах П-I и П-II обязательно уплотнять.

Соединяемые секции металлических коробов и лотков должны создавать непрерывную электрическую цепь по всей длине.

3.5. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ

Расстояние от ВЛ напряжением до 1000 В до зданий, сооружений и наружных установок, связанных с добычей, производством и хранением пожароопасных веществ определяется специальными технологическими нормами. Если таких нормативных документов нет, то расстояние от оси линии до указанных сооружений должно составлять не менее полуторакратной высоты опоры. Расстояние от ВЛ напряжением до 1000 В с неизолированными проводами до открытых наземных складов принимается по табл. 3.5.

Воздушные линии наружного освещения допускается размещать на территории складов.

Таблица 3.5. Наименьшие расстояния от оси ВЛ напряжением до 1000 В с неизолированными проводами из алюминия, алюминиевых сплавов и сталеалюминия до границ открытых наземных складов

Характеристика складов	Высота подвеса верхнего провода от уровня земли, м	Наименьшее расстояние, м, для районов по скоростному напору ветра	
		II	III
Склады каменного угля, торфа, грубых кормов (сено, солома), льна, конопли, зерна емкостью более 1000 тонн	до 7	19	27
Склады лесоматериалов, дров, щепы, опилок, емкостью более 1000 м ³	8	21	35
Склады горючих жидкостей емкостью более 3000 м ³			
Склады готовой продукции и оборудования в сгораемой упаковке площадью более 1 га	10	24	40

3.6. КОНТАКТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Неподвижные контактные соединения в пожароопасных зонах любого класса должны выполняться сваркой, опрессовкой, пайкой, свинчиванием и с помощью штепсельных разъемов. При на-

личии агрессивной среды и атмосферных осадков необходимо защищать контактные соединения от коррозии.

Места соединения изолируют поливинилхлоридной липкой лентой (ПВХ). Применять полиэтиленовые колпачки для изоляции жил в местах соединений и ответвлений запрещается.

Болтовые соединения должны иметь приспособления, предотвращающие самоотвинчивание,— пружинные шайбы, контргайки и т. п. Запрещается применять холодную скрутку жил без горячей пайки, пайку легкоплавкими припоями и сжимы в пластмассовых корпусах.

Присоединение к зажимам машин и аппаратов многопроволочных жил проводов и кабелей, а также однопроволочных жил сечением более 10 мм² выполняют с помощью наконечников, а однопроволочных при сечении до 10 мм² включительно — изгибанием жилы в кольцо и установкой ограничивающей шайбы-звездочки и пружинной шайбы. Жилы предварительно зачищают, облуживают или покрывают кварцево-алюминиевой пастой.

Типы наконечников и способы оконцевания проводов и кабелей см. т. 1, гл. 6.

Глава 4.

УСТРОЙСТВА ПОСТОЯННОГО ТОКА

4.1. АККУМУЛЯТОРЫ

Для использования в качестве автономных источников электроэнергии, питания подвижных и переносных электроприемников, для привода электротележек, погрузчиков, электротягачей, рудничных электровозов, запуска двигателей внутреннего сгорания, а также для питания цепей защиты, сигнализации, аварийного освещения, установок проводной и радиосвязи применяют аккумуляторные батареи.

Аккумуляторы — это химические источники электроэнергии многократного действия. В основу работы аккумуляторов положены обратимые электрохимические процессы, происходящие в электродах и электролите. При подключении источника постоянного тока к электродам аккумулятора последний заряжается, т. е. электрическая энергия превращается в химическую, которая накапливается в аккумуляторе. Если к выводам заряженного аккумулятора подключить потребитель энергии — электролампу, двигатель и т. п., — он может разряжаться: происходит обратный процесс превращения накопленной химической энергии в электрическую. После использования накопленной энергии, т. е. после разряда аккумулятора, его можно вновь зарядить.

Количество электричества, которое может дать полностью заряженный аккумулятор, называется емкостью и исчисляется в ампер-часах (А·ч).

$$C = I_p \cdot t_p,$$

где C — емкость в ампер-часах; I_p — разрядный ток в амперах; t_p — время разряда в часах.

Количество электричества, выдаваемого аккумулятором, всегда меньше, чем получено им при заряде. Часть энергии теряется,

превращаясь в тепло и продукты электролиза. Отношение ампер-часов, полученных от аккумулятора при разряде, к ампер-часам, затраченным на заряд, называется отдачей по емкости.

$$K = \frac{C_{\text{разр}}}{C_{\text{зар}}} = \frac{I_p \cdot t_p}{I_z \cdot t_z},$$

где I_p — среднее значение тока разряда; I_z — среднее значение тока заряда; t_p — время разряда; t_z — время заряда.

Отношение энергии, отданной аккумулятором при разряде, к энергии, полученной во время зарядки, называется отдачей по энергии, или коэффициентом полезного действия.

$$\eta = \frac{I_p \cdot t_p \cdot U_p}{I_z \cdot t_z \cdot U_z},$$

где U_p — среднее значение напряжения за время разряда;
 U_z — среднее значение напряжения за время заряда.

В процессе зарядки аккумулятора напряжение каждого элемента увеличивается, а при разряде постепенно снижается. При бездействии заряженного аккумулятора, вследствие утечки тока по поверхности изоляции и побочных реакций, связанных с наличием вредных примесей в электродах и электролите, происходит саморазряд аккумуляторов, достигающий 1 % емкости в сутки. При повышении температуры саморазряд увеличивается.

Существует много систем электрических аккумуляторов, использующих разные электрохимические реакции. Наиболее широко распространены свинцовые (кислотные) и щелочные (никель-кадмиевые и никель-железные) аккумуляторы. Кислотные аккумуляторы имеют ряд преимуществ перед щелочными: более высокое напряжение на элемент, меньшая масса и объем на единицу емкости, большая отдача по емкости и энергии, меньшая стоимость. Преимущества щелочных аккумуляторов: примерно в 5 раз больший срок службы, большая механическая прочность и тряскоустойчивость, они допускают больший ток и меньшее время заряда, меньше повреждаются при коротких замыканиях, у них больший срок хранения до ввода в эксплуатацию, проще обслуживание.

Во всех аккумуляторах наряду с протеканием основных электрохимических реакций происходит также электролиз (разложение воды) и выделение при заряде кислорода и водорода. Скопление их смеси (гремучий газ) может привести к взрыву. Поэтому к устройству и эксплуатации аккумуляторных установок предъявляются специальные требования (см. ниже).

4.1.1. Свинцовые аккумуляторы

Свинцовые аккумуляторы состоят из поверхностных или намазных положительных пластин, в которых активным материалом является двуокись свинца PbO_2 , коробчатых или намазных отрицательных пластин (активный материал — губчатый свинец), электролита (раствор серной кислоты плотностью от 1,205 до 1,32 г/см³), микропористых сепараторов, предохраняющих от замыкания между пластинами разной полярности. Аккумуляторы монтируют в сосудах или моноблоках из кислотостойких материалов — эбонита, полиэтилена, прессованного стекла и т. п. Технические характеристики свинцовых аккумуляторов для стационарной установки приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Стационарные аккумуляторы

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость при 20-часовом разряде, А·ч	Разрядный ток, А		Максимальный зарядный ток, А	
			При 10-часовом режиме	при кратковременном режиме	кратковременный: 1-2 часа	длительный: 3 часа и более
C-1 ÷ C-148	2	36 ÷ 5328 ¹	3,6х№	18,5х№	—	9х№
СК-1 ÷ СК-148 ³	2	36 ÷ 5328 ¹	»	»	11х№	9х№
СЗ-1 ÷ СЗ-5 ⁴	2	36 ÷ 180 ¹	»	»		
СН-1 ÷ СН-8	2	40 ÷ 320 ²	4х№	50х№		
СН-10	2	400				
СН-20	2	800				

¹ Емкость аккумулятора равна 36, умноженному на номер аккумулятора.

² Емкость аккумулятора равна 40, умноженному на номер аккумулятора.

³ Для коротких режимов разряда.

⁴ Закрытое исполнение.

Поверхностные положительные пластины отливаются из чистого свинца и имеют большую поверхность ребристой формы. Путем электрохимической обработки на них образуется активный слой. Пластины изготовляют трех типов: И-1 — емкостью 36 А·ч, И-2 — емкостью 72 А·ч и И-4 — емкостью 144 А·ч. Срок службы поверхностных пластин — 10—15 лет.

Намазные пластины изготавливаются для положительной и отрицательной полярности. Они отливаются из свинцово-сурьмянистого сплава в виде решеток, в которые вмазывают пасту, приготовленную из свинцового порошка и серной кислоты. Намазные пластины подвергаются формированию (многократным зарядам и разрядам электрическим током), в результате которого на положительных пластинах образуется двуокись свинца, а на отрицательных — губчатый свинец. Срок службы намазных пластин — 2-3 года.

Коробчатые отрицательные пластины представляют собой решетку, закрытую с обеих сторон перфорированными листами свинца. Внутри решетки помещается активная масса.

Поверхностные положительные пластины и коробчатые отрицательные применяются в стационарных аккумуляторах, собираемых в стеклянных сосудах или деревянных ящиках, выложенных листовым свинцом. Намазные, положительные и отрицательные, применяют в аккумуляторных батареях всех других типов. Токоведущие части и детали крепления аккумуляторов — борны, межэлементные соединения, выводы — отливаются из свинцово-сурьмянистого сплава.

Электродвижущая сила свинцового аккумулятора 2,04 В.

В процессе зарядки напряжение аккумулятора повышается до 2,7 В на элемент, а при прекращении зарядки устанавливается 2,2 В. По мере разряда напряжение снижается до 1,7 В. Дальнейший разряд приводит к быстрому снижению напряжения и вызывает усиленную сульфатацию пластин, снижение емкости и выход аккумулятора из строя.

При заряде плотность электролита повышается пропорционально количеству электричества, полученного от источника тока. При разряде плотность электролита падает пропорционально количеству энергии, отданной аккумулятором. По плотности электролита можно судить о степени заряда аккумулятора. Плотность электролита полностью заряженной батареи составляет 1,28 г/см³, разряженной — 1,12 г/см³.

СТАЦИОНАРНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Стационарные аккумуляторы устанавливаются на электрических станциях и подстанциях, телефонных и телеграфных узлах связи, в театрах, хирургических отделениях больниц и т. п. особо ответственных установках, где требуется обеспечить бесперебойную работу аварийного освещения или специальных технологических электроприемников, не допускающих перерыва в электроснабжении (устройство для автоматического переключения на резервный источник питания — см. т. 1, с. 90). Технические данные аккумуляторов см. в табл. 4.1. Общие требования по установке стационарных аккумуляторных батарей см. разд. 4.2.

СТАРТЕРНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Для запуска двигателей автомобилей, автобусов, тракторов, дорожных, сельскохозяйственных машин и т. п., а также для питания электрооборудования этих машин применяются стартерные аккумуляторы. Эти аккумуляторы имеют небольшое внутреннее сопротивление, чтобы обеспечить малое внутреннее падение напряжения и протекание большого тока при работе стартера.

Стартерные аккумуляторы обладают повышенной механической прочностью и сохраняют работоспособность при низких температурах, когда запуск двигателя особенно затруднен.

Наибольшее распространение получили свинцовые (кислотные) стартерные аккумуляторы¹ (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Свинцовые аккумуляторы и батареи

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, А·ч		Разрядный ток I _р , А			Количество электролита в одном элементе, л
		при 20-часовом разряде	при 10-часовом разряде	при 20-часовом режиме	при 10-часовом режиме	при стартерном режиме	
1	2	3	4	5	6	7	8

Стартерные батареи для легковых, грузовых автомобилей и автобусов

3 СТ-65	6	65	60	3,25	6,0	200	0,75
3 СТ-150	6	150	135	7,5	13,5	450	1,6
6 СТ-45	12	45	42	2,25	4,2	135	0,5
6 СТ-50	12	50	45	2,5	4,5	150	0,6

¹ На некоторых типах тракторов и тяжелых специальных машин устанавливают щелочные стартерные аккумуляторы (табл. 4.4).

Окончание таблицы 4.2.

1	2	3	4	5	6	7	8
6 СТ-55	12	55	50	2,75	5,0	255	0,65
6 СТ-60	12	60	54	3,0	5,4	180	0,65
6 СТ-75	12	75	68	3,75	6,8	225	0,85
6 СТ-82	12	82	75	4,1	7,5	246	0,9
6 СТ-90	12	90	81	4,5	8,1	270	1,0
6 СТ-105	12	105	95	5,25	9,5	315	1,2
6 СТ-132	12	132	120	6,6	12,0	390	1,4
6 СТ-190	12	190	170	9,5	17,0	460	2,0

Стартерные батареи для тяжелых машин и тракторов

3 СТ-150	6	150	135	7,5	13,5	450	1,6
3 СТ-215	6	215	195	10,8	19,5	645	2,4
6 ТСТ-50	12	50	45	2,5	4,5	150	0,75
6 ТСТ-82	12	82	75	4,1	7,5	270	0,9
6 ТСТ-132	12	132	120	6,6	12	396	1,35
6 ТСТ-182	12	182	164	9,1	16,5	546	2,0
6 СТМК-128	12	135	120	6,5	12	400	1,8
6 СТК-180	12	180	165	9,0	10,5	580	1,65
6 СТЭН-140	12	140	130	7,0	13,0	400	1,3
12 СТ-70	24	70	65	3,5	6,5	200	0,9

Батареи для мотоциклов и мотороллеров

ЗМТ-6	6	6	—	0,3	0,55	—	0,09
ЗМТ-12	6	12	—	0,6	1,1	—	0,12
ЗМТР-10	6	10	—	0,5	0,9	—	0,09

Тяговые батареи

39 ЭН-80		80 (при 5-часо- вом раз- ряде)	—	5,5	9,3	—	
12 ЭН-400	24	400	—	80 (при 5-часо- вом раз- ряде)	100 (при 3-часо- вом раз- ряде)	—	

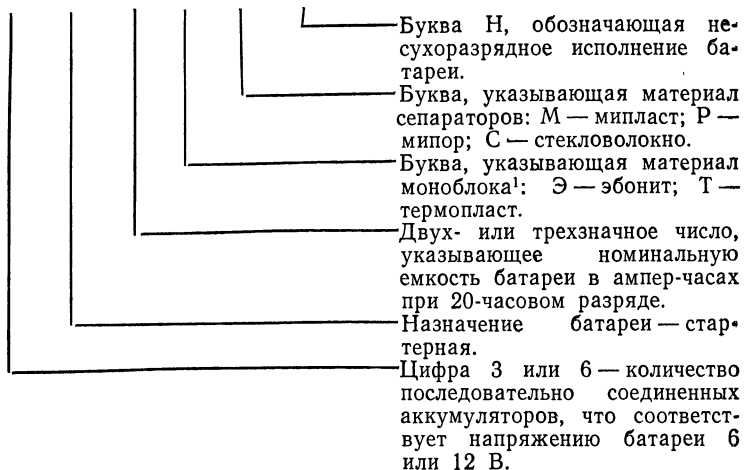
Радиоанодные и радионакальные батареи

10 РА-11	20	11	—	0,5	1,1	—	0,16
3 РН-75	6	75	—	4	7,5	—	0,65
3 РН-115м	6	115	—	5,6	11	—	1,0

¹ Разряд батарей при 10 и 20-часовых режимах ведется до конечного напряжения: соответственно 5,1 и 5,25 В у шестивольтовых батарей или 10 и 10,5 В — у двенадцативольтовых.

СТРУКТУРА ОБОЗНАЧЕНИЯ ТИПА СТАРТЕРНЫХ БАТАРЕЙ

□ СТ □ □ □ □ □ □



Стартерные батареи выпускаются заряженными, не залитыми электролитом. Срок сохранности незалитой батареи не менее 3 лет. Выпускаются отдельные типы батарей с незаряженными пластинами.

Номинальная (паспортная) емкость достигается обычно после 4-5 циклов заряда и разряда батареи. По мере эксплуатации емкость батарей снижается вследствие уменьшения пористости отрицательных пластин и выпадения активной массы положительных пластин. Срок службы батареи определяется от начала эксплуатации до момента, когда ее емкость снизится до 40 % от номинальной.

Емкость батареи зависит от величины разрядного тока (чем меньше ток разряда, тем больше емкость), концентрации электролита (с повышением плотности емкость увеличивается) и от температуры (с ростом температуры емкость увеличивается, а при понижении — уменьшается). При форсированных режимах разряда емкость батареи недоиспользуется, так как концентрация кислоты внутри пластин снижается, свежий электролит не успевает проникнуть в глубь активной массы и реакция идет в основном на поверхности пластин.

Номинальная емкость батарей определяется при 20-часовом разряде до конечного напряжения 1,7 В на элемент при температуре 30 °С и обозначается C_{20} . Емкость при 10-часовом разряде несколько ниже и обозначается C_{10} .

4.1.2. Щелочные аккумуляторы

Наибольшее применение для питания установок проводной и радиосвязи, переносных фонарей, шахтных ламп, электродвигателей

¹ Батареи в асфальтопечевых моноблоках ПМ снимаются с производства и в новых разработках тракторов и автомашин не предусматриваются.

напольного электротранспорта (электротележек, электропогрузчиков, электроштабелеров и т. п.) получили щелочные аккумуляторы.

НИКЕЛЬ-ЖЕЛЕЗНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Конструкция

Аккумуляторы имеют следующие основные узлы и детали:

1. Стальной аккумуляторный сосуд сварной конструкции с никелированной поверхностью, покрытой щелочестойким лаком. Сосуды выпускаются без цапф и с цапфами для подвески. Аккумуляторы с цапфами, предназначенные для монтажа в батареях, допускают проведение заряда без вывертывания пробок. Тяговые аккумуляторы выпускаются в резиновых чехлах или в сосудах с внешней изоляцией.

2. Пластины, набранные в виде пакетов (ламелей) из стальной никелированной перфорированной ленты, в которые запрессована активная масса. Ламельная конструкция обеспечивает высокую механическую прочность и надежность в эксплуатации.

Положительные пластины. Активная масса — смесь гидрата закиси никеля с графитом.

Отрицательные пластины никель-железных аккумуляторов заполнены активной массой из окиси железа.

У никель-железных аккумуляторов крайние пластины, соединенные с корпусом, являются отрицательным полюсом.

3. Сепараторы для разделения электродов изготавливают из эбонитовых палочек и листов гофрированного и перфорированного винипласта или резинового шнура. Для изоляции пластины от корпуса служат винипластовые прокладки.

4. Тоководущие части — ребра, ушки пластин, шпильки или мостики для соединения пластин в блок, борны для вывода, изолированные от корпуса.

5. Пробки — резьбовые металлические клапаны, вентиляционные пластмассовые и т. п.

Пробки специальной конструкции обеспечивают свободный выход газов, препятствуют выливаю электролита и попаданию в корпус воздуха, вредно влияющего на работу аккумулятора.

Номенклатура и технические характеристики никель-железных щелочных аккумуляторов и батарей приведены в табл. 4.3, 4.4.

Таблица 4.3. Технические характеристики щелочных никель-железных аккумуляторов

Тип	Емкость, А·ч	Номинальный ток разряда, А	Ток заряда, А	Продолжительность заряда, ч	Количество электролита в одном элементе, л
1	2	3	4	5	6
НЖ-22	22	2,75	5,5	6	0,28
НЖ-45	45	5,6	11,2		0,48
НЖ-60	60	7,5	15,0		0,8
НЖ-100	100	12,5	25		1,25

1	2	3	4	5	6
ТЖН-250	250	См. табл. 4.4			2,9
ТНЖУ-280П	280				4,8
ТЖН-300	300				3,3
ТЖН, ТЖНП-300ВМ	300				4,4
ТНЖ-320 ВМ	320	То же			5,0
ТНЖ-350М	350				3,8
ТЖН-400	400	То же			3,8
ТЖН-500; 500М	500				5,9
ТНЖ-525	550				7,5
ТНЖ-950	950				9,2
ТНЖК-600 ¹	600	120/200 ⁷	130	7	0,14
ТНЖК-700 ²	700	140/233 ⁷	150	7	
ТНЖК-950 ³	950	190/317 ⁷	215	7	
2ШЖН-8—1 ⁴	8	0,5	2,3	6	
2ФЖН-8—1 (II) ⁵	8	0,5	2,3	6	
9СНЖТ-60 ⁶	60	—	—	—	

¹ Тяговый, короткоразрядный. Для погрузчиков ЭПУ-1,6.

² То же, для электропогрузчиков ЭПУ-2.

³ То же, для электропогрузчиков, ЭФ-1001.

⁴ Для шахтных ламп.

⁵ Для аккумуляторных фонарей. Исполнение I — сварка корпусов по длине; исполнение II — сварка корпусов по ширине.

⁶ Стартерная.

⁷ В числителе ток 5-часового разряда до конечного напряжения 1 В; в знаменателе ток 3-часового разряда до конечного напряжения 0,8 В.

Таблица 4.4. Технические характеристики тяговых щелочных никель-железных аккумуляторных батарей

Тип	Ем- кость, А·ч	Номинальное напряжение, В	Ток заряд- да, А	Продолжи- тельность заряда, ч	Режим разряда			
					5-часовой		3-часовой	
					Ток, А	Ко- неч- ное на- пря- же- ние, В	Ток, А	Ко- неч- ное на- пря- же- ние, В
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТЖН-250	250	1,2	63	6	50	1	—	—
ТНЖУ-280 П	280		70	7	56	1	83	0,8
ТЖН-300	300		75	6	60	1	300	0,5
ТНЖ-300	300		75	6	60	1	одноча- совой 300	0,5
ТНЖ-300ВМ	300		75	7		1	одноча- совой	0,8
ТЖНП-300М	300		75	7		1		0,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТЖН-350	350	1,2	90	6	70	1	350 одноча- совой	0,5
ТЖН-400	400	1,2	105	6	80	1	133	0,8
ТЖН-500М	500	28	125	6	63 восьми- часовой то же	24	—	—
ТНЖ-525	525	1,2	130	6	—	—	—	—
ТЖН-550	550	—	140	7	110	126	185	0,8
ТНЖ-600	600	—	150	6	120	23,5	—	—
ТНЖ-950	950	—	190	8	190	34	—	0,8

СТРУКТУРА ОБОЗНАЧЕНИЯ:



НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

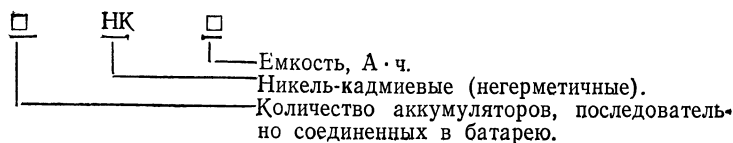
Негерметичные

Положительные пластины состоят из плоских ламелей, изготовленных из стальной и никелированной ленты, в которой помещена активная масса — смесь гидрата закиси никеля с графитом.

Отрицательные пластины состоят из таких же ламелей с активной массой из смеси окиси кадмия с окисью железа в отношении 2:1.

Конструкция аккумуляторов аналогична никель-железным.

Структура обозначения:



Технические характеристики никель-кадмиевых негерметичных аккумуляторов и батарей приведены в табл. 4.5.

Т а б л и ц а 4.5. Номенклатура и зарядно-разрядные характеристики негерметичных щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов и батарей

Тип	Ем- кость, А·ч	Номи- наль- ное нап- ряже- ние, В	Нор- маль- ный ток заря- да, А	Про- дол- жи- тель- ность заря- да, ч	Ток разряда, А		Количество электро- лита, л
					нормальный, до конечного на- пряжения 1 В на аккумулятор	одноточасовой, до конечного на- пряжения 0,5 В на аккумулятор	
НК-3	3	1,2	0,75	6	0,28	3,0	0,04
НК-13	13	1,2	3,3	6	1,25	13	0,12
КН-14	14	1,2	2,5	6	1,75	—	0,07
2НК-24	24	2,5	6	6	3,0	—	0,33
НК-28	28	1,2	7	6	2,75	28	0,23
2КН-32	32	2,5	5,6	6	4,0	—	0,66
НК-55	55	1,2	14	6	5,7	55	0,49
НК-80	80	1,2	20	6	7,5	80	0,8
НК-125	125	1,2	31	6	12,5	125	0,14
2ФКН-9	9,0	2,5	3	5	1,5	—	0,04
3ШКН-10	10	3,75	3	5	2,0	—	0,26
3ШНКП-10Б	10	3,75	3	5	2,0	—	—

Т а б л и ц а 4.6. Технические характеристики герметичных никель-кадмиевых аккумуляторов и батарей

Тип	Номиналь- ная ем- кость, А · ч	Номи- наль- ное нап- ряже- ние, В	Режим заряда		Ток раз- ряда, А ¹
			Ток, А	Про- должи- тель- ность, ч	
1	2	3	4	5	6
Д-0,025-8	0,025	1,2	0,0025	15	0,0025
Д-0,06	0,06		0,006		0,006
Д-0,1	0,115		0,012		0,012
7Д-0,115-Д	0,115	8,4	0,012	15	0,012
Д-0,25	0,25	1,2	0,025		0,05
Д-0,26	0,26		0,026		0,06
Д-0,55	0,55		0,055		0,11

1	2	3	4	5	6
ЦНК-0,45 10 ЦНК-0,45	0,45 0,4	1,2 12,0	0,045 0,045	15	0,09 0,09
ЦНК-0,9 10ЦНК-0,9	0,9 0,85	1,2 12,0	0,09 0,09		0,18 0,18
НКГ-0,35-Д 7НКГ-0,35-Д	0,35 0,35	1,2 8,75	0,035 0,035	15	0,035 0,035
НКГ-0,7-Д	0,7	1,2	0,07		0,07
НКГ-1,5-Д	1,5	1,2	0,15		0,15
НКГ-10-Д	10,0	1,2	1,0		1,0
2НКГ-10-Д	10,0	2,4	1,0		1,25
3НКГ-10-Д	10,0	3,6	1,0		1,5
5НКГ-10-Д	10,0	6,0	1,0		3,3
10НКГ-10-Д	10	12,0	1,0		7,8
НКГК-3-С-П 10НКГК-3-С-П	4,0 4,0	1,2 12	0,4 0,4	11 12	0,4 0,4
НКГК-11-Д	11,0	1,2	1,0	13	1,0
3НКГК-11-Д ²		3,6			1,0

¹ До конечного напряжения 1 В на элемент.

² Для шахтных светильников.

4.2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВКЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

4.2.1. Свинцовые аккумуляторы в открытых сосудах

Стационарные аккумуляторные батареи размещаются в специально предназначенных помещениях. В одном помещении может быть установлено несколько кислотных батарей. Строительные элементы должны быть несгораемыми. Двери и оконные рамы могут быть деревянными.

Допускается размещение аккумуляторных батарей в сухих подвальных помещениях.

Места размещения стационарных аккумуляторных батарей, в которых производится зарядка при напряжении более 2,3 В на элемент, относятся ко взрывоопасным класса В1а.

Вход в помещение, где расположены аккумуляторные батареи, должен осуществляться через тамбур площадью не менее 1,5 м². При этом необходимо, чтобы дверь из аккумуляторной в тамбур могла открываться при закрытой входной двери-тамбура. Двери тамбура должны открываться наружу и снабжаться самозапирающимися замками, открывающимися изнутри без ключа. На дверях

прикрепляют надписи: «Аккумуляторная», «Огнеопасно», «С огнем не входить», «Курить запрещается». Для хранения кислоты, сепараторов и принадлежностей, а также для приготовления электролита при аккумуляторной должна быть отдельная комната (так называемая кислотная), площадью не менее 4 м².

Потолки аккумуляторных помещений, как правило, должны быть гладкими и горизонтальными. Допускаются наклонные потолки и потолки с выступающими балками при наличии вытяжки воздуха из каждого отсека или верхней части наклонного потолка. Полы помещений аккумуляторных батарей должны быть строго горизонтальными, на бетонном основании с кислотоупорным покрытием (керамические кислотоупорные плиты с заполнением швов кислотоупорным материалом или асфальт).

Аккумуляторы устанавливают по уровню на деревянных или металлических стеллажах. Для выравнивания банок под подставки кладут прокладки из винипласта или свинца. Аккумуляторы должны быть изолированы от стеллажей, а стеллажи — от земли с помощью изолирующих кислотоупорных прокладок. При напряжении батареи не выше 48 В изоляция стеллажей от земли не обязательна. При установке стеллажей на асфальтовом покрытии обязательно применять опорные площадки из прочного кислотоупорного материала.

Аккумуляторы можно устанавливать в один ряд при одностороннем обслуживании и два ряда — при двухстороннем. Ширина проходов в свету должна быть не менее 0,8 м при одностороннем обслуживании и 1 м — при двухстороннем.

Внутри аккумуляторной и кислотной необходимо устраивать плинтус из кислотоупорного материала.

Стены, потолки, двери, оконные рамы, металлические конструкции, вентиляционные короба (изнутри и снаружи) должны быть окрашены кислотоупорной краской. Остекление выполняют матовым или окрашенным белой клеевой краской стеклом.

Температура в аккумуляторном помещении в холодное время года должна быть не ниже +10°C. Отопление устраивают caloriferное, паровое или водяное. Система парового или водяного отопления выполняется из гладких труб, соединенных сваркой. Устройство фланцевых стыков и вентилей не допускается. **Установка электропечей запрещается.**

В аккумуляторном помещении оборудуется приточно-вытяжная вентиляция. Потребный объем свежего воздуха в кубических метрах в час определяется по формуле:

$$V = 0,07 I_{\text{зар}} \cdot n,$$

где $I_{\text{зар}}$ — максимальный зарядный ток в амперах;
 n — число элементов батареи.

Вентиляционная система должна иметь самостоятельный стояк, выходящий на 1,5 м над крышей здания. Включение вентиляции в дымоходы или общую вентиляцию здания запрещается.

Вентилятор необходимо выбирать только во взрывобезопасном исполнении. Один светильник в аккумуляторной должен питаться от сети аварийного освещения.

Установка в аккумуляторных помещениях предохранителей, выключателей, штепсельных розеток и других коммутационных аппаратов запрещается. Зарядное устройство необходимо располагать

возможно ближе к аккумуляторному помещению. Типы и требования к зарядным устройствам — см. с. 166.

Аккумуляторная установка оборудуется вольтметром с переключателями и амперметрами в цепях зарядного и подзарядного устройств аккумуляторной батареи. В цепи батареи устанавливают автоматический выключатель. На шинах постоянного тока необходимо предусматривать контроль изоляции.

Для ошиновки применяются неизолированные медные, алюминиевые или стальные шины на изоляторах. Соединения и ответвления выполняются сваркой. Для медных шин допускается пайка. Расстояние между шинами и от шин до строительных конструкций не должно быть менее 50 мм.

Концы медных и стальных шин, присоединяемые к свинцовым аккумуляторам, предварительно облуживают и затем впайвают в кабельные наконечники соединительных полос припоем ПОС-40. Алюминиевые шины — сначала припоем А, а затем припоем ПОС-40.

Вязка стальных шин круглого сечения к изоляторам выполняется стальной оцинкованной проволокой диаметром 2-3 мм, а медных и алюминиевых шин — медной облуженной проволокой диаметром не менее 3 мм.

Шины по всей длине дважды окрашивают кислотоупорной краской. Поверх окраски положительная шина покрывается красной, а отрицательная — синей эмалью с последующей смазкой тонким слоем вазелина. Места сварки очищают от наплывов, остатков флюса и шлаков и окрашивают эмалью в 3-4 слоя.

Выводную плиту рекомендуется выполнять из пропитанного парафином асбестоцемента, эбонита и т. п. Применение мрамора, фанеры и других материалов слоистой структуры не допускается.

4.2.2. Аккумуляторные батареи в закрытых сосудах

Переносные аккумуляторы закрытого типа (например, радио-накальные или стартерные), применяемые для стационарной установки, а также аккумуляторные батареи до 60 В общей емкостью не более 72 А·ч могут устанавливаться как в отдельном помещении с естественной вентиляцией, так и в металлических вентилируемых шкафах в общем производственном невзрыво- и непожароопасном помещении.

Переносные аккумуляторы, работающие в режиме разряда или постоянного подзаряда, заряд и формировка которых производятся вне места установки, могут устанавливаться в общем производственном невзрыво- и непожароопасном помещении при условии установки над ними вентиляционного зонта. Допускается открытая установка 2-3 стартерных аккумуляторов без шкафа в общем помещении при условии, что зарядка производится в специальном помещении.

Типовые конструкции шкафа для установки небольших аккумуляторных батарей, предназначенных для питания аварийного освещения в клубах, больницах, а также устройств релейной защиты небольших подстанций и т. п. представлены на рис. 4.1.

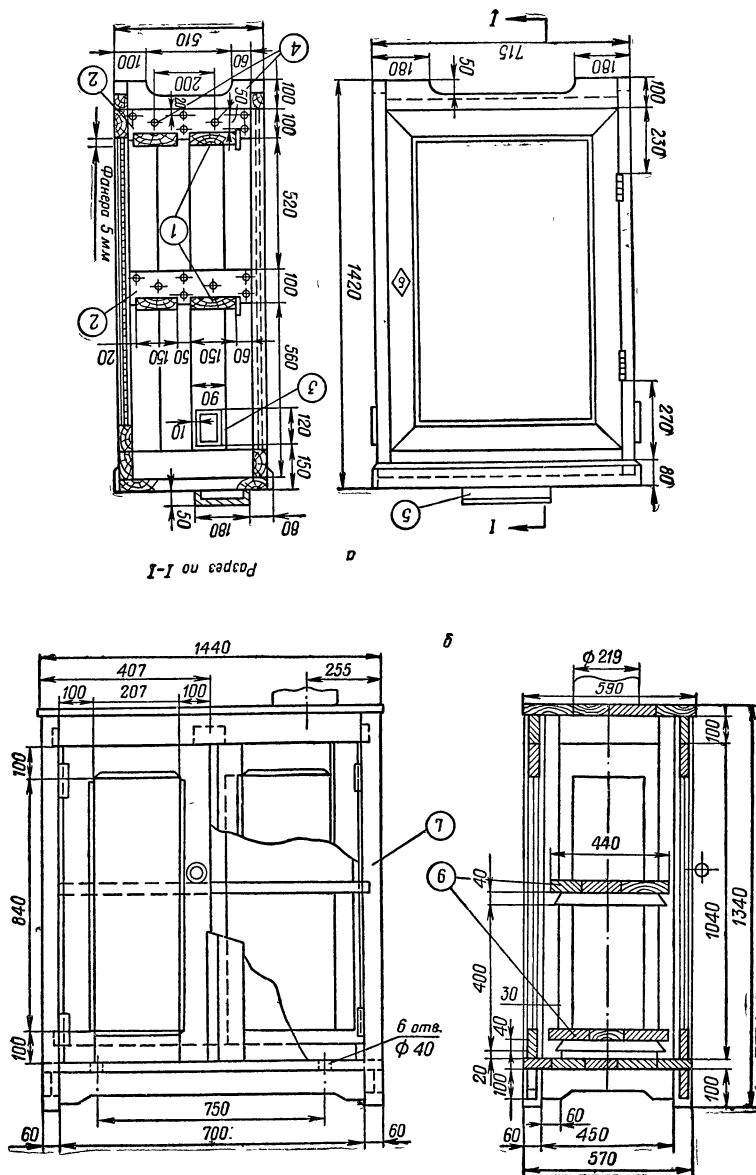


Рис. 4.1. Типовой шкаф для установки аккумуляторов:

а — для стартерных; б — для щелочных

1 — съемная полка; 2 — брус; 3 — вентиляционное отверстие; 4 — нагель;
б — съемная крышка; 6 — доска, 40 мм; 7 — брус, 70×70

4.3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

4.3.1. Эксплуатация свинцовых аккумуляторов

РЕЖИМЫ РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРОВ

Основным режимом работы стационарных аккумуляторных батарей является режим постоянного подзаряда. Это значит, что они полностью заряжены и всегда подключены к зарядному устройству, которое питает нагрузку (аварийное освещение, сигнальные лампы и т. д.) и в то же время подзаряжает слабым током батарею, компенсируя ее саморазряд. Режим постоянного подзаряда обеспечивает готовность батареи в любой момент принять полную нагрузку. Кроме того, при таком режиме значительно увеличивается срок службы батареи и уменьшается сульфатация пластин. Батареи, работающие в режиме постоянного подзаряда, необходимо периодически подвергать контрольному разряду.

Батареи, собранные из переносных аккумуляторов и работающие в режиме постоянного подзаряда, необходимо 1 раз в месяц подвергать тренировочному разряду до 50 % емкости, после чего заряжать нормально.

При нагрузках, допускающих колебания напряжения менее $\pm 10\%$, батарея, работающая в режиме постоянного подзаряда, должна снабжаться элементарным коммутатором.

Аккумуляторные батареи 12—48 В, собранные из стационарных или переносных аккумуляторов, при отсутствии постоянной нагрузки, а также отдельные стартерные аккумуляторы, используемые периодически (питание радиоаппаратуры, аварийное освещение в хирургических кабинетах больниц, небольших клубах, кинотеатрах и т. п.), должны работать в режиме «заряд-разряд», то есть батарея заряжается полностью, затем включается на разряд. Схема зарядки приведена на рис. 4.2.

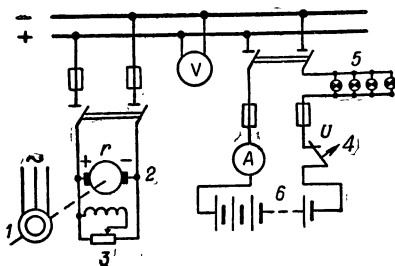


Рис. 4.2. Схема зарядки аккумуляторов при режиме «заряд-разряд»:

1 — электродвигатель переменного тока; 2 — генератор постоянного тока; 3 — реостат регулировочный; 4 — автоматический выключатель; 5 — ламповый реостат; 6 — аккумуляторная батарея

Если между окончанием заряда и началом разряда батарея несколько дней не используется, то такой режим называют «заряд-покой-разряд». Он полностью соответствует режиму, «заряд-разряд», т. е. в период покоя все же происходит саморазряд батареи.

Батареи, работающие в режиме «заряд-разряд», необходимо один раз в три месяца подвергать уравнительному заряду (так называемый перезаряд батареи).

4.3.2. Свинцовые аккумуляторы

ХРАНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ

Аккумуляторные батареи, полученные с завода, могут храниться в герметизированном виде до 3 лет в сухом состоянии (без заливки электролитом) при температуре от -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Если батарея временно снята с установки на небольшой период или подготовлена в качестве резерва, то она может храниться с электролитом. При этом происходит саморазряд батареи, который будет увеличиваться при повышении температуры.

При комнатной температуре сроки хранения с электролитом не более 9 месяцев. Желательно хранить их при температуре от -10°C до 0°C . Для батарей типа 6 СТ-55 срок хранения не более 2 месяцев при температуре не ниже 15°C .

Перед установкой на хранение аккумуляторы нужно полностью зарядить и вылить электролит. Аккумуляторы, оставляемые на хранение с электролитом, также заряжают полностью, доводят плотность электролита до нормы, соответствующей климатическим условиям (табл. 4.7), и ежемесячно подзаряжают, контролируя плотность электролита. Для аккумуляторов с длительным сроком эксплуатации или хранящихся при положительных температурах, а поэтому более подверженных саморазряду, подзарядку следует производить по плотности электролита — после того, как она снизится на $0,04\text{—}0,05\text{ г/см}^3$ по сравнению с первоначальной.

В специализированных предприятиях с сезонной эксплуатацией аккумуляторов для уменьшения сульфатации применяется метод хранения аккумуляторных батарей с депассивирующим 5%-ным раствором борной кислоты (см. книгу «Эксплуатация и ремонт стартерных аккумуляторных батарей». М. Транспорт, 1977).

Таблица 4.7. Плотность электролита для свинцовых аккумуляторов в разных климатических зонах

Климатическая зона (средняя месячная температура в январе, $^{\circ}\text{C}$)	Время года эксплуатации батарей	Плотность электролита, г/см^3 (приведенная к 15°C)					
		Для стартерных батарей		Для стационарных батарей		Для радионакальных батарей	
		Заливаемого	Заряженной батареи	Заливаемого	Заряженной батареи	Заливаемого	Заряженной батареи
Очень холодная (от -50°C до -30°C)	Зима	1,29	1,31	—	—	—	—
	Лето	1,25	1,27	—	—	—	—
Холодная (от -30°C до -15°C)	Круглый год	1,27	1,29	—	—	—	—
Умеренная (от -15°C до -4°C)	То же	1,25 ¹	1,27	1,18	1,21	1,25 ² 1,21 ³	1,28 ² 1,24 ³
Жаркая (от -15°C до $+4^{\circ}\text{C}$)	»	1,21	1,23	—	—	—	—

¹ Для батарей типа 6 СТ-55 плотность 1,28 г/см^3 .

² Для радионакальных батарей ЗРН-75 и ЗРН-115.

³ Для радионакальных батарей 10РА-11.

Предостережение: длительное хранение недозаряженных залитых кислотой аккумуляторов или несвоевременная подзарядка вызывает глубокую неустранимую сульфатацию пластин и выход батарей из строя из-за полной потери емкости.

ЭЛЕКТРОЛИТ И ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЕ

Для заливки свинцовых аккумуляторов применяется химически чистая (аккумуляторная) серная кислота (H_2SO_4), разведенная до необходимой плотности (см. табл. 4.7) дистиллированной водой.

Наличие в электролите примесей некоторых веществ — железа, хлора, марганца и др. — вызывает быстрое разрушение пластин и саморазряд батарей. Поэтому необходимо строго следить за качеством применяемой для составления электролита кислоты и воды (табл. 4.8 и 4.9). Анализ кислоты на отсутствие примесей должен производиться химической лабораторией или аптекой.

Таблица 4.8. Нормы на концентрированную серную аккумуляторную кислоту

Наименование показателей	Норматив	
	I сорт	II сорт
Плотность, г/см ³	1,830	1,832
Содержание железа, % ¹	0,006	0,012
Содержание окислов азота, % ¹	0,00005	0,0001
Содержание мышьяка, %	0,00005	0,0001
Содержание хлора, %	0,0003	0,0005
Содержание марганца, %	0,00005	0,0001
Содержание меди, %	0,0005	0,0005
Прозрачность	прозрачная	прозрачная

¹ Здесь и далее дано максимально допустимое содержание примесей.

Таблица 4.9. Наибольшее количество примесей в дистиллированной воде для электролита

Наименование примесей	Количество, мг/л
Плотный осадок	60
Окись кальция и магния	10
Железо	0,5
Хлор	5

Аккумуляторная кислота поставляется и хранится в стеклянной посуде с притертыми пробками. Применять корковые пробки не допускается, так как органические вещества разлагаются кислотой и загрязняют ее (кислота приобретает темно-бурый цвет).

Для разбавления кислоты употребляется дистиллированная вода. Применять кипяченую, дождевую или речную воду не следует, так как в ней всегда могут быть вредные примеси. Даже в ди-

стиллированной воде бывают примеси хлора и железа. Поэтому перед употреблением ее проверяют на наличие указанных примесей.

В аккумуляторной всегда должен быть запас дистиллированной воды. В исключительных случаях, при невозможности получения дистиллированной воды, допускается использовать снеговую воду или дождевую (стекшую с неметаллической крыши) с испытанием на наличие хлора. Проверку на хлор должен уметь делать каждый аккумуляторщик.

ИСПЫТАНИЕ НА ХЛОР И ЖЕЛЕЗО

Для испытания на хлор необходимы следующее оборудование и реактивы: пробирки; капельница из оранжевого стекла с притертой пробкой, в которой хранится 50—100 см³ 10%-ного раствора азотнокислого серебра — ляписа (раствор хранить в темноте, чтобы не выпадал черный осадок); 10%-ный раствор химически чистой азотной кислоты.

Для испытания воду наливают на 3/4 высоты в предварительно промытую несколько раз дистиллированной водой пробирку. После этого в воду добавляют 3-4 капли азотной кислоты и потом 4-5 капель раствора азотнокислого серебра и встряхивают пробирку несколько раз. При наличии в воде хлора в пробирке покажется муть молочного цвета. Такую воду нельзя использовать в аккумуляторах.

Анализ воды на железо делается с помощью желтой кровяной соли в химической лаборатории или аптеке.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТА

Работа с серной кислотой, особенно с концентрированной, опасна и должна выполняться специально обученными работниками. Меры безопасности см. в гл. 7.

Плотность электролита, заливаемого в аккумуляторы, указывается в инструкции по эксплуатации и зависит от климатических условий, в которых работает батарея (см. табл. 4.7).

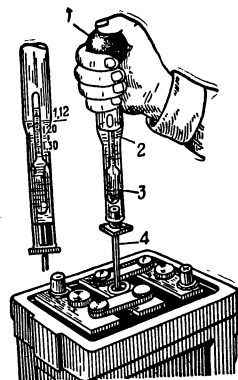
В эбонитовый или керамический сосуд с дистиллированной водой необходимо осторожно, тонкой струей, небольшими порциями влить концентрированную серную кислоту. Жидкость следует перемешивать стеклянной палочкой или трубкой, не допуская чрезмерного нагрева, чтобы не лопнул сосуд. Кислоту наливать из небольшой кружки, а не из бутылки.

Предостережение: наливать воду в кислоту ни в коем случае нельзя, так как кислота будет разбрызгиваться и может причинить сильные ожоги.

Приготавливая электролит, пользуются денсиметром (рис. 4.3). Нужно помнить, что плотность раствора сильно зависит от температуры. Например, один и тот же электролит при температуре 15° покажет плотность 1,210, при температуре 35° — 1,195 и при температуре —5° — 1,220. Поэтому измерять плотность следует в то время, когда он остынет до комнатной температуры 15—20°С, либо к показаниям денсиметра вносить поправки (табл. 4.10). При использовании электролита заводского изготовления плотностью 1,28 г/см³ его также корректируют (см. табл. 4.7 и 4.10).

**Таблица 4.10. Поправки
для приведения плотности
электролита к 15°C**

Температура электролита, °C	Поправки к показанию денсиметра, г/см ³
+60	+0,03
+45	+0,02
+30	+0,01
+15	0,0
0	-0,01
-15	-0,02
-30	-0,03



**Рис. 4.3. Денсиметр
для определения плотности электролита**

1 — резиновая груша; 2 —
стеклянная трубка; 3 —
ареометр; 4 — заборная
эбонитовая трубка

Пример. Если при температуре электролита +30°C денсиметр показал плотность 1,28 г/см³, то это значит, что при температуре +15°C плотность будет 1,29 г/см³ и такой электролит необходимо дополнительно разбавить дистиллированной водой.

Примечание. Для промежуточных температур поправка составляет 0,0007 г/см³ на 1°C.

**Таблица 4.11. Расход воды и серной
кислоты для приготовления электролита**

Плотность электролита, г/см ³ , приведенная к 15°C	Расход, л	
	воды	H ₂ SO ₄ плот- ностью 1,83 г/см ³
1,21	1,0	0,245
1,23	1,0	0,280
1,25	1,0	0,310
1,27	1,0	0,345
1,29	1,0	0,385

Проводя замеры плотности денсиметром, нужно следить, чтоб поплавок не касался стенки пипетки, так как «прилипание» его исказит данные замера.

Ориентировочное количество концентрированной серной кислоты для приготовления электролита разной плотности приведено в табл. 4.11. Необходимо учесть, что плотность концентрированной серной кислоты может отличаться от 1,83 г/см³. Поэтому приготовленный по табличным данным электролит необходимо проверить денсиметром и в зависимости от его показаний довести до нужной плотности добавкой кислоты или воды.

Для удобства работы и повышения безопасности целесообразно в аккумуляторной хранить не концентрированную кислоту, а промежуточный раствор плотностью 1,4 г/см³ и приготавливать электролит, разбавляя промежуточный раствор, который следует хранить в стеклянных бутылках.

ЗАЛИВКА БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОЛИТОМ

Стартерные аккумуляторы. Перед заливкой вентиляционные пробки вынимают, герметизирующую пленку или выступы вентиляционных отверстий пробок удаляют. В батареях с незакрытыми вентиляционными отверстиями удаляют герметизирующий диск, расположенный в заливочной горловине под пробкой.

Для заливки батарей применяют электролит соответствующей плотности (см. табл. 4.7). Заливка производится тонкой струей из кружки с носиком через стеклянную воронку.

Температура заливаемого электролита должна быть не более 27 °С, поскольку после заливки температура повышается и нужно, чтоб она не превысила 40—45 °С. Электролит должен полностью покрывать пластины. В батареях, имеющих вентиляционные штуцера, пробки вывертывают из заливочных горловин и плотно надевают на вентиляционные штуцера (предварительно вынув из них упорочные стержни). Электролит заливают до того, пока уровень не поднимется до начала резьбы заливочной горловины. Затем снимают пробки со штуцеров, и уровень электролита автоматически понижается до установленной нормы.

В батареях других типов электролит заливают до уровня на 10—15 мм выше предохранительного щитка. Уровень при этом проверяется с помощью стеклянной трубки диаметром 5-6 мм, имеющей две риски — на расстоянии 10 и 15 мм от одного из концов. Погрузив трубку в электролит до упора в щиток или верхнюю кромку пластин, зажимают указательным пальцем верхний конец и вытаскивают ее из аккумулятора. По уровню электролита в трубке судят об уровне его в аккумуляторе (рис. 4.4).

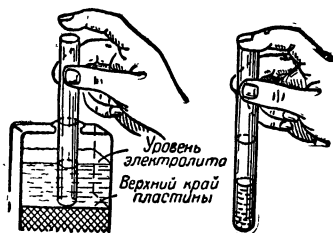


Рис. 4.4. Определение уровня электролита в стартерной батарее

Сухозаряженные батареи (не имеющие в конце обозначения типа буквы «Н») через 20 минут могут быть включены в работу. Если в течение 1-2 часов плотность электролита снизилась, батарею следует подзарядить. Несухозаряженные (в конце обозначения типа имеют букву «Н») через 3 часа после заливки ставятся на зарядку (см. с. 144).

Стационарные аккумуляторы типа С и СК после окончания монтажа батареи заливают электролитом плотностью 1,18 г/см³ и через 4—6 часов ставят на формировку (см. с. 145). Держать залитые незаряженные аккумуляторы более 6 часов недопустимо, так как при этом происходит сульфатация пластин.

РАДИОНАКАЛЬНЫЕ И РАДИОАНОДНЫЕ БАТАРЕИ

Батареи типа ЗРН-75 и ЗРН-115 выпускаются в сухозаряженном исполнении, а батареи 10РА-11 в разряженном состоянии без электролита.

Радионакальные батареи заливают электролитом плотностью 1,25 г/см³, и через 20—30 минут их можно включать на нагрузку. Если аккумуляторы хранились до заливки более года, их следует до включения под нагрузку подзарядить.

Радиоанодные батареи заливают электролитом плотностью 1,21 г/см³ и через 2 часа ставят на зарядку (см. с. 145).

ДОЛИВКА ЭЛЕКТРОЛИТА. КОРРЕКТИРОВКА ПЛОТНОСТИ

В процессе работы аккумуляторов электролит нагревается и испаряется, разбрызгивается при «кипении» в последней стадии зарядки, частично расходуется вследствие электролиза при повышенных токах заряда.

Для восстановления уровня электролита необходимо в батарею доливать *дистиллированную воду*. Доливка электролитом вредна, так как вызывает повышение концентрации электролита по сравнению с нормальной и ускоренное разрушение батарей. Добавлять в батарею электролит нужно только в случаях, если он по какой-либо причине вылился из аккумулятора.

Для поддержания нормальной плотности необходимо во всех заряжаемых аккумуляторах периодически проверять и при необходимости корректировать плотность электролита. Плотность корректируют в конце заряда, когда из-за бурного газовыделения происходит хорошее перемешивание. Измеряют температуру и плотность. Плотность приводят к температуре 15 °С (см. табл. 4.7). Если плотность окажется ниже требуемой для заряженной батареи, отбирают немного электролита и добавляют раствор серной кислоты плотностью 1,4 г/см³. Если плотность выше — вместо отобранного электролита добавляют дистиллированную воду. Через 30 минут после доливки проверяют плотность денсиметром и при необходимости повторяют процесс отбора и доливки до 3-4 раз.

ФОРМИРОВКА И ПЕРВЫЙ ЗАРЯД АККУМУЛЯТОРОВ

Аккумуляторные батареи, в том числе и сухозаряженные, поступают с завода-изготовителя не полностью отформированными, и для доведения их емкости до номинальной требуется несколько циклов заряда и разряда.

Начинать заряд нужно при температуре электролита не выше 27-30 °С. Если при зарядке температура повысится и достигнет 45 °С, необходимо снизить в 2 раза зарядный ток или прервать зарядку на время, пока температура не упадет до 30 °С.

СТАРТЕРНЫЕ БАТАРЕИ

Первый заряд сухозаряженных стартерных аккумуляторов проводят током, равным одной десятой от 20-часовой емкости батареи (0,1 С₂₀). Таким же током заряжают и несухозаряженные аккумуляторы. Например, батарею 6 СТ-55 заряжают током 5,5 А, батарею 6ТСТ-150 — током 15 А.

Зарядка происходит до тех пор, пока во всех элементах не начнется сильное газовыделение и напряжение достигнет 2,4 В на

элемент. После этого зарядный ток снижают в два раза и продолжают заряд. Общее время зарядки составляет 40—60 часов.

Об окончании заряда свидетельствует:

- а) обильное газообразование («кипение») во всех элементах;
- б) напряжение достигает наивысшего значения — 2,5—2,75 В на элемент и остается неизменным в течение 2 часов;
- в) плотность электролита перестает расти и остается неизменной в течение 1-2 часов.

В конце заряда необходимо откорректировать плотность электролита в сосудах до указанной в табл. 4.7, доливая электролит плотностью 1,3—1,4, если плотность ниже нормы, или дистиллированную воду, если плотность выше нормы.

РАДИОНАКАЛЬНЫЕ И РАДИОАНОДНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Батарею включают на зарядку током 0,1 С₂₀, и зарядка длится 36 часов. После этого делается перерыв на 3 часа, и зарядка продолжается тем же током еще 12 часов.

Если к концу 48-часового заряда напряжение достигает 2,5 В на элемент и плотность электролита установится, зарядка считается законченной. Если же нет этих признаков окончания зарядки, нужно сделать трехчасовой перерыв и снова продолжать зарядку.

В конце зарядки необходимо довести плотность электролита до 1,28 в радионакальных и 1,24 в радиоанодных аккумуляторах.

СТАЦИОНАРНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ С И СК

При включении батареи в эксплуатацию необходимо отформировать пластины, то есть образовать в результате зарядки на положительных пластинах достаточный слой PbO₂, а пасту отрицательных пластин превратить в губчатый свинец.

Аккумуляторы формируются строго по заводской инструкции. При неправильном режиме формировочного заряда часть пасты отрицательных пластин начинает крошиться и высыпаться, а положительные пластины сульфатируются.

Формировочный заряд

Для обеспечения номинальной емкости аккумуляторов надо сообщить им при формировочном заряде не менее 9-кратной емкости.

Формировочный ток устанавливают не более 7 А на электрод И-1, около 10 А на электрод И-2 и до 18 А на электрод И-4.

Продолжительность формировочного заряда, включая перерывы, — 60—70 часов.

На первом этапе сообщается 4, 5-кратная емкость 10-часового разряда. Напряжение на всех элементах должно быть не менее 2,4 В. У отстающих элементов проверяют, нет ли замыкания между электродами. Продолжительность заряда первого этапа для аккумуляторов С-1 ÷ С-12 с электродами И-1 — 24 часа; для аккумуляторов С-14 ÷ С-20 с электродами И-2 — 33 часа и для аккумуляторов С-32 ÷ С-40 с электродами И-4 — 36 часов. После

этого батарею отключают на 1 час, затем включают на заряд, и ей сообщается номинальная емкость. Такой режим повторяется до получения батареей 9-кратной емкости.

Об окончании формировочного заряда судят по следующим признакам:

а) напряжение элементов достигло 2,5—2,75 В и держится неизменным в течение 2-3 часов;

б) плотность электролита устанавливается 1,20—1,21 В и перестает расти;

в) электролит «кипит», выделяя крупные пузырьки газа.

Для наблюдения за режимом выделяют до 10 % контрольных элементов, на которых каждые 2 часа измеряют напряжение, температуру и плотность электролита. При температуре электролита выше 40 °С принимают меры к ее снижению — в первую очередь путем уменьшения зарядного тока.

Полное отключение в течение первых 25 часов формирования не допускается. Нужно следить за уровнем электролита, не допуская оголения верхних кромок электродов. Доливка ведется электролитом плотностью 1,18 г/см³.

После первого формировочного заряда батарею разряжают 10-часовым разрядным током до напряжения 1,8 В на элемент. После одночасового покоя проводят еще два цикла формировочного заряда и разряда.

По окончании формирования батарею отключают на 2 часа и включают на зарядку током, равным половине нормального (10-часового разрядного тока), до тех пор, пока напряжение не перестанет повышаться. Затем батарею отключают на два часа и снова повторяют заряды с двухчасовыми перерывами до того времени, когда сильное газообразование не начнется немедленно после включения тока. На этом зарядка считается законченной, и аккумуляторы могут включаться в работу.

После окончания формирования батареи и в последующем 1 раз в 2 года проводится контрольный разряд до напряжения 1,8 В для определения емкости.

После каждого формировочного заряда сосуды, стеллажи и изоляторы протирают сухой ветошью, затем — смоченной в 5 %-ном растворе кальцинированной соды, после — ветошью, смоченной дистиллированной водой и окончательно — сухой ветошью.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ И КОНТРОЛЬНЫЙ РАЗРЯД

Аккумуляторные батареи С и СК при поддержании напряжения 2,2 В на элемент эксплуатируются, как правило, без периодических тренировочных разрядов и уравнительных зарядов. Один раз в 3 месяца должен производиться подзаряд батареи напряжением 2,3—2,4 В на элемент до достижения установившейся плотности электролита 1,20—1,21 г/см³. Продолжительность подзаряда не менее 6 часов. Тренировочные разряды и уравнительные заряды батарей С и СК проводятся по мере необходимости. При обнаружении потери емкости для ее восстановления проводится 2-3 тренировочных заряд-разряда.

Батареи из переносных аккумуляторов, работающие в режиме постоянного подзаряда, один раз в месяц подвергают тренировочному разряду десятичасовым разрядным током. При этом разряд ведут до отбора 50% емкости.

Контрольный разряд один раз в 2 года для батарей всех типов, работающих в режиме постоянного подзаряда, ведут током десятичасового разряда до отбора полной емкости, но не допуская снижения напряжения на элементах ниже минимальной величины (табл. 4.12), так как это ведет к сульфатации и короблению пластин.

Т а б л и ц а 4.12. Конечные разрядные напряжения при разных режимах разряда

Режим разряда	Температура электролита, °С	Конечное разрядное напряжение, В		
		один элемент	6-вольтовая батарея	12-вольтовая батарея

Стационарные аккумуляторы

10-часовой	25	1,88	—	—
3-часовой	25	1,88	—	—
1- и 2-часовой	25	1,75	—	—

Стартерные аккумуляторы

20-часовой	25	1,75	5,25	10,5
10-часовой	25	1,7	5,1	10,2
Стартерный	25	1,5	4,5	9,0
»	—18	1,0	3	6

Радиоанодные и радионакальные аккумуляторы

10-часовой	• 25±2	1,8	5,4	
------------	--------	-----	-----	--

Фактическая емкость определяется как произведение разрядного тока на время разряда:

$$C_{\phi} = I_{\text{разр}} \cdot t_{\text{разр}}.$$

Если напряжение снизилось до минимума, а номинальная емкость не отдана, значит, аккумулятор потерял емкость и необходимо принять меры для ее восстановления.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРОВ

Режим постоянного подзаряда

Батареи, работающие в режиме постоянного подзаряда, заряжаются непрерывно небольшим током, равным примерно 0,008 от номера батарей.

Напряжение на каждом элементе при протекании зарядного тока должно быть равно $2,2 \pm 0,05$ В. Если оно выше или ниже этой величины, необходимо соответственно понизить или повысить величину тока подзаряда. Как недозаряд, так и перезаряд вредны для батарей.

Заряд после тренировочного или контрольного разряда

После тренировочного или контрольного разряда батарею заряжают до полной емкости. Заряд проводят при постоянном значении зарядного тока в 2 ступени.

Первая ступень ведется током $0,25 C_{10}$ до напряжения $2,3—2,4$ В на элемент. После достижения указанного напряжения заряд переводится на вторую ступень — током $0,12 C_{10}$. По мере заряда напряжение повышается и к концу заряда достигает $2,5—2,8$ В на элемент.

Заряд считается законченным, когда напряжение и плотность достигают максимума и в течение 1 часа остаются неизменными и на всех элементах происходит обильное газовыделение сразу же после включения зарядного тока после часового перерыва. Длительность заряда по укороченному методу составляет $7—8$ часов. При необходимости срочной зарядки допускается производить ее максимальным током. После того, как аккумулятор «закипит», ток постепенно снижается до 40% от максимально допустимого, и зарядка ведется этим током до конца, когда перестанут расти напряжение и плотность электролита. При наличии отстающих элементов у них проверяют плотность кислоты и напряжение и устраняют причины отставания (см. с. 152).

Если батарея имеет дополнительные элементы, то они заряжаются раньше других и должны по окончании заряда выводиться.

Режим «заряд-разряд»

Батарея должна включаться на зарядку немедленно после того, как у нее отнята гарантированная емкость.

Целесообразно для увеличения срока службы батареи ставить ее на зарядку, не дожидаясь полного разряда, после того как от нее отнято примерно $70—80\%$ емкости. Режим зарядки точно такой же, как описан выше для тренировочного заряда.

Конец зарядки определяется по достижении устойчивого напряжения $2,5—2,7$ В на элемент, неизменной плотности электролита в течение 1 часа и сильного газообразования у всех элементов.

Уравнильный заряд (перезаряд) батареи

Цель уравнильного заряда — обеспечить в аккумуляторе полное восстановление активной массы на всех электродах.

В случае снижения емкости или появления сульфатации уравнильные заряды проводятся с предварительным разрядом батареи. Разряд ведется при 10-часовом режиме до напряжения $1,8$ В. После этого ведется двухступенчатый заряд, как указано выше.

По окончании нормального заряда батарея оставляется в покое на 1 час, после чего включается на заряд до наступления газообразования. Затем снова отключается на 1 час и опять включается на заряд. Так поступают до тех пор, пока сразу после включения на всех элементах не начнется бурное газообразование.

Внеочередной уравнильный заряд необходимо проводить тогда, когда батарея простояла разряженной более $1—2$ суток, а также в случае, если отдельные элементы отстают по напряжению или плотности электролита.

Предупреждения: 1. Вентиляция должна включаться до начала зарядки и отключаться не раньше чем через $1—1,5$ часа после отключения зарядного тока.

2. При зарядке аккумуляторов нужно следить за температурой электролита: она не должна быть более 30°C для стационарных аккумуляторов и 45°C — для стартерных батарей. При повышении температуры электролита необходимо снижать в 2 раза зарядный ток.

3. Необходимо помнить, что напряжение в начале зарядки быстро повышается до 2,1—2,15 В на элемент, однако это не значит, что аккумулятор зарядился. Во избежание недозаряда нужно определять окончание заряда по совокупности указанных выше признаков: стабилизации напряжения, плотности электролита и газовыделению. Рекомендуется учитывать количество ампер-часов, полученных батареями при заряде. Оно должно на 30% превышать паспортную емкость аккумулятора, поэтому время заряда

$$t_{\text{зар}} = 1,3 \frac{C_{10}}{I_{\text{зар}}}.$$

4. При включении батареи на зарядку нужно внимательно проверять полярность источника питания. Неправильное включение аккумулятора ведет к его порче — переполюсовке.

Для определения полярности используются вольтметром постоянного тока, у которого обозначен положительный полюс. Можно пользоваться синей лакмусовой бумагой. Если приложить провода от источника тока к влажной лакмусовой бумаге, она порозовеет у положительного полюса. В качестве индикатора можно также использовать слегка подкисленную воду. Если погрузить провода от источника тока в такую воду (лучше всего наблюдать в стеклянном стакане), то на отрицательном полюсе газовыделение будет значительно сильнее (водород), чем на положительном.

Разряд аккумуляторов

Разряжать батарею можно любым током, но не выше гарантированного максимального для данного типа батареи (см. табл. 4.1). Чем меньше ток разряда, тем большую емкость можно снять с батареи (табл. 4.13).

Таблица 4.13. Зависимость емкости свинцовых аккумуляторов от разрядного тока

Режим разряда	% номинальной емкости	
	Стационарные аккумуляторы типа С и СК	Стартерные аккумуляторы
10-часовой	100	100
7,5-часовой	90	80
5-часовой	82	65
3-часовой	75	55
1-часовой	50	40
0,5-часовой	35	30
0,25-часовой	22	20

При увеличении разрядного тока поверхностные слои электродов быстрее разряжаются, и серноокислый свинец закупоривает поры активной массы, затрудняя диффузию (проникновение) электролита во внутренние слои. Чем больше разрядный ток, тем меньше использование активной массы, а следовательно, и емкости батареи. При разряде напряжение элемента и плотность электролита приблизительно пропорциональны отданным батареей ампер-часам.

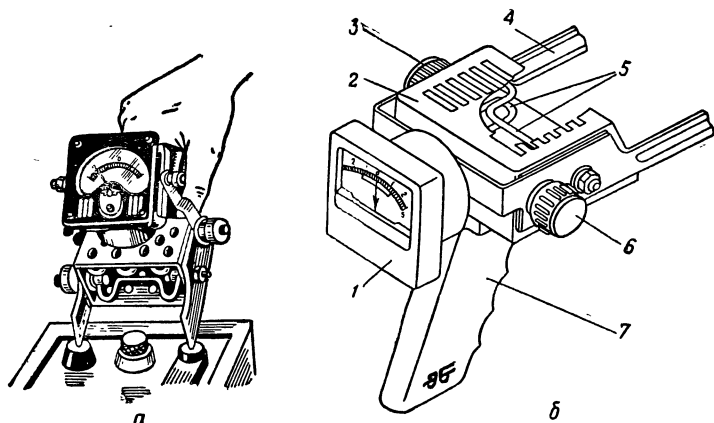


Рис. 4.5. Аккумуляторный пробник:
а — нагрузочная вилка ЛЭ-2; б — пробник модели Э108

Степень заряда аккумуляторов определяют по напряжению при разных разрядных токах с помощью аккумуляторного пробника (рис. 4.5) или по плотности электролита индикатором степени заряда ПЭ-2 (плотномер Эльшанского).

Контроль за работой аккумуляторов

Для эксплуатации батареи необходимо иметь:

денсиметр для измерения плотности электролита. Если батарея состоит из аккумуляторов в закрытых сосудах (стартерные, радионакальные), целесообразно применять денсиметр, помещенный в стеклянный цилиндр, снабженный резиновой трубкой и грушей, которые позволяют засасывать электролит из аккумулятора;

термометр для измерения температуры электролита;

вольтметр постоянного тока до 3 В;

стеклянную или фарфоровую кружку для доливки электролита;

перчатки, фартук, галоши и защитные очки;

грубошерстный костюм;

раствор соды от ожогов серной кислотой;

реактивов для проверки воды на содержание хлора (см. с. 141).

Кроме того, если батарея составлена из стационарных элементов в открытых сосудах, необходимо иметь взрывобезопасный переносный фонарь для просвечивания элементов при определении уровня шлама и степени коробления пластин, а также стекла для накрывания элементов. Размер стекол должен быть меньше размера аккумуляторной банки, чтобы собирающиеся на них капельки кислоты стекали в сосуд, а не на стеллаж.

Осмотр батарей необходимо проводить по утвержденному графику. При осмотре проверяют: напряжение на шинах и ток подзаряда; уровень электролита в сосудах (у аккумуляторов в закрытых банках — с помощью трубочки (см. с. 143); высоту осадка (шлама) в аккумуляторе со стеклянными банками; правильность положения покрывных стекол; целостность сосудов; наличие выделения пузырьков газа во всех элементах, а также признаков короткого замыкания (отсутствие газообразования или слабое его проявление

в отдельных элементах при обильном «кипении» других); не реже одного раза в месяц в контрольных элементах (примерно 2-4 на батарею) — напряжение, плотность электролита и температуру; чистоту сосудов, стеллажей помещения; состояние вентиляции и отопления.

Для предохранения от коррозии все выводы батареи следует смазывать вазелином. Обнаруженные соляные отложения и налеты необходимо счищать и металлические части покрывать вазелином.

Для уменьшения саморазряда периодически 1-2 раза в месяц следует протирать банки переносных аккумуляторов сухой ветошью и нейтрализовать места потеков электролита ветошью, смоченной 10%-ным раствором кальцинированной соды.

При осмотрах батарей стартерного типа 1 раз в 2-3 месяца прочищают вентиляционные отверстия в пробках или крышках.

4.3.3. Основные неисправности свинцовых аккумуляторных батарей и способы их устранения

1. **Повышенный саморазряд** проявляется в потере емкости. Нормальный саморазряд является результатом гальванических процессов внутри аккумулятора из-за наличия примесей в материале электродов и в электролите и не превышает обычно 0,7% емкости в сутки. Повышенный саморазряд в переносных аккумуляторах происходит из-за утечки тока по наружной поверхности крышек и сосудов, смачиваемых электролитом при небрежной заливке, или при газовыделении. Саморазряд по этой причине, особенно если поверхность еще и загрязнена пылью, может быть настолько большим, что батарея разряжается полностью в течение 10—20 дней.

Для устранения саморазряда необходимо очистить поверхность ветошью, смоченной дистиллированной водой, затем нейтрализовать щелочным 10%-ным раствором кальцинированной соды или нашатырного спирта (аммиачной воды); ветошь смочить раствором и тщательно протереть поверхность крышек и сосудов. При этом нужно внимательно следить, чтоб щелочной раствор не попал внутрь батареи и не загрязнил электролит. После нейтрализации сосуды вновь протирают влажной ветошью, а затем вытирают досуха.

Если после протирки поверхности саморазряд не снизился, необходимо провести анализ электролита из батареи и при обнаружении вредных примесей в количествах, превышающих допустимые (см. табл. 4.8), разрядить батарею и сменить электролит. После того как электролит вылит, каждый элемент заливают дистиллированной водой и дают постоять 1 час. Затем воду выливают, элемент опять заливают водой и через батарею в течение 2 часов пропускают слабый ток — примерно 1/10 от нормального. После этого воду выливают, батарею споласкивают дистиллированной водой, заливают электролитом нормальной плотности и ставят на нормальный заряд током 0,1 C_{20} .

Загрязненность электролита. Снижение емкости и повышенный саморазряд аккумуляторов часто происходит из-за наличия примесей в воде, которая добавляется в аккумуляторы, или в кислоте, используемой для приготовления электролита. Часто загрязнения попадают в аккумулятор при нарушении технологии ремонта, например при пайке перемычек припоем ПОС, при длительном контакте медных неизолированных проводов с увлажненным электролитом крышками батарей и t_1 p_1 .

Присутствие некоторых вредных примесей можно определить по внешним признакам:

хлор — запах хлора около элементов и отложение светло-серого шлама на дне сосуда;

медь — заметное газовыделение при покое и постоянном подзаряде;

марганец — во время заряда электролит приобретает светло-малиновый цвет;

Железо и азот по внешним признакам не обнаруживаются и могут быть выявлены только химическим анализом.

Во всех случаях обнаружения недопустимых примесей в электролите его нужно заменить. Для этого батарею разрядить, вылить электролит, залить проверенной на отсутствие хлора дистиллированной водой и поставить на 1 час на зарядку слабым током 0,05 C_{10} . Затем воду слить, залить качественным электролитом и зарядить нормальным зарядным током.

Отставание элементов характеризуется пониженным напряжением, а также — меньшей плотностью электролита отдельных элементов по сравнению с другими и возникает обычно вследствие недостаточного напряжения подзаряда, начальной стадии сульфатации пластин, короткого замыкания, наличия вредных примесей в электролите. При обнаружении отставания обязательно нужно сделать анализ электролита на наличие в нем хлора, железа, меди. В незапущенных случаях неисправность устраняется уравнительным зарядом или увеличением напряжения подзаряда.

Если отставание путем заряда отстающего элемента от постоянного источника не устраняется, отстающие элементы вырезают из батареи и заряжают до восстановления их емкости.

2. Короткие замыкания внутри аккумуляторов происходят, в основном, при разрушении сепараторов и через наросты губчатого свинца на кромках пластин. Признаками замыкания являются пониженное напряжение, сниженная плотность и емкость.

Часто причиной замыканий бывает высокий уровень шлама на дне сосудов, который, достигая нижней кромки электродов, создает проводящие мостики между ними.

Для устранения замыканий требуется разрядить батарею током 10-часового разряда до конечного напряжения и разобрать элемент. После устранения короткого замыкания — замены поврежденных сепараторов, срезания ножом наростов на пластинах, очистки сосудов и извлечения шлама, промывки пластин — элемент собирают и заряжают в режиме формовочного заряда.

3. Разрушение пластин характеризуется выкрашиванием и оползанием активной массы и коррозией решеток. Характерными признаками разрушения пластин являются резкое понижение емкости аккумулятора, малое время разряда и быстрое нарастание плотности электролита до нормальной при заряде. Электролит становится мутным и приобретает коричневую окраску. Причина разрушения пластин — систематические перезаряды, заряд током большой величины и повышение температуры. Систематические заряды чрезмерно малыми токами тоже могут быть причиной разрушения пластин (см. ниже). Сульфатация пластин также вызывает их разрушение, так как сернистый свинец имеет больший объем, чем перекись свинца и губчатый свинец.

Аккумуляторы с разрушенными пластинами к работе не пригодны и подлежат замене.

4. Сульфатация пластин — наиболее распространенное и опасное повреждение аккумуляторов. Как указывалось выше, образование сернистого свинца (сульфата свинца) $PbSO_4$ — нормальное следствие работы аккумулятора. Создающийся в нормальном режиме сернистый свинец имеет мелкокристаллическую структуру. В результате саморазряда при бездействии батареи, особенно при повышенной температуре и плотности электролита, кристаллы $PbSO_4$ имеют большие размеры. При соблюдении правил хранения батарей кристаллы все же распадаются под воздействием обычного заряда.

5. Глубокая сульфатация, как правило, является результатом неправильной эксплуатации аккумуляторных батарей и вызывается следующими основными причинами:

- недостаточное напряжение и ток подзаряда;
- повышенный саморазряд из-за коротких замыканий в элементах;
- наличие вредных примесей в электролите;
- чрезмерная концентрация и высокая температура электролита;
- систематические недозаряды батарей, работающих в режиме «заряд-разряд»;
- систематические глубокие разряды;
- частые заряды большими токами;
- длительное оставление разряженной батареи без заряда;
- длительный промежуток времени (более 6 часов) между заливкой новой несухозаряженной батареи электролитом и началом ее заряда.

При воздействии этих факторов сульфат свинца на пластинах переходит в крупнокристаллическую структуру и образует сплошную корку сернистого свинца. Интенсивное образование сульфата происходит также при соприкосновении пластин, смоченных электролитом, с воздухом вследствие оголения пластин из-за сниженного уровня электролита. Крупнокристаллический сульфат уже не распадается в процессе нормального заряда, и сульфатацию называют необратимой.

Активная масса положительных пластин, подвергшихся чрезмерной сульфатации, приобретает светло-коричневый оттенок с белыми пятнами сульфата. Иногда цвет остается темным, но присутствие крупнокристаллического сульфата определяется по твердой шероховатой поверхности. Активная масса сульфатированной положительной пластины растирается между пальцами, как песок.

Поверхность отрицательных пластин покрывается сплошным слоем сульфата свинца. Активный материал становится жестким, шероховатым, как бы песчаным на ощупь. На поверхности пластин не остается ясной металлической черты, если по ней провести ножом.

Так как крупнокристаллический сульфат плохой проводник электрического тока, при возникновении необратимой сульфатации повышается внутреннее сопротивление элемента. В результате этого зарядное напряжение возрастает до 3 В и сильно снижается напряжение при разряде. Крупные кристаллы закупоривают поры в активной массе, затрудняя доступ электролита во внутренние слои. Емкость аккумулятора становится значительно ниже нормальной. Эти признаки характерны для сульфатированных аккумуляторов.

Устранение сульфатации (десульфатация)

Прежде чем приступить к восстановлению сульфатированных элементов, необходимо устранить причину, вызвавшую сульфата-

цию,— ликвидировать короткое замыкание, сменить негодный электролит и т. п.

При глубокой сульфатации, когда пластины покрыты сплошной коркой сульфата, восстановление их невозможно, и пластины нужно заменить.

Если процесс сульфатации не слишком глубок, пластины можно восстановить зарядкой малыми токами в слабом растворе кислоты.

Десульфатация пластин стационарных батарей

При запущенной сульфатации применяется заряд элемента в дистиллированной воде.

Элемент разряжают до 1,8 В;

заливают дистиллированной водой и оставляют на 1 час в покое;

ставят на заряд таким током, чтоб напряжение не превышало 2,3 В.

По мере растворения сульфата плотность электролита будет повышаться. Когда она достигнет 1,12 г/см³, устанавливают ток, равный допустимому для данного электрода току разряда, и дальше заряд ведется до получения неизменной плотности электролита (около 1,21 г/см³) и сильного равномерного газовыделения.

Затем элемент разряжают 2 часа тем же током и повторно заряжают до неизменной плотности электролита и снова частично разряжают. Так повторяют до тех пор, пока пластины не приобретут нормальный цвет. После этого доводят плотность электролита до 1,21 г/см³ и заряжают еще 30 минут.

Десульфатация стартерных батарей

При небольшом зарядном токе в порах активной массы газов образуется мало, что облегчает доступ электролита к сульфату и способствует его переходу в активные вещества.

Для устранения незначительной сульфатации батарею заряжают в две ступени до постоянства плотности электролита и напряжения в течение 3 часов. После часового перерыва аккумулятор вновь ставят на заряд током второй ступени. При наступлении обильного газовыделения заряд прекращают. После часового перерыва его вновь включают на заряд и повторяют заряды с перерывами до тех пор, пока газовыделение не начнется сразу же после включения аккумулятора на заряд.

После такого заряда проводят разряд током 10-часового режима до напряжения 1,7 В и определяют отданную емкость. Если батарея отдает емкость меньше положенной, обработку повторяют.

В тяжелых случаях, для устранения запущенной сульфатации, аккумулятор разряжают током 10-часового режима до напряжения 1,7 В на элемент, выливают электролит и заливают дистиллированной водой. Затем заряжают током, равным 0,15 десятичасового разряда. Когда плотность электролита достигнет 1,1 г/см³, заряд прекращают, заменяют получившийся раствор дистиллированной водой и вновь продолжают заряд. Эти операции чередуют до тех пор, пока концентрация раствора не начнет повышаться. После этого раствор заменяют электролитом, соответствующим заряженному аккумулятору (см. табл. 4.7), и продолжают заряд до постоянства напряжения в течение 3 часов. За час до конца заряда корректируют плотность электролита доливкой дистиллированной воды. Затем батарею разряжают током 10-часового разряда и определяют отданную емкость. Если емкость восстановилась, батарею заряжают нормальным током и ставят в работу.

Если емкость восстановилась не полностью, вновь повторяют работу. Такой метод устранения сульфатации позволяет восстановить батарею, если не разрушена структура активной массы.

6. Чрезмерное выделение шлама

При загрязнении электролита железом и азотной кислотой и ее солями, а также при коротких замыканиях и неправильной эксплуатации (сильные перезаряды и глубокие разряды) от пластин отпадают частицы активной массы, образующие осадок (шлам), который, поднимаясь до пластин, может вызвать короткое замыкание.

Характерные признаки и причины появления шлама.

Шлам коричневого цвета, выпавший в короткое время, свидетельствует о чрезмерном зарядном токе или систематических длительных перезарядках. Шлам белого цвета выпадает при чрезмерной сульфатации и загрязнении электролита. Слоистый шлам (из чередующихся коричневых и светлых слоев) образуется при неравномерном режиме батареи и загрязнении воды хлором.

В соответствии с причинами, вызвавшими усиленное выделение шлама, должны приниматься и меры для их устранения.

Шлам удаляется из открытых сосудов с помощью насоса или сифона путем откачивания взмученного стеклянной палочкой электролита из предварительно разряженных на 50—60% емкости элементов. При этом должна соблюдаться осторожность, чтобы частичками шлама не вызвать замыкания. После откачки элементов нужно промыть дистиллированной водой.

Взамен вылитого электролита в банки заливается чистый, ибо нельзя долго держать оголенные пластины на воздухе.

Из переносных аккумуляторов шлам извлекают один раз в год, разбирая пластины и промывая сосуды и пластины предварительно разряженного аккумулятора.

7. Переполусовка аккумуляторов

Если батарея составлена из последовательно соединенных элементов разной емкости или у части элементов вырезаны или сульфатированы пластины, то при разряде батареи элементы, имеющие меньшую емкость, могут разрядиться до нуля, а остальные будут давать еще разрядный ток. Этот ток, протекая через разрядившиеся элементы от минуса к плюсу, начинает заряжать их в обратном направлении (минусовая пластина станет плюсом, а плюсовая — минусом). При этом в пластинах появляется смесь двуокиси свинца и губчатого свинца, происходит сильный саморазряд и образуется сульфатация. Отрицательные пластины темнеют и сильно разбухают. Такие элементы необходимо вырезать из батареи и подвергнуть нескольким тренировочным разрядам и зарядам.

Переполусовка может возникнуть также при ошибочном включении батареи на противоположные полюса (плюс на минус, минус на плюс) зарядных двигатель-генераторов или выпрямительных агрегатов старой конструкции, не имеющих защиты от неправильного включения. Необходимо внимательно следить за правильностью включения батареи на зарядку. Своевременно замеченная ошибка исправима. Переключив батарею на правильный режим зарядки, устраняют переполусовку электродов.

Если же переполусовка вызвана длительным неправильным включением, необходимо провести 2-3 цикла «заряд-разряд-заряд». В особо неблагоприятных случаях переполусованная батарея не восстанавливает емкости и полностью выходит из строя.

8. Пониженное сопротивление изоляции батареи вызывает саморазряд. Оно чаще всего возникает из-за загрязнения поверхности аккумуляторов, попадания электролита на крышки и наружные стенки сосудов и на стеллажи. При обнаружении течи электролита из трещин в баке, его надо заменить.

Трещины в укупорочной мастике устраняются расплавлением ее слабым пламенем газовой горелки или паяльной лампы.

Предупреждение: работу необходимо проводить вне аккумуляторного помещения. Батарею нужно разрядить, оставить на 1-2 часа в покое с открытыми пробками, затем продуть воздухом, чтоб удалить остатки газов и не допустить взрыва гремучей смеси. Расплавление нужно вести осторожно, чтоб не возгорались крошки баков и крышек.

9. Трещины в моноблоках и эбонитовых сосудах

Повреждение моноблоков и сосудов вызывает течь электролита, загрязнение аккумуляторного помещения и создает условия для саморазряда батареи. Кроме того, испаряющаяся серная кислота вредна для обслуживающего персонала. Особо опасны для аккумуляторов трещины в междуэлементных перегородках моноблоков. Контакт электролитов соседних элементов создает пути для усиленного саморазряда. При больших трещинах ток саморазряда достигает величины короткого замыкания, напряжение батареи снижается на 4 В, и электроды сульфатируются или полностью разрушаются.

Поврежденные моноблоки стартерных батарей, как правило, ремонтировать нецелесообразно, особенно при наличии трещин в межэлементных перегородках. Если заменить моноблок новым невозможно, ремонт может быть эффективным в случае, когда аккумулятор будет использоваться в стационарных условиях (не подвергается ударам и тряске).

Подлежащий ремонту моноблок тщательно промывают проточной водой и просушивают при комнатной температуре в течение 3-4 часов. Допускается сушка в шкафах при температуре не выше 60 °С.

Для заделки сквозных трещин последние засверливаются по концам сверлом диаметром 3-4 мм. Трещины разделяют напильником или стамеской на глубину 3-4 мм. В моноблоках с кислотостойкими вставками сверление и разделка трещин производится только на глубину асфальтопечевой массы и только с внешней стороны. Эбонитовые блоки разделяют с обеих сторон. Разделанную трещину зачищают наждачной бумагой до создания шероховатой поверхности шириной по 10—15 мм с обеих сторон трещины. Затем зачищенные места обезжириваются салфеткой, смоченной в ацетоне, и просушиваются в течение 5-6 минут.

Для заделки трещин применяют клей по одному из указанных ниже рецептов.

1. Смешивают 100 г эпоксидной смолы ЭД-6, 10—15 г пластификатора дибутилфталата. В полученную смесь добавляют 50 г асфальтопечевой муки, полученной из выбракованных моноблоков, тщательно перемешивают и добавляют 8-10 г отвердителя (полиэтиленполиамин). Данный состав для хранения не пригоден и должен использоваться немедленно.

2. В 1 л этилацетата или растворителя КР-36 растворяют 300 г полистирола. Клей в плотно закрытом сосуде может длительно сохраняться.

Клей наносят на подготовленную поверхность трещины и сушат при комнатной температуре до затвердения.

Отремонтированный моноблок следует испытать на герметичность с помощью специального прибора [Л.2].

При проверке моноблоков на пробой необходимо соблюдать особую осторожность и ни в коем случае не держать оба электрода в руках [Л.3 рис. 6.7], так как это может привести к поражению электрическим током.

Перепайка и правка пластин

При сильном короблении пластин (особенно положительных) в результате неправильной эксплуатации, загрязнения электролита или коротких замыканий необходимо перебрать аккумуляторы и выправить пластины. Делать это следует, разрядив аккумуляторы. Отрицательные пластины нужно немедленно погрузить в дистиллированную воду, чтобы удалить из них кислоту, и, только сменив воду два-три раза, можно держать их на воздухе. Заряженные отрицательные пластины на воздухе сильно нагреваются и приходят в негодность. Вынимая положительные пластины, нужно следить, чтобы они не касались отрицательных. Для выравнивания вырезанные положительные пластины закладывают между двумя гладкими досками, а затем постепенно и осторожно нагружают грузом. Ударять молотком и резко нажимать на пластины ни в коем случае нельзя, так как вследствие хрупкости они могут ломаться.

Пайка пластин в помещении аккумуляторной батареи во время зарядки категорически запрещается! Паять их можно не раньше, чем через два часа после окончания заряда и при непрерывной работе вентиляции.

Паять соединения стационарных батарей следует с помощью водородного пламени или электрическим угольным нагревателем. Эту работу может выполнять только специально обученный персонал.

Пайка небольших аккумуляторов (стартерных, накальных и т. п.) может производиться обычным паяльником, но без применения оловянных припоев и кислоты, которые загрязняют аккумулятор и приводят к его саморазряду и порче. Очищенным от олова паяльником расплавляется палочка или полоска чистого свинца, который, попадая в шов, сваривает между собой свинцовые детали аккумулятора. Необходимо тщательно следить, чтобы расплавленный свинец не создавал нитей, которые, попав в элемент, могут вызвать замыкание. Проварить нужно все сечение выводов и перемычек, чтоб не снижалась их проводимость.

4.3.4. Эксплуатация щелочных аккумуляторов

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Корпусы элементов должны быть защищены от ржавления окраской щелочестойким лаком и смазкой вазелином.

В помещениях аккумуляторных батарей нужно поддерживать температуру $+15 \div +25^{\circ}\text{C}$.

Никель-кадмиевые аккумуляторы могут работать при температуре от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Никель-железные предназначены для работы в условиях от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

Щелочные аккумуляторы следует оберегать от попадания кислоты, которая даже в небольших количествах быстро повреждает их. Поэтому совместная установка щелочных и кислотных аккумуляторов в одном помещении не допускается.

Отдельные элементы нужно устанавливать на стеллажах на фарфоровых роликах или на стеклянных трубках, уложенных в выемки стеллажей. Так как корпус аккумулятора является одним полюсом элемента, необходимо исключить возможность прикосновения друг к другу корпусов соседних сосудов и касания соединительных перемычек к корпусам (это приводит к короткому замыканию).

При последовательном соединении элементов батареи нужно комплектовать из аккумуляторов одного типа и одинаковой емкости.

ЭЛЕКТРОЛИТ

Для работы щелочных аккумуляторов НК и НЖ при положительных температурах в качестве электролита применяется водный раствор едкого кали (KOH) плотностью 1,19—1,21 г/см³ с добавкой моногидрата гидроокиси лития (LiOH·H₂O) в количестве 20 г/л или 10 г/л едкого лития (LiOH).

В тяговых аккумуляторах ТНЖ применяется раствор едкого натра (NaOH) такой же плотности. При температуре от —15°С до 35°С применяют раствор KOH плотностью 1,19—1,20 г/см³ с добавкой LiOH. При отрицательных температурах ниже —15°С используют водные растворы KOH плотностью 1,26—1,28 г/см³ без добавок.

В аккумуляторах КН-14 при положительных температурах электролитом служит раствор KOH плотностью 1,14—1,16 г/см³ с добавкой 10 г/л LiOH·H₂O или 5 г/л LiOH. При отрицательных температурах — раствор KOH плотностью 1,25—1,27 г/см³ без добавок.

Добавка едкого лития или моногидрата увеличивает срок службы аккумулятора в 2-3 раза.

В качестве заменителя едкого кали для аккумуляторов НК и НЖ допускается применение едкого натра NaOH (каустическая сода) плотностью 1,17—1,19 г/см³ с добавкой моногидрата гидроокиси лития в таких же количествах, как указано для KOH.

Щелочь для приготовления электролита должна быть белого цвета с легким зеленоватым оттенком. Окрашенная в бурый или желтый цвет для электролита не годится.

Вода для изготовления электролита употребляется дистиллированная или полученная из растаявшего снега. В крайнем случае можно применять дождевую воду, собранную с чистой поверхности. Вредны для щелочных аккумуляторов примеси: хлор, аммиак (нашатырный спирт), металлы и органические вещества.

Проверка воды на хлор производится азотнокислым серебром (см. с. 141). Жесткая, соленая и окрашенная вода для приготовления электролита не годится.

Проверка на кальций делается в пробирке прибавлением к воде 10 капель раствора едкого кали или натра. Если через 2-3 минуты образуется муть или осадок, значит, в воде содержится кальций. Для очистки такой воды на 5 литров ее прибавляется

одна столовая ложка отработанного щелочного электролита и вода тщательно перемешивается. После выпадения осадка чистую воду сливают и применяют для растворения щелочи.

Растворять щелочь можно в чистой стальной посуде. Применение керамической, алюминиевой, луженой, оцинкованной, медной или свинцовой посуды недопустимо, так как щелочь растворяет их, и аккумуляторы будут испорчены. Пользоваться стеклянной посудой не следует, так как при растворении щелочи выделяется много тепла и стекло может лопнуть, а разлившаяся щелочь может причинить ожоги.

Щелочь должна храниться в герметически закупоренных (запаянных) банках. В открытом виде, при соприкосновении с воздухом, она поглощает углекислый газ и портится (покрывается кристаллами поташа или кальцинированной соды).

При изготовлении электролита нужно пользоваться очками, резиновым фартуком и резиновыми перчатками.

Если куски щелочи покрыты коркой поташа или соды, следует очень осторожно (в очках и перчатках) соскоблить ее ножом. Помните, что попавшая в глаз крупинка щелочи может стать причиной слепоты. На участке, где работают с электролитом, всегда должен быть 3%-ный раствор борной кислоты для нейтрализации щелочи, попавшей на кожу или в глаз.

Раствор нужно готовить по денсиметру, дав жидкости остыть. Ориентировочно для приготовления раствора едкого кали плотностью 1,19—1,21 требуется одна весовая часть твердого КОН на три весовые части воды, а для приготовления электролита плотностью 1,17—1,19 из едкого натра необходима одна весовая часть твердого NaOH на 4,5 весовых частей воды.

Количество воды для приготовления электролита разной плотности указано в табл. 4.14.

Таблица 4.14. Расход воды
для приготовления электролита разной плотности

Наименование	Требуемая плотность электролита из КОН, г/см ³				Требуемая плотность электролита из NaOH, г/см ³		
	1,19	1,20	1,21	1,22	1,17	1,18	1,19
Количество воды, л, на 1 кг твердой щелочи	2,9	2,8	2,6	2,5	4,8	4,6	4,3
Выход электролита, л	3,3	3,2	3,0	2,9	5	4,7	4,4

Приготовленному электролиту дают отстояться несколько часов до полного осветления и сливают в бутыл с плотной пробкой. К этому раствору добавляют и необходимое количество едкого лития. Осадок, содержащий вредные примеси, нужно выбросить (не в канализацию и подальше от водоемов!).

Для изготовления электролита можно пользоваться раствором едкой щелочи повышенной концентрации, разбавляя его водой.

Нужное количество воды в зависимости от концентрации раствора и пример его определения приведены в табл. 4.15.

**Таблица 4.15. Количество воды
на 1 литр концентрированного раствора для приготовления
электролита нужной плотности**

Плотность имеюще- гося кон- центриро- ванного раствора, г/см ³	Требуемая плотность электролита, г/см ³						
	1,18	1,19	1,20	1,21	1,25	1,26	1,27
	количество воды, см ³						
1,22	225	155	95	45	—	—	—
1,23	280	205	145	90	—	—	—
1,24	345	265	200	145	—	—	—
1,25	395	315	245	185	—	—	—
1,26	455	370	295	240	40	—	—
1,27	510	420	345	285	80	40	—
1,28	560	470	395	330	120	75	35
1,29	625	530	450	385	165	120	80
1,30	680	580	500	430	205	155	115
1,32	800	695	605	535	290	240	195
1,34	930	820	725	640	390	330	280
1,37	1100	990	885	800	520	455	405
1,40	1265	1150	1040	950	640	575	520
1,41	1335	1215	1100	1005	690	625	565
1,42	1400	1270	1150	1050	730	660	600
1,44	1540	1400	1280	1170	825	755	700
1,48	1810	1665	1525	1410	1035	950	880
1,51	2030	1870	1730	1600	1200	1100	1030
1,53	2155	2000	1840	1715	1290	1200	1120
1,56	2370	2200	2030	1900	1450	1350	1260
1,58	2510	2340	2165	2025	1555	1455	1365
1,60	2660	2490	2320	2150	1670	1560	1470

Пример: имеется раствор щелочи плотностью 1,37 г/см³. Необходимо получить — 1,20 г/см³.

В горизонтальной строке 1,37 против вертикальной графы 1,20 находим число 885 — т. е., прибавив к 1 л концентрированного раствора плотностью 1,37 г/см³ 0,885 л воды, получим 1,885 л электролита плотностью 1,2 г/см³.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ НОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

При поступлении аккумуляторов их осматривают, чтоб убедиться в отсутствии механических повреждений — целости бортов, крышек, чехлов, пробок, клапанов, отсутствии вмятин. Аккумуляторы протирают от грязи и собирают в батареи, не допуская замыканий и соприкосновения корпусов.

ЗАЛИВКА ЭЛЕМЕНТОВ

Аккумуляторы следует заливать отстоявшимся, осветленным электролитом на 15—30 мм выше уровня электродов. Для проверки уровня электролита пользуются стеклянной трубкой диаметром 4—

5 мм, как описано на с. 143. Примерное количество электролита указано в табл. 4.3. и 4.5.

Чтобы предохранить электролит от проникновения углекислоты через неплотность в сальниках, верхнюю крышку до заполнения электролитом заливают смесью из 60% парафина, 20% вазелина и 20% канифоли. Слой заливки должен быть ниже бортов крышки, чтобы оставалось корытце, препятствующее растеканию электролита по стенкам элемента. Пробки (клапаны) всегда должны быть закрыты.

Температура заливаемого электролита не должна превышать 25—30 °С.

Заливают электролит осторожно, с помощью фарфоровых или стеклянных воронок, чтоб не пролить на крышки и в батарейные ящики, так как это может вызвать повышенный самозаряд.

Во избежание коррозии ламельной ленты при транспортировке и хранении в неформированные тяговые аккумуляторы на заводе-изготовителе засыпается сухая щелочь. При подготовке к работе эта щелочь не высыпается и не учитывается при заливке электролитом.

После заливки аккумулятору дают отстояться в течение 2 часов, чтобы пропитались электроды, замеряют уровень электролита, доливают при необходимости и измеряют вольтметром напряжение каждого аккумулятора. Если у отдельных аккумуляторов ЭДС равна нулю, их отмечают для дальнейшей проверки.

ПЕРВЫЙ ЗАРЯД БАТАРЕИ

Если при осмотре аккумуляторов с ЭДС, равной нулю, не обнаружено короткого замыкания, батарею ставят на заряд. Аккумуляторы с ЭДС, равной нулю, подлежат специальной обработке по восстановлению емкости.

Первый заряд никель-железных и никель-кадмиевых аккумуляторов проводят нормальным зарядным током (см. табл. 4.4 и 4.5) в течение 12 часов (для тяговых батарей см. ниже). После перерыва в 1-2 часа разряжают 5-часовым разрядным током до напряжения 1 В. По окончании разряда батареи дают постоять 1-2 часа и приступают к нормальному заряду.

ПЕРВЫЙ ЗАРЯД И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ ТЯГОВЫХ БАТАРЕЙ

Подготовка к работе тяговых аккумуляторов включает в себя 5 тренировочных и один контрольный цикл «заряд-разряд» для полного формирования электродов.

Первый заряд начинают через 2 часа после заливки батареи электролитом и ведут его током, указанным в табл. 4.4, в течение 10 часов для батарей ТНЖ-300, 320 и 525, в течение 12 часов для батарей ТНЖ-950.

Во время заряда через каждые 2 часа проверяют температуру электролита, не допуская превышения 45 °С. Если обнаружен перегрев, заряд прекращают на 2 часа, так как в этом случае батарея теряет емкость и сокращается срок ее службы.

Через 10 минут после начала заряда замеряют напряжение на каждом аккумуляторе. Заряд допускается проводить при возвращенных пробках. По окончании делают перерыв не менее 0,5 и не более 2 часов и проводят тренировочный разряд пятичасовым

током разряда в течение 4-5 часов, не допуская напряжения ниже 1 В на аккумулятор. Для этого примерно после четырех часов разряда каждые 10—15 минут замеряют напряжение и прекращают разряд, когда напряжение упадет до 1 В.

После пяти циклов проводится контрольный цикл: заряд в течение 7 часов зарядным током, указанным в табл. 4.4 (батареи ТНЖ-950 заряжают в течение 8 часов током 190 А), и разряд пятичасовым разрядным током до напряжения 1 В.

По результатам контрольного разряда (ток и время) подсчитывают полученную от батареи емкость.

Батарея считается пригодной для эксплуатации, если емкость составляет 70% паспортной. Аккумуляторы, емкость которых ниже 70% паспортной, подлежат восстановительной обработке.

НОРМАЛЬНЫЙ ЗАРЯД БАТАРЕИ

В процессе эксплуатации батарею ставят на заряд после того, как напряжение снизилось до 1 В. Далее понижать напряжение нельзя, так как это укорачивает срок службы аккумуляторов.

Перед постановкой на заряд батарею протирают от грязи и разлитого электролита. Заряд проводят нормальным зарядным током, приведенным в табл. 4.4, в течение времени, указанного в той же таблице. Этот ток равен примерно 1/4 от емкости аккумулятора в ампер-часах.

В отличие от свинцовых аккумуляторов снижать зарядный ток против нормального не рекомендуется. Щелочной аккумулятор лучше перезарядить, чем недозарядить. Допускается при необходимости ускоренная зарядка: 2,5 часа двойным зарядным током и следующие 2 часа нормальным током заряда.

В исключительных случаях (например, при повреждении зарядного агрегата) допускается проводить заряд меньшей силой тока (но не менее 50% нормального) при условии сохранения зарядной емкости, т. е. в течение более длительного времени.

Категорически запрещается проводить заряд аккумуляторов при уровне электролита менее 15 мм над электродами.

При зарядке нужно строго следить за температурой электролита, не допуская повышения ее сверх +35 °С для КОН и сверх 45 °С для NaOH. При достижении такой температуры надо прервать зарядку и дать батарее остыть.

Зарядку следует вести при вывернутых пробках, а после окончания ее немедленно их закрывать. О конце зарядки можно судить по времени заряда и прекращению роста напряжения сверх 1,1—1,15 В.

В отличие от свинцовых аккумуляторов «кипение» элементов начинается немедленно после включения зарядного тока. Поэтому при зарядке необходимо усиленно вентилировать помещение.

УСИЛЕННЫЙ ЗАРЯД

При обычных зарядах емкость пластин восстанавливается не полностью. Для полного восстановления активного вещества на пластинах необходимо 1 раз в месяц проводить усиленный заряд нормальным зарядным током в течение 12 часов.

РАЗРЯД АККУМУЛЯТОРОВ

Разряжать аккумуляторы наиболее целесообразно нормальным током восьмичасового режима. Щелочные аккумуляторы допускают большие перегрузки и менее чувствительны к коротким замыканиям, однако при таких режимах нужно следить за температурой электролита.

Основным показателем разряда является напряжение. При разрядке восьмичасовым током конечное напряжение на элемент составляет 1,1 вольт, при пятичасовом режиме разряда оно снижается до 1 вольта, при трехчасовом — до 0,8 и при одночасовом — до 0,5 вольта на элемент. Если напряжение достигает этих величин раньше чем через 8, 5, 3 и 1 час разряда соответствующим током, значит, элемент потерял часть емкости и подлежит восстановительной обработке.

ХРАНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ

Неработающие сухие аккумуляторы хранят в вертикальном положении в сухом помещении при положительной температуре от 1 до 40 °С. Кратковременно — до 1 месяца — допускается хранить аккумуляторы в неотапливаемом помещении.

Аккумуляторы, находящиеся в эксплуатации, перед постановкой на длительное хранение разряжают током нормального 8-часового режима до 1 В, выливают электролит и плотно закрывают пробками. Промывать аккумуляторы водой перед хранением запрещается, так как они подвергнутся коррозии и выйдут из строя. Снаружи аккумуляторы протирают сухой ветошью и смазывают металлические части тонким слоем вазелина.

Нарушенные участки битумного покрытия надо восстанавливать или покрывать щелочестойким лаком.

Аккумуляторы, периодически бездействующие несколько месяцев, можно хранить в разряженном или полуразряженном состоянии.

Допускается хранение никель-кадмиевых аккумуляторов в течение 6 мес. в заряженном состоянии при температуре 20 ± 5 °С. Некрашенные поверхности следует покрыть консервационной смазкой НГ-204.

4.3.5. Устранение неисправностей щелочных аккумуляторов

Таблица 4.16. Характерные неисправности и методы устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
1	2	3
Пониженная емкость	Повышенное количество карбонатов (более 70 г/л) вследствие длительного использования электролита	Сменить электролит Устранить подсосы воздуха в аккумулятор

1	2	3
Усиленный саморазряд	Систематический недозаряд	Усиленный заряд
	Применение электролита без лития	Сменить электролит
	Систематические глубокие разряды	Усиленный заряд
	Низкая концентрация серы в активной массе	Ввести сернистый натрий
	Примеси в электролите	Сменить электролит
	Короткое замыкание в аккумуляторе	Промыть аккумулятор
	Плотность электролита не соответствует норме	Довести плотность до требуемой величины
	Загрязнение электролита	Сменить электролит
Сильный нагрев аккумулятора	Утечки по поверхности аккумуляторов, стеллажей и в проводке	Почистить от грязи и отложений соли, промыть стеллажи, промыть и высушить изоляционные чехлы
		Замерить сопротивление изоляции и устранить пути утечки
	Чрезмерный ток	Уменьшить ток
	Плохой контакт на зажимах и перемычках	Очистить контакты, подтянуть гайки
	Электролит не покрывает электродов	В зависимости от плотности электролита долить дистиллированной водой или электролитом до требуемого уровня (15—30 мм над электродами).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕМКОСТИ

Потеря емкости происходит вследствие накопления карбонатов (углекислых солей), из-за длительной работы на одном КОН или NaOH, систематического недозаряда, длительного разряда слишком слабым током и наличия примесей в электролите.

Емкость, снизившаяся из-за накопления углекислых солей, восстанавливается заменой электролита.

Снижение емкости положительных электродов из-за длительной работы на КОН ликвидируется двукратной промывкой предварительно разряженного аккумулятора раствором едкого натра плотностью 1,17 и последующим двукратным усиленным зарядом. После каждого заряда осуществляется разряд по восьмичасовому ре-

жиму с доведением напряжения не ниже 1 В на элемент. По окончании двух таких циклов электролит заменяется свежим, и снова производится два цикла заряда и разряда, после чего дается нормальный семичасовой заряд.

Если у аккумуляторов, признанных негодными и длительно бездействовавших, потеряна очень большая часть емкости, хорошие результаты дает перевод их на составной электролит. Аккумуляторы заливаются на сутки дистиллированной водой, затем прополаскиваются и наполняются свежим раствором. NaOH плотностью 1,20 или КОН плотностью 1,22. После этого они включаются на заряд нормальным током. При этом измеряется напряжение каждого элемента. Элементы, напряжение на которых поднимается выше 0,2 вольта, продолжают заряжать, а короткозамкнутые отключают.

При восстановлении емкости элементов, находящихся в эксплуатации, электролит заменяется свежим раствором NaOH плотностью 1,18 или раствором КОН плотностью 1,19.

Вначале дают три цикла заряда и разряда, причем заряд производится 12 часов нормальным током, а разряд в течение 3 часов восьмичасовым током. Элементы, у которых напряжение достигло 1 В и выше, опорожняют от электролита, прополаскивают дистиллированной водой и заливают составным электролитом — раствором КОН плотностью 1,21—1,22 с добавкой 60 г моногидрата едкого лития на литр электролита или раствором NaOH плотностью 1,20—1,21 с добавкой 30 г/л моногидрата едкого лития.

Аккумуляторам дают постоять 6 часов для поглощения электролита, затем проводят заряд нормальным током в течение 12 часов и разряд восьмичасовым током в течение 4 часов. После этого батарея снова заряжается нормальным током в продолжение 12 часов и разряжается восьмичасовым током в течение 8 часов, а после этого подвергается нормальному заряду.

После нескольких эксплуатационных циклов заряда и разряда емкость батареи восстанавливается.

У восстановленных аккумуляторов через год электролит заменяется нормальным, т. е. содержащим 20 г моногидрата едкого лития на один литр.

Емкость аккумуляторов, потерявших ее в результате неправильного режима заряда и разряда, восстанавливается несколькими циклами глубоких зарядов.

Электролит с вредными примесями заменяется свежим, после многократной промывки водой, затем проводится цикл глубоких зарядов.

АКТИВАЦИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Наблюдаются случаи, когда ранее не работавшие аккумуляторы не отдают гарантированной емкости. Причиной является ухудшение характеристик отрицательного электрода. Такое же явление наблюдается после длительной работы аккумулятора.

Для активизации отрицательного электрода в электролит нужно ввести сернистый натрий $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

На каждый литр электролита требуется 25 г сернистого натрия марки «ЧДА» (чистый для анализа) или «реактивный». Растворя-

ют сернистый натрий в необходимом количестве электролита и дают отстояться не более суток.

Осветленный электролит сливают с осадка, заливают в аккумуляторы и приводят их в действие (см. с. 161).

УСТРАНЕНИЕ ПОВЫШЕННОГО САМОРАЗРЯДА

Естественный саморазряд для щелочных аккумуляторов составляет 20—40% емкости за месяц и дальше почти не увеличивается.

При загрязнении электролита медью или оловом, утечках тока и внутренних коротких замыканиях замена электролита и промывка элементов производится так, как указано выше.

Чтобы ликвидировать утечки и замыкания, необходимо тщательно осматривать и очищать детали батареи от грязи, отложений солей и других видов загрязнений, создающих токопроводящие мостики между выводами или корпусами элементов.

Следует всегда внимательно следить за изоляцией каждой банки, по возможности не допускать пропитки ящиков и стеллажей электролитом.

ЗАМЕНА ЭЛЕКТРОЛИТА

В процессе эксплуатации батарей электролит поглощает из воздуха углекислый газ, и в нем образуются карбонаты, увеличивающие внутреннее сопротивление аккумуляторов.

Емкость аккумуляторов снижается, хотя плотность электролита за счет наличия карбонатов остается в норме.

При обнаружении пониженной емкости аккумуляторов, ниже 70% от номинальной, нужно в химлаборатории проверить электролит на содержание карбонатов.

При содержании карбонатов около 70 г/л заменить электролит. Обычно электролит заменяется один раз в 8—12 месяцев, а электролит без моногидрата окиси лития — один раз в полгода.

Для замены электролита батарею полностью разряжают и потом замыкают накоротко на 1-2 часа. После этого из элементов выливают часть раствора, взбалтывают их и выливают остальной раствор. Затем 2-3 раза споласкивают теплой подщелоченной водой, энергично встряхивая.

Элементы нужно немедленно заполнить свежим электролитом и поставить на усиленную зарядку. Оставлять щелочные аккумуляторы без электролита больше чем на 30—60 минут не разрешается.

При замене электролита нужно также промыть, почистить и высушить изоляционные чехлы тяговых аккумуляторов.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЛИТА

Старый электролит, вылитый из аккумуляторов, можно сделать пригодным для дальнейшего использования. При регенерации он освобождается от карбонатов путем осаждения гидратом окиси бария $Ba(OH)_2$.

По результатам анализа на содержание карбонатов определяют нужное количество гидрата окиси бария.

Чтобы не создавать избытка бария в электролите, для регенерации принимается 2,82 грамма $Ba(OH)_2$ на 1 грамм карбонатов.

Работа по регенерации должна проводиться силами лаборатории.

4.4. ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для зарядки, подзарядки и формирования аккумуляторных батарей применяют специальные зарядные устройства, обеспечивающие необходимый режим заряда и удовлетворяющие специальным требованиям, обусловленным изменяющимся в процессе заряда напряжением аккумуляторов.

В качестве зарядных устройств применяются полупроводниковые агрегаты и вращающиеся преобразователи — двигатель-генераторы.

Полупроводниковые выпрямительные установки

Наибольшее распространение получили выпрямительные агрегаты на полупроводниках, смонтированные в шкафах с электронной защитой и автоматическим регулированием напряжения и стабилизацией силы тока заряда.

Коэффициент полезного действия полупроводниковых выпрямительных агрегатов разного типа находится в пределах 0,7—0,9. Коэффициент мощности — 0,68—0,8.

Современные зарядные агрегаты должны предусматривать защиту от короткого замыкания на выводах выпрямленного тока, защиту от ошибочного включения зажимов $+$ и $-$ аккумуляторной батареи на противоположные полюса агрегата, автоматическую стабилизацию зарядного тока при колебании напряжения питающей сети до $\pm 10\%$ от номинального значения.

Все полупроводниковые выпрямители подключаются к сети питающего напряжения через силовые трансформаторы, что обеспечивает безопасность установки и исключает попадание потенциала сети переменного тока в цепи выпрямленного напряжения.

Для зарядки свинцовых стартерных аккумуляторных батарей 6 или 12 В легковых автомобилей, мотоциклов и мотороллеров, а также в качестве источника постоянного тока применяют выпрямительные зарядные агрегаты типа ВАЗ-6/12-6 и ЗРУ 12/6-6.

Агрегат ВАЗ-6/12-6 представляет собой выпрямитель, выполненный по двухполупериодной схеме с плавным ручным регулированием тока и автоматической стабилизацией зарядного тока при колебании напряжения питающей сети. Выпрямленное напряжение (и, соответственно, величина зарядного тока) регулируется изменением момента (фазы) отпирания тиристоров, задаваемым регулировочным резистором. Агрегат обеспечивает электронную защиту при коротком замыкании на выходных зажимах и при ошибочном (встречном по полярности) присоединении аккумуляторной батареи.

Агрегат допускает питание нагрузки постоянного тока мощностью до 80 Вт. Для этого переключатель режимов работы (тумблер В) устанавливают в положение «Активная нагрузка». Следует учитывать, что в этом режиме электронная защита на выходе отключается и защита от короткого замыкания осуществляется только предохранителем Пр.

Переносное зарядное устройство типа ЗРУ 12/6-6 кроме зарядки аккумуляторов позволяет проводить тренировочные и контрольные зарядно-разрядные циклы, подключать электрический вулканизатор, переносное освещение или паяльник на 6 либо 12 В. Схема устройства проще чем у ВА3-6/12-6, не содержит элементов автоматической стабилизации тока и электронной защиты.

Устройство можно сделать своими силами. Данные приведены на рис. 4.6 и в табл. 4.17.

Силовые трансформаторы изготавливают на стальном сердечнике типа Ш-25. Толщина набора 45 мм, дроссели — на □-образном сердечнике.

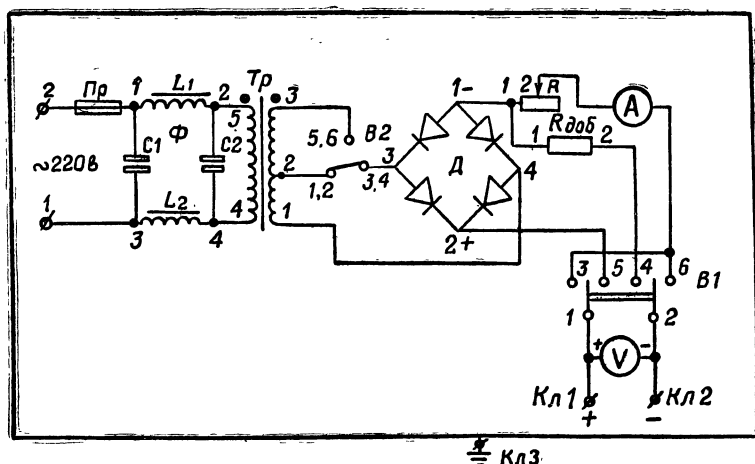
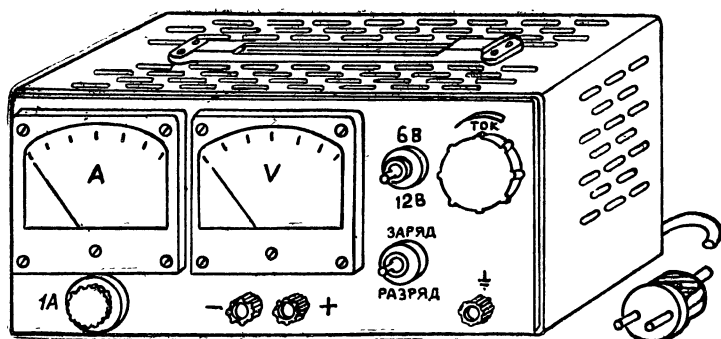


Рис. 4.6. Принципиальная схема выпрямительного зарядного устройства ЗРУ 12/6-6:

Д — диоды Д242; R — регулировочный реостат на 10А; А — амперметр М4203 на 10 А с шунтом ШС-75-10-0,5; Ф — помехоподавляющий фильтр

Таблица 4.17. Силовые трансформаторы

Выходы	Марка провода	Число витков	Диаметр провода, мм
Силовой трансформатор			
1—2	ПБД	40	1,95
2—3	»	40	1,95
5—4	ПЭТВ; ПЭЛ	968	0,51

При формировке аккумуляторов напряжение регулируется от 2 до 8 В специальным регулятором напряжения.

Для заряда и подзаряда стационарных аккумуляторных батарей на подстанциях всех категорий, а также для формирования отдельных аккумуляторов применяют выпрямительные зарядно-подзарядные агрегаты типа ВАЗП.

Для буферного питания аппаратуры связи и заряда кислотных аккумуляторных батарей применяются выпрямительные устройства серии ВУК (табл. 4.18).

Таблица 4.18. Зарядные выпрямительные установки

Тип	Напряжение питания, В	Пределы уставки зарядного тока, А	Напряжение на выходе, В	
			начало заряда	конец заряда
1	2	3	4	5
УЗА-60—32 (42; 52)	380	24—60	24	32 (42; 52)
УЗА-90—32 (68)	»	36—90	24	32 (68)
УЗА-80—42 (75)	»	58—80	30	42 (75)
УЗА-70—68 (105)	»	50—70	46	68 (105)
УЗА-120—68	»	92—120	46	68
УЗА-190—68	»	160—190	46	68
УЗА-150—80 ¹	380, три фазы	55—150	32	50—80
УЗА-80—110 ²	То же	32—80	—	110
ВАЗ-70—150	220/380	60—150	30	70
ВАЗ-6/12—6 ³	220	0,1—6		
ВЗУ ³	127/220	5	6/12	—
ВАЗП-380/260—40/80	380	40 80		390 260

1	2	3	4	5
ВУК-36/60 ⁴	380 В 3 фазы с нулем	6—60	26	36
ВУК-90/25 ⁴ ВУК-67/600 ⁵	То же »	1,3—25 30—600	56 58	90 67
ВБ-24/3—3 ⁶ ВБ-24/6—3 ⁶	220 220	10 5		24 24
ЗРУ-12/6—6 ⁷	220	6	—	6—12
ВАКС-2,75—30	220/380	92	—	30
ВАКЗ-2—40—2И	380	25; 13; 17		14—40
ВАК-13Б; ВАК-14Б ВАК-16Б	110, 127, 220 » »	0,4—2,3 1,2 1,2	— — —	6,4—12,2 0,4—2,3 6,6—12

¹ Для щелочных аккумуляторов емкостью 250—600 А.

² Для кислотных аккумуляторов емкостью 160—350 А.

³ Для стартерных кислотных аккумуляторов.

⁴ Для буферного питания аппаратуры связи и заряда кислотных аккумуляторных батарей.

⁵ Для буферного питания АТС совместно с кислотной аккумуляторной батареей.

⁶ Для питания телефонных станций небольшой емкости, заряда аккумуляторов и буферной работы с аккумуляторными батареями без постоянного обслуживающего персонала.

⁷ Переносный зарядный агрегат.

Машинные преобразователи

Для преобразования трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В в постоянный применяются двухмашинные агрегаты, состоящие из асинхронного двигателя и генератора постоянного тока с регулятором напряжения.

Генераторы для зарядки аккумуляторов должны иметь параллельную схему соединения обмотки возбуждения. Генераторы со смешанным возбуждением в качестве зарядных обычно не применяются.

Двухмашинные агрегаты с генераторами постоянного тока используются также для питания потребителей постоянного тока производственного назначения — электродвигателей деревообрабатывающих и металлообрабатывающих станков, кранов и т. д.

Технические данные двухмашинных преобразовательных агрегатов приведены в табл. 4.19.

Таблица 4.19. Двухмашинные преобразовательные агрегаты

Двигатель				Генератор		
Тип	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Напряжение, В	Тип	Мощность, кВт	Напряжение, В
Зарядные						
АО2-22—2	3000	2,2	380/220	П22	1,5	110/160; 220/320
АО2-32—2	»	4,0	»	П32	3,0	»
АО2-52—4	1500	10	»	П52	6,0	»
АО2-62—2	3000	17	»	П52	11	»
АО2-72—2	»	30	»	П62	30	220/320
Для питания сетей постоянного тока						
АО2-22—2	3000	2,2	380/220	П22	1,6	115 или 230
АО2-41—2	»	5,5	»	П32	3,8	»
АО2-41—4	1500	4	»	П42	3,2	»
АО2-51—2	3000	10	»	П52	7,2	»
АО2-62—2	»	17	»	П52	14	»
АО2-72—2	»	30	»	П62	25	230

Генераторы постоянного тока

Кроме специальных агрегатов для зарядки аккумуляторов могут применяться генераторы постоянного тока, приводимые во вращение электродвигателем, двигателем внутреннего сгорания и т. п.

Если напряжение генератора ниже максимального напряжения батареи при заряде, можно батарею разделить на две или больше частей, которые либо соединяются параллельно (если ток генератора достаточен для этого), либо заряжаются по частям.

Генераторы серии 2П выполняются в защищенном исполнении (JP22) и соединяются с первичным двигателем с помощью эластичной муфты. Генераторы 2П, предназначенные для зарядки аккумуляторов, имеют параллельное возбуждение. Остальные генераторы — смешанные.

Генераторы параллельного возбуждения обеспечивают регулирование напряжения от номинального до $0,5 U_n$, смешанного возбуждения — от номинального до $0,8 U_n$.

Направление вращения генераторов серии 2П — против часовой стрелки, если смотреть со стороны коллектора.

Двигатели постоянного тока могут быть использованы в качестве генераторов.

В практике эксплуатации хорошо зарекомендовали себя в качестве зарядных устройств для тяговых батарей большой емкости сварочные генераторы типа ГД, технические данные которых приведены на с. 176, а также сварочные зарядные устройства УДЗ-101 (см. табл. 4.21).

4.5. ЗАРЯДНЫЕ СТАНЦИИ ДЛЯ ТЯГОВЫХ И СТАРТЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Общие требования

Тяговые и стартерные аккумуляторные батареи должны заряжаться в специально предназначенных для этой цели помещениях зарядных станций или в специально отведенных местах в цехе.

При количестве электрокаров или электропогрузчиков до 6 шт. тяговые аккумуляторные батареи разрешается заряжать в огражденных участках общих производственных невзрывоопасных и не пожароопасных помещений при установке в одном месте не более двух машин или батарей и при условии заряда батарей под местными вытяжными устройствами. При выполнении этих условий класс помещения в отношении взрыво- и пожароопасности не изменяется. Желательно, чтобы места для зарядки располагались у наружных стен цеха с оконными проемами. Размещение зарядной станции в одном здании со взрывоопасным складским или производственным помещением не допускается.

Зарядные станции нельзя размещать в подвалах, под помещениями с мокрым технологическим процессом, душевыми, ванными и туалетами, а также над и под помещениями, в которых может находиться более 50 человек — под красными уголками, буфетами и т. п.

Нижняя зона зарядных помещений — до 0,75 общей высоты — относится к невзрывоопасным. Верхняя зона — к категории В-16.

В зарядное помещение разрешается въезд и стоянка во время заряда электрокаров — заряжать батареи можно без их снятия. Кислотные и щелочные аккумуляторы следует обязательно размещать в разных помещениях.

Остекление в зарядных помещениях выполняется матовыми или окрашенными белой клеевой краской стеклами. У стен должен быть плинтус из щелочеупорного или кислотоупорного материала. Стены, потолки, двери, оконные рамы, стеллажи и металлоконструкции обязательно окрашивать щелочеупорной или кислотоупорной краской. Вентиляционные короба окрашиваются изнутри и снаружи.

Зарядные помещения зарядных станций должны иметь механическую приточно-вытяжную вентиляцию и естественную вытяжную вентиляцию, отдельные для кислотных и щелочных батарей и не сообщающиеся с общей системой вентиляции здания.

Электрическая часть

В качестве зарядных устройств рекомендуется применять индивидуальные выпрямительные установки, рассчитанные на заряд одной аккумуляторной батареи или одной группы последовательно соединенных батарей. Могут применяться также двигатель-генераторы. Выпрямительные установки, применяемые для заряда аккумуляторных батарей, должны иметь на стороне переменного тока разделяющий трансформатор и аппарат защиты. В схеме управления нужно предусматривать блокировку, отключающую зарядный ток при прекращении работы вытяжной вентиляции.

Зарядка стартерных батарей может производиться группами с последовательным соединением батарей. При этом общее напряжение постоянного тока не должно превышать 220 В.

Минимальное напряжение зарядного устройства определяется из расчета 2В на каждый элемент щелочной батареи и 3 В на каждый элемент свинцовых аккумуляторов.

Светильники, устанавливаемые в верхней зоне, должны иметь исполнение IP54. В нижней зоне допускается применение светильника в исполнении IP21 и IP32.

В зарядном помещении краны должны быть любого взрывозащищенного исполнения и питаться с помощью шланговых кабелей с медными жилами.

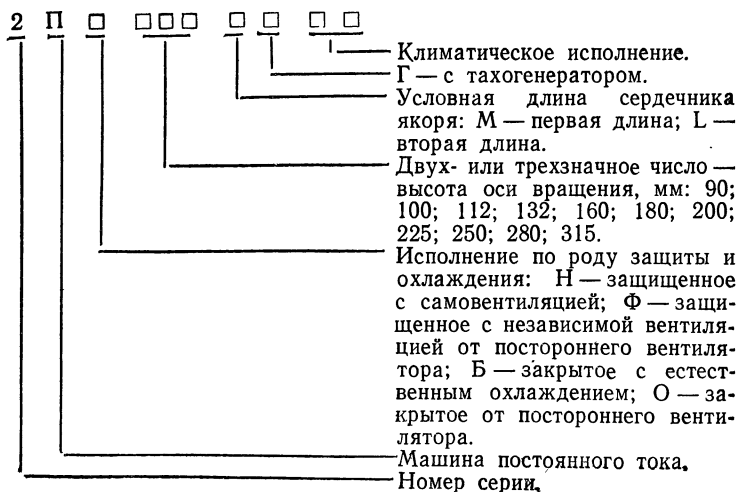
Исполнение электрооборудования местной вытяжной вентиляционной установки — взрывозащищенное.

4.6. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В случаях, когда по условиям технологии необходимо плавно регулировать обороты в сторону их увеличения по сравнению с номинальной скоростью, применяются двигатели постоянного тока (у некоторых металлообрабатывающих станков, типографских машин, деревообрабатывающих станков, а также у кранов, экскаваторов и других агрегатов).

Выпускаемые промышленностью электродвигатели постоянного тока новой массовой серии 2П изготавливаются в защищенном исполнении и закрытого типа. Машины новой серии выпускаются взамен старой серии П.

Структура условного обозначения электродвигателей



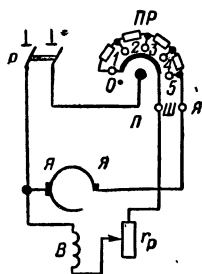


Рис. 4.7. Схема включения двигателя 2П параллельного возбуждения

Электродвигатели могут эксплуатироваться при температуре от $+5$ до $+40^{\circ}\text{C}$ в невзрывоопасной среде. Электродвигатели выпускаются с независимым возбуждением 110 и 220 В.

Уменьшая реостатом ток возбуждения двигателя, увеличивают его скорость по сравнению с номинальной. Схема включения двигателя показана на рис. 4.7.

Двигатели выпускаются с правым направлением вращения (по часовой стрелке), если смотреть со стороны коллектора. Для изменения направления вращения необходимо переменить направление тока или только в якоре, или в обеих обмотках возбуждения (параллельной и последовательной).

Двигатели запускаются при полном токе возбуждения в параллельной обмотке (реостат полностью выведен, и параллельная обмотка непосредственно соединена с сетью). По мере увеличения оборотов якоря реостат постепенно вводится — до тех пор, пока двигатель не наберет нормальные обороты.

Для привода механизмов небольшой мощности выпускаются электродвигатели постоянного тока серии ПЛ на 700 и 1400 об/мин. Выпускаются также универсальные коллекторные двигатели типа УЛ на 5000 и 8000 об/мин и МУН-1 на 3000 об/мин, пригодные для включения как в сеть постоянного, так и однофазного переменного тока.

4.7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

При эксплуатации машин постоянного тока необходимо уделять особое внимание состоянию коллектора и щеточного аппарата. Все обнаруживаемые дефекты нужно как можно скорее устранять, не давая им развиваться. На машинах должны устанавливаться щетки, указанные заводом-изготовителем. При отсутствии этих данных марку щеток следует подбирать по сведениям раздела 4.9.

Коллектор должен быть в чистоте. Один раз в смену нужно протирать его чистой салфеткой. Если коллектор сильно загрязнен или замаслен, его следует протереть салфеткой, слегка смоченной бензином и отжать, чтобы не было потеков бензина. Смазывать коллектор не нужно. Лишь в отдельных случаях, когда пришлось применить твердые щетки или они издают сильный шум, можно слегка смазать коллектор парафином или химически чистым вазелином.

Дрожание и искрение щеток, вызванное выступающими краями миканита (изоляция между пластинами коллектора), устраняется продороживанием коллектора с помощью специальной ножовки (рис. 4.8). Полотно ножовки нужно заправить точно по зазору между пластинами коллектора.

При продорозживании выбирается изоляция на глубину 0,6—1 мм. Большая глубина вредит, так как в канавки набивается грязь, которая может вызвать замыкание между пластинами. После продорозживания необходимо трехгранным напильником снять заусенцы с краев коллекторных пластин и прошлифовать коллектор мелкой стеклянной шкуркой, прижимая ее к коллектору деревянной колодкой (рис. 4.9).

При шлифовке коллектора на ходу машины необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы не попасть под напряжение. Работать нужно в диэлектрических перчатках в присутствии второго лица. После шлифовки следует хорошо продуть машину сжатым воздухом или мехами.

Сильно сработавшийся коллектор необходимо проточить на токарном станке. Обточка должна идти с малыми подачами—0,05 миллиметра. После обточки коллектор нужно продорозжить, прошлифовать и снять с него заусенцы.

Пришлифовку новых щеток к коллектору выполняют, как указано на рис. 4.10.

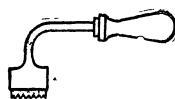


Рис. 4.8. Ножовка для продорозживания коллектора

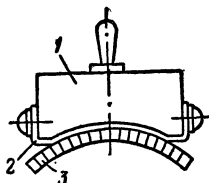


Рис. 4.9. Колодка для шлифовки коллектора:

1 — деревянная колодка; 2 — стеклянная бумага; 3 — коллектор

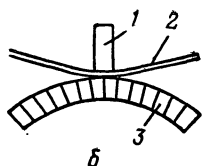
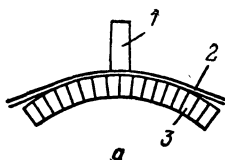


Рис. 4.10. Пришлифовка щеток к коллектору:

а — правильно; б — неправильно; 1 — щетка; 2 — стеклянная бумага; 3 — коллектор

При изготовлении щеток из блоков необходимо тщательно подгонять их к обойме щеткодержателя. Щетка должна свободно перемещаться в обойме, но не болтаться в ней (зазор 0,2—0,3 мм).

4.8. СВАРОЧНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Для питания сварочной дуги постоянным током при ручной или автоматической сварке в полевых условиях применяются специальные генераторы постоянного тока, приводимые во вращение двигателем внутреннего сгорания.

При наличии на месте работ источника переменного тока в качестве приводного двигателя может быть использован обычный короткозамкнутый асинхронный двигатель, или в качестве источника сварочного тока применяются машинные преобразователи или полупроводниковые выпрямители.

Т а б л и ц а 4.20. Сварочные генераторы

Тип	Номи- наль- ная мощ- ность, кВт	Номи- наль- ный свароч- ный ток, А	Пределы регулирова- ния сварочного тока, А	Напряжение, В		Часто- та вра- щения, об/мин	Марка и разме- ры щеток, мм	Тип род- ственников		Примечание
				номи- наль- ное рабо- чее	холо- стого хода			со стороны коллектора	со стороны противопо- ложно- му лектору	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ГСО-300—5	9,6	315	115—315	32	80	2000				Допускается па- раллельное вклю- чение двух генера- торов
ГСМ-500	27,5	500	100—350	55	—	1500				Двухпостовой с балластными реос- татами РБ-350
ГД-304	—	300	15—350/80—300 ¹	32/30	75—80	2000				Однопостовой для работы в закры- тых помещениях
ГД-502 ГД-310	— 10,1	500 315	15—500 45—350 (3 диапа- зона)	40 32	90/15 <100	3000 1600	Главн. ЭГ4 16× 32×40 Дополнит. ЭГ8 5×20×32	208	210	
ГД-312	10	315	30—350 (4 диапа- зона)	32	<100	1600	То же	208	210	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ГД-314	10,1	315	75—350 (3 диапа- зона)	32	<95	2000	I	309K	309K	Генератор повы- шенной частоты с выпрямительным устройством по же
ГД-2501	7,5	250	40—300	30	—	3000	I			

¹ В числителе — для режима на крутопадающих внешних характеристиках; в знаменателе — на жестких характеристиках для аргоно-дуговой полуавтоматической сварки алюминия и его сплавов.

Для ручной сварки, наплавки и резки металлов генераторы имеют крутопадающую внешнюю характеристику¹, обеспечивающую хорошее зажигание и горение дуги. Для автоматической и полуавтоматической сварки в среде защитных газов плавящимся электродом, а также для аргоно-дуговой сварки алюминия и его сплавов применяются генераторы и преобразователи с жесткой внешней характеристикой, что достигается специальной схемой возбуждения.

Универсальные преобразователи (например, типа ПСУ) позволяют переходить от падающих характеристик к жестким.

Технические данные генераторов и преобразователей приведены в табл. 4.20 и 4.21.

Данные сварочных выпрямителей см. в табл. 4.22.

Сварочные генераторы обычно выполняются с самовозбуждением и с последовательной размагничивающей обмоткой.

Генератор может нормально работать только при направлении вращения, указанном стрелкой на щите генератора — против часовой стрелки, если смотреть со стороны коллектора.

Кроме генераторов, описанных выше, для сварочных агрегатов применяются также вентильные генераторы постоянного тока, например типа ГД-314, используемые в сварочных агрегатах АДБ с бензиновым двигателем.

Конструктивно сварочный генератор представляет собой двухпакетный индукторный генератор повышенной частоты с выпрямительным устройством и устройством управления.

На статоре индукторного генератора расположена трехфазная обмотка. Обмотка возбуждения также неподвижна. Она крепится к корпусу генератора с помощью специальных пальцев и размещается между двумя пакетами ротора.

¹ Зависимость напряжения генератора от тока нагрузки.

Т а б л и ц а 4.21. Вращающиеся сварочные преобразователи

Наименование и тип	Потребляемая мощность, кВт	Номинальная мощность, кВт	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования тока, А	Напряжение, В		Частота вращения, об/мин	Марка и размеры щеток, мм	Тип подшипников	
					Рабочее	Хол. хода			со стороны щеток	со стороны коллектора
Однопостовой преобразователь ПСО-300—2У2	16	10	315	115—315	32	<90	1460	Главные ЭГ4 16×32 Добавочные ЭГ8 5×20	309К	70-309К
То же ПД-303		10	315	110—315	32	82	2890			
Однокорпусный однопостовой со встроенным двигателем ПД-305У2	10,4	10	315	40—350	32					
То же, ПД-502У2	—		500	75—500	40	—	2900	ЭГ4;		
Однопостовой преобразователь для сварки в среде защитного газа ПСГ-500—143	31	20	500	60—500	16—40		2930	25×25×35	309К	309К
Универсальный преобразователь ПСУ-500—2	30	20	500	120—500 ¹ 60—500	40		2930			
Установка для ручной дуговой сварки и зарядки УДЗ-101—УЗ	—	3,12	125	15—135	25					

¹ В числителе — для режима по круглопадающей характеристике; в знаменателе — для жесткой характеристики.

На роторе генератора обмоток нет. Он выполнен в виде двух пакетов из электротехнической стали, расположенных на одном валу и сдвинутых друг относительно друга.

Ротор является индуктором генератора. Магнитный поток в воздушном роторе генератора создается обмоткой возбуждения, питаемой постоянным током.

Генераторы работают с самовозбуждением от силовой цепи. Начальное самовозбуждение вызывается остаточным магнетизмом магнитной системы машины.

Т а б л и ц а 4.22. Сварочные выпрямители

Наименование и тип	Потребляемая мощность, кВт	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования сварочного тока, А	Напряжение, В	
				номинальное рабочее	Хол. хода
1	2	3	4	5	6
Выпрямитель кремниевый ВД-201УЗ	15	200	30—200	21—28	71
То же, ВД-301УЗ	24	315	50—315	32	68
То же, ВД-306УЗ	24	315	45—130/130—315 ¹	22—32	70
Выпрямитель универсальный ВДУ-305УЗ ³	23	315	20—315/50—315 ²	32/38	70 ³
Универсальный агрегат для сварки в среде защитных газов УДГУ-301	24	315	15—315	20	100
Выпрямитель для сварки в среде углекислого газа ВДГ-302УЗ	19	315	50—315	38	—
Выпрямитель тиристорный для унифицированных сварочных полуавтоматов, для импульсной дуговой сварки в среде защитных газов ВДГИ-301УЗ	13	315	40—325	10—25	—
Выпрямитель многопостовой универсальный ВДУМ-2×301УЗ	13	315	60—315/80—315 ²	22—38	100
То же, ВДУМ-4×301УЗ	—	400	22—326/100—400 ²	36/45	100
Выпрямитель универсальный ВДУ-504-1УЗ ³	40	500	60—500/100—500 ²	46—50	25 ³
Выпрямитель однопостовой ВД-502—1УЗ	42	500	50—500	40	—
Выпрямитель на тиристорах для питания агрегатов механи-	69	630	100—700	66	—

1	2	3	4	5	6
зированной сварки в среде углекислого газа ВДГ-601					
Выпрямитель на тиристорах, универсальный ВДУ-1001—УЗ	105	1000	300—1000	66	—
То же, многопостовой ВДМ-1001/У4	74	1000/1200	60/66	70	—
Выпрямитель кремниевый универсальный ВДУ-1601УЗ ³	165	1600	1000—1600/ 500—1600 ²	60	100
Выпрямитель кремниевый многопостовой ВДМ-1601УЗ	96	1600	—	60	70

¹ Два диапазона регулирования по току.

² В числителе — для режима на крутопадающих внешних характеристиках; в знаменателе — на жестких характеристиках для аргонно-дуговой полуавтоматической сварки алюминия и его сплавов.

³ Выпрямители ВДУ снабжены ограничителем напряжения холостого хода, снижающим его до 12 В при ручной сварке штучными электродами.

Эксплуатация сварочных генераторов и вращающихся преобразователей

Для надежной и длительной работы генераторов и преобразователей необходимо проводить ежедневные и периодические (1-2 раза в месяц) проверки.

При ежедневной проверке нужно

Перед началом работы провести внешний осмотр для выявления повреждений наружных частей и устранить замеченные неисправности;

проверять исправность зануления;

проверять надежность контакта в точках присоединения проводов;

после пуска проверить направление вращения.

При периодических проверках необходимо

Очистить генератор или преобразователь от пыли и грязи, протереть сжатым воздухом и доступные места протереть чистой ветошью. Подтянуть электрические контакты. Проверить состояние коллектора. При обнаружении следов нагара необходимо коллектор шлифовать (см. с. 175). **Использовать наждачную бумагу категорически запрещается.** Заменить изношенные щетки новыми, однотипными. Применять щетки разных марок на одной машине не допускается, за исключением дополнительной щетки марки ЭГ8. При повышенном искрении проверить положение щеточной траверсы по отметке на подшипниковом щите. Поворачивать траверсу из этого положения запрещается;

проверить наличие и состояние смазки в подшипниках. Через 500—600 ч работы, но не реже чем один раз в полгода, смазку нужно заменять. После удаления старой смазки подшипник промывают бензином и на 1/2—2/3 свободного объема подшипника заполняют жировой смазкой 1-13;

проверить сопротивление изоляции. Если оно ниже 0,5 МОм, нужно генератор почистить и просушить;

во всех случаях, когда проводилась полная разборка генератора или преобразователя, имеющего несколько диапазонов сварочных токов, необходимо выполнить настройку генератора на холостом ходу и при нагрузке в соответствии с заводской инструкцией.

4.9. ЩЕТКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

Надежная работа электрических машин зависит от правильного выбора щеток, используемых для подвода или отвода тока от коллектора. Чрезмерная твердость щеток вызывает быстрый износ коллектора. Очень мягкие щетки сами скоро изнашиваются и загрязняют машину токопроводящей пылью.

Для машин малого напряжения (6—12 В) очень важно применять щетки с небольшим удельным сопротивлением и незначительным переходным сопротивлением (медно-графитные и бронзографитные).

Для нормальной работы машины должно быть обеспечено необходимое удельное нажатие. При слабом нажатии щетки прыгают, искрят, возникает подгар контактных поверхностей, и падение напряжения увеличивается. При чрезмерно сильном нажатии щетки и коллектор изнашиваются и греются. При выборе щеток необходимо также учитывать окружную скорость коллектора. Скорость V в м/с определяется по формуле:

$$V \cong \frac{0,5dn}{1000},$$

где: d — диаметр коллектора в см;

n — число оборотов в минуту.

Технические данные щеток приведены в табл. 4.23.

4.10. УСТАНОВКИ ДЛЯ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ

Агрегаты для питания гальванических установок

Для питания гальванических ванн и станков электрохимической обработки металлов применяют выпрямительные агрегаты на тиристорах или вентилях, подключаемые к трехфазной сети 380 В. Для электролиза можно использовать также генераторы постоянного тока соответствующего напряжения.

В эксплуатации на небольших предприятиях находятся еще генераторы типа НД на токи до 5000 А и напряжение 6/12 В. В настоящее время такие агрегаты не выпускаются.

Т а б л и ц а 4.23. Технические характеристики щеток для электрических машин

Наименование щеток	Марка	Номи- наль- ная плот- ность тока, А/см ²	Макси- маль- ная окруж- ная ско- рость, м/с	Удельное электрическое сопротивле- ние, ом · м ² — м	Твердость, кгс/мм ²	Переходное падение на- пряжения на пару щеток, В	Износ за 1000 часов, не бо- лее, мм	Преимущественная область применения
Угольно-графитные	Г21 Г33	5 5,5	30 10	150—420 до 900	20—60 17—65	3,2—5,5 3,5—6,0	0,35	Универсальные коллекторные двигатели, встраиваемые в электронинструмент, пылесосы и др. бытовые изделия
Электрографити- рованные	ЭГ2А ЭГ4 ЭГ8 ЭГ13 ЭГ13П	до 15 12 10	до 90 40 90	12—35 6—16 30—45 20—38 20—38	5—22 2—7 8—30 8—13 8—30	1,1—2,1 1,0—2,2 1,2—2,0 1,2—2,5 1,3—2,7	0,4 0,6 — 0,4 0,35	Контактные кольца различных машин переменного тока.
Металлографитные	М1 96, МГС9А М3 МГС5 МГС0 МГС012 МГС20			2—6 0,8—6 10 6—12 2—15 0,1—0,3 0,1—0,4 0,1—0,4	8—25 12—32 13—40 7—18 6—15 14—65 10—30 5—18	1,0—1,9 0,3—1,6 2 1,4—2,2 0,7—1,9 0,1—0,5 0,1—0,7 0,6—0,8	0,18 0,4 0,4 0,15 0,4 0,6 0,6 0,14	Автографитные генераторы постоянного тока и универсальные электродвигатели. Автографитные генераторы переменного тока. Автографитные вспомога- тельные электродвигатели Стартеры

Выпрямительные агрегаты классифицируются по номинальному выпрямленному току и напряжению и по параметрам выпрямленного тока — нереверсивные, реверсивные и импульсные. Основные типы агрегатов для питания гальванических ванн: ТЕ; ТЕР; ТВ; ТВР; ТВИ; ВАК; ВАКР на номинальные токи от 100 до 3200 А.

Тиристорные агрегаты ТЕ, ТВ обеспечивают автоматическую стабилизацию выпрямленного тока, или выпрямленного напряжения, или плотности тока. Диапазон регулирования тока и напряжения — от 10 до 100% номинального.

Реверсивные агрегаты ТЕР, ТВР, ВРКС позволяют получать на выходе разнополярный выпрямленный ток (т. е. изменять направление тока в ванне) с автоматическим повторением заданной длительности протекания прямого и обратного тока. Длительность устоек тока прямой полярности 2—200 с, обратной — 0,2—20 с.

Реверсивные агрегаты допускают также и длительную работу с током любой полярности — без реверсирования.

Импульсные агрегаты (напр. ТВИ) обеспечивают на выходе как импульсный ток, так и непрерывный. Длительность импульсного тока 0,01—0,1 с; длительность пауз между импульсами 0,03—0,5 с.

Выпрямительные агрегаты имеют защиту от коротких замыканий на стороне переменного и постоянного тока, защиту от перегрузки свыше 1,1 от номинального тока и защиту от перегрева тиристоров.

Выпрямительные агрегаты смонтированы в шкафах и устанавливаются в закрытых отопляемых и вентилируемых производственных помещениях. Агрегаты могут располагаться в непосредственной близости от ванн при условиях, исключающих попадание брызг электролита.

Параллельное и последовательное соединение агрегатов не допускается.

Схемы питания гальванических ванн

Наиболее распространенная схема — питание от своего выпрямителя, т. е. индивидуальное. В этом случае наиболее просто обеспечить оптимальный режим и автоматическое регулирование электролитических процессов, стабилизацию силы тока или напряжения, реверсирование и т. п. с помощью автоматических устройств выпрямительного агрегата.

В установках небольшой мощности применяется групповая схема питания: от источника постоянного тока отходит шинопровод или магистраль, к которой присоединено несколько ванн через свои индивидуальные щитки (рис. 4.11).

Реостаты для гальванических ванн

При питании нескольких ванн от одного общего источника постоянного тока (выпрямитель, генератор) поддерживать необходимый режим с помощью устройств на питающем агрегате невозможно. Регулирование осуществляется индивидуально для каждой ванны.

Для ступенчатого регулирования силы тока в ванне применяют реостаты, располагаемые на щитке каждой ванны. Наиболее часто реостат выполняют на 6 ступеней, которые включаются параллельно друг другу и все вместе последовательно с ванной.

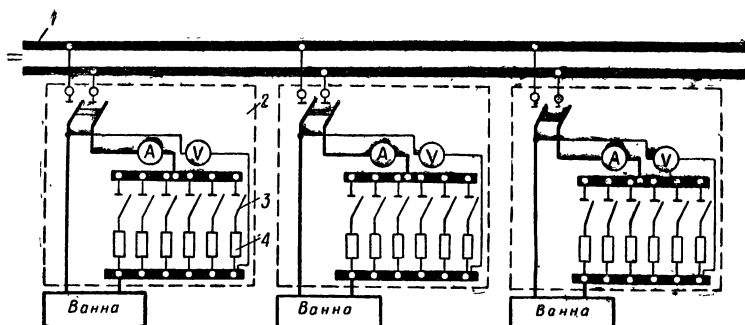


Рис. 4.11. Схема группового питания гальванических ванн
1 — магистраль от источника питания; 2 — щиток ванны; 3 — рубильник; 4 — регулировочное сопротивление

Реостаты изготовляют из константовой, железной или никромовой проволоки, свитой в спираль. Каждая секция-спираль включается своим однополюсным рубильником. Включая рубильникими разное количество спиралей, регулируют силу тока в ванне.

Сечение провода и размеры спиралей для разной силы тока приведены в табл. 4.24 и 4.25 и рассчитаны на нагрев до 200 °С.

Таблица 4.24. Реостаты для гальванических ванн из константовой проволоки

Сила тока, А	Порядковый номер секции	Ступени регулировки, А	Диаметр или размер, мм	Сечение, мм ²	Длина, м	Сопротивление, Ом
1	2	3	4	5	6	7
100	1	5	1,4	1,54	1,85	0,6
	2	10	1,8	2,54	1,50	0,3
	3	15	2,5	4,91	2,00	0,2
	4	20	2,8	6,16	1,85	0,15
	5	25	3,7	7,07	1,70	0,12
	6	30	3,5	9,62	2,00	0,10
150	1	5	1,4	1,54	1,85	1,6
	2	10	1,8	2,54	1,30	0,3
	3	20	2,8	6,16	1,85	0,15
	4	30	3,5	9,62	2,00	0,10
	5	40	2×2,8	2×6,16	2×1,85	0,075
	6	50	2×3,0	2×7,07	2×1,70	0,06
200	1	10	1,8	2,54	1,50	0,3
	2	20	2,8	6,16	1,85	0,15
	3	30	3,5	9,62	2,00	0,10
	4	40	2×2,8	2×6,16	2×1,85	0,075
	5	50	2×3,0	2×7,07	2×1,70	0,06
	6	60	2×3,5	2×9,62	2×2,00	0,05

1	2	3	4	5	6	7
300	1	15	2,5	4,9	2,0	0,2
	2	25	3,0	7,07	1,7	0,12
	3	50	2×3,0	2×7,07	2×1,7	0,06
	4	60	2×3,5	2×9,62	2×2,0	0,05
	5	80	4×2,8	4×6,16	4×1,85	0,038
	6	100	4×3,0	4×7,07	4×1,7	0,03
400	1	20	2,8	6,16	1,85	0,15
	2	30	3,5	9,62	2,0	0,10
	3	60	2×3,5	2×9,62	2×2,0	0,05
	4	80	4×2,8	4×6,16	4×1,85	0,038
	5	100	4×3,0	4×7,07	4×1,70	0,03
	6	150	6×3,0	6×7,07	6×1,70	0,02
500	1	30	3,5	9,62	2,0	0,1
	2	60	2×3,5	2×9,62	2×2,0	0,05
	3	80	4×2,8	4×6,16	4×1,85	0,038
	4	100	4×3,0	4×7,07	4×1,70	0,03
	5	100	4×3,0	4×7,07	4×1,70	0,03
	6	150	6×3,0	6×7,07	6×1,70	0,02

Примечания: 1. Спираль наматывается на пруток Ø 30 мм и растягивается по длине на 150 мм. 2. При применении нихрома сечение провода остается таким же, но длина уменьшается в 2 раза.

Таблица 4.25. Реостаты для гальванических ванн из стальной проволоки

Сила тока реостата, А	Сила тока секции, А	Проволока или лента		
		диаметр или размеры, мм	сечение, мм ²	длина, мм
1	2	3	4	5
50	2,5	1,5	1,77	2800
	2,5	1,5	1,77	2800
	5	1,5	1,77	1400
	10	2,0	3,14	1000
	10	2,0	3,14	1000
	20	2,5	4,91	1500
75	5	1,5	1,77	1400
	5	1,5	1,77	1400
	5	1,5	1,77	1400
	20	2,5	4,91	1500
	20	2,5	4,91	1500
	20	2,5	4,91	1500

Окончание табл. 4.25

1	2	3	4	5
100	5	1,5	1,77	1400
	5	1,5	1,77	1400
	10	2,0	3,14	1000
	10	2,0	3,14	1000
	20	2,5	4,91	1500
	50	20×1,5	30	2400
150	10	2,0	3,14	1000
	10	2,0	3,14	1000
	10	2,0	3,14	1000
	20	2,5	4,91	1500
	50	20×1,5	30	2400
	50	20×1,5	30	2400
200	10	2,0	3,14	1000
	10	2,0	3,14	1000
	10	2,0	3,14	1000
	20	2,5	4,91	1500
	50	20×1,5	30	2400
	100	20×1,5	30	1200
300	10	2,0	3,14	1000
	20	2,5	4,91	1500
	20	2,5	4,91	1500
	50	20×1,5	30	2400
	100	20×1,5	30	1200
	100	20×1,5	30	1200
400	20	2,5	4,91	1500
	20	2,5	4,91	1500
	20	2,5	4,91	1500
	50	20×1,5	30	2400
	100	20×1,5	30	1200
	200	45×1	45	1800
500	20	2,5	4,91	1500
	40	2,5×2	4,91×2	1500×2
	40	2,5×2	4,91×2	1500×2
	100	20×1,5	30	1200
	200	45×1	45	1800
	200	45×1	45	1800

Примечание. Спираль наматывается на пруток Ø 50 мм и растягивается в длину на 220—250 мм.

Для уменьшения нагрева контактов в местах присоединения спиралей к контактным болтам рубильников конец спирали выпрямляется на длине 50—75 мм так, чтобы расстояние в свету от спирали до плоскости щитка было не менее 50 мм.

Щитки

Для контроля за работой ванн на каждой из них необходимо иметь амперметр. Если по технологическому процессу требуется регулирование напряжения на ванне, на щиток устанавливают также вольтметр. Измерительные приборы применяются магнитоэлектрической системы.

Приборы, контактные болты для присоединения токоподводов, реостаты и рубильники монтируются на щитках, располагаемых около ванны на стойках из угловой стали.

Щитки изготавливаются из стального листа толщиной 3 мм с антикоррозионным покрытием. Аппаратура крепится на фарфоровых подкладках. Допускается изготовление щитков из мрамора. При этом для уменьшения гигроскопичности (поглощения влаги) в сырых помещениях гальванических цехов задняя поверхность щитков должна окрашиваться масляной краской.

Глава 5.

МОЛНИЕЗАЩИТА

Грозовые разряды атмосферного электричества могут вызывать повреждения изоляции, аварии в электроустановках, несчастные случаи с людьми и разрушение зданий и сооружений.

5.1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГРОВОВЫХ РАЗРЯДОВ

При нагреве солнцем земной поверхности возникают восходящие потоки воздуха, насыщенные водяными парами. Более мелкие частицы воды заряжаются отрицательно, более крупные — положительно.

Под действием ветра и силы тяжести происходит разделение разноименно заряженных частиц. Частицы воды в облаках, поднявшихся на высоту более 5 км, замерзают и разрушаются. Положительно заряженные кристаллики располагаются в верхней части облака, на высоте 5—7 км, отрицательно заряженные — на высоте 2—5 км. В результате разделения зарядов в облаках образуются так называемые объемные заряды, и различные части грозового облака имеют разную величину и знак заряда. Заряды нижней части облака наводят на земле заряды противоположного знака.

Между облаками и землей, а также между разными частями облака или между разными облаками возникают поля высокой напряженности — несколько десятков тысяч вольт на сантиметр. При напряженности поля около 30 кВ/см происходит ионизация воздуха, начинается пробой — так называемый лидерный разряд (слабосветящийся канал диаметром 10—20 м), движущийся со средней скоростью до 200—300 км/сек. Под действием поля заряды на земле — на участках с повышенной проводимостью (влажные

места, электропроводящие слои и т. д.) или с высокими объектами (холмы, дымовые трубы, водонапорные башни, опоры, провода линий электропередач, деревья, отдельно стоящие на равнине здания и т. д.) — движутся навстречу лидеру. Лидер направляется к тому объекту, по отношению к которому напряженность электрического поля наиболее высока, и тогда возникает мощный встречный разряд, распространяющийся со скоростью, соизмеримой со скоростью света (рис. 5.1). При этом за время меньше одной десяти тысячной доли секунды через пораженное сооружение проходит ток, достигающий сотен тысяч ампер, под действием которого плазма разогревается до нескольких десятков тысяч градусов и начинает ярко светиться¹.

Световой эффект разряда воспринимается как молния, а взрывообразное расширение воздуха в канале разряда вызывает звуковой эффект — гром.

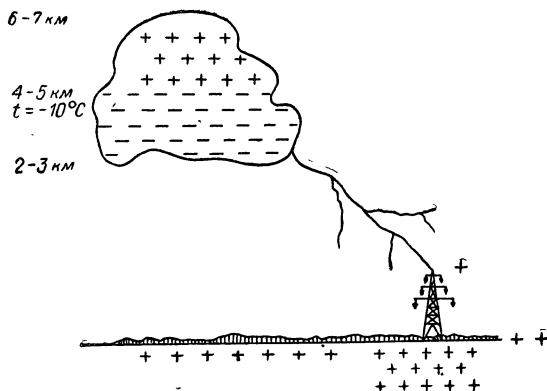


Рис. 5.1. Схема процесса электризации грозового облака и развития грозового разряда на наземный объект

Как показали измерения, примерно 3/4 разрядов возникает из отрицательно заряженных частей облака, 1/4 разрядов — из положительно заряженных зон. Вслед за первым могут возникнуть еще несколько последовательных разрядов.

Грозовые разряды характеризуются следующими параметрами: амплитуда тока — наиболее часто наблюдается ток 10—30 кА. В 5—6% измерений ток достигал величины 100—200 кА;

длина фронта волны — длительность нарастания тока молнии до его максимального значения (обычно 1,5—2 мкс).

Значительно реже наблюдают шаровую молнию, представляющую собой светящийся плазменный шар диаметром до полуметра, медленно движущийся под влиянием потоков воздуха вдоль поверхности Земли. Шаровая молния проникает в здания через дымовые трубы, окна, двери.

Если шаровая молния касается живого организма, бывают смертельные поражения, возникают сильные ожоги, а при соприкосновении с сооружениями происходит взрыв и механическое разрушение объектов. Природа шаровой молнии еще недостаточно изучена.

¹ Более подробно описание грозового разряда см. в кн.: Мишкин В. М. Молниезащита сельскохозяйственных объектов, М., Колос, 1979.

5.2. ВОЗДЕЙСТВИЕ ТОКА МОЛНИИ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Прямой удар молнии вызывает расщепление опор, расплавление конструкций, воспламенение и взрыв, механическое разрушение, недопустимый нагрев металлических конструкций от протекающего по ним в землю тока молнии. По данным эксплуатации молнии прожигает листовой металл толщиной 4 мм.

Электростатическая индукция проявляется в создании на изолированных от земли металлических конструкциях и проводниках высокого потенциала, приводящего к пробоем на землю, который в свою очередь может вызвать поражение людей током, воспламенение и взрыв взрывоопасных смесей, а также нарушение изоляции в электроустановках.

Электромагнитная индукция проявляется в индуктировании при токе разряда на протяженных изолированных друг от друга и от земли металлических конструкциях и коммуникациях (балки, рельсы, трубопроводы и т. п.) высоких потенциалов, которые могут вызвать искру или дугу.

При грозовом разряде происходит также **занос высоких потенциалов** по внешним наземным конструкциям и коммуникациям.

Здания и сооружения, в зависимости от их назначения и интенсивности грозовой деятельности в районе их местонахождения, должны иметь защиту от поражения молнией или вызванных разрядом молнии вторичных воздействий (табл. 5.1, 5.2).

Таблица 5.1. Категории молниезащиты различных объектов

Здания и сооружения	Категория устройств молниезащиты
1	2
1. Здания и сооружения с производствами, зоны которых относятся к классам В-I и В-II по ПУЭ	I
2. Здания и сооружения с производствами, зоны которых относятся к классам В-Ia, В-Iб, В-IIa	II
3. Наружные технологические установки, относящиеся по ПУЭ к классу В-Iг	II
4. Здания и сооружения с производствами, зоны которых относятся по ПУЭ к классам П-I, П-II и П-IIa	III
5. Наружные установки и открытые склады класса П-III	III
6. Здания и сооружения с нескораемыми, трудноскораемыми и скораемыми стенами и перегородками без производств, указанных в п. 1—3, в местностях со средней грозовой деятельностью 20 и более часов в год	III
7. Животноводческие и птицеводческие здания и сооружения для 100 и более голов крупного рогатого скота, 40 и более лошадей, 500 и более овец и 1000 и более птиц в местностях со средней грозовой деятельностью 40 часов в год и более	III

1	2
8. Дымовые трубы предприятий, котельных, водонапорные и силосные башни и вышки высотой 15 м и более при средней грозовой деятельности более 10 часов в год	III
9. Детские сады и ясли, школы, корпуса и столовые санаториев, домов отдыха и пионерских лагерей, лечебные корпуса больниц, клубы, кинотеатры с несгораемыми, трудностгораемыми и сгораемыми стенами в местностях со средней грозовой деятельностью 20 и более часов в год	III

Территория от Урала до Красноярска и южнее Красноярска, от Красноярска до Хабаровска относится к местностям со средней продолжительностью грозовой деятельности от 40 до 60 часов. В районе северней Красноярска, от Красноярска до Николаевска-Амуре, средняя продолжительность грозовой деятельности от 20 до 40 часов. Повышенная грозовая деятельность от 60 до 80 часов в год наблюдается в районах Горного Алтая (Бийск — Горно-Алтайск — Усть-Каменогорск)¹.

Молниезащита зданий и сооружений должна выполняться по проектам, разработанным специализированными организациями. Ниже приведены общие требования и способы устройства молниезащиты.

5.3. ЗАЩИТА ОТ ПРЯМЫХ УДАРОВ МОЛНИИ

Зона действия молниеотвода

Действие молниезащитных устройств заключается в том, что вблизи защищаемого объекта устанавливается возвышающийся над ним металлический молниеприемник, надежно соединенный с землей. При возникновении грозового разряда лидер, устремляющийся к земле, приближается к наиболее высокой точке, имеющей повышенную проводимость (такой точкой служит вершина заземленного молниеприемника), и разряд происходит на молниеприемник, минуя защищаемый объект.

Зоной защиты одиночного стержневого молниеприемника высотой h является конус высотой $0,92h$ с основанием в виде круга радиусом $1,5h$ (рис. 5.2).

Все сооружения, вписывающиеся в конус, будут защищены от прямого удара молнии с надежностью не менее 95% (зона Б). Внутри конуса высотой $0,85h$ и радиусом основания $1,1h$ надежность защиты составляет 99,5%. (Зона А).

¹ Карта среднегодовой продолжительности гроз для разных районов СССР приведена в «Инструкции по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений» (СН 305-77). М., Стройиздат, 1978.

Т а б л и ц а 5.2. Объем и способы защиты от прямых ударов молнии и вторичных проявлений грозовых разрядов

Защита от прямых ударов молнии	Защита от заноса высоких потенциалов			
	Защита от электро-статической индукции	Защита от электромаг-нитной индукции	по подземным ме-таллическим комму-никациям	по наземным конструкциям и коммуникациям
1	2	3	4	5

Здания и сооружения 1 категории по молниезащите

Отдельно стоящие стержневые или тросовые молниеотводы или изолированные молниеотводы, устанавливаемые на защищаемом сооружении. Импульсное сопротивление заземлителя каждого молниеотвода не более 10 Ом (см. табл. 5.4)	Присоединение металлических корпусов всего оборудования и аппаратов, установленных в защищаемом здании, и металлоконструкций к специальному заземляющему телу или защитному занулению электрооборудования с сопротивлением растеканию тока не более 10 Ом.	Между трубопроводами и другими протяженными предметами (каркас сооружений, металлические оболочки кабелей) на участках сближения 10 см и менее приваривать или присоединять металлические перемычки через каждые 20 м, чтобы не допустить незамкнутых контуров. Переходное сопротивление каждого контакта не должно превышать 0,03 Ом. Перемычки выполняются из стальной проволоки диаметром не менее 5 мм	Трубопроводы и кабели, в том числе проложенные в каналах и туннелях, при вводе в здание присоединять к заземлению с сопротивлением не более 10 Ом.	Внешние наземные металлоконструкции и коммуникации на вводе в защищаемое здание присоединить к заземлению с сопротивлением не более 10 Ом.
			Ввод в здание электрических сетей напряжением до 1000 В, сетей телефона, радио и сигнализации должен осуществляться только кабелями. Металлическая броня и оболочка кабелей у ввода в здание должны присоединяться к защитному занулению электрооборудования. При питании от воздушной сети в месте перехода воздушной линии в ка-	

1	2	3	4	5
		или из стальной ленты сечением не менее 24 мм ²		белъ металлических оболочки и броня, а также штыри и крючья должны быть присоединены к заземлителю с сопротивлением не более 10 Ом. Кроме того, между каждой жилой кабеля и заземленными элементами нужно устанавливать вентильный разрядник (например РВН-0,5), а штыри изоляторов на ближайшей опоре необходимо присоединить к заземлителю с сопротивлением не более 20 Ом.

Здания и сооружения II категории по молниезащите

Отдельно стоящие или установленные на зданиях стержневые или трубчатые молниеотводы или наложение на плоской кровле неметаллической кровли молниеприемной сетки с ячейками не более 36 м ² (6×6) из стальной проволоки диаметром 6—8 мм. Узлы сетки должны быть сварены. Тоководы, соединяющие	Присоединение всего оборудования в зданиях и сооружениях к занулению электрооборудования.	Выполнение через каждые 25—30 м металлических перегородок между трубами и другими протяженными предметами, расположенными на расстоянии 10 см друг от друга. Установка перегородок в стыках и ответвлениях трубопроводов не требуется	Трубопроводы и металлические оболочки кабелей присоединить на вводе к любому заземлению.	Аналогично сооружениям I категории Заземлять только одну ближайшую к вводу опору.
---	---	---	--	--

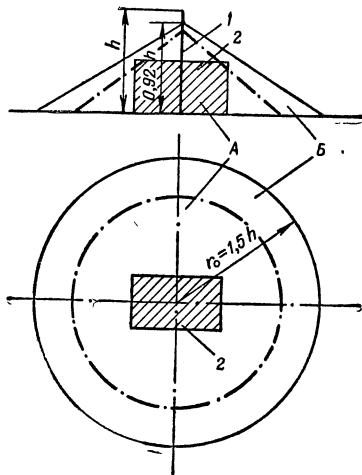
молниеприемную сетку или металл кровли с заземлителем, должны быть проложены не реже чем через 25 м по периметру здания. Сопротивление каждого заземлителя не более 10 Ом. Рекомендуется использовать в качестве заземлителя железобетонные фундаменты.

Здания и сооружения III категории по молниезащите

Не требуется	Не требуется	Не требуется	Внешние наземные коммуникации на вводе в защищаемое здание присоединить к заземлителю с импульсным сопротивлением не более 20 Ом. Допускается использовать заземлитель защиты от прямых ударов молнии или защитное заземление электрооборудования. Крюки и штыри вводной опоры ВЛ напряжением до 1000 В необходимо заземлить. На вводной опоре рекомендуется установка разрядников РВН-0,5
Аналогично сооружениям II категории. Размеры молниеприемной сетки допускаются до 150 м ² (например 12×12 м). Сопротивление заземлителей допускается до 20 Ом (см. табл. 5.4)			

Рис. 5.2. Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода:

A — зона защиты с надежностью 99,5 %; *B* — зона защиты с надежностью 95%;
1 — молниеотвод; *2* — защищаемый объект



Если площадь объекта больше защищаемой зоны, нужно увеличить высоту молниеотвода или устанавливать несколько молниеотводов.

5.4. ЗАЩИТА ОТ ВТОРИЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ТОКА МОЛНИИ

Основной мерой борьбы с возникновением внутри зданий или сооружений высоких потенциалов вследствие электростатической индукции при атмосферных разрядах является заземление всех проводящих элементов здания.

Для устранения влияния электромагнитной индукции в протяженных металлических элементах (трубопроводы, металлоконструкции и т. п.) последние надежно соединяют металлическими перемычками.

Для устранения заноса высоких потенциалов через воздушные и подземные коммуникации вводы сетей электроснабжения, радиотелефонии, сигнализации и связи выполняют кабельными и устанавливают вентильные разрядники (например РВН-0,5) и искровые промежутки, срабатывающие при увеличении напряжения.

Основные способы защиты и требования к их выполнению для сооружений разных категорий см. в табл. 5.2.

5.5. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ МОЛНИЕОТВОДОВ

Молниезащитные устройства (молниеотводы) состоят из молниеприемников, установленных на опорах или непосредственно на здании, токоотводов и заземлителей.

Молниеприемники

Молниеприемники непосредственно воспринимают прямой удар молнии. По конструкции они могут быть стержневыми (укреплен-

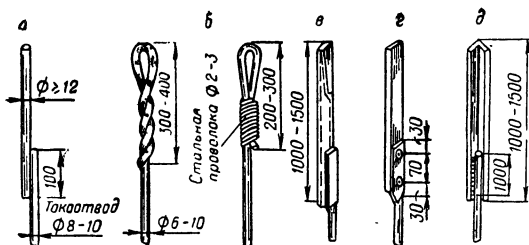


Рис. 5.3. Конструкции молниеприемников:

а — из круглой стали; б — из стальной проволоки; в — из стальной трубы; г — из полосовой стали; д — из угловой стали

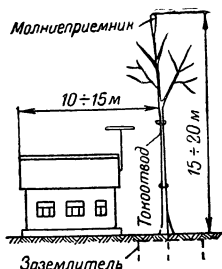


Рис. 5.4. Молние-защита здания при помощи молние-отвода, установленного на дереве

ными на опорах) или тросовыми (подвешиваемыми над защищаемым объектом). В качестве молниеприемника может быть также использована сетка, сваренная из стальной проволоки диаметром 6—8 мм, с ячейками 6×6 мм, уложенная на кровлю или под слой негорючего утеплителя.

Стержневые молниеприемники изготавливают из стали любых марок и профилей сечением не менее 100 мм² (наименьший диаметр 12 мм). Минимальная длина молниеприемника 200 мм. Наиболее рациональная длина — 1—1,5 м. Типовые конструкции молниеприемников изображены на рис. 5.3.

Для защиты от коррозии молниеприемники оцинковывают или окрашивают. Меднение или, тем более, золочение и серебрение острия молниеприемника не требуется.

Тросовые молниеприемники выполняют из стального многопроволочного оцинкованного троса сечением не менее 35 мм² (диаметр около 7 мм), натягиваемого над протяженным защищаемым объектом. Соединять молниеприемники с токоотводами нужно сваркой.

Опоры

Опоры отдельно стоящих молниеотводов можно изготавливать из стали, антисептированного дерева и железобетона. Допускается использовать в качестве опор молниеотводов стволы деревьев, растущих на расстоянии 5—10 м от защищаемого объекта (рис. 5.4).

Для объектов II и III категории молниезащиты при III, IV и V степени огнестойкости¹ деревья, растущие на расстоянии менее 5 м от зданий или сооружений, могут быть использованы в качестве опор молниеотводов, если выполняется одно из следующих условий:

¹ III степень огнестойкости — здания с негорючими несущими стенами и колоннами (кирпичными, бетонными, толщиной 12 см и более) и труднотгораемыми перекрытиями и внутренними стенами.

IV степень огнестойкости — здания и сооружения из труднотгораемых конструкций, например, деревянные каркасные стены и перегородки, оштукатуренные или обшитые с двух сторон гипсовой сухой штукатуркой или асбестовыми листами с заполнением из сгораемых и негорючих материалов; стойки деревянные сечением не меньше 20×20 см, защищенные штукатуркой толщиной 2 см.

V степень огнестойкости — здания и сооружения из сгораемых материалов.

а) по стене защищаемого здания против дерева по всей высоте здания прокладывается токоотвод, нижний конец которого заглубляется в землю и присоединяется к заземлителю;

б) от молниеприемника, установленного на дереве, токоотвод перекидывается на другое дерево, расположенное на расстоянии более 5 м от защищаемого здания. Токоотвод спускается по этому дереву и соединяется с заземлителем.

У деревьев, как оборудованных, так и не оборудованных молниеприемниками, со стороны дома должны быть обрублены ветви на расстоянии не менее 3 м от строения.

Токоотводы

Токоотводы — это проводники, соединяющие стержневые или тросовые молниеприемники или молниеприемную сетку на кровле с заземлителем.

В качестве токоотводов допускается использовать металлические конструкции: колонны, продольную арматуру железобетонных колонн, пожарные лестницы, трубы и т. п.

Токоотводы нужно располагать в отдалении от входов в здания, чтобы люди не могли к ним прикоснуться.

Для защиты от коррозии они должны быть оцинкованы или окрашены. Их рекомендуется прокладывать по защищаемому зданию по кратчайшему пути к заземлителю. Все стыки токоотводов и соединения их с заземлителями должны быть сварными.

Наименьшие допустимые размеры токоотводов указаны в табл. 5.3.

Т а б л и ц а 5.3. Минимальные размеры токоотводов и заземлителей

Форма токоотвода или заземлителя	Наименьшие размеры, мм	
	Снаружи здания, на воздухе	В земле
Прямоугольные:		
сечение, мм ²	48	160
толщина, мм	4	4
Угловая сталь:		
сечение, мм ²	—	160
толщина полки, мм	—	4
Круглые токоотводы и перемычки, Ø, мм	6	—
Круглые вертикальные и горизонтальные электроды, Ø, мм	—	10

Если токоотводы присоединены к одному заземляющему устройству, то выполнение болтового разъема между спуском и заземлителем для измерения заземления не требуется. Замер сопротивления заземления можно выполнять с присоединенным токоотводом. При наличии на здании молниеприемной сетки с несколькими спусками к заземляющему устройству присоединение токоотводов к заземлениям выполняют с помощью болтовых разъемов, позволяющих отсоединять токоотвод для измерения сопротивления заземлителей. Разъемы выполняются снаружи сооружения на высоте 1—1,5 м от земли. Конструкции разъемов указаны на рис. 5.5.

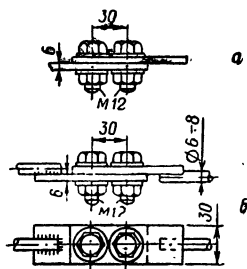


Рис. 5.5. Конструкция разъема между токоотводом и заземлителем:

а — токоотвод из полосовой стали; б — токоотвод из круглой стали

Заземлители

Импульсное сопротивление заземления ρ для молниезащиты должно быть не больше значений, указанных в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Наибольшая величина импульсного сопротивления заземлений для молниезащиты

Категория молниезащиты и вид сооружений	Импульсное сопротивление $R_{\text{и}}$	
	Для грунтов с удельным сопротивлением $\rho < 500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Для грунтов с удельным сопротивлением $\rho \geq 500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$
I	10	40
II	10	40
Наружные металлические емкости для газов, ЛВЖ и сжиженных газов (категория В-1г по ПУЭ)	50	50
III	20	40
Металлические и неметаллические трубы, водонапорные башни, вышки	50	50
Помещения для крупного рогатого скота	10	10

Величина импульсного сопротивления заземлителя может быть определена из значения сопротивления для тока промышленной частоты по формуле:

$$R_{\text{и}} = \alpha \cdot R_{\infty},$$

где α — коэффициент импульса, зависящий от величины тока молнии, длины горизонтальных проводников заземлителя и удельного сопротивления грунта;

R_{∞} — сопротивление растеканию тока промышленной частоты.

Типовые конструкции заземляющих устройств и величины сопротивления растеканию тока промышленной частоты приведены в табл. 6.5.

Тип заземлителя выбирается исходя из удельного сопротивления грунта и требуемой величины сопротивления.

Значения коэффициента импульса при длине заземлителей до 80 м и удельных сопротивлениях грунта ρ до 1000 Ом · м для изображенных в табл. 6.5 типовых конструкций заземлителей приведены в табл. 5.5. Если вблизи защищаемого сооружения (на расстоянии 25—35 м) имеется защитное заземление, предназначенное для

электротехнических установок, например заземление подстанции, то оно должно быть использовано и для целей молниезащиты. В большинстве случаев сопротивление защитных заземлений меньше, чем требуется для молниезащиты.

Сечения элементов заземляющих устройств должны соответствовать нормативам (см. табл. 5.3).

Пример. Выбрать заземляющее устройство для молниезащита, защищающего жилой дом. Грунт — суглинок нормальной влажности.

По данным удельного сопротивления грунтов (см. табл. 6.4) находим для суглинка $\rho = 40 \div 150$ Ом·м. Принимаем среднее значение 100 Ом·м.

По таблице 5.1 находим, что защищаемый объект относится к III категории молниезащиты, в соответствии с таблицей 5.4 импульсное сопротивление заземлителя должно быть не более 20 Ом.

$$R_{\text{н}} \leq 20 \text{ Ом.}$$

Пользуясь таблицей 6.5, подбираем для $\rho = 100$ Ом·м сопротивление заземлителя, близкое к 20 Ом.

Наиболее близко и удобно с точки зрения монтажа заземляющие устройства по эскизу 2: двухстержневой заземлитель из стержней диаметром 10—16 мм или уголков $40 \times 40 \times 4$ мм длиной 2,5 м на расстоянии 3 м друг от друга, соединенных стальной полосой размером 40×4 мм на глубине 0,8 м (сопротивление $R_{\infty}^{(2)} = 15 \div 14$ Ом); или по эскизу 7: горизонтальный полосовой заземлитель из полосы 40×4 мм длиной 5—10 м на глубине 0,8 м с подводом в середину (сопротивление $R_{\infty}^{(7)} = 12 \div 19$ Ом). Для первого варианта импульсный коэффициент находим по табл. 5.5.

**Таблица 5.5. Коэффициенты импульса
в зависимости от удельного сопротивления грунта
для типовых конструкций заземляющих устройств**

Удельное сопротивление грунта ρ , Ом·м	До 100	100	500	1000
α	$\frac{0,9}{0,9}$	$\frac{0,7}{0,9}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,3}{0,5}$

Примечания. 1. Цифры в знаменателе относятся к вертикальным заземлителям (эскиз 1, табл. 6.5); цифры в числителе относятся к комбинированным заземлителям (эскизы 2, 3, 4, табл. 6.5), состоящим из вертикальных и горизонтальных элементов. 2. Для горизонтальных заземлителей длиной до 20 м импульсный коэффициент близок к единице.

Для $\rho = 100$ Ом·м числитель — для комбинированного заземлителя — $\alpha = 0,7$.

Для заземлителя по эскизу 2 $R_{\text{н}}^{(2)} = \alpha R_{\infty}^{(2)} = 10,5$ Ом.

Для заземлителя по эскизу 7 импульсный коэффициент не учитываем.

$R_{\text{н}}^{(7)} \cong R_{\infty}^{(7)} = 19$ Ом при длине 5 м (или 12 Ом при длине 10 м).

В обоих случаях обеспечивается требуемое нормами сопротивление заземления. Принимаем вариант по эскизу 2 как менее тру-

доемкий и дающий некоторый запас надежности. Если по местным условиям имеются трудности в забивании уголка или ввертывании круглых стержневых электродов, вполне допустимо выполнить заземление молниеотвода по эскизу 7 (длина полосы 5—10 м).

5.6. ВЫПОЛНЕНИЕ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НЕКОТОРЫХ ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ III КАТЕГОРИИ

Небольшие строения площадью застройки не более 150 м² и высотой до 7 м IV и V степени огнестойкости, в том числе торговые базы, склады, магазины, дача, корпуса пионерлагерей и т. п., могут иметь упрощенные устройства молниезащиты.

Над коньком крыши с помощью деревянных планок, укрепленных по торцам здания, натягивается стальная проволока диаметром 5—6 мм на расстоянии не менее 250 мм от конька (рис. 5.6).

По торцам крыши для повышения эффективности защиты желательно установить вертикальные молниеприемники длиной

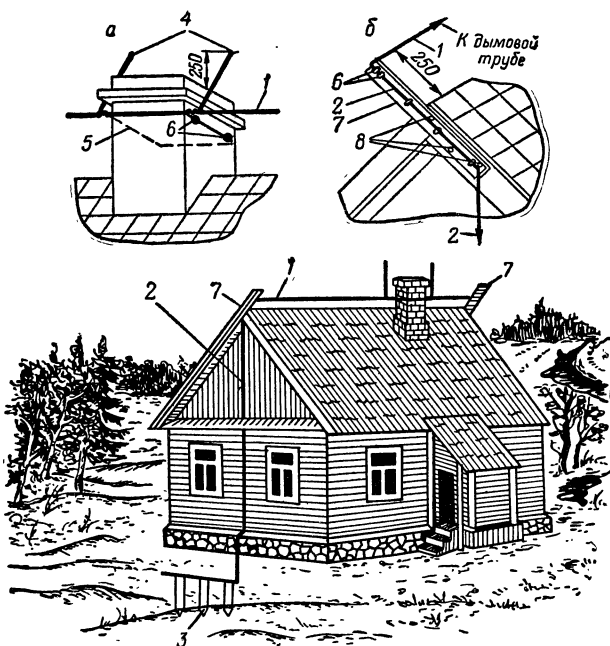


Рис. 5.6. Молниезащита небольшого строения:

а — крепление молниеотвода к дымовой трубе; б — крепление к торцам;
1 — молниеприемник; 2 — спуск к заземлителю; 3 — заземлитель; 4 — вилка; 5 — вязальная проволока; 6 — скобки; 7 — рейка или доска для натяжки молниеотвода; 8 — гвозди

1,5—2 м из отрезков стальной трубы, угловой стали, металлического прутка или катанки, закрепленные на деревянном бруске.

При длине строения менее 10 м токоотвод выполняется с одного торца. При большей длине — с обоих торцов.

Для защиты дымовой трубы и уменьшения провеса проволоки последняя прикрепляется к трубе с помощью «вилки» из такой же проволоки (рис. 5.6а). Концы вилки выступают над трубой на 0,25—0,5 м.

Все соединения следует выполнять сваркой. При отсутствии сварочного оборудования соединения молниеприемника, токоотводов и заземлителя допускается выполнять на болтах. При этом соединяемые поверхности нужно предварительно зачистить напильником и после соединения покрасить кузбасслаком.

Заземляющее устройство следует выполнить по эскизам, указанным в табл. 6.5. При грунтах с удельным сопротивлением 50—100 Ом·м наиболее целесообразно применять 1—2 вертикальных стержня длиной 2—3 м (эскизы 1, 2, табл. 6.5) или полосовые горизонтальные заземлители длиной 5 м (эскизы 6, 7).

Строения для размещения крупного рогатого скота и конюшни. Молниезащита должна выполняться по специальному проекту. Молниеотводы могут быть отдельно стоящими с расстоянием от опор и заземлителей до входов в строения не менее 5 м. Защита может осуществляться также молниеотводами, установленными на здании, или молниеприемной сеткой на несгораемой кровле.

Наружные емкости, содержащие горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С (класс П-III по ПУЭ), защищаются от прямых ударов молнии следующим образом:

при толщине металла крыши менее 4 мм — отдельно стоящими или установленными на емкости молниеотводами;

при толщине металла крыши 4 мм и более — присоединением корпуса к заземлителю с сопротивлением не более 50 Ом. Установка молниеприемников не требуется.

Отдельные емкости, объемом менее 200 м³, независимо от толщины металла крыши защищаются путем присоединения корпуса к заземлителю с сопротивлением не более 50 Ом.

Неметаллические трубы котельных, водонапорные башни, вышки высотой более 15 м защищают установленными на этих сооружениях молниеотводами.

Для труб высотой до 50 м достаточна установка одного молниеприемника высотой не менее 1 м и прокладка одного токоотвода. Сопротивление заземления не более 50 Ом.

Металлические трубы, водонапорные башни и вышки непосредственно соединяются с заземлителем. Молниеприемников и токоотводов не требуется. Сопротивление заземления не более 50 Ом.

5.7. МОЛНИЕЗАЩИТА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Защита ВЛ до 1000 В от прямых ударов молнии не требуется. Однако сами линии, будучи соединены с электрооборудованием внутри зданий, могут служить каналом для заноса высоких потенциалов при прямых ударах молнии в линию, а также наводимых в

проводах вследствие электростатической и электромагнитной индукции при близких грозовых разрядах. Перенапряжения могут достигать сотен тысяч вольт и вызывают пробой изоляции проводов и электрооборудования и пожары. Они опасны для жизни людей, находящихся в зданиях и сооружениях, которые питаются электроэнергией по воздушной линии.

Подводка воздушных линий наружного освещения, силовой сети напряжением до 1000 В, радиотрансляционных линий и сигнализации к прожекторным мачтам, дымовым трубам, градирням и другим высокогабаритным зданиям и сооружениям не допускается. Здесь следует использовать кабели.

Для защиты от грозовых перенапряжений воздушные линии в населенной местности с одно- и двухэтажной застройкой, не экранированные дымовыми трубами котельных, высокими деревьями, зданиями и т. п., должны иметь заземляющие устройства. Сопротивление заземлений — не более 30 Ом. Расстояния между заземлениями для районов со среднегодовым числом часов гроз до 40 принимают 200 м. Для районов, где среднегодовое количество часов гроз более 40, заземления устраивают через каждые 100 м. Кроме того, заземляющие устройства выполняют:

на опорах — с ответвлениями к вводам в общественные здания, и помещения, где может находиться большое количество людей (школы, клубы, ясли, больницы, столовые, спальные корпуса пионерлагерей и т. п.) или представляющие большую хозяйственную ценность (животноводческие помещения, склады, мастерские и пр.);

на конечных опорах линий, имеющих ответвления к вводам в здания любого назначения. К указанным заземляющим устройствам необходимо присоединить крюки и штыри деревянных и железобетонных опор, а также арматуру последних.

И в том и в другом случае на опорах рекомендуется также устанавливать вентильные разрядники.

В сетях с заземленной нейтралью для заземления от атмосферных перенапряжений следует использовать заземляющие устройства повторных заземлений нулевого провода (см. с. 204).

Заземление крюков и штырей

В сетях с заземленной нейтралью крюки и штыри фазных проводов на железобетонных опорах, а также арматура этих опор должны быть присоединены к заземленному нулевому проводу (см. рис. 5.7). Это делается для того, чтобы возникшие при грозовых разрядах перенапряжения вызвали перекрытие с провода на крюк и заряд ушел в землю по нулевому проводу через ближайшие защитные повторные заземления нулевого провода. При этом величина перенапряжения снижается до 30—50 кВ, уменьшается опасность пробоев и перекрытий изоляции в зданиях, присоединенных к воздушной линии.

Крюки и штыри на деревянных опорах заземлять не нужно (за исключением указанных выше опор с заземлениями от перенапряжений). В сетях с изолированной нейтралью крюки и штыри фазных проводов на железобетонных опорах, а также арматура этих опор должны быть заземлены. Сопротивление заземления не более 50 Ом. Заземляющие и нулевые защитные проводники из стали должны иметь диаметр не менее 6 мм,

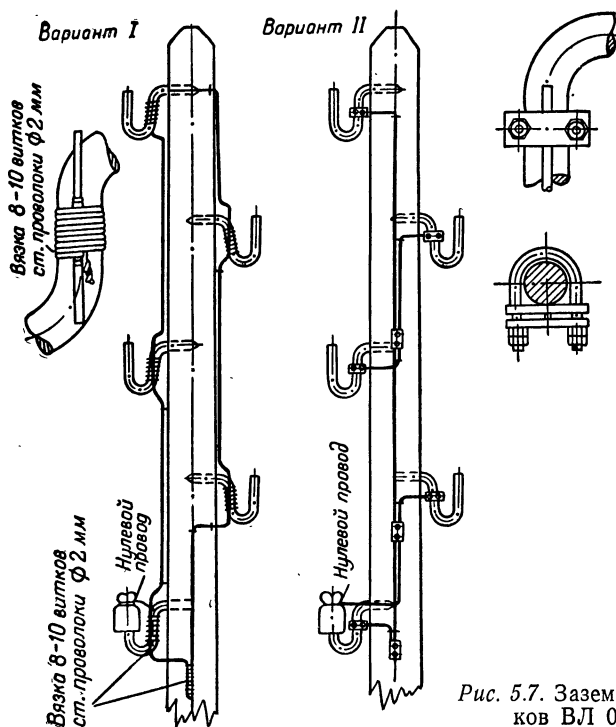


Рис. 5.7. Заземление крюков ВЛ 0,4 кВ

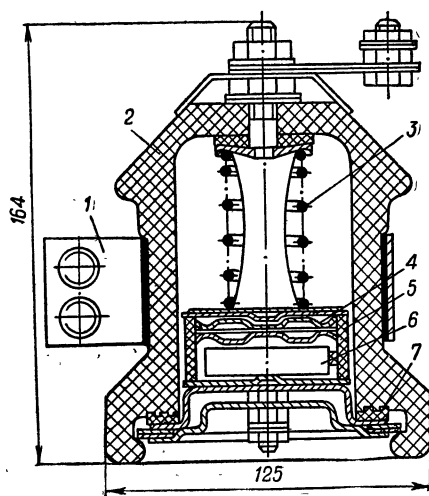


Рис. 5.8. Вентильный разрядник РВН-0,5:

1 — хомут для крепления; 2 — изолятор; 3 — пружина; 4 — одиночный искровой промежутки; 5 — бумажно-бакелитовый цилиндр; 6 — диск рабочего резистора; 7 — герметизирующее резиновое кольцо

5.8. ВЕНТИЛЬНЫЕ РАЗРЯДНИКИ

Для снижения перенапряжений в проводах воздушных линий применяют низковольтные вентильные разрядники типа РВН-0,5 отечественного производства и аналогичные импортные (например GZ a-0,66). Разрядники — очень эффективное средство снижения перенапряжений. Набегающая с линии импульсная волна перенапряжения отводится в землю, остающееся напряжение не превышает 3—3,5 кВ, что практически безопасно для электрооборудования.

Разрядник РВН-0,5 для наружной и внутренней установки (рис. 5.8) состоит из единичного искрового промежутка и последовательно соединенного с ним рабочего сопротивления (резистора), закрытых фарфоровой герметической крышкой и сжатых цилиндрической пружиной. Герметизация осуществлена с помощью озоностойкого резинового кольца.

Разрядник присоединяется к фазному проводу и заземленному спуску. Защитное действие его заключается в том, что при появлении перенапряжения происходит пробой искрового промежутка, протекающий через разрядник импульсный ток вследствие нелинейной характеристики рабочего сопротивления снижает величину волны перенапряжения до безопасного для оборудования значения 3—5 кВ. Искровой промежуток подобран таким образом, что пробивается всякий раз, как только напряжение на защищаемом участке превысит допустимую величину.

Следующий за пробоем искрового промежутка разрядника ток, протекающий под действием напряжения промышленной частоты (так называемый сопровождающий ток), прерывается искровым промежутком при первом переходе через нулевое значение. На этом работа разрядника закончена, и он снова готов к действию.

5.9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТРОЙСТВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Ежегодно перед наступлением грозового сезона необходимо проверять состояние молниезащиты. Наружным осмотром проверяется целостность молниеотводов, заземляющих спусков и отсутствие каких-либо повреждений. При наличии болтовых соединений необходимо удостовериться в надежности контактов.

Если на линии имеются вентильные разрядники, они могут оставаться включенными и в зимний период. Их следует испытывать не реже 1 раза в 3 года. При профилактических испытаниях мегаомметром на 2500 В измеряют сопротивление разрядников. Величина сопротивления не нормируется. О годности разрядника судят, сравнивая сопротивление с результатами предыдущего замера. Если сопротивление изменилось больше чем на 30%, необходимо провести ревизию разрядника.

Указания по эксплуатации заземлений и их проверке см. в гл. 6.

Глава 6.

ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

6.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

При повреждении изоляции электроаппаратуры или обрыве проводов на линиях электропередачи токоведущие части соединяются с корпусами электрооборудования (двигатели, аппараты и т. п.) или с землей. При этом потенциал оборудования по отношению к земле может возрасти настолько, что случайное прикосновение человека к корпусу вызовет поражение электрическим током.

Для обеспечения безопасности нулевую точку источника питания — нейтраль — соединяют с землей, а корпуса электрооборудования соединяют с заземленным нулевым проводом.

Такая система называется занулением.

В специальных установках (шахтах, карьерах, на торфопредприятиях и др.) применяются трехпроводные сети с изолированной нейтралью. В таких установках для обеспечения безопасности корпуса оборудования соединяются с землей без присоединения к нулевой точке. Такая система называется *защитным заземлением*.

Заземление нулевого провода

Как указывалось выше, в четырехпроводных сетях переменного тока 660/380, 380/220 и 220/127 В нулевая точка вторичной обмотки понижающих трансформаторов, а также генераторов, предназначенных для питания осветительных или смешанных (сила и свет) нагрузок, обязательно должна быть глухо заземлена. В этом случае при замыкании на землю одной фазы происходит короткое замыкание и перегорает предохранитель или срабатывает автоматический выключатель, что уменьшает время нахождения корпуса повредившегося оборудования под напряжением.

Для снижения сопротивления цепи, ускорения перегорания предохранителей в разветвленных, протяженных воздушных сетях и

Таблица 6.1. Сопротивление заземляющих устройств

Номинальное напряжение электроустановок, В	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом		Наибольшее сопротивление повторного заземления, Ом
	В установках с глухим заземлением нейтрали	В установках с изолированной нейтралью ¹	
660/380	2	4	15
380/220	4	4	30
220/127	8	4	60

Примечания. 1. При удельном сопротивлении грунта ρ более 100 Ом · м сопротивление заземляющих устройств допускается увеличить в $\rho/100$ раз (но не более чем в 10 раз). 2. Если в сети имеется меньше трех повторных заземлений, заземление каждого из них не должно быть более 100 Ом.

¹ При мощности генераторов и трансформаторов 100 кВ · А и менее заземляющие устройства могут иметь сопротивление не более 10 Ом.

обеспечения безопасности при обрыве нулевого провода устанавливаются повторные заземления нулевого провода.

Сопrotивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генераторов и трансформаторов в любое время года должно быть не более указанного в табл. 6.1.

Повторное заземление нулевого провода выполняют на концах воздушных линий или ответвлений длиной более 200 м, а также на воздушных вводах в здания, электроустановки которых подлежат занулению.

Части, подлежащие занулению

Металлические части электрооборудования в производственных помещениях и наружных установках, нормально не находящиеся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции, должны быть занулены.

Подлежат заземлению или занулению при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока¹:

а) *корпуса* электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п.;

б) *каркасы* распределительных щитов, щитов и пультов управления, щитов и шкафов, а также съемные или открывающиеся части электрооборудования, если в них установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или 110 В постоянного тока;

в) *металлические конструкции* подстанций;

г) *металлические корпуса* кабельных муфт, металлические кабельные конструкции, металлические оболочки кабелей и проводов, стальные трубы электропроводки, металлические опоры линий электропередачи, корпуса шинопроводов, лотки, тросы тросовых проводок, струны и стальные полосы электропроводок;

д) *электрооборудование*, установленное на опорах воздушных линий (разъединители, предохранители, конденсаторы и т. п.);

е) *металлические корпуса* передвижных и переносных электроприемников;

ж) *электрооборудование*, установленное, на движущиеся части станков, машин и аппаратов.

Не требуют зануления:

а) *арматура* подвесных и штыри опорных изоляторов, кронштейны и осветительная арматура на деревянных опорах и конструкциях.

Если по опоре проложен кабель с зануленными или заземленными металлическими оболочками или заземляющий спуск, указанное оборудование должно быть занулено;

б) *оборудование*, установленное на зануленных металлических конструкциях. При этом место контакта с конструкцией должно быть зачищено;

в) *корпуса* измерительных приборов, реле и других аппаратов, установленных на заземленных щитах, щитках, шкафах и металлических ячейках распределительных устройств;

г) *кабельные конструкции*, на которых уложены кабели любых напряжений с заземленными металлическими оболочками;

¹ При номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока заземление или зануление обязательно выполнять в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

д) съемные или открывающиеся части металлических заземленных каркасов и камер распределительных устройств, ограждений, шкафов и дверей и т. п., если на них не установлено электрооборудование или напряжение установленного оборудования ниже 42 В переменного и 110 В постоянного тока;

е) металлические конструкции в помещениях аккумуляторных батарей до 220 В включительно.

Не требуется также зануление электроустановок в следующих случаях:

а) при напряжении ниже 380 В в сухих производственных помещениях с сухими, плохо проводящими полами (деревянный, асфальтовый);

б) в лабораториях, бытовых, конторских и торговых сухих помещениях;

в) при напряжении ниже 42 В переменного и 110 В постоянного тока во всех помещениях (кроме особых случаев, предусмотренных специальными правилами).

Не требуется заземлять или занулять скобы, крепежи, короткие отрезки труб для прохода через стены проводов и кабелей.

Устройство заземлителей

Для заземления должны в первую очередь использоваться естественные заземлители, например: проложенные под землей водопроводные и другие металлические трубопроводы (за исключением труб с горючими жидкостями и газами), обсадные трубы, металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие соединения с землей, свинцовые оболочки кабелей (при числе их не менее двух); не допускается использовать в качестве заземлителей алюминиевые оболочки кабелей.

При отсутствии естественных заземлителей выполняют искусственные очаги заземления, в качестве которых применяются вбитые

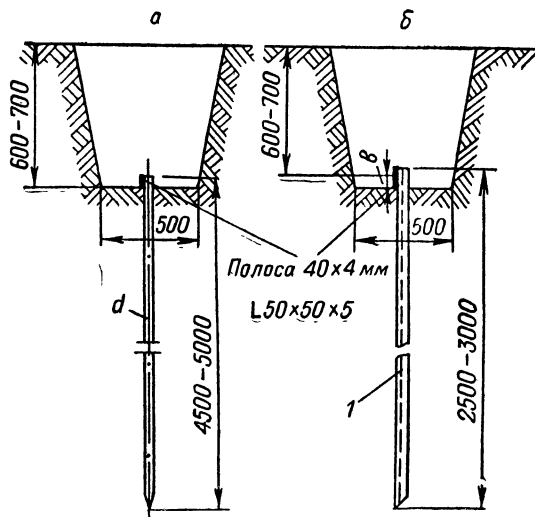


Рис. 6.1. Устройство заземлителей:

а — из круглого стержня; б — из угловой стали. Длина сварного шва не менее a или $2b$. Сварные швы покрыть битумным лаком

вертикально в землю отрезки угловой стали, металлические стержни и т. п. (рис. 6.1), а также горизонтально проложенные в земле стальные полосы или стержни. Сечения заземлителей приведены в табл. 6.2.

Ввод от заземлителей в здание выполняется, как показано на рис. 6.2.

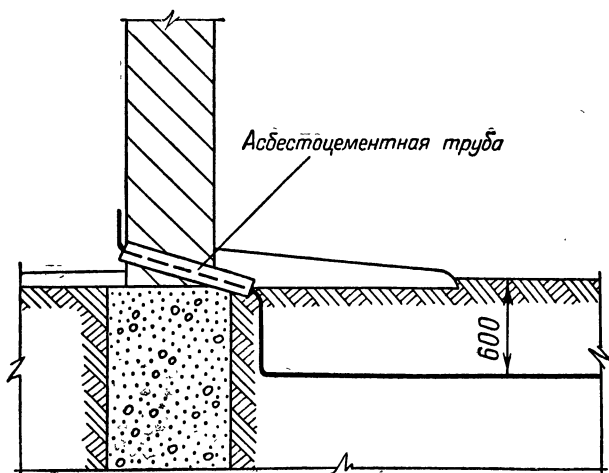


Рис. 6.2. Ввод заземляющего проводника в здание

Таблица 6.2. Минимальные размеры заземлителей и заземляющих (зануляющих) проводников

Наименование	В зданиях	В наружных установках	В земле
Круглые проводники, $\varnothing$, мм	5	6	Заземлители 10
Полосовые проводники:			Магистраль 6
сечение, мм ²	24	48	48
толщина, мм	3	4	4
Угловая сталь:			
толщина полок, мм	2	2,5	4
Стальные водогазопроводные трубы:			
толщина стенок, мм	2,5	2,5	3,5
Стальные тонкостенные трубы:			
толщина стенок, мм	1,5	2,5	Не допускаются

Заземляющие проводники

Магистраль зануления должны присоединяться к заземлителю в разных местах не менее чем двумя проводниками. В качестве зануляющих проводников (магистралей) необходимо использовать металлические конструкции зданий, подкрановые пути, стальные трубы электропроводок, алюминиевые оболочки кабелей, металлические кожухи шинопроводов, металлические корпуса и лотки электропроводок, металлические открыто проложенные трубопроводы любого назначения, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных смесей, канализации и центрального отопления.

При отсутствии таких конструкций для магистралей зануления внутри помещений применяются стальные проводники определенных сечений (см. табл. 6.2).

В качестве зануляющих проводов могут быть использованы нулевые провода электросети. Сечение их должно быть не менее половины сечения фазных проводов. В цепи нулевых проводов, применяемых для зануления, не должно быть предохранителей и выключателей.

Для зануления переносных токоприемников и осветительной арматуры могут употребляться медные или алюминиевые проводники, сечение которых должно быть не меньше чем указано в табл. 6.3. Зануляющие и нулевые провода должны иметь расцветку, резко отличающуюся от фазовых проводов.

Таблица 6.3. Минимальные сечения заземляющих и зануляющих проводников в установках до 1000 В

Наименование	Медь, мм ²	Алюминий, мм ²
Неизолированные проводники при открытой прокладке	4	6
Изолированные провода	1,5	2,5
Зануляющие жилы кабелей или многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами	1	2,5

Магистраль зануления нужно прокладывать так, чтобы они были доступны для осмотра и предохранены от повреждений, — в каналах или по стенам. В сырых, особо сырых помещениях и

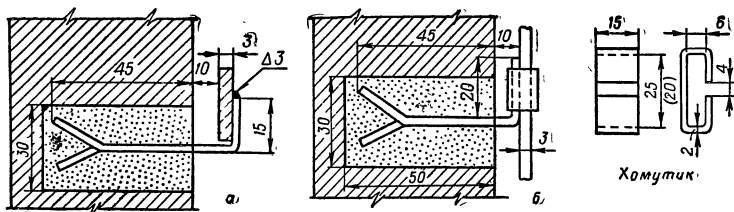


Рис. 6.3. Крепление заземляющей магистрали на стене в сырых помещениях:

а — сваркой; б — хомутиком

в условиях агрессивной среды стальные полосы следует прокладывать на скобах на расстоянии 10 мм от стены (рис. 6.3). Расстояние между креплениями принимают 600—1000 мм.

Проходы заземляющих шин сквозь стены необходимо выполнять через открытые проемы или пропускать шины через отрезки труб, заделанных в стены (рис. 6.4).

Открыто проложенные зануляющие провода и магистрали, а также конструкции, используемые в качестве зануляющих магистралей, должны быть окрашены в черный цвет.

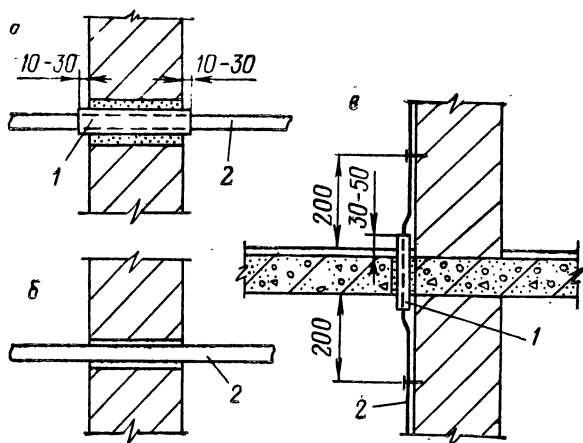


Рис. 6.4. Проход нулевого защитного проводника через стены и перекрытия:

а — проход через стену в гильзе; *б* — проход через стену в открытом проеме; *в* — проход через перекрытие;
1 — гильза из стального листа толщиной 1,6 мм; 2 — зануляющий проводник

Соединение зануляющих проводников

Для надежности контакта необходимо соединения заземляющих (зануляющих) проводников выполнять сваркой внахлестку или с помощью накладки. Длина шва при плоских шинах должна быть равна ширине полосы, а при круглых шинах — шестикратно-му диаметру. Для подземных участков длина шва должна быть равна двойной ширине полосы (рис. 6.5). Высота сварочного шва выполняется равной толщине свариваемых полос, а для круглых стержней — не менее 4 мм. Места соединения после сварки должны быть окрашены асфальтовым лаком, масляной краской или нитроэмалью. Соединения, находящиеся под землей, покрывают битумным лаком.

При использовании стальных труб электропроводки в качестве зануляющих проводников в сетях с заземленной нейтралью все соединения труб надежно затягиваются муфтами на резьбе с контргайкой (рис. 6.6).

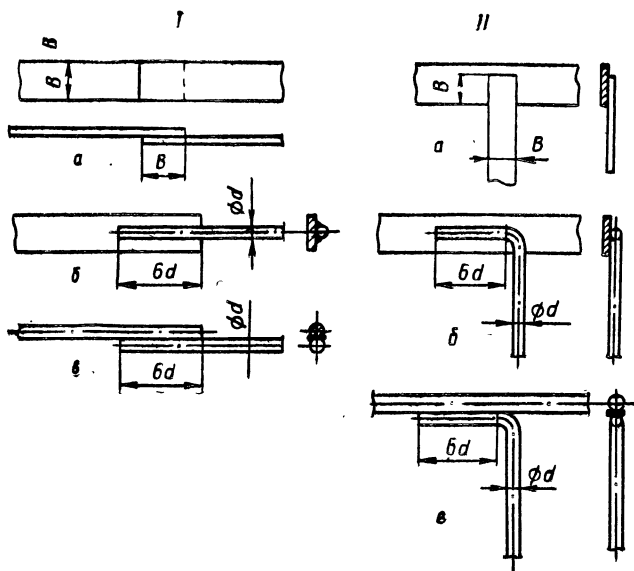


Рис. 6.5. Соединение заземляющих проводников:
 I — продольное; II — под углом;
 а — из полосовой стали; б — из полосовой и круглой стали; в — из круглой стали

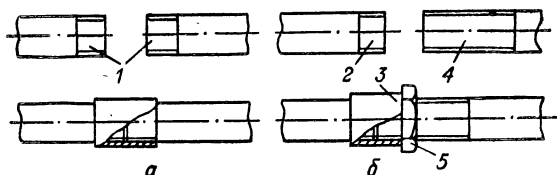


Рис. 6.6. Соединение стальных труб электропроводки, используемых в качестве зануляющего проводника:
 а — неразъемное соединение; б — разъемное соединение муфтой и контргайкой;
 1, 2 — короткая резьба; 3 — муфта прямая; 4 — длинная резьба; 5 — контргайка

При скрытой прокладке труб, а также при открытой прокладке в сырых, особо сырых помещениях, при наличии паров и газов, вредно действующих на изоляцию, в местах, где возможно попадание в трубы масла, воды и эмульсии, в пыльных помещениях и в наружных установках соединение труб выполняется муфтами на резьбе с уплотнением мест соединения пеньковым волокном на олифе с суриком или фторлоновой уплотнительной лентой ФУМ.

Заземление и зануление оборудования

Как указано выше, для обеспечения безопасности людей в сетях до 1000 В глухим заземлением нейтрали применяется зануление.

В этих сетях заземление корпусов оборудования без металлической связи с нейтралью трансформатора или генератора запрещается. Как указывалось выше, в цепи нулевых проводов, используемых для зануления, не должно быть предохранителей и разъединяющих аппаратов.

Все зануляемое оборудование присоединяется к магистрали зануления параллельно (рис. 6.7): Последовательное зануление запрещается.

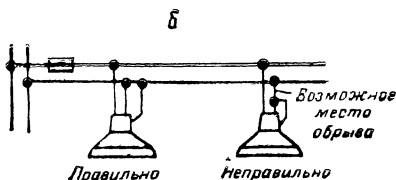
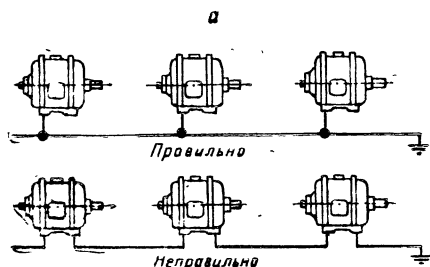


Рис. 6.7. Присоединение частей электроустановки к сети зануления:

а — электродвигатели; б — светильники

Присоединение зануляющих проводников к оборудованию выполняется сваркой или под болт. Во всех местах, где возможно присоединение временных заземлений для ремонтных работ, должны быть специальные болты или зачищенные и смазанные вазелином места.

Нулевой вывод генератора или трансформатора необходимо присоединять к заземленной нулевой шине распределительного щита отдельной шиной. Нулевая шина крепится к каркасу щита на изоляторах. Каркасы распределительных щитов подстанций соединяются шинами с магистралью зануления.

Силовые щиты и силовые распределительные пункты зануляются присоединением к нулевому проводу питающей линии, а при отсутствии такового должна прокладываться специальная шина заземления от подстанции. Кроме того, необходимо соединять их с оболочками всех кабелей, трубами электропроводки и находящимися поблизости заземленными трубопроводами и металлоконструкциями. Присоединение нулевых и заземляющих проводов внутри щитов и шкафов производится к заземляющей шине с помощью болтов. Под один болт допускается присоединение не более двух проводов.

Электродвигатели и пусковая аппаратура зануляются с помощью труб, в которых проложены питающие провода, или с помощью отдельных зануляющих проводников (рис. 6.8). Допускается вместо зануления отдельных аппаратов или двигателей надежно заземлять корпус станка, на котором они установлены.

Корпуса светильников зануляются присоединением к нулевому

проводу или заземленной конструкции. Зануляющий проводник необходимо присоединить одним концом под заземляющий болт на арматуре, а вторым концом — к заземленной конструкции или нулевому проводу (рис. 6.7).

Способы зануления разных видов электрооборудования указаны на рис. 6.8—6.13.

Переносные электроприемники зануляются с помощью отдельных медных жил сечением не менее $1,5 \text{ мм}^2$ в общей оболочке с фазными жилами.

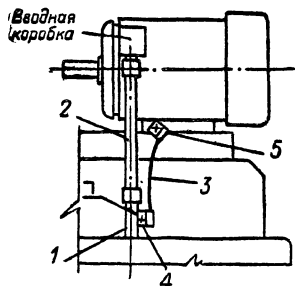


Рис. 6.8. Зануление корпуса двигателя:

1 — стальная труба электропроводки; 2 — гибкий вывод; 3 — переключатель; 4 — контактный флажок $25 \times 30 \times 3 \text{ мм}$; 5 — болт заземления

Штепсельные розетки для переносных токоприемников должны иметь заземляющий контакт, который соединяется с вилок, до того как происходит соединение токоведущих контактов.

Корпуса передвижных механизмов, получающих электроэнергию от стационарных источников или передвижных электростанций, должны иметь металлическую связь с занулением или заземлением этих источников питания.

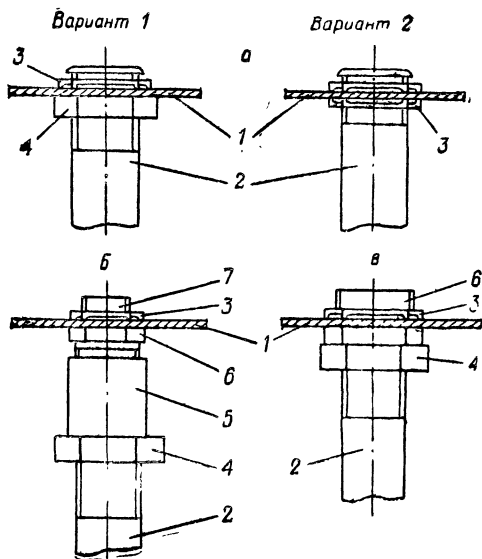


Рис. 6.9. Соединение металлического корпуса со стальной трубой электропроводки:

а — диаметр отверстия в корпусе соответствует диаметру трубы; б — диаметр отверстия в корпусе меньше диаметра трубы; в — диаметр отверстия в корпусе больше наружного диаметра трубы; 1 — металлический корпус; 2 — стальная труба электропроводки; 3 — гайка установочная K480-K486; 4 — контргайка; 5 — муфта прямая; 6 — футорка; 7 — ниппель двойной

Корпуса однофазных сварочных трансформаторов зануляются путем использования третьей жилы в трехжильном питающем шланговом кабеле.

Металлические оболочки проводов и кабелей, броня, гибкие металлические рукава, стальные трубы электропроводки должны быть занулены.

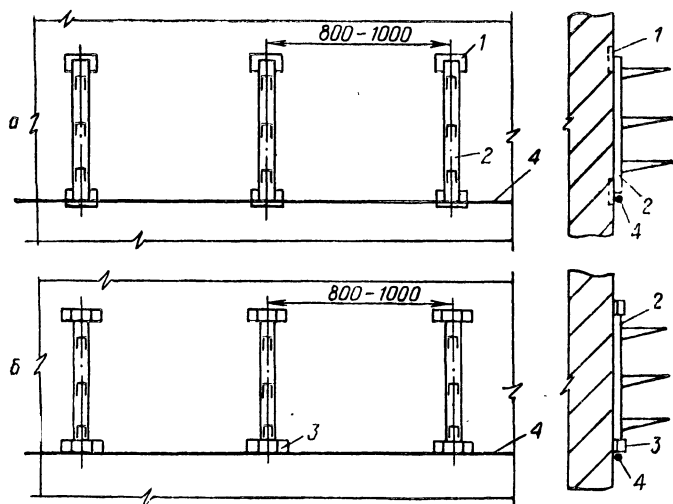


Рис. 6.10. Зануление одиночных кабельных конструкций:

a — окрашенных, привариваемых к закладным элементам; *б* — оцинкованных, закрепляемых с помощью скоб;
1 — закладной элемент; 2 — кабельная конструкция; 3 — скоба; 4 — проводник, присоединяемый в начале и конце трассы к зануляющей магистрали, приваривается к каждому закладному элементу или скобе

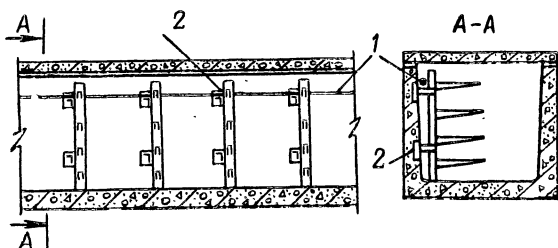


Рис. 6.11. Зануление кабельных конструкций в каналах:

1 — зануляющий проводник приваривается к каждому закладному элементу и в начале и конце трассы присоединяется к магистрали зануления; 2 — закладной элемент

Примечание. При двухстороннем расположении кабельных конструкций зануляющие проводники в начале и конце трассы соединяются перемычками с помощью сварки

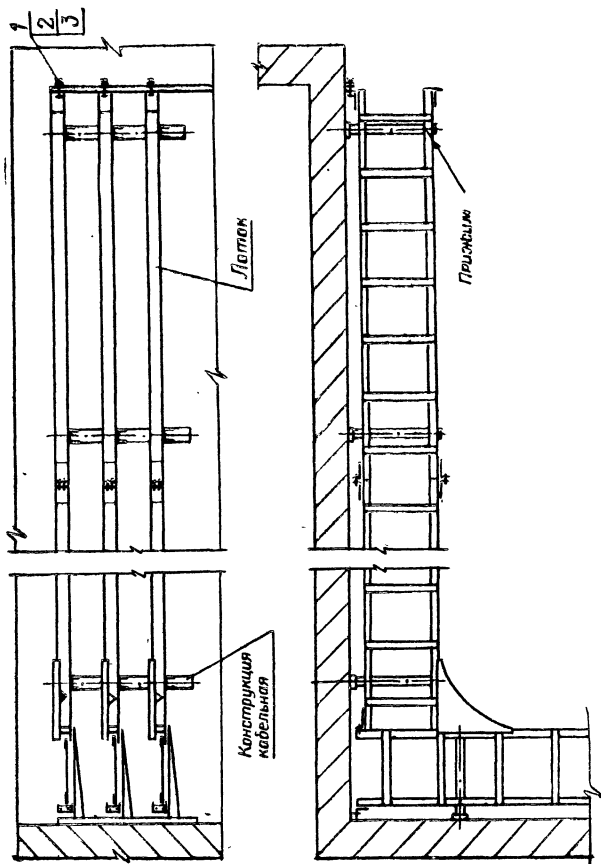


Рис. 6.12. Зануление сварных лотков, проложенных по стене:

1 — болт М8×26; 2 — гайка М8; 3 — шайба

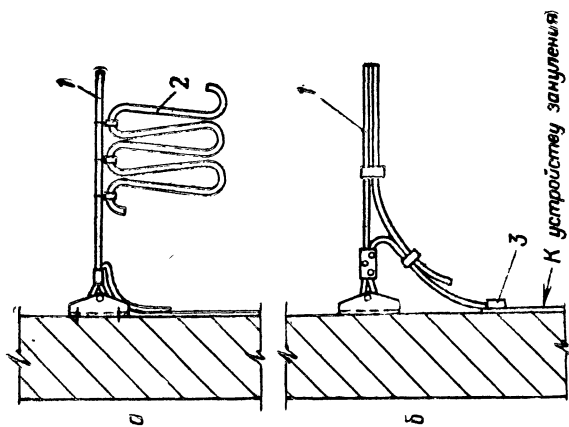


Рис. 6.13. Зануление несущего троса:

а — для гибкого токопровода; б — для подвески кабеля или проводов тросовой проводки;

1 — несущий трос; 2 — кабель с изоляционной оболочкой; 3 — гильза
Примечание. Несущий трос, с обоих концов присоединяемый к магистральной зануления с помощью сварки или гильзы

Оболочка и броня кабелей зануляются с обоих концов путем присоединения перемычкой из гибкого многопроволочного медного проводника, сечение которого указано ниже.

Сечение жилы кабеля, мм ²	до 10	16—35	50—120	150 и бо- лее
Сечение зануляющей пере- мычки, мм ²	6	10	16	25

Металлические опоры и арматуру железобетонных опор соединяют с нулевым заземленным проводом.

В жилых и общественных зданиях обязательно занулять металлические корпуса бытовых стационарных электроплит, кипятильников и переносных электрических приборов мощностью более 1,3 кВт; а также металлические корпуса электрооборудования и металлические трубы электропроводки, расположенные в подвалах, подпольях, на лестничных клетках, в общественных уборных, душевых и т. п. помещениях.

В помещениях без повышенной опасности, а также в кухнях зануление стационарно установленного оборудования (за исключением электроплит), а также переносных электроприборов мощностью до 1,3 кВт (утюги, плиты, чайники, пылесосы, стиральные и швейные машины и т. п.) не требуется.

В ванных комнатах жилых и общественных зданий, в банях, лечебных учреждениях и т. п. металлические корпуса ванны и поддонов душевых должны быть соединены металлическими проводниками с трубами водопровода для выравнивания потенциала (рис. 6.14). Трубы газопроводов использовать для выравнивания потенциала запрещается.

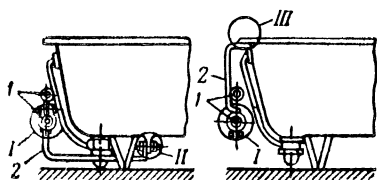
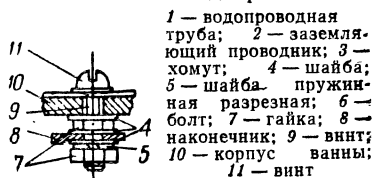
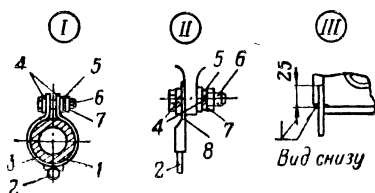


Рис. 6.14. Заземление металлического корпуса ванны путем соединения с трубами водопровода:



В общественных зданиях, помещениях с повышенной опасностью и особо опасных (производственные помещения предприятий общественного питания, котельные, холодильные камеры, производственные цеха предприятий бытового обслуживания, мастерские школ, санузлы, венткамеры, камеры кондиционеров, машинные отделения

лифтов, насосные станции, тепловые пункты и т. д.) все стационарные и переносные электроприемники, не имеющие двойной изоляции, стальные трубы электропроводок, металлические корпуса щитов и шкафов должны быть занулены. Штепсельные розетки на напряжении 220 и 380 В для подключения переносных и передвижных электроприемников должны иметь защитные контакты, подключенные к нулевому проводу.

В помещениях без повышенной опасности, имеющих подвесные потолки, светильники и металлические конструкции потолков должны быть занулены.

В зрелищных предприятиях подлежат занулению металлические конструкции и корпуса всех аппаратов сцены, а также корпуса всех щитков во всех помещениях.

Металлические корпуса проекторов и звукопроизводящей аппаратуры должны зануляться отдельными изолированными проводами и дополнительно присоединяются к отдельному заземлению, находящемуся вблизи от помещения аппаратной.

Искусственные заземлители

Сопротивление заземлителей зависит от удельного сопротивления грунта и количества заземляющих электродов, их размеров и конфигурации. Приближенные значения удельного сопротивления различных грунтов приведены в табл. 6.4.

Наиболее часто применяют стержневые вертикальные заземлители.

Сопротивление растеканию тока одиночного электрода (уголок, забитый на глубину 2,5—3 м) при средних грунтах (суглинок) составляет 30 Ом. При песчаном грунте оно увеличивается в 3—5 раз, в глинистом уменьшается в 2—3 раза.

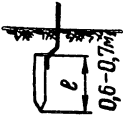
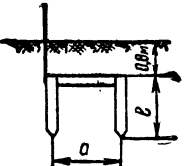
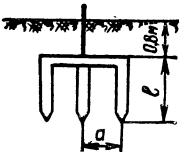
При наличии каменных грунтов, затрудняющих забивку электродов, или при высоком удельном сопротивлении более глубоких слоев земли (песок, глина) применяют протяженные заземлители, представляющие собой стальную полосу, проложенную горизонтально в земле на глубине 0,7—0,8 м. Недостатком протяженных заземлителей является зависимость их сопротивления от климатических условий: в летние месяцы — при высыхании почвы и в зимние — при промерзании грунта сопротивление растеканию тока резко увеличивается. Типовые конструкции искусственных заземлителей и их сопротивление растеканию тока для разных грунтов приведены в табл. 6.5. Минимальные размеры элементов заземления см. в табл. 6.2.

Таблица 6.4. Удельное сопротивление грунтов

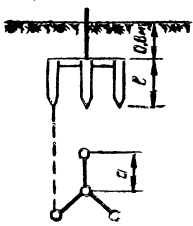
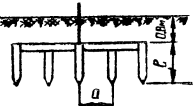
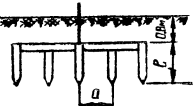
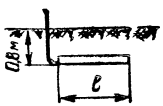
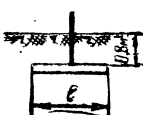
Грунт	Удельное сопротивление ρ , Ом · м
Песок	400—700 ¹
Супесок	150—400 ¹
Суглинок	40—150 ¹
Глина	8—70 ¹
Чернозем	9—500 ¹
Речная вода	1000
Морская вода	0,2—1

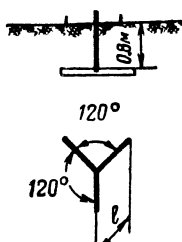
¹ Данные приведены для средних значений влажности грунта — 10—20%. В сухих грунтах (содержание влаги менее 10%) возможны большие значения удельных сопротивлений.

**Таблица 6.5. Сопротивление растеканию тока
промышленной частоты (50 Гц)
для типовых конструкций заземлителей**

№№ п/п	Заземляющее устройство	Материал заземлителя, размеры	Удельное сопротивление грунта, Ом · м (ρ)			
			50	100	500	1000
			Сопротивление растеканию тока ($\sim R$), Ом · м			
1	2	3	4	5	6	7
1	Одинбóнный вертикальный стержневой, толщина полки или $\varnothing$, мм; l , м; a , м 	Сталь $l=2$ круглая $l=3$ $\varnothing 10 \div 16$ $l=5$	24	48	240	480
		Уголок $l=2$ $40 \times 40 \times 4$ $l=3$	17	34	170	340
			14	28	140	280
			19	38	190	380
			14	28	140	280
2	Вертикальный, двухстержневой, с горизонтальной связью, толщина полки или $\varnothing$, мм; l , м; a , м 	Сталь $a=3$; $l=2,5$ круглая $a=5$; $l=2,5$ $\varnothing 10 \div 16$ $a=5$; $l=3$ $a=5$; $l=5$ $a=10$; $l=5$	7,5	15	75	150
		Уголок $a=3$; $l=2,5$ $40 \times 40 \times 4$ $a=6$; $l=2,5$ полоса $a=6$; $l=3$ 40×4	6	12	60	120
			5,5	11	55	110
			4	8	40	80
			3,2	6,4	32	64
			7	14	70	140
			5,5	11	55	110
			4,5	9	45	90
3	Вертикальный трехстержневой, с горизонтальной связью толщина полки или $\varnothing$, мм; l , м; a , м 	Сталь $a=2,5$ $l=2,5$ круглая $a=5$; $l=3$ $\varnothing 10 \div 16$ $a=6$; $l=5$ полоса $a=10$; $l=5$ 40×4	4,8	9,7	50	100
		Уголок $a=3$; $l=2,5$ $10 \times 40 \times 4$ $a=6$; $l=2,5$ полоса $a=7$; $l=3$ 40×4	3,3	6,6	33	66
			2,7	5,4	27	55
			2,2	4,4	22	44
			4	8	40	80
			3	6	30	60
			2,7	5,4	27	55

Продолжение табл. 6.5

1	2	3	4	5	6	7
4	Вертикальный четырехстержневой (трехлучевой), толщина полки, мм; l , м; a , м 	Уголок $a=6$; $l=3$ $40 \times 40 \times 4$ полоса 40×4	2,1	4,3	21	43
5	Вертикальный пятистержневой, с горизонтальной связью, $\varnothing$ или полоса толщина полки, мм; l , м; a , м 	Сталь $a=5$; $l=2$ круглая $a=5$; $l=3$ $\varnothing 10 \div 16$ $a=7$; $l=3$ полоса $a=5$; $l=5$ 40×4 $a=7,5$ $l=5$	2,4 2 1,7 1,9 1,6	4,8 4,1 3,5 3,8 3,2	24 20 17 19 16	48 41 35 38 32
		Уголок $a=5$; $l=2$ $40 \times 40 \times 4$ $a=5$; $l=3$ полоса $a=7,5$ $l=3$ 40×4	2,4 1,9 1,6	4,8 3,8 3,2	24 19 16	48 38 32
6	Горизонтальный полосовой, толщина полосы, мм; l , м 	Полоса $l=2$ 40×4 $l=5$ $l=10$	22 12 7	44 24 14	220 120 70	440 240 140
7	Горизонтальный полосовой, с вводом тока в середину (двухлучевой), толщина полосы, мм; l , м 	Полоса $l=5$ 40×4 $l=10$ $l=24$	9,5 5,9 3,1	19 12 6,2	95 60 31	190 120 62

1	2	3	4	5	6	7	
8	Горизонтальный трехлучевой, толщина полосы, мм; l, м 	Полоса 40×4	$l=6$ $l=12$ $l=16$ $l=20$	4,6 2,6 2 1,7	9 5,2 4 3,4	45 26 20 17	90 52 40 34

Примечание: Приведенные значения R_{∞} определены для стекания тока промышленной частоты. При использовании заземлителей в устройствах молниезащиты учитывается импульсное сопротивление растеканию R_H , которое меньше определенного для промышленной частоты $R_H = \alpha \cdot R_{\infty}$.

Значение коэффициента импульса α см. с. 197 и табл. 5.5.

Расчет заземления

Если в качестве естественного заземлителя применяется водопровод, его сопротивление обычно составляет 0,5—2 Ом.

Сопротивление обсадных труб при глубине 20—30 м, проложенных в глинистом, песчаном грунте или известняке, составляет от 0,2 до 1 Ом.

Сопротивление заземления свинцовых оболочек кабелей длиной 200 м, проложенных в грунте на глубине 0,8 м от поверхности земли, колеблется от 0,5 до 4 Ом в зависимости от грунта и времени года.

Следует широко использовать в качестве естественных заземлителей железобетонные фундаменты колонн зданий и свай, имеющие надежный контакт с землей. Для заземления необходимо присоединить нулевой вывод трансформатора или генератора к выпуску арматуры фундаментов или к закладным частям колонн, ферм, ригелей, балок и т. п. элементам, имеющим металлическую связь с арматурой.

По данным измерений, сопротивление железобетонных конструкций, используемых в качестве заземлителей, составляет для разных грунтов от 0,2 до 2 Ом.

При использовании естественных заземлителей их сопротивление измеряется перед включением установки в эксплуатацию. Если сопротивление больше допустимого, необходимо применить дополнительные искусственные заземлители.

Если для заземления используется несколько электродов, необходимо забивать их на расстояние 5—6 м друг от друга, чтобы уменьшить взаимное экранирование. При таких расстояниях увеличение сопротивления, вызванное экранированием, примерно соот-

ветствует сопротивлению соединительной полосы, и количество электродов n достаточно точно определяется по формуле:

$$n = \frac{R_{\text{электрода}}}{R_{\text{заземления}}}.$$

Обычно для сопротивления 4 Ом забивают 8 электродов. Уточненное количество электродов определяют после замера сопротивления контура заземления.

Более эффективно применение в качестве электродов заземления стальных стержней диаметром 12—16 мм, длиной 5 м, ввертываемых в грунт с помощью различных приспособлений. Благодаря большой глубине погружения сопротивление этих заземлителей более стабильно и меньше зависит от климатических условий — промерзания грунта зимой и высыхания его летом.

Сопротивление одиночного заземлителя длиной 5 м в средних грунтах составляет около 10—12 Ом, и для заземляющего устройства достаточно 3—4 электрода, расположенных на расстоянии 10 м друг от друга.

Заземлители для передвижных установок

Для создания заземляющего устройства передвижных электроустановок, при выполнении линейных работ, на временных установках и т. п. используют стержни с зажимом и приспособлением для облегчения забивки и извлечения из грунта.

Заземлитель состоит из гладкого стального стержня диаметром 15 мм, длиной 1,2—2,0 м, с заостренным концом и с волнистыми участками длиной 80—100 мм для закрепления замка. В комплект входит зажим для присоединения заземления, замок и молот с рукоятками, предназначенный для забивания стержней (рис. 6.15).

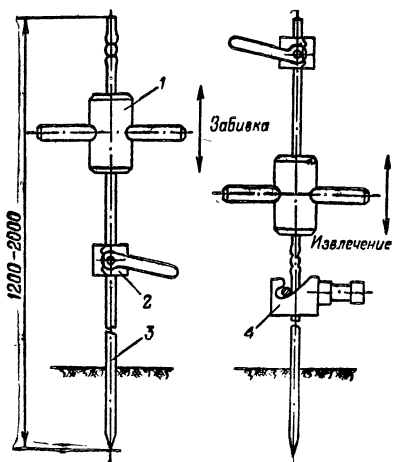


Рис. 6.15. Переносный заземлитель с устройством для забивки и выемки:

1 — молот; 2 — замок; 3 — заземляющий стержень; 4 — зажим

Для погружения заземлителя в грунт замок закрепляется на волнистой части стержня, ближайшей к заостренному концу. Стержень устанавливается вертикально с надетым на него молотом. Последовательными ударами молота сверху вниз по замку стержень

погружается в землю. Потом замок переносится на следующий волнистый участок и операция погружения повторяется. После достижения нужной глубины молот снимается, и на гладком участке стержня закрепляют зажим с заземляющим проводником. Для извлечения заземлителя молот перемещают снизу вверх до упора в замок.

При изготовлении заземлителя своими силами негладкие части стержня выполняются наплавкой металла на круглый стержень.

6.2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

В технической документации электроустановки должны быть исполнительные чертежи заземлителя и паспорт, содержащий схему сети заземления, основные технические данные и данные о результатах измерений и ремонтов.

Измерение сопротивления заземляющих устройств цеховых электроустановок должно проводиться не реже 1 раза в год, а на подстанциях — 1 раз в 3 года.

В установках с глухозаземленной нейтралью при приемке в эксплуатацию и периодически 1 раз в 5 лет необходимо измерять полное сопротивление петли «фаза-нуль» (см. с. 223) для наиболее удаленных и наиболее мощных электроприемников (но не менее 10% от общего числа электроприемников).

Внешний осмотр заземляющего устройства нужно производить вместе с осмотром электроустановки. Об осмотрах делают записи в журнале осмотра или в оперативном журнале.

При каждом ремонте оборудования нужно тщательно проверять наличие цепи между магистралью зануления и зануленным оборудованием и плотность контактов. Надежность присоединения естественных заземлителей проверяется после каждого их ремонта.

Выборочное вскрытие и проверку состояния подземной части контуров заземления проводят один раз в 15 лет.

Измерение сопротивления заземления прибором М416

Переносный измеритель сопротивления типа М416 состоит из магнитоэлектрического логометра с двумя рамками и питается от батареи сухих элементов напряжением 4,5 В.

Для измерения используется зонд R_z в виде стального штыря или трубы и вспомогательный электрод R_v , которые забиваются в землю на расстояниях, указанных на рис. 6.16.

Глубина погружения в грунт не менее 500 мм.

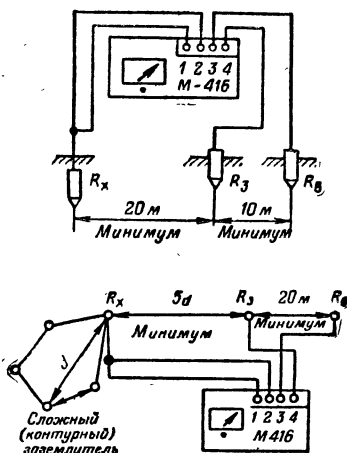
Для снижения переходного сопротивления зонда и вспомогательного электрода и повышения точности измерений землю вокруг них уплотняют и увлажняют.

Измерения проводятся по схеме (см. рис. 6.16) со снятой перемычкой между зажимами 1 и 2, что исключает погрешность, вносимую сопротивлением соединительных проводов.

Прибор устанавливают на ровной поверхности вблизи измеряемого заземляющего устройства. Переключатель В1 прибора устанавливают в положение 1. Нажав кнопку и вращая ручку «реохорд», добиваются максимального приближения стрелки индикато-

Рис. 6.16. Схема измерения сопротивления заземления прибором М-416:

R_x — испытываемое заземляющее устройство; R_z — зонд; R_B — вспомогательный заземлитель



ра к нулю. Результат измерения равен произведению показания шкалы реохорда на множитель.

Измерение сопротивления заземляющих устройств по методу амперметра и вольтметра

При отсутствии прибора М416 или ранее выпускавшихся МС07 и МС08 сопротивление заземления можно измерить с помощью вольтметра и амперметра (рис. 6.17). Замер производится с помощью зонда R_z и вспомогательного заземлителя R_B .

В качестве зонда используется стальной заостренный стержень, забиваемый в землю на расстоянии 30—40 м от заземлителя.

Вспомогательный заземлитель должен пропускать ток до 20—30 А и выполняется в виде одной или двух труб, забиваемых в землю на глубину 1 м на расстоянии около 50—60 м от испытываемого заземлителя. Можно использовать в качестве вспомогательного заземлителя водопроводные трубы или другие естественные заземлители.

Измерительная установка питается через трансформатор со вторичным напряжением $65 \div 12$ В (можно использовать сварочный трансформатор). Вольтметр и амперметр должны иметь класс точности не ниже 1,5. Для обеспечения точности измерений внутреннее сопротивление вольтметра должно быть в 50—60 раз больше, чем сопротивление зонда.

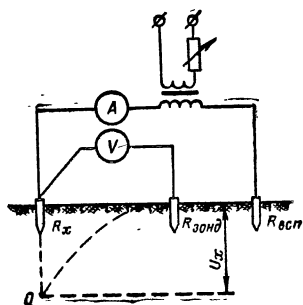


Рис. 6.17. Схема измерения сопротивления заземляющих устройств по методу амперметра-вольтметра

До включения питания между зондом и испытываемым заземлением включают вольтметр, убеждаются в отсутствии постороннего напряжения. Если оно обнаружено, устраняют его источник, включают питание. Реостатом устанавливают ток 20—30 А (для сопротивления до 2 Ом или 5—10 А — для сопротивления 4 Ом и больше) и замеряют напряжение U_x между зондом и контуром заземления. Сопротивление заземлителя находят по формуле:

$$R_x = \frac{U_x}{I}.$$

Определение сопротивления петли «фаза-нуль» прибором М417

Проверка полного сопротивления петли «фаза-нуль» проводится для гарантии надежного срабатывания предохранителей или автоматических выключателей, чем обеспечивается безопасность людей при повреждении изоляции.

Замер сопротивления выполняют в следующем порядке:

отключают напряжение на щите или силовом пункте, от которого питается испытуемый электроприемник;

ручку «Калибровка» устанавливают в крайнее левое положение; один зажим прибора соединяют проводом с корпусом электроприемника;

второй зажим присоединяют к фазному проводу на питающем щите;

подают напряжение на измеряемый участок сети. При отсутствии обрыва заземляющей цепи на приборе загорится сигнальная лампа $Z=\infty$. Если лампа не загорается, это свидетельствует об обрыве в заземляющей цепи;

нажимают кнопку «Проверка калибровки» и с помощью ручки «Калибровка» устанавливают стрелки прибора на нуль;

затем следует отпустить кнопку «Проверка калибровки» и нажать кнопку «Измерение». Отсчитать показания на шкале прибора.

Во избежание повреждения прибора время измерения не должно превышать 4—7 с. Интервалы между измерениями не менее 30 с. Повторные измерения можно производить после проверки калибровки.

Если загорелась сигнальная лампа « $Z > 2$ Ом» при нажатой кнопке «Измерение», это значит, что сопротивление цепи «фаза-нуль» измеряемого объекта больше 2 Ом.

Примечания: 1. При работе с прибором нужно соблюдать общие правила техники безопасности. 2. С прибором должны работать два человека не ниже III квалификационной группы. 3. Прибор подлежит государственной проверке 1 раз в год.

6.3. НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок. ПУЭ-76. 5-е изд. М., Энергоиздат, 1982, разд. 1.
2. Госстрой СССР. Строительные нормы и правила. СНиП III-33-76*. М., Стройиздат, 1982, разд. 11.
3. Госстрой СССР. Инструкция по устройству сетей заземления и зануления в электроустановках. СН 102-76. М., Стройиздат, 1977.
4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электро-

- установок потребителей. Утверждены Госэнергонадзором 12.04.69 г. Издание 3-е. М., Атомиздат, 1970, гл. ЭП-13.
- Б. Нормы испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей. Утверждены Главгосэнергонадзором 15.06.81 г. М., Энергоиздат, 1982, гл. 24.

Глава 7.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ И ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

7.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Все работы в электроустановках должны проводиться в соответствии с действующими правилами техники безопасности и местными инструкциями.

«Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» изданы Государственной инспекцией по энергетическому надзору и обязательны для потребителей электроэнергетики всех министерств и ведомств.

Запрещается выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям техники безопасности.

При подготовке работ по оперативному обслуживанию и ремонту действующих электроустановок обязательно выполнение организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасность персонала.

При несчастных случаях с людьми для освобождения пострадавшего от тока нужно снимать напряжение немедленно, не дожидаясь разрешения на отключение.

Требования к персоналу

Лица, обслуживающие электроустановки, не должны иметь болезней или увечий, мешающих производственной работе. При поступлении на работу они подлежат медицинскому освидетельствованию и обязаны пройти вводный инструктаж по технике безопасности, оформленный записью в журнале.

Персонал электроустановок должен пройти обучение безопасным методам работы на рабочем месте.

У каждого работника (начиная со II группы), допускаемого к обслуживанию электроустановки, проверяются знания в объеме, соответствующем занимаемой должности. На основании этой проверки работнику присваивается квалификационная группа (табл. 7.1) и выдается именное удостоверение.

Очередные проверки знаний правил безопасности у работников, обслуживающих электроустановки, проводятся ежегодно и при перемещении на другую должность. Внеочередные проверки проводятся в случае нарушения правил техники безопасности.

Весь электротехнический персонал, начиная со II группы, должен пройти обучение практическим приемам освобождения попавшего под напряжение и оказания первой помощи.

Кроме лиц, указанных в табл. 7.1, квалификационная группа I по технике безопасности присваивается также персоналу, эксплуатирующему электротехнологические установки (электропечи, высокочастотные установки, электролизеры, электрофилтры, электродоилки и т. п.).

Аттестовать на I квалификационную группу может лицо, ответственное за электрохозяйство предприятия, организации, цеха, участка или, по его письменному указанию, — лицо с квалификационной группой не ниже IV после проверки знаний безопасных методов работы на обслуживаемой установке. Присвоение квалификационной группы I фиксируется в специальном журнале с подписью проверяемого и проверяющего. Выдача удостоверения о проверке знаний не требуется. В процессе работы персонал с группой I проходит периодический инструктаж не реже 1 раза в квартал. Минимальный объем знаний для присвоения группы III—V см. в примечании к табл. 7.1.

Таблица 7.1. Группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки

Категория персонала	Минимальный стаж работы на обслуживаемых или на подобных электроустановках независимо от ведомственной принадлежности, мес.				
	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV	Группа V
1	2	3	4	5	6
Неэлектротехнический персонал, привлекаемый к работе на электроустановках (строительные рабочие, уборщицы, водители машин и механизмов; персонал, обслуживающий электротехнические установки (электропечи, высокочастотные установки, электролизные, установки расплава солей, электродоилки и т. п.); персонал, работающий с электроинструментом Дежурный оперативно-ремонтный и ремонтный персонал: не имеющий среднего образования;	Не нормируется	2	12	—	—
	То же	1	2 в предыдущей группе	6 в предыдущей группе	24 в предыдущей группе

1	2	3	4	5	6
со средним образованием;	Не нормируется	1	2 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	12 в предыдущей группе
со специальным средним и высшим образованием	»	Не нормируется	То же	То же	6 в предыдущей группе
Практиканты:					
профтехучилища;	»	1	—	—	—
институтов и техникумов	»	1	3 в предыдущей группе	—	—

Примечания: 1. Лицам моложе 18 лет не разрешается присваивать группу выше II, за исключением киномехаников, достигших 17 лет, которым может присваиваться даже группа III. 2 Для получения групп II—V персонал должен: иметь отчетливое представление об опасности, связанной с работой на электроустановках; знать и уметь применять на практике правила техники безопасности в объеме, относящемся к выполняемой работе; знать устройство и оборудование электроустановок; уметь практически оказывать доврачебную помощь пострадавшим при несчастных случаях, в том числе применять способы искусственного дыхания и наружного массажа сердца. Кроме того, для получения групп IV—V необходимо знать компоновку электроустановок и уметь организовать безопасное производство работ. 3. Для лиц, не имеющих среднего образования, для группы III требуется знание электротехники в объеме элементарных познаний; для групп IV и V — в объеме программы профтехучилища.

Лица, виновные в нарушении правил техники безопасности, подвергаются дисциплинарным взысканиям, понижению в должности на срок не более 3 месяцев. Восстановление на прежней должности производится после внеочередной проверки знаний.

7.2. ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА

Электрозащитными средствами называются приборы, аппараты и приспособления, предназначенные для защиты персонала, работающего на электроустановках, от поражения электрическим током, воздействия электрической дуги и т. п.

К защитным средствам относятся изолирующие средства, переносные заземления, временные ограждения, предупредительные плакаты, защитные очки, брезентовые рукавицы, предохранительные пояса, страхующие канаты.

Изолирующие защитные средства делятся на основные и дополнительные. *Основные электрозащитные средства* — это такие, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение. При их помощи допускается касание токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Дополнительные изолирующие защитные средства сами по себе не могут служить для защиты от поражения током и дополняют основные.

На установках напряжением до 1000 В к основным электрозащитным средствам относятся: изолирующие штанги; изолирующие и измерительные клещи; диэлектрические перчатки; слесарно-мон-

тажный инструмент с изолированными рукоятками; указатели напряжения.

К дополнительным электрозащитным средствам на установках до 1000 В относятся: диэлектрические галоши; диэлектрические резиновые коврики; изолирующие подставки; переносные заземления; плакаты и знаки безопасности.

Основные средства защиты рассчитаны на применение в закрытых электроустановках. На открытых установках и на линиях они могут быть использованы только в сухую погоду.

Персонал, обслуживающий электроустановки, должен быть снабжен всеми необходимыми защитными средствами, обеспечивающими безопасность обслуживания этих установок.

Нормы комплектования защитными средствами распределительного устройства или других электроустановок напряжением до 1000 В приведены ниже.

Средства защиты	Количество
Указатель напряжения	1 шт.
Клещи изолирующие	1 шт.
Диэлектрические перчатки	2 пары
Диэлектрические галоши	2 пары
Защитные очки	1 пара
Предупредительные плакаты и временные ограждения	По местным условиям, но не менее 2 компл.
Переносные заземления	Не менее 2 шт.
Монтажный инструмент с изолированными рукоятками	Не менее 2 компл.

Защитные средства должны находиться в качестве инвентаря и храниться в специально назначенном месте либо находиться в индивидуальном пользовании. Ответственность за наличие, пригодность, правильное хранение и использование защитных средств несет персонал, обслуживающий установку. Все изолирующие защитные средства подвергаются периодическим испытаниям, объем и нормы которых приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2. Нормы и периодичность эксплуатационных испытаний электрозащитных средств

Наименование средств	Напряжение установки, В	Электрические испытания		Ток утечки, мА	Периодичность испытаний
		испытательное напряжение, кВ	продолжительность испытания, мин.		
1	2	3	4	5	6
Диэлектрические перчатки	До 1000	2,5	1	3	Один раз в 6 мес.
Диэлектрические галоши	До 1000	3,5	1	2	Один раз в 12 мес.

1	2	3	4	5	6
Резиновые коврики и дорожки (диэлектрические маты)	До 1000	15	Протягиванием со скоростью 2-3 см/сек	15	Один раз в 24 мес.
Клеши изолирующие	»	2	5	—	Один раз в 24 мес.
Клеши электроизмерительные	40—660 В	2	5	—	Один раз в 24 мес.
Монтерский инструмент с изолирующими ручками	До 1000	2	1	—	Один раз в 12 мес.
Указатели напряжения ¹ : для проверки: изоляции корпусов и соединит. проводов; исправности схемы; однополюсные указатели;	До 660 До 500	2 1	1 1	— —	То же »
двухполюсные указатели	До 660	0,75	1	0,6	Один раз в 12 мес.
То же	До 500	0,6	1	4	Один раз в 12 мес.
	До 660	0,75	1	4	То же

¹ При испытаниях проверяется также напряжение порога зажигания, которое не должно превышать 90 В.

Перед употреблением защитного средства необходимо проверить его исправность, очистить, оттереть от пыли и проверить по штампу срок годности. **Пользоваться неисправными защитными средствами и средствами с истекшим сроком годности запрещается.** При обнаружении непригодных защитных средств необходимо ставить в известность ответственного за электрохозяйство.

Хранение и учет защитных средств

Защитные средства из резины хранятся обязательно в закрытых помещениях, на стеллажах или в ящиках вдали от нагревательных приборов и предохраняются от воздействия масел, бензина и т. п., а также от прямого воздействия солнечных лучей. Указатели напряжения и измерительные клещи хранят в футлярах. На стенах, где развешиваются переносные заземления, наносятся номера, соответствующие номерам заземлений.

Все находящиеся в эксплуатации изолирующие защитные средства, предохранительные пояса и переносные заземления должны быть пронумерованы и учтены в журнале учета и хранения защитных средств, где отмечается дата выдачи, наименование и номер защитного средства и есть расписка получившего.

Штанги изолирующие и для наложения заземлений

Штанги могут изготавливаться из прочных изоляционных материалов — бакелита, эбонита, гетинакса, плаетмасс и т. п.

Допускается применение дерева, проваренного в льняном или других высыхающих маслах. Пропитка в парафине не допускается. Бакелит, дерево и другие поглощающие влагу материалы должны быть покрыты влагостойким лаком.

Длина изолирующей штанги и штанги для наложения заземления в установках до 1000 В определяется удобством пользования. В установках напряжением до 15 кВ длина изолирующей части штанги не должна быть меньше 0,7 м, а рукоятки — 0,3 м.

Электроизмерительные клещи

Измерительные клещи предназначены для измерений в электрических цепях без нарушения их целостности. Рабочую часть клещей составляют: разъемный магнитопровод, обмотки и встроенный или съемный измерительный прибор. Изолирующая часть и рукоятка изготавливаются из негигроскопического изоляционного материала. В клещах для напряжения до 1000 В изолирующей частью служит корпус.

Резиновые диэлектрические перчатки

При работе на электроустановках разрешается применять только диэлектрические перчатки с заводским штампом. Использование перчаток, предназначенных для других целей (для химического производства, хирургических и т. д.), — запрещается. Длина перчатки должна быть не менее 350 мм. При пользовании диэлектрическими перчатками необходимо проверять их целостность и срок испытания. Кроме внешнего осмотра рекомендуется перчатки свернуть в сторону пальцев и убедиться, что воздух не выходит через разрыв или прокол. При работе края перчаток нельзя заворачивать. Перчатки надевают поверх рукавов.

Указатели напряжения до 1000 В

В электроустановках должны использоваться указатели с сигнальными лампами. В настоящее время применяются двухполюсные указатели, действующие при протекании активного тока, и однополюсные, работающие при протекании емкостного тока.

Двухполюсный указатель напряжения (рис. 7.1) состоит из неоновой лампы, добавочного сопротивления и контактов 1. Неоновая лампа зашунтирована резистором, чтоб не возникало свечения под действием емкостного тока. Элементы указателя закреплены в двух пластмассовых корпусах 2, соединенных гибким проводом 3 длиной 1 м с изоляцией повышенной надежности (типа магнето). Для указателей, предназначенных только для работы на линиях напряжением до 1000 В, длина провода может быть увеличена. Двухполюсные указатели требуют прикосновения к двум точкам электроустановки, между которыми необходимо определить наличие или отсутствие напряжения.

Однополюсные указатели напряжения (рис. 7.2) состоят из сигнальной неоновой лампы с порогом зажигания не выше 90 В и

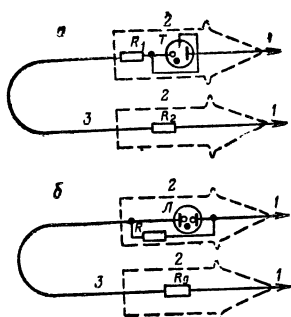


Рис. 7.1. Двухполюсный указатель напряжения:

а — индикатор УНН-10; *б* — индикатор МИН-1; *Т* — тиратрон типа МТХ-90; R_1 — шунтирующий резистор типа МЛТ-0,5; 1 МОм; R_2 — добавочный резистор типа МЛТ-2; 0,24 МОм; L — лампа тлеющего разряда типа ИН-3; R — шунтирующий резистор типа ВС; 10 МОм; R_d — добавочный резистор типа ВС 3МОм

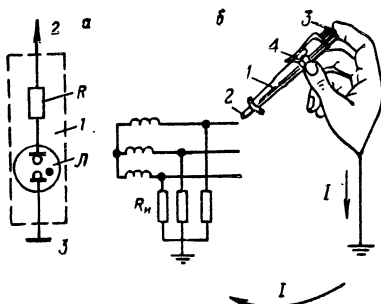


Рис. 7.2. Однополюсный указатель напряжения типа ИН-90; ИН-91:

а — схема; *б* — способ применения; 1 — изолирующий корпус; 2 — щуп в виде отвертки; 3 — контакт; 4 — отверстие в корпусе для наблюдения за свечением; L — неоновая лампа типа ИН-3; R — резистор типа ВС, 1 МОм; 0,5 Вт; R_n — сопротивление изоляции проводов сети относительно земли

добавочного сопротивления, помещенных в изолированный корпус, имеющий сходство с авторучкой. Корпус имеет контакт со стороны упорного кольца и контакт на головке. При проверке наличия напряжения необходимо коснуться рукой контакта на головке указателя. Связь с землей осуществляется через тело человека.

Характеристики указателей напряжения приведены в табл. 3.

Таблица 7.3. Указатели напряжения

Тип	Род тока	Номинальное напряжение электроустановки, В	Порог зажигания, В	Масса, кг	Принцип действия	Тип лампы
1	2	3	4	5	6	7

Однополюсные

УНН-1	перем.	127—500	120	0,04	Свечение неоновой лампы при протекании емкостного тока	ВМН-1
УНН-1Ш	перем. пост.	127—500	120	0,1	То же	ВМН-1
УНН-1М	перем.	127—660	90	0,1	То же	ИН-3

1	2	3	4	5	6	7
ИН-90	перем.	127—380	90	0,025	Свечение неоновой лампы при протекании емкостного тока	ИН-3
ИН-91	»	127—380	90	0,03		ИН-3

Двухполюсные

УНН-10	перем. пост.	127—500	90	0,08	Свечение неоновой лампы при протекании активного тока	МТХ-90
ПИН-90	то же	65—750	50	0,1	То же	ВМН-2
МИН-1	то же	127—500	90	0,2	То же	ИН-3
ИН-92	пост.	10—250	—	0,3	Прибор стрелочного типа	—
	перем.	10—100				
	перем.	100—700				
Пробник напряжения	перем.	90—500	90	0,2	Индикация напряжения по длине светящегося столба вдоль стержневого катода линейного газоразрядного индикатора	ИН-9

Указатели напряжения могут быть изготовлены собственными силами. На рис. 7.1а приведены данные для изготовления указателя напряжения УНН-10, выпускаемого Курганским электромеханическим заводом. В качестве сигнальной лампы использован тиратрон с холодным катодом типа МТХ-90, с порогом зажигания 90 В.

При невозможности получения неоновой лампы или тиратрона допускается в качестве индикатора наличия напряжения использовать лампу накаливания мощностью не более 10 Вт, заключенную в один из корпусов указателя напряжения. Во втором корпусе монтируется проволочное добавочное сопротивление. Для сети 380 В и лампы на 220 В мощностью 10 Вт величина добавочного сопротивления должна быть 5000 Ом.

Предостережения:

1. Использовать в качестве указателя напряжения контрольную лампу (обычный патрон с двумя выводами) в сетях с линейным напряжением больше 220 В не разрешается, так как при ошибочном включении на линейное напряжение в сети 380/220 В лампа взрывается и осколки могут ранить работающего.

2. В практике часто изготавливают однополюсные указатели напряжения своими силами, обычно в виде отвертки. При этом бывают случаи неправильного изготовления, и тогда возникает опасность поражения током. Нельзя делать стержень отвертки длиной более 20 мм. Если стержень длинный, возникает опасность прикос-

новению к нему во время проверки напряжения. Желательно плотно натягивать на стержень изолирующую трубку, оставляя неизолированным участок длиной не более 5 мм. Со стороны, близкой к источнику напряжения, обязательно должно быть упорное кольцо, выступающее на 3-4 мм, чтобы не допустить соскальзывания рук.

Особое внимание нужно уделить выбору неоновой лампочки, чтоб порог зажигания не превышал 90 В. Наиболее подходит лампа типа ИН-3. Добавочное сопротивление должно быть не менее 200 кОм.

Корпус следует изготавливать из эбонита или пластмассы темного цвета, при котором легче заметить свечение лампочки. Изготовленные указатели следует обязательно испытать в соответствии с табл. 7.3.

Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками

Инструмент с изолирующими рукоятками применяют при работах на токоведущих частях без снятия напряжения.

Рукоятки инструмента покрывают нехрупким влагостойким изоляционным составом, с упорами из того же материала. Длина изолированных рукояток должна быть не менее 100 мм. На стержни отверток следует плотно натягивать изоляционную трубку, оставляя неизолированным участок длиной 5-7 мм. Перед использованием инструментом необходимо убедиться в отсутствии трещин, изломов и заусенцев.

Переносные заземления

Переносные заземления предназначены для защиты людей, работающих на отключенных токоведущих частях, от поражения током при ошибочной подаче напряжения или появления наведенного напряжения.

Переносные заземления состоят из проводов для заземления и закорачивания между собой всех трех фаз установки, зажимов для закрепления заземляющих проводов на токоведущих частях и присоединения к зануляющим проводникам или зануленным конструкциям.

Переносные заземления выполняются из неизолированного гибкого медного провода сечением не менее 16 мм² (в установках с напряжением выше 1000 В сечение проводов переносных заземлений должно быть не менее 25 мм² и проверено по термической устойчивости токам короткого замыкания). Сечение переносных заземлений для присоединения к передвижным установкам (лаборатории, мастерские и т. п.) должно быть не менее 10 мм².

Зажимы выполняют так, чтобы их можно было накладывать и закреплять на токоведущих частях с помощью штанги. Зажим на заземляющем проводе выполняют в виде струбцины или в виде наконечника, позволяющего присоединить его к зажиму (барашку) на зануленных конструкциях. Все переносные заземления должны быть пронумерованы. Номер, а также сечение выбиваются на струбцине или специальной бирке.

Защитные очки

Защитные очки применяются: при смене предохранителей; резке кабелей и вскрытии муфт на кабельных линиях, находящихся

в эксплуатации; работах по пайке, сварке (на проводах, шинах, кабелях и др.); при варке и разогревании мастики и заливке ею кабельных муфт, вводов и т. п.; работе с электролитом и при обслуживании аккумуляторной батареи; проточке и шлифовке колец и коллекторов; заточке инструмента и прочих работах, связанных с опасностью повреждения глаз.

Разрешается применять только специальные защитные очки заводского изготовления закрытого типа с боковыми стенками и вентиляционными отверстиями.

Предохранительные монтерские пояса

Для работ на линиях, находящихся под напряжением, следует применять пояса со стропом из ремня, капронового фала или хлопчатобумажной веревки. На отключенных линиях допускается, как исключение, применять пояса с целью (см. с. 253).

Плакаты и знаки по технике безопасности

Плакаты и знаки могут быть постоянными и переносными и применяются для предупреждения об опасности приближения к частям, находящимся под напряжением; для запрещения оперирования коммутационными аппаратами, которыми может быть подано напряжение на место, где производится работа; для указания места, где должна производиться работа, и для напоминания о принятых мерах.

Плакаты делятся на 4 группы (табл. 7.4): I. предупреждающие; II. запрещающие; III. предписывающие; IV. указательные.

Переносные плакаты изготавливаются из изоляционного материала (пластмассы, фанеры, картона и т. п.) и должны иметь для крепления отверстие, крючок или шнур.

7.3. КАТЕГОРИИ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Работы на действующих установках в отношении мер безопасности делятся на 4 категории¹:

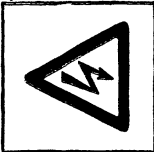
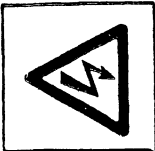
1. Работы, выполняемые при полном снятии напряжения,— это те, что проводят на установке, где со всех токоведущих частей, в том числе и с вводов, снято напряжение и где нет незапертого входа в соседнюю установку, находящуюся под напряжением.

2. Работы, выполняемые при частичном снятии напряжения,— те, которые проводят на установках, где напряжение снято только с тех участков, на которых будет производиться работа, или где напряжение полностью снято, но есть незапертый вход в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением.

¹ Указанное распределение работ регламентировано «Правилами безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором [Л. 1].

Для электроустановок Минэнерго работы подразделяются на 3 вида: выполняемые со снятием напряжения; выполняемые под напряжением на токоведущих частях и выполняемые без снятия напряжения на негодных частях [Л. 2].

Таблица 7.4. Плакаты и знаки по технике безопасности для электроустановок

№ п/п	Рисунок	Размер и исполнение	Переносный или постоянный	Метод и условия применения
1	2	3	4	5
1. Предупреждающие знаки и плакаты				
1.		Размер 210×210 мм. Желтый фон. Кайма черная шириной 10 мм. Стрела черная (ГОСТ 12.4.026—76)	Постоянный	Укрепляется на наружной стороне дверей распределительных устройств до и выше 1000 В, камер выключателей и трансформаторов, щитов, сборок напряжением до 1000 В, ограждений токоведущих частей, расположенных в производственных помещениях.
2.		Размер 210×210 мм. Кайма черная шириной 10 мм. Стрела черная (ГОСТ 12.4.026—76). Фон служит поверхность бетона.	Постоянный	Наносится с помощью трафарета несмываемой краской на поверхность железобетонных опор ВЛ напряжением выше 1000 В в населенной местности
3.		Размер 280×210 мм. Черные буквы на белом фоне. Кайма ярко-красная шириной 10 мм, стрела ярко-красная по ГОСТ 12.4.027—76	Переносный	На ограждениях и конструкциях. Применяется только на установках напряжением до 1000 В

	II. Запрещающие плакаты Размер 240×130 мм. Красные буквы на белом фоне. Кайма красная, шириной 10 мм. Размер 80×50 мм. Красные буквы на белом фоне.	Переносный	На ключах управления, а также рукоятках или штурвалах приводов выключателей и разъединителей, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на работающих людей То же, но для применения на щитах и пультях
		Переносный	На ключах управления, а также рукоятках или штурвалах приводов линейных выключателей, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на линию, где работают люди То же, но для применения на щитах и пультях
	III. Предписывающие плакаты Размер 250×250 мм. Белый круг диаметром 200 мм на зеленом фоне. Буквы черные, в пределах круга. Кайма белая, шириной 15 мм. То же. Размер 100×100 мм. Круг диаметром 60 мм	Переносный	В закрытых распределительных устройствах на месте работ
		То же	На щитах управления при работах на панелях
	IV. Указательные плакаты Размер 240×130, 80×50 мм. Черные буквы на синем фоне	Переносный	На щитах и пультях, на ключах управления, а также рукоятках разъединителей, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок схемы.

Примечание. Плакаты прежней редакции, установленные до 1983 г., а также переносные, имеющиеся на предприятиях, могут использоваться до 1985 г.

3. Работы без снятия напряжения на токоведущих частях, находящихся под напряжением. и вблизи таких частей — это работы на токоведущих частях, проводимые с помощью изолирующих защитных средств, или такие, при которых необходимы технические или организационные меры, предотвращающие возможность приближения работающих или инструмента к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на расстояние меньше 0,7 м.

4. Работы без снятия напряжения, выполняемые вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, — когда исключено случайное приближение работающих людей или используемой оснастки и инструмента к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на опасное расстояние и не требуется технических или организационных мер для предотвращения такого приближения.

При работе в электроустановках должны выполняться организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих (см. разделы 7.4 и 7.5).

Ряд работ может выполняться без наряда — по распоряжению с записью в оперативном журнале и в порядке текущей эксплуатации с последующей записью в оперативный журнал (раздел 7.6).

7.4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

Для производства работ в электроустановках должны быть выполнены следующие организационные мероприятия:

- оформление работы нарядом или распоряжением;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место (если требуется) и окончания работы.

Нарядом называется составленное на специальном бланке письменное задание на безопасное производство работы в электроустановке, определяющее содержание работы, место, время начала и окончания, необходимые меры безопасности, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работы.

Наряд может выдаваться или продлеваться на срок до 5 суток. По наряду выполняют работы с полным или частичным снятием напряжения и работы, выполняемые без снятия напряжения, вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

Наряд выписывается в двух экземплярах; чернилами или химическим карандашом, под копирку. Никаких исправлений и перечеркиваний не допускается. Один экземпляр выдается производителю работ, а второй — оперативному персоналу для подготовки рабочего места.

Распоряжением является задание на безопасное производство работ, определяющее содержание работы, место, время, меры безопасности и лиц, которым поручено выполнение. Оно может быть устным, переданным по телефону, радио или письменным, произвольной формы, и выдается на работы продолжительностью не более одной смены. Виды работ, которые могут выполняться по

распоряжению, указаны на с. 240. Распоряжение записывается в оперативный журнал.

Перечень лиц, имеющих право выдачи наряда или распоряжения, устанавливается главным энергетиком или ответственным за электрохозяйство. Эти лица в установках напряжением до 1000 В должны иметь квалификационную группу не ниже IV.

Допускающий — это лицо оперативного персонала, которое осуществляет подготовку рабочего места, несет ответственность за выполнение мер безопасности для допуска к работе и принимает рабочее место по окончании работы.

В установках до 1000 В допускающим может быть лицо с квалификацией не ниже III группы.

Допуск к работам производится непосредственно на рабочем месте. Допускающий проверяет состав бригады и наличие квалификационной группы по удостоверениям, знакомит бригаду с содержанием наряда, объясняет, откуда снято напряжение, где наложено заземление, какие части остались под напряжением, указывает границы рабочего места, показывает бригаде заземления, если они видны с рабочего места, а если нет, удостоверяет отсутствие напряжения прикосновением к токоведущим частям рукой (после проверки отсутствия напряжения указателем напряжения). При наличии заземлений, наложенных непосредственно у места работы, прикосновение к токоведущим частям не требуется.

Допуск и сдачу рабочего места оформляют подписью в наряде допускающего и производителя работ. При работах по распоряжению допуск оформляется записью в оперативном журнале.

Надзор во время работ для предупреждения нарушений правил техники безопасности осуществляет производитель работ или наблюдающий. Производитель работ контролирует членов бригады, находясь на том участке, где ведется наиболее ответственная работа. Наблюдающему запрещается совмещать надзор с выполнением работы.

Кратковременный уход с рабочего места одного или нескольких членов бригады допускается производителем работ. В этом случае на рабочем месте разрешается оставаться одному или нескольким членам бригады с группой не ниже III.

Окончание работ

После завершения работы и приведения в порядок рабочего места производитель работ должен удалить бригаду, расписаться в наряде об окончании работ и сдать его оперативному персоналу.

Оперативный персонал осматривает установку и место работы, удостоверяется в отсутствии людей, посторонних предметов и инструмента, после чего снимает заземления, удаляет временные ограждения и плакаты «Работать здесь», устанавливает постоянные ограждения и снимает все остальные плакаты, вывешенные перед началом работы.

Наряд закрывается подписью производителя работ.

Допускающий сообщает об окончании работ лицу, выдавшему наряд, и, получив от него разрешение, может подать напряжение на установку.

7.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

Подготовка рабочего места

Чтобы подготовить рабочее место к работе, следует произвести необходимые отключения и принять меры, препятствующие подаче напряжения к месту работы из-за самопроизвольного или ошибочного включения коммутационной аппаратуры; вывесить запрещающие плакаты и, при необходимости, установить ограждения; проверить отсутствие напряжения; наложить переносные заземления; вывесить предупредительные и разрешающие плакаты (при работах с полным снятием напряжения данное требование не обязательно).

Оставшиеся под напряжением токоведущие части ограждают.

Если оперативное обслуживание установки осуществляется двумя лицами в смену, подготовка рабочего места выполняется вдвоем. При единоличном обслуживании — одним лицом.

Отключение. На месте работы должны быть отключены токоведущие части, на которых производится работа, и те, которые могут быть доступны прикосновению во время работ. Допускается не отключать соседние части, а оградить их изолирующими наладками.

Для предотвращения подачи напряжения к месту работы вследствие трансформации нужно отключить со стороны высшего и низшего напряжения все связанные сготавливаемым к ремонту оборудованием силовые, измерительные и другие трансформаторы. Сделать это следует таким образом, чтобы предназначенные для работы участки электроустановки отделились от токоведущих частей, находящихся под напряжением, коммутационными аппаратами или снятыми предохранителями.

Отключение можно выполнить ручными коммутационными аппаратами, положение контактов которых видно с передней или задней стороны панели или при открытии кожухов, а также — контакторами и другими коммутационными устройствами с дистанционным управлением и контактами, доступными для осмотра, после того как приняты меры, исключающие возможность ошибочного выключения, — например сняты предохранители оперативного тока.

Отключение можно производить также коммутационными аппаратами с закрытыми контактами и ручным управлением (автоматические выключатели, пакетные выключатели и т. д.), если имеется полная уверенность, что положение рукоятки или указателя соответствует положению контактов. При этом непосредственно после отключения нужно проверить отсутствие напряжения на всех фазах.

Вывешивание предупредительных плакатов. Для предупреждения об опасности приближения к частям, находящимся под напряжением, запрещения неправильных действий, указания места выполнения работ и т. п. применяются предупредительные, запрещающие, предписывающие и указательные плакаты (см. табл. 7.4).

На ключах управления и приводах рубильников и выключателей, а также на основаниях предохранителей, при помощи которых может быть подано напряжение к месту работ, вывешиваются плакаты «Не включать: работают люди!».

При работе на линии на привод рубильника или выключателя вывешивается плакат «Не включать: работа на линии!», который устанавливается или снимается по распоряжению диспетчера или оперативного лица, в чьем ведении находится линия.

На временных ограждениях вывешивают плакаты «Стой. Напряжение!». Если вблизи от места работы имеются неотключенные части установки, на всех подготовленных к работе местах вывешиваются плакаты «Работать здесь».

Плакаты, установленные при подготовке рабочего места, запрещается убирать или переставлять до полного окончания работы.

Ограждение места работы. Неотключенные токоведущие части, доступные случайному прикосновению, должны во время работы ограждаться крепкими, хорошо укрепленными изолирующими накладками из дерева, гетинакса, текстолита, резины и т. п. На временных ограждениях вывешивают плакаты или наносят предупредительную надпись «Стой. Напряжение!».

Проверка отсутствия напряжения. Перед началом работ со снятием напряжения обязательно проверить отсутствие напряжения на участке работы между всеми фазами и между каждой фазой и нулевым проводом или землей.

Эта проверка производится указателем напряжения или переносным вольтметром. Прибор должен быть рассчитан на линейное напряжение сети. **Применение контрольных ламп в сетях 380/220 В запрещено.**

Непосредственно перед проверкой следует убедиться в исправности указателя или вольтметра на расположенных вблизи токоведущих частях, заведомо находящихся под напряжением. Если поблизости нет источника напряжения, допускается проверять указатель напряжения или вольтметр в другом месте. Если проверенный прибор подвергся толчкам и ударам либо его роняли, проверку следует повторить.

Стационарно включенные сигнальные лампы или вольтметры служат только вспомогательными средствами. На основании их показаний нельзя делать вывода об отсутствии напряжения, а только о его наличии. Отключение вольтметра или горение сигнальной лампы говорят о недопустимости работы на данном оборудовании.

Наложение и снятие заземления. Чтобы защитить работающих от поражения током в случае ошибочной подачи напряжения, на все фазы отключенной установки накладывается заземление со всех сторон, откуда может быть подано напряжение (в том числе и путем обратной трансформации через сварочные трансформаторы, трансформаторы местного освещения и т. п.). При единоличном оперативном обслуживании заземление может накладывать одно лицо.

Для заземления используют специальные переносные заземлители с зажимами для присоединения. Запрещается пользоваться какими-либо проводниками, не предназначенными для этой цели, а также присоединять заземления путем скрутки.

Порядок наложения заземления. Прежде чем проверить отсутствие напряжения, один конец переносного заземления присоединяют к заземляющей шине или заземленной конструкции в специально предназначенном для этого и зачищенном от краски месте. Затем проверяют отсутствие напряжения. Непосредственно после проверки отсутствия напряжения с помощью изолирующей штанги зажимы переносного заземления накладывают на подлежащие заземлению токоведущие части и закрепляют их штангой или руками в диэлектрических перчатках.

Снятие заземлений производится в обратном порядке: сначала штангой или руками в диэлектрических перчатках отсоединяют заземления с токоведущих частей, а потом отсоединяют зажим от заземляющего устройства.

Если для выполнения работы необходимо временно снять заземление, например при испытании изоляции мегаомметром, то снятие и обратная установка заземлений может выполняться оперативным персоналом.

7.6. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО РАСПОРЯЖЕНИЮ И В ПОРЯДКЕ ТЕКУЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Некоторые кратковременные, небольшие по объему работы, имеющие разовый характер, могут выполняться без наряда — по распоряжению (с записью в оперативном журнале и с соблюдением всех требований техники безопасности). Ряд работ может выполняться без наряда, в порядке текущей эксплуатации.

Организационные мероприятия по безопасности при выполнении работ по распоряжению, в основном, такие же, как при работах по наряду.

Распоряжение записывается в оперативный журнал лицом, отдающим распоряжение, или оперативным персоналом по его указанию. В оперативном журнале указывается, кем отдано распоряжение, содержание и место работы, категория работ в отношении мер безопасности, перечень технических и организационных мероприятий, время выполнения работы, фамилии, инициалы, квалификационная группа производителя работ или наблюдающего и членов бригады.

По распоряжению, без наряда, могут производиться следующие работы, выполняемые в течение одной смены.

При напряжении до 1000 В.

1. Работа без снятия напряжения вдали от токоведущих частей (не ближе 0,7 м на установках до 1000 В) — например уборка помещений шитов управления, в том числе — за панелями.

2. Ремонт осветительной аппаратуры и замена ламп, расположенных вне камер и ячеек, при условии снятия напряжения с участка сети освещения, где проводятся работы.

3. Уход за коллекторами и щетками электродвигателей и их замена.

4. Выполнение или возобновление надписей на оборудовании и ограждениях.

5. Ремонт строительной части распределительных устройств и перекрытий кабельных каналов.

Примечания: а) Работы по пп. 1—5 могут выполняться единолично персоналом с квалификационной группой не ниже III. б) Работы по п. 1 разрешается производить лицам с квалификационной группой I под наблюдением дежурного персонала. в) Работы по п. 5 могут выполняться неэлектротехническим персоналом под наблюдением оперативного персонала или специально выделенного наблюдающего с квалификационной группой не ниже III.

6. Монтаж, проверка, регулировка, снятие для ремонта и установка измерительных приборов, счетчиков, устройств автоматики, телемеханики и связи в установках напряжением до 1000 В в помещениях, где нет токоведущих частей напряжением выше 1000 В.

Работы по п. 6 должны выполняться не менее чем двумя лицами ремонтного персонала, одно из которых должно иметь квалификационную группу не ниже IV, а другое — не ниже III, или одним лицом оперативного персонала с группой не ниже IV. Эксплуатация счетчиков персоналом энергосбыта Минэнерго производится по специальной инструкции.

7. Работы с полным или частичным снятием напряжения: ремонт магнитных пускателей, пусковых кнопок, автоматов, рубильников, реостатов, контакторов и аналогичной пусковой и коммутационной аппаратуры при условии ее установки вне щитов и сборок; ремонт отдельных электроприемников (электродвигатели, электрокалориферы и т. п.), отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления; смена предохранителей; ремонт осветительной проводки.

Работы по п. 7 выполняются двумя лицами из числа ремонтного персонала, одно из которых имеет квалификационную группу не ниже III, а другое — II. В отдельных случаях с ведома отдающего распоряжение допускается выполнять эти работы одному лицу ремонтного персонала с группой III.

8. Измерение токоизмерительными клещами и смена предохранителей без снятия напряжения. Эти работы должны проводиться двумя лицами, включая лицо оперативного персонала с квалификационной группой не ниже IV, осуществляющее непрерывный надзор за работающим, который может иметь квалификационную группу не ниже III.

Указанный выше перечень работ на установках до 1000 В, выполняемых по распоряжению, может быть расширен лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия.

Выполнение работ по распоряжению

Производитель работ с момента получения разрешения на производство работы осуществляет надзор по соблюдению мер безопасности лицами, входящими в состав бригады.

По окончании работ с полным или частичным снятием напряжения или без снятия напряжения вблизи от токоведущих частей производитель работ выводит бригаду с места работы, совместно с лицом оперативного персонала проверяет рабочее место, после чего оформляет окончание работ подписью в оперативном журнале.

При выполнении работ без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, производитель работ лично осматривает место работы, выводит бригаду и докладывает оперативному лицу об объеме выполненных работ и их окончании.

Об окончании работ сообщается лицу, отдавшему распоряжение.

7.7. ОПЕРАТИВНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Оперативное обслуживание электроустановок до 1000 В осуществляется дежурным персоналом посменно, по утвержденному графику. Допускаются к нему лица, знающие схемы, эксплуатационные инструкции, особенности оборудования и прошедшие обучение и проверку знаний.

- Оперативное обслуживание может осуществляться одним или несколькими лицами. Вид обслуживания и число лиц, закрепленных за установкой, определяется главным энергетиком или другим лицом, ответственным за электрохозяйство.

Лица оперативного персонала, обслуживающие электроустановки единолично, и старшие в смене или бригаде, закрепленные за данной установкой напряжением до 1000 В, должны иметь квалификационную группу не ниже III.

Дежурный, придя на работу, обязан принять смену от предыдущего дежурного, а после окончания работы — сдать смену следующему. При приеме смены дежурный знакомится с состоянием, схемой и режимом работы оборудования путем личного осмотра, получает от сдающего смену сведения об оборудовании, проверяет и принимает инструмент, материалы, ключи от помещений, средства защиты. Приемка оформляется в журнале или ведомости записью за подписью принявшего и сдавшего смену.

Ликвидация аварий производится дежурным персоналом, а в установках, где нет постоянного дежурства, — оперативно-ремонтным персоналом или выездной бригадой.

Как указывалось выше, снимать напряжение с токоведущих частей для освобождения пострадавшего от электрического тока следует немедленно, без разрешения, с последующим уведомлением вышестоящего оперативного персонала.

Дежурный персонал обязан совершать обходы и осматривать оборудование, производственные помещения на своем участке. При обходе проверяется правильность режима работы, состояние и исправность оборудования, зданий, сооружений, чистота рабочих мест, состояние защитных и противопожарных средств.

Двери помещений электроустановок (щитов, сборок и т. п.) должны быть постоянно закрыты. Двери из распределительных устройств должны открываться в сторону других помещений или наружу и иметь самозапирающиеся замки, открываемые изнутри без ключа. Для каждого помещения должно быть не менее двух комплектов ключей, один из которых — запасной. Ключи находятся у оперативного персонала и могут выдаваться под расписку руководителю работ при оформлении допуска.

Дежурный персонал электроустановок по распоряжению руководящего электротехнического персонала может быть привлечен к ремонтным работам, на это время он освобождается от дежурства.

Все операции на щитах и сборках напряжением до 1000 В, за исключением наложения заземления, разрешается выполнять дежурному и оперативно-ремонтному персоналу единолично.

В случае, когда отключение цехового электрооборудования выполнялось по устной или письменной заявке цехового персонала для производства работ, оно может быть включено только по требованию лица, давшего заявку на отключение, либо уполномоченного им, или в данный момент его заменяющего.

Перед пуском временно отключенного электрооборудования оперативный персонал обязан его осмотреть, убедиться в готовности к приему напряжения и предупредить работающий персонал о предстоящем включении.

7.7.1. Работы, выполняемые в порядке текущей эксплуатации в установках напряжением до 1000 В

В порядке текущей эксплуатации, то есть без наряда или распоряжения, оперативно-ремонтный персонал может выполнять следующие работы:

1. С полным или частичным снятием напряжения — ремонт магнитных пускателей, кнопок, автоматов, рубильников, реостатов, контакторов и аналогичной пусковой, регулирующей и коммутацион-

ной аппаратуры, установленной вне щитов и сборок; отдельных электроприемников (электродвигатели, электрокалориферы, нагревательные печи и т. п.); ремонт отдельно установленных магнитных станций и блоков управления; осветительных проводок; смену предохранителей. Работы должны, как правило, выполняться двумя лицами с квалификационной группой III и II. В отдельных случаях, с ведома ответственного за электрохозяйство, допускается выполнение указанных работ одному лицу с группой III.

Примечание. Персоналу необходимо помнить, что после исчезновения напряжения в обслуживаемой им установке, оно может быть вновь подано без предупреждения.

2. **Без снятия напряжения** — уход за щетками электродвигателей и их замена, чистка коллекторов. Работа выполняется единолично персоналом с квалификацией не ниже группы III.

3. **Обслуживание наружного и внутреннего освещения** на территории предприятия, в служебных и жилых помещениях, складах, мастерских и т. п. осуществляется в порядке текущей эксплуатации с уведомлением о месте, начале и окончании работ оперативного персонала, который делает соответствующие записи в оперативном журнале.

7.7.2. Осмотр электроустановок напряжением до 1000 В

Единоличный осмотр на установках до 1000 В может проводиться административно-техническим персоналом с квалификационной группой IV и дежурным или оперативно-ремонтным персоналом, обслуживающим данную установку, с группой не ниже III.

Дежурный персонал обязан производить обходы и осмотры оборудования и производственных помещений на своем участке. При этом проверяются правильность режима работы, состояние и исправность оборудования, защитных и противопожарных средств.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДО 1000 В

При осмотре распределительных устройств, щитов, шинопроводов, троллеев и сборок запрещается проникать за ограждения, касаться токоведущих частей, производить обтирку и чистку, устранять обнаруженные неисправности. Не допускается снимать ограждения и плакаты.

Лица, не имеющие отношения к обслуживанию установки, могут допускаться в помещения электроустановок напряжением ниже 1000 В в сопровождении и под надзором лица обслуживающего персонала с квалификационной группой не ниже III.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Оперативному персоналу, обслуживающему электрооборудование технологических агрегатов и машин — электродвигатели, электропечи, ванны и т. п., — разрешается единолично открывать двери щитов, пультов управления и т. п. При осмотре нужно соблюдать осторожность, не касаться токоведущих частей. Допускается при осмотре, в порядке текущей эксплуатации, выполнение работ, перечень которых должен быть утвержден главным энергетиком и согласован с технической инспекцией профсоюза.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

При осмотрах необходимо выборочно проверять состояние заземления металлических частей аппаратуры, наличие и исправность приспособлений для быстрого и безопасного доступа к светильникам, наличие стекол, решеток и сеток в светильниках, исправность уплотнений. Не допускается присоединение к групповой сети аварийного освещения переносных трансформаторов и штепсельных розеток. Применять для переносного освещения люминесцентные лампы и лампы ДРЛ запрещается. Вышедшие из строя люминесцентные лампы и лампы ДРЛ, содержащие ртуть, должны храниться упакованными, в специальном помещении. Их следует периодически увозить для уничтожения и дезактивации в специально отведенные места.

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Обходы и осмотры линий выполняются без наряда, по устному распоряжению, единолично электромонтером, имеющим квалификационную группу не ниже II. При обходе ночью нужно идти по краю трассы. Даже зная, что линия отключена, следует считать ее находящейся под напряжением, так как всегда возможно включение. Осматривать линию нужно с земли, не поднимаясь на опоры. При обнаружении оборванных проводов необходимо оградить место повреждения, с тем чтобы предотвратить доступ к линии ближе чем на 5 м (для линий выше 1000 В — не ближе 8 м).

При наступлении грозы находиться вблизи линий запрещается! Осмотр необходимо прервать и переждать грозу, отойдя на расстояние 100—150 м от линии.

7.8. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ НАПЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Кроме указанных выше основных требований правил безопасности, при выполнении отдельных работ должны выполняться дополнительные правила, указанные ниже.

7.8.1. Работы на щитах, пультах, распределительных шкафах и пунктах

Панели распределительных устройств, щиты, распределительные шкафы и силовые пункты должны быть снабжены надписями, указывающими номер щитка, а также назначение или номер каждой отходящей линии. Если на щите имеются цепи переменного и постоянного тока или разных напряжений, они должны иметь четкие надписи или расцветки для легкого распознавания разных цепей.

Кратковременные работы, продолжительностью до 1 часа, — проверка предохранителей, измерение токов измерительными клещами, проверка нагрева контактов штангой, работа на кожухах оборудования — проводятся без снятия напряжения и без установки заземлений, по устному распоряжению.

Чистку изоляции, подтяжку и зачистку контактов, как правило, нужно выполнять по наряду со снятием напряжения с установки. Работа должна выполняться двумя лицами с квалификационной группой не ниже III. Близко расположенные токоведущие части необходимо ограждать изоляционными прокладками. Допускается чистка изоляции закрытых распределительных устройств без снятия напряжения с помощью специальных щеток или пылесосов с полыми изолирующими штангами, рассчитанными на напряжение установки. Работа должна проводиться в изолирующих перчатках только с пола или с устойчивых подмостей двумя специально обученными лицами, одно из которых должно иметь группу не ниже IV, второе — не ниже III.

7.8.2. Работа на отдельных коммутационных аппаратах

Ремонт магнитных пускателей, пусковых кнопок, автоматов, рубильников, контакторов, отдельных электроприемников (электродвигателей, электрокалориферов и т. п.), отдельно расположенных магнитных станций или блоков управления, смена предохранителей выполняются с полным или частичным снятием напряжения, по распоряжению, двумя лицами ремонтного персонала, одно с квалификационной группой не ниже III, второе — с группой II. В отдельных случаях, с ведома отдающего распоряжение, эти работы может выполнять лицо ремонтного персонала с группой не ниже III.

Работы должны выполняться с помощью инструмента с изолирующими рукоятками.

Примечание: Оперативно-ремонтным персоналом указанные работы проводятся в порядке текущей эксплуатации — без наряда и без распоряжения.

7.8.3. Обслуживание электродвигателей и пусковой аппаратуры

Выводы обмоток, кабельные воронки и подводящие провода у электродвигателей должны быть закрыты ограждениями, снятие которых требует отвертывания гаек или вывинчивания винтов. Снимать эти ограждения во время работы электродвигателя запрещается. Вращающиеся части двигателей — муфты, шкивы, вентиляторы — должны быть ограждены. Снятие ограждений во время работы двигателя запрещается.

Если с места, где установлен аппарат управления электродвигателем, не виден приводимый им механизм с постоянным обслуживающим персоналом, для предотвращения несчастных случаев при запуске двигателя необходимо предусматривать:

- установку кнопки «Пуск» непосредственно у механизма; сигнализацию или звуковое оповещение о предстоящем пуске механизма (например конвейера, транспортера и т. п.);

- установку вблизи электродвигателя и приводимого механизма аппаратов (кнопок, выключателей и т. п.) для аварийного отключения электродвигателя и исключающих возможность дистанционного пуска двигателя при ремонте на механизме.

Уход за щетками или замену их на работающем двигателе допускается производить одному лицу с квалификационной группой не ниже III. Работы выполняются по распоряжению (без

наряда) с записью в оперативном журнале. При этом нужно соблюдать меры предосторожности: со стороны коллектора или колец должны быть расстелены диэлектрические маты, или работа должна производиться в диэлектрических калошах; запрещается касаться одновременно токоведущих частей разной полярности или разных фаз или токоведущих частей и заземленных частей машины; должен применяться инструмент с изолированными рукоятками; необходимо остерегаться захвата обтирочного материала вращающимися частями машины. В женском платье или халатах обслуживать двигатели запрещено, работу нужно выполнять с застегнутыми у запястья рукавами.

При обслуживании двух- или многоскоростных двигателей нужно помнить, что неиспользуемые обмотки и относящиеся к ним кабели находятся под напряжением.

Перед началом работы на электродвигателях, приводящих в движение насосы, нужно принять меры, исключающие разворот двигателя со стороны механизма (насос может работать как турбина). Задвижки надо закрыть на замок и повесить плакат «Не открывать: работают люди».

7.8.4. Обслуживание осветительных установок

ВНУТРЕННЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Ремонт осветительной аппаратуры, замена ламп при снятии напряжения проводятся без наряда, по распоряжению, с записью в оперативном журнале. Работа выполняется лицом с квалификационной группой не ниже III.

Ремонт осветительной проводки выполняется с полным или частичным снятием напряжения, по распоряжению, двумя лицами из числа ремонтного персонала, одно из которых должно иметь III квалификационную группу, а второе — II группу. Допускается с ведома отдающего распоряжение в отдельных случаях выполнять ремонт одному лицу с группой допуска III.

Обслуживание наружного и внутреннего освещения на территории промышленных предприятий, в служебных помещениях, складах, мастерских и т. п. может проводиться специально закрепленным персоналом в порядке текущей эксплуатации. Оперативный персонал должен быть при этом уведомлен о месте, начале и конце работы, технических и организационных мероприятиях, фамилии, квалификационной группе производителя работ или наблюдающего и членов бригады.

НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

На деревянных опорах без заземляющих спусков, при расположении светильников с лампами накаливания ниже фазных проводов, разрешается чистить арматуру и заменять лампы без снятия напряжения. Работа может выполняться по устному распоряжению двумя лицами, одно из которых должно иметь квалификационную группу не ниже III.

Чистка арматуры и замена ламп накаливания, люминесцентных и других газоразрядных источников света на железобетонных, металлических или деревянных опорах с заземляющими спусками, а также при расположении светильников на уровне или выше фазных проводов, с опоры или приставной лестницы допускается толь-

ко при отключении и занулении всех проводов линий, расположенных на опоре. Работа выполняется двумя лицами, по наряду.

Чистка арматуры и замена ламп накаливания, подвешенных на тросах или на кронштейнах, с телескопической вышки, оборудованной изолированной корзиной, допускается без снятия напряжения и может выполняться по устному распоряжению тремя лицами (см. с. 251).

Проверка и ремонт на месте светильников с газоразрядными лампами и пускорегулирующей аппаратурой (ПРА), включающей трансформаторы и конденсаторы, должны производиться в светлое время суток, по наряду. Перед началом работ на ПРА нужно отсоединить от сети вводные провода светильника, затем разрядить конденсаторы (независимо от наличия разрядных сопротивлений) и только после этого отключить ПРА от общей схемы в светильнике.

При эксплуатации ртутных ламп нужно помнить, что их рабочая температура достигает 400°C , поэтому касаться ламп можно только через 8—10 минут после отключения.

СВЕТОВЫЕ РЕКЛАМНО-ОФОРМИТЕЛЬНЫЕ (ГАЗОСВЕТНЫЕ) УСТАНОВКИ

Обслуживание установок производится только в светлое время дня специально обученным персоналом — не менее двух человек, один из которых должен иметь квалификацию по технике безопасности не ниже III группы.

Обследование и ремонт установки производятся по наряду только при снятом напряжении. На отключающем аппарате вывешивается запрещающий плакат «Не включать: работают люди».

Если для осмотра используются автовышки, обязательно присутствие наблюдающего. Запрещается находиться в корзине автовышки в момент переезда на другое место и во время грозы. Запрещается вставать на борт или промежуточные кольца корзины.

В комплект инструментов и приспособлений, применяемых при ремонтах газосветных установок, входят: индикатор высокого напряжения; высокочастотный индикатор целостности трубок с батарейным питанием; монтажный инструмент с изолированными рукоятками; предохранительный пояс, веревка; набор проводов с высоковольтной изоляцией (испытательное напряжение не менее 15 кВ).

7.8.5. Работы в цепях измерительных приборов, устройств автоматики. Обслуживание счетчиков

Все вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения должны иметь постоянное заземление.

При необходимости разрыва токовой цепи измерительных приборов вторичная обмотка трансформаторов тока должна быть предварительно закорочена на специально предназначенных для этого зажимах. Если такие зажимы не предусмотрены, работы должны выполняться со снятием напряжения.

Монтаж, проверка, регулировка, снятие и установка измерительных приборов, счетчиков, устройств автоматики и дистанционного управления электроприводом в помещениях, где нет токоведущих частей с напряжением выше 1000 В, проводится по распоряжению двумя лицами ремонтного персонала, одно из которых

должно иметь квалификационную группу не ниже IV, второе — не ниже III. Единично указанные работы могут производиться оперативным персоналом с квалификационной группой не ниже IV.

Работы нужно выполнять с помощью специального электротехнического инструмента с изолированными рукоятками. Металлический стержень отверток должен быть изолирован от ручки до жала.

7.8.6. Измерения переносными приборами и токоизмерительными клещами

Неоперативный персонал проводит измерения по наряду. Оперативный — по распоряжению с записью в журнале. Работа эта производится двумя лицами, одно из которых должно иметь группу не ниже IV, а второе — не ниже III.

Присоединение и отсоединение переносных приборов, требующих разрыва цепей, должно проводиться при полном снятии напряжения. Для измерения применяют клещи с прибором, установленным на рабочей части. Применять клещи с вынесенным прибором запрещается.

Измерения проводят в диэлектрических перчатках и галошах (или стоя на изолирующем основании), держа клещи на весу. Запрещается нагибаться к прибору для отсчета показаний. Измерения нужно проводить на таких участках, где расстояния между токоведущими частями исключают замыкание между фазами и на землю через рабочую часть клещей. При горизонтальном расположении фаз перед измерением нужно оградить каждую фазу изолирующей прокладкой.

Измерения на опорах воздушных линий может производить одно лицо, закрепившись с помощью пояса и когтей на опоре. Вести измерения, стоя на лестнице, не допускается. Запрещается проводить измерения на опорах, имеющих заземляющие спуски.

7.8.7. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром

Измерять сопротивление изоляции мегаомметром разрешается одному лицу, имеющему квалификационную группу III. Работая с мегаомметром, надо всегда помнить об опасности попасть под напряжение, поданное на отключенную для измерений и незаземленную установку, и принять меры, чтобы исключить прикосновение посторонних лиц к токоведущим частям, на которые может быть подано напряжение от мегаомметра.

При измерении сопротивления изоляции на действующей установке в первую очередь необходимо убедиться в отсутствии эксплуатационного напряжения на проверяемом оборудовании. Установка должна быть отключена со всех сторон, и на коммутационных аппаратах необходимо вывесить плакаты «Не включать. Работают люди».

Измерение сопротивления изоляции линии, могущей получить напряжение с другой стороны, разрешается производить только в том случае, если от ответственного лица установки, присоединенной к другому концу этой линии, получено сообщение (по телефону или с нарочным) о том, что линия отключена и вывешен плакат «Не включать. Работают люди».

Перед присоединением проводов от мегаомметра с установки надо снять остаточный заряд путем кратковременного заземления каждой фазы.

Соединительные провода от мегаомметра накладывают на испытуемые токоведущие части с помощью изолирующих держателей. При этом на установках напряжением до 1000 В использование диэлектрических перчаток не требуется. Прикасаться к токоведущим частям, к которым присоединен мегаомметр, запрещается. После окончания работы необходимо снять остаточный заряд с проверяемого оборудования путем кратковременного закорачивания и заземления.

7.8.8. Правила техники безопасности при работе на ВЛ и в распределительных сетях напряжением до 1000 В

Работы на ВЛ в отношении мер безопасности разбиваются на три категории.

1. Выполняемые на отключенной линии вдали от других действующих линий (за исключением работ на участке пересечения с другой ВЛ).

2. Выполняемые на отключенной линии вблизи других действующих линий — например на участке пересечения с ВЛ любого напряжения.

3. Выполняемые на линии, находящейся под напряжением, когда все цепи линии находятся под напряжением или когда работа производится на отключенной цепи (например уличного освещения), а остальные цепи (например распределительная сеть 0,4 кВ) остаются под напряжением.

По наряду на отключенных и находящихся под напряжением линиях выполняются работы: требующие подъема на высоту 3 м и более от земли до ног работающего; с заменой деталей опоры или откапыванием стойки опоры больше чем на 0,5 м; связанные с прикосновением к проводам руками или инструментом и приспособлением; с применением кранов, буровых машин, телескопических вышек и т. п. в пределах 10 м по обе стороны линии, находящейся под напряжением.

При работах по наряду бригада должна состоять не менее чем из двух человек, включая производителя работ. Включение в бригаду работников с группой I допускается при условии, что в ней кроме производителя работ есть еще один работник с группой не ниже III. Лица с группой I могут использоваться только на низовых работах.

По устному распоряжению в срок не более трех суток могут выполняться работы, не требующие подъема на опору выше трех метров до ног работающего. Производитель работ может приступить к работе, получив разрешение от оперативного персонала.

Запрещается выдавать разрешение на производство работ с отключением линии на заранее назначенное время.

После получения и оформления разрешения производитель работы проверяет отсутствие напряжения, накладывает заземления, после чего допускает бригаду к работе.

РАБОТА НА ОПОРАХ

Подниматься на опору и работать на ней можно только после проверки ее состояния, когда имеется полная уверенность в достаточной прочности ее элементов.

Подъем на деревянную или железобетонную опору разрешается только с помощью когтей (см. с. 252), лазов или телескопической вышки.

Перед подъемом на опору с помощью когтей электромонтер должен закрепить когти на ногах и стропом монтерского предохранительного пояса охватить стойку опоры. Работать нужно, стоя на двух когтях, а если используются лазы,— на двух лазах. Подъем и работа со стороны внутреннего угла на угловых опорах со штыревыми изоляторами не разрешается.

Перед началом работы на линии следует убедиться в отсутствии напряжения и заземлить провода.

В отсутствии напряжения можно удостовериться с помощью двухполюсного указателя напряжения, работающего по принципу протекания активного тока (например УНН-10), непосредственно перед наложением заземления. Применять однополюсные указатели, работающие по принципу протекания емкостного тока, нельзя, так как из-за большого удаления от земли неоновая лампочка такого указателя может не загореться при наличии напряжения, что дезориентирует работающих и может привести к несчастному случаю.

Заземление может быть установлено на опоре, где производится работы, или на соседней. Допускается выполнять заземление с двух сторон участка работ. При этом расстояние между заземлениями не должно превышать 2 км.

Заземление должно быть наложено на все провода, находящиеся на опоре: линии 0,4 кВ, связи, радиотрансляции и т. д.

На деревянных и железобетонных опорах, имеющих заземляющий спуск, переносное заземление присоединяют к этому спуску, предварительно проверив его целостность. При отсутствии спуска выполняется искусственное заземление путем погружения специально-го заземлителя в грунт на глубину не менее 0,5 м.

В сетях с заземленной нейтралью, при наличии повторного заземления нулевого провода, допускается заземление фазных проводов на месте работы путем присоединения их с помощью переносных заземлений к нулевому проводу. Использование для заземления каких-либо проводников и перемычек вместо специальных переносных заземлений, а также присоединение скруткой запрещается. Порядок наложения и снятия заземлений см. на с. 239.

Во время работ с опоры или телескопической вышки без изолирующего элемента расстояние от работающего (или применяемого инструмента) до проводов, находящихся под напряжением линий связи или радиотрансляции — должно быть не менее 0,6 м.

У монтера, работающего на опоре, одежда должна быть с короткими рукавами и застегнута. Инструмент нужно держать в сумке. Запрещается находиться без шлема у опоры в местах, где ведутся работы.

При монтаже и демонтаже проводов монтер должен находиться с внешней стороны опоры. Замена проводов на опорах со штыревыми изоляторами производится сверху вниз. Нижний провод не меняется, и вязка на нем не развязывается до укрепления вязками на изоляторах всех новых проводов. Только после этого можно заменять нижний провод.

ЗАМЕНА ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ НА ОПОРАХ

Заменять предохранители, установленные ниже фазных проводов на деревянной опоре без заземляющих спусков, можно без снятия напряжения, без наряда,— по устному распоряжению. Делать это

следует вдвоем, причем один из исполнителей должен иметь квалификационную группу не ниже III. Работать нужно в диэлектрических перчатках и предохранительных очках. Под нагрузкой допускается заменять только пробочные предохранители или трубчатые закрытого типа.

Подъем на опору для замены предохранителей на металлических, железобетонных опорах или деревянных с заземляющими спусками допускается только при снятом напряжении по наряду. Исполнять работу следует вдвоем, квалификация исполнителей не ниже III и II групп.

Заменять предохранители в темное время суток можно только на деревянных опорах без заземляющего спуска. Работа может выполняться без наряда двумя лицами с группами III и II.

Смена предохранителей напряжением до 1000 В на столбовых подстанциях должна производиться, как правило, при снятом напряжении. Если сделать это невозможно, допускается исполнять работу одному лицу с квалификационной группой не ниже IV, работающему в диэлектрических перчатках и в закрытых очках.

РАБОТА НА ЛИНИЯХ ДО 1000 В С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Работа с применением автокранов, буровых машин, экскаваторов вблизи линий, находящихся под напряжением, допускается только в случае, если машины закреплены за владельцем линии, и при условии, что расстояние по воздуху от подвижной части при любом ее положении до ближайшего провода будет не менее 1,5 м.

В пределах охранной зоны по 10 м в обе стороны от крайних проводов работу следует выполнять по наряду под руководством производителя работ с квалификационной группой не ниже IV.

При всех работах на воздушных линиях до 1000 В с телескопической вышки бригада должна состоять не менее чем из трех человек, включая водителя. Один из членов бригады, кроме водителя, должен находиться внизу. В его обязанности входят подача команды водителю о спуске и подъеме корзины, а также надзор за тем, чтобы посторонние не подошли близко к вышке.

Производитель работ должен иметь квалификационную группу не ниже III, а лица, работающие на вышке, и водитель — не ниже II.

При работе с применением грузоподъемных машин в пределах охранной зоны линии, находящейся под напряжением, машины следует обязательно заземлять при помощи переносного заземления. Если линия отключена, заземление не требуется.

При работах в сетях наружного освещения передвижение вышки от светильника к соседнему светильнику разрешается с вертикально установленной, но обязательно сложенной телескопической частью. При этом людям запрещается находиться в корзине. При проезде под линиями, мостами и другими сооружениями телескопическая часть вышки должна находиться в транспортном (горизонтальном) положении.

При работах с телескопической вышки нужно стоять на дне корзины. Вставать на борта запрещается. В то время как один исполнитель работает, находиться под корзиной кому бы то ни было запрещено, чтобы исключить травматизм при случайном падении инструмента. Подъем инструмента в корзину вышки и его спуск нужно осуществлять с помощью бесконечного нетокопроводящего каната.

В корзине, изолированной от телескопической части, при работах на линии под напряжением нельзя размещать куски провода, чтобы исключить случайное соединение корзины с телескопом (шунтирование изоляционной вставки).

ИЗМЕРЕНИЕ ГАБАРИТОВ

Измерять габариты и стрелы провеса проводов с помощью шестов и рулеток можно только на отключенной и заземленной линии, по наряду. Проверка габаритов пересекающихся линий допускается при отключении и заземлении обеих линий.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЙ

Измерение сопротивления заземления опор или повторных заземлений нулевого провода без отсоединения заземляющего спуска от заземлителя, не требующее подъема на опору, может проводиться без наряда, по устному распоряжению, двумя лицами с квалификационной группой III и II.

При измерении сопротивления повторных заземлений с отсоединением от заземлителя, без подъема на опору работа производится со снятием напряжения с линии, по наряду, двумя лицами с квалификационной группой производителя работ не ниже III и монтера — не ниже II.

Отсоединение и обратное присоединение заземляющего спуска выполняется в диэлектрических перчатках. Во время работы запрещается касаться спуска, отсоединенного от заземлителя.

7.8.9. Технические требования к когтям и поясам

Монтерские пояса предназначены для обеспечения безопасности работы на воздушных линиях электропередачи и линиях связи.

При работе на опорах воздушных линий необходимо применять серповидные когти, соответствующие диаметру опоры.

Диаметр опоры, мм	Номер когтей	Раствор когтя, мм
140—245	1	245
220—315	2	315
300—415	3	415

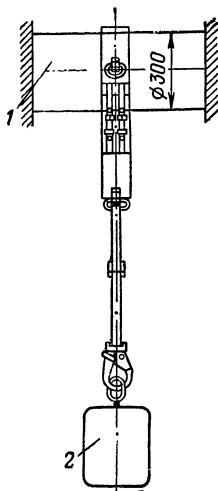


Рис. 7.3. Испытание предохранительного пояса статической нагрузкой:

1 — жесткая опора; 2 — груз

Для строительно-монтажных работ выпускаются пояса с цепью, для эксплуатационных — пояса с капроновым стропом. Для работы на линиях связи применяются пояса с цепью, заключенной в шланг. Работать на воздушных линиях электропередачи, используя пояса с цепью, запрещается.

Монтерские пояса 1 раз в 12 мес. должны подвергаться механическому испытанию на разрыв (рис. 7.3). Для этого пояс закрепляют на жесткой опоре диаметром 300 мм и подвешивают к карабину 225 кг груза на 5 минут. По окончании испытания на поясе и его деталях не должно быть признаков повреждения, замок карабина должен правильно и плотно входить в вырезы.

7.8.10. Работа с использованием лестниц

Работы с лестниц и стремянок допускаются на высоте не более 5 м до предмета обслуживания (электрическая лампа, деталь проводки и т. д.). Выполнять их следует вдвоем. Допускается выполнение работы одним лицом с лестниц и стремянок (длиной не более 2,5 м), имеющих резиновые или стальные наконечники.

Не допускается работа с двух верхних ступенек лестниц и стремянок. Нельзя класть инструмент на ступени.

Применять лестницы для измерений на воздушных линиях и измерений токоизмерительными клещами на шинах запрещается. Не допускается работа с электрифицированным инструментом с лестниц при высоте более 2,5 м.

Лестницы, применяемые для обслуживания и ремонта электроустановок, должны изготавливаться из дерева. **Применение для эксплуатации металлических лестниц не допускается.** При установке на гладких поверхностях основание лестницы необходимо обить резиной. Лестницы, устанавливаемые на земле, снабжаются острыми металлическими наконечниками.

Связывание лестниц не допускается.

7.8.11. Ремонтные работы на кабельных линиях

При вскрытии кабелей и рытье траншей необходимо получить разрешение организации, на территории которой проходит трасса, и указание о наличии и месторасположении других кабелей, подземных сооружений, газовых и водопроводных коммуникаций.

Рытье котлованов с вертикальными стенками без крепления при отсутствии грунтовых вод допускается на глубину до 1 м — в песчаных грунтах и до 1,25 м — в супесях. Место раскопки необходимо оградить. При обнаружении не отмеченных на плане кабелей и трубопроводов следует приостановить работы и поставить в известность руководителя работы.

Работа с действующими кабелями до 1000 В должна выполняться по наряду под руководством лица с квалификацией не ниже IV группы. Прежде чем приступить к вскрытию муфты или разрезанию кабеля, необходимо удостовериться, что подлежит ремонту именно данный кабель, что он отключен и выполнены технические мероприятия по безопасности работ.

У кабелей, проложенных в земле, проверку производят специальным прокалывающим приспособлением, работая в очках и диэлектрических перчатках и стоя на изолирующем основании. Перед тем как проколоть кабель, металлическая часть прокалыва-

ющего приспособления заземляется присоединением к броне или металлической оболочке кабеля с помощью хомута на болтах. Если в результате повреждения открыты все токоведущие жилы, проверку отсутствия напряжения можно производить указателем напряжения.

При работах на четырехжильной кабельной линии напряжением до 1000 В нулевая жила должна быть отсоединена с обеих сторон.

При перекалке барабана необходимо принять меры против захвата одежды рабочих выступающими частями. До начала перекалки следует закрепить концы кабеля и удалить торчащие гвозди. Перекалка допускается только по горизонтальной плоскости и по твердому грунту или настилу. При ручной прокладке кабеля число рабочих должно быть таким, чтобы на каждого мужчину приходилось не более 35 кг, а на женщину — 20 кг массы кабеля. Работать надо в брезентовых рукавицах.

Мероприятия по безопасности при разогреве кабельной массы указаны на с. 73.

При разогреве, переноске и заливке массы следует надевать удлиненные рукавицы (резиновые) и очки. Запрещается передавать кастрюлю с массой из рук в руки. При передаче надо ставить ее на землю. Массу перемешивают металлической мешалкой.

При работе с паяльной лампой надо соблюдать меры безопасности, указанные на с. 266.

7.8.12. Работа с электроинструментом и переносными светильниками

К работе с электроинструментом допускаются лица, прошедшие инструктаж и проверку знаний с присвоением I квалификационной группы.

В зависимости от условий работы допускается применение инструмента на номинальные напряжения:

в помещениях без повышенной опасности — не более 220 В;

в помещениях с повышенной опасностью и при наружных работах — не более 42 В (если невозможно обеспечить работу электроинструмента на напряжении до 36 В, допускается применение электроинструмента на 220 В при наличии устройства защитного отключения (см. т. I, с. 193) или надежного заземления корпуса электроинструмента с обязательным использованием электрозащитных средств — диэлектрических перчаток, галош, ковриков);

в особо опасных помещениях и при наличии неблагоприятных условий — (в котлах, баках и т. п.) — не более 36 В с обязательным применением электрозащитных средств — диэлектрических перчаток и ковриков.

Технические требования к переносным светильникам, инструменту, штепсельным соединениям — см. т. I, с. 86; 192.

Штепсельные соединения 12 и 36 В необходимо окрашивать в цвет, резко отличающийся от окраски штепсельных соединений 127 и 220 В.

В помещениях с повышенной опасностью запрещается применение переносных светильников с напряжением выше 42 В. В особо опасных помещениях и вне помещений необходимо применять переносные светильники на 12 В.

Присоединение переносных светильников к трансформатору может быть глухим или с помощью штепсельной вилки. Питание электроинструмента и переносных светильников от автотрансформаторов запрещается.

Для присоединения инструмента к сети нужно применять шланговый провод или гибкие медные многожильные провода с изоляцией не ниже 500 В, заключенные в резиновый шланг. Контроль за сохранностью и исправностью электроинструмента и переносных светильников осуществляет специально выделенное лицо. Электроинструмент должен иметь порядковый номер и храниться в сухом месте. Не реже 1 раза в месяц необходимо проверять: состояние изоляции проводов, отсутствие обрыва заземляющей жилы, отсутствие замыкания на корпус и состояние изоляции понизительных трансформаторов и преобразователей частоты. Проверка выполняется с помощью мегаомметра лицом с квалификационной группой не ниже III.

Электроинструмент, понижающие трансформаторы, переносные светильники и преобразователи перед выдачей подвергают тщательному внешнему осмотру. Обращается внимание на исправность заземления и целостность изоляции проводов, отсутствие оголенных токоведущих частей и соответствие инструмента условиям работы. С помощью приборов проверяют исправность заземляющего провода и отсутствие замыкания на корпус.

Нужно следить, чтобы оболочки кабелей и проводов были заведены в инструмент и прочно закреплены так, чтобы исключились изломы и перетирание кабеля.

Выдавать инструмент, имеющий дефекты, запрещается.

Перед началом работы нужно проверить затяжку винтов, крепящих узлов и деталей электроинструмента, состояние проводов, целостность изоляции и исправность заземления.

При пользовании электроинструментом и переносными светильниками желательно их провода подвешивать, не допуская соприкосновения с горячими, влажными и масляными поверхностями. При прекращении подачи энергии во время работы или при перерывах в работе инструмент нужно отсоединять от сети.

Лицам, пользующимся электроинструментом, запрещается:

передавать электроинструмент другим лицам даже на короткое время;

разбирать и производить какой-либо ремонт инструмента, проводов, штепсельных соединений и т. п.;

держаться за провод или касаться вращающихся частей инструмента;

удалять руками стружку или опилки во время работы инструмента или до полной его остановки;

работать на высоте более 2,5 м с приставных лестниц;

вносить внутрь барабанов котлов, металлических резервуаров и т. п. переносные трансформаторы и преобразователи.

При обнаружении неисправностей электроинструмента, переносных светильников, понижающих трансформаторов и преобразователей работу следует немедленно прекратить!

7.8.13. Мероприятия по технике безопасности при эксплуатации аккумуляторов

Все работы с кислотой, щелочью, свинцом должны выполнять специально обученные лица.

Аккумуляторное помещение должно быть всегда заперто. На дверях следует обязательно сделать надписи: «Аккумуляторная», «Огнеопасно», «С огнем не входить», «Курение запрещается».

В аккумуляторном или зарядном помещении запрещается ра-

бота с открытым огнем, курение, пользование электронагревательными приборами и инструментами, могущими дать искру.

Пайка пластин в аккумуляторном помещении допускается при следующих условиях:

работа начинается не ранее чем через 2 часа после окончания заряда. Батареи, работающие в режиме постоянного подзаряда, должны быть за два часа до начала паяльных работ переведены в режим разряда. До начала работ помещение следует проветилировать, и во время пайки должна осуществляться непрерывная вентиляция; место пайки необходимо оградить от остальной части батареи огнестойкими перегородками.

Приточно-вытяжная вентиляция аккумуляторного помещения должна включаться перед началом заряда батареи и отключаться после удаления газов — не ранее чем через 1,5 часа после окончания заряда.

В аккумуляторном помещении необходимо иметь стеклянную или фарфоровую кружку или кувшин с носиком емкостью 1,5—2 л для доливки электролита в сосуды.

Для нейтрализации при ожогах в помещении свинцовых аккумуляторов должен быть 5%-ный раствор питьевой соды, а в помещениях со щелочными аккумуляторами — трехпроцентный раствор борной кислоты (1 чайная ложка на стакан) или столового уксуса — 1^я часть уксуса (не эссенции!) на 8 частей воды. На всех сосудах с электролитом, дистиллированной водой, нейтрализующими растворами соды и борной кислоты должны быть четкие надписи (наименования).

Кислоту нужно хранить в стеклянных бутылках с притертыми пробками, установленными в отдельных проветриваемых помещениях на полу в один ряд. Бутылки устанавливают в корзины или деревянные обрешетки и снабжают бирками с названием кислоты. Применять металлическую, в том числе эмалированную, посуду запрещается. Стеклянные бутылки с кислотами и щелочами должны переносить обязательно два человека. Бутылку вместе с корзиной помещают в деревянный ящик с ручками или на специальные носилки с отверстием посередине и обрешеткой, в которую бутылка должна входить вместе с корзиной на 2/3 высоты.

При работе с кислотой, щелочью и электролитом надо надевать грубошерстный костюм (для кислоты) или хлопчатобумажный (для щелочи), резиновые сапоги под брюки, резиновый фартук, защитные очки и резиновые перчатки. Куски едкой щелочи следует дробить в специально отведенном месте, предварительно завернув их в мешковину, чтобы осколки не попали в глаза и на кожу.

Нужно помнить, что кислота и щелочь при попадании на кожу вызывают ожоги и язвы. Особенно опасно попадание кислоты и щелочи в глаза. Меры первой помощи при химических ожогах см. на с. 264.

Электролит готовят в фаянсовой или эбонитовой посуде. Применять стеклянную посуду нельзя, так как при разбавлении концентрированной кислоты или щелочи происходит сильный нагрев, стеклянная посуда может лопнуть, и разлившаяся кислота причинит ожоги.

При изготовлении электролита кислоту медленно, тонкой струей вливают из кружки в фарфоровый или эбонитовый сосуд с дистиллированной водой, перемешивая раствор стеклянной или эбонитовой палочкой или трубкой. Категорически запрещается вливать воду в кислоту. В готовый электролит доливать воду разрешается, см. с. 141.

Все соединения элементов аккумуляторной батареи должны иметь плотные контакты, не допускающие искрения. Запрещается использовать для соединений проволочные скрутки.

Замеры напряжения на выводах с помощью нагрузочной вилки при заряде запрещаются из-за возможного искрения и взрыва газов.

При заряде аккумуляторов с открытыми пробками (щелочных или кислотных) наблюдать за кипением следует в очках, чтобы избежать попадания брызг электролита в глаза.

Нельзя чистить батарею, когда она присоединена к зарядному устройству.

7.8.14. Ограничители напряжения холостого хода сварочных трансформаторов и преобразователей

При выполнении электросварочных работ необходимо руководствоваться специальными правилами техники безопасности. Электросварщик должен иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже II.

При сварке в особо опасных условиях — внутри металлических емкостей, в колодцах, при наружных работах и т. п. — электросварочные установки переменного и постоянного тока оснащаются ограничителями, снижающими напряжение холостого хода до 12 В по истечении времени не более 1 с после погасания дуги.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает устройство снижения напряжения холостого хода сварочных трансформаторов типа УСНТ-06У2, предназначенное для повышения электробезопасности при сварке, резке и наплавке металлов с питанием от однофазных сварочных трансформаторов на номинальный ток до 500 А.

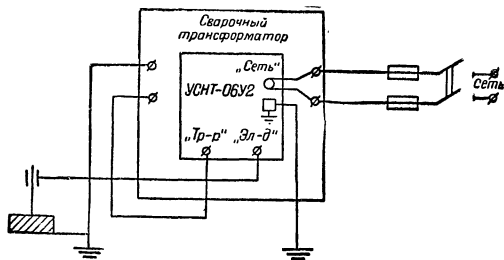
В эксплуатации находятся также аналогичные устройства прежних выпусков, типа УСНТ-05У2.

Снижение напряжения холостого хода сварочных трансформаторов происходит путем отключения электрододержателя от сварочного трансформатора и подачи на электрод дежурного напряжения не более 12 В от специального трансформатора.

Подача рабочего напряжения на электрод происходит при замыкании его на заземленное изделие в процессе сварки. Для обеспечения надежной работы устройства необходимо проводить ежедневные осмотры и раз в 6 месяцев выполнять профилактические ремонты с распломбировкой и снятием панели. По окончании ремонта устройство должно быть опломбировано. Эксплуатация неопломбированных устройств не допускается.

При включении УСНТ необходимо правильно присоединять кабели трансформатора и электрододержателя (см. рис. 7.4).

Рис. 7.4. Схема подключения устройства УСНТ-06



Данные питающего трансформатора устройства УСНТ приведены в табл. 7.5.

Таблица 7.5. Обмоточные данные трансформатора УСНТ-06У2

Обмотка	Марка провода	Диаметр провода, мм	Число витков	Число слоев
I	ПЭЛ; ПЭТВ	0,34	1480	13
II	»	0,79	140	3
III	»	0,41	88	1
IV	»	0,79	2×46	2

В периодической литературе имеются описания разработанных и изготовленных на разных предприятиях ограничителей напряжения холостого хода сварочных трансформаторов (напр. в журнале «Промышленная энергетика» № 11 1977 г.).

Универсальный ограничитель напряжения сварочных трансформаторов, генераторов и выпрямителей, разработанный В. Я. Пряхиным и испытанный в объединении Днепросельстрой, описан в журнале «Промышленная энергетика», № 4, 1983.

Для возможности изготовления ограничителя своими силами ниже приводятся схема (рис. 7.5) и технические данные элементов.

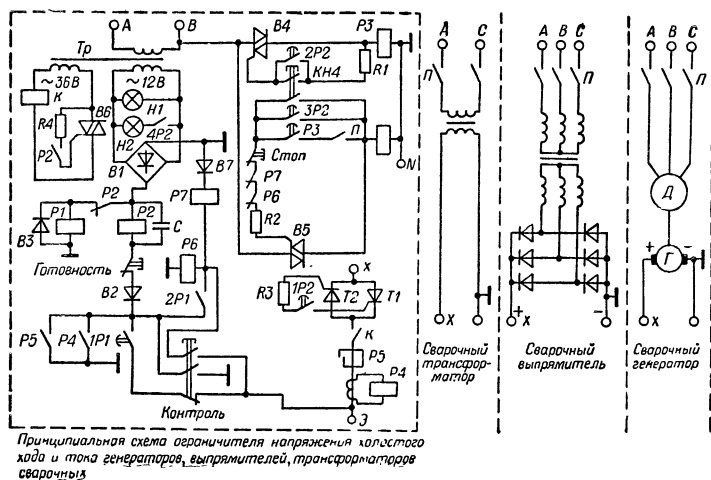


Рис. 7.5. Универсальный ограничитель напряжения холостого хода для сварочных трансформаторов, выпрямителей и преобразователей

При изготовлении необходимо тщательно изолировать силовые цепи и перед началом эксплуатации проверять мегаомметром на 500 В сопротивление изоляции первичной и вторичной цепей по отношению к корпусу. Оно не должно быть ниже 2,5 МОм.

Ограничитель выполняется в виде отдельной приставки. В случае исчезновения тока в сварочной цепи напряжение на электроде поддерживается не более 1 с, после чего в режиме холостого хода автоматически снижается до 12 В. Полное напряжение в сварочную цепь подается после замыкания сварочной цепи (соприкосновение электрода с изделием).

При включении сетевого рубильника или автомата напряжение подается на однофазный понижающий трансформатор *Tr* со вторичным напряжением 12 В. Через выпрямитель *B* напряжение попадает на обмотку герконового реле *P1*, которое, сработав, замыкает свой контакт *1P1* и подготавливает цепь для включения управляемого герконового реле *P2* через размыкающие контакты кнопки *Готовность*, диод *B2*, контакт *1P1*, размыкающие контакты кнопки *Контроль* и электрод *Э* при замыкании его на свариваемое изделие.

При нажатии кнопки *Пуск* замыкается цепь управления симистора *B4* через резистор *R1*, симистор *B5*, резистор *R2*, размыкающие контакты реле *P6*, *P7*, контакты кнопки *Стоп*. Симисторы *B4*, *B5* открываются, включается реле времени *P3*, и через его замыкающие контакты получает питание катушка магнитного пускателя *П*. Последний, сработав, блокирует своими контактами кнопку *Пуск*. Отключается пускатель нажатием кнопки *Стоп*. Его можно включить и дистанционно, коснувшись электродом *Э* свариваемого изделия (см. рисунок).

При работе устройства со сварочным трансформатором в момент замыкания электрода *Э* на изделие включается управляемое реле *P2* и своим контактом *1P2* (через резистор *R3*) замыкает цепь управления тиристором *T1*, *T2*. Последние открываются и начинается процесс сварки. При этом включается токовое реле *P4* и своим замыкающим контактом блокирует контакт *1P1*, который размыкается, так как после включения обмотки реле *P2* реле *P1* теряет питание. Начало сварки сигнализируется загоранием лампы *H2*.

При размыкании электрода *Э* разрывается дуга, токовое реле *P4* отключается и своим контактом *P4* разрывает цепь питания обмотки *P2*. Последняя отключается через 1 с (благодаря конденсатору) и своим контактом *1P2* размыкает цепь управления тиристорами *T1*, *T2*, которые при этом закрываются. На электрододержателе *Э* сохраняется безопасное напряжение 12 В, а сварочный трансформатор остается включенным. Если в течение 3 мин. сварка не возобновится, то реле времени *P3*, настроенное на это время, отключится и своим замыкающим контактом разорвет цепь питания катушки пускателя *П*, который силовыми контактами отключит трансформатор.

Для работы устройства со сварочным выпрямителем соединяют их зажимы *Х*. При замыкании электрода *Э* на изделие включается управляемое реле *P2* и своим контактом *1P2* замыкает цепь управления тиристора *T1*, последний открывается, и начинается сварка. Контакт токового герконового реле *P5* замыкается и блокирует контакт реле *1P1*, после чего размыкается.

Для работы ограничителя со сварочным генератором соединяют их зажимы *Х*. При замыкании электрода *Э* на изделие включается реле *P2* и своими контактами *1P2* — *3P2* замыкает цепь управления тиристора *T1*, симисторов *B4*, *B5*, после чего включаются реле времени *P3*, затем пускатель *П* и двигатель *Д*, вращающий генератор *Г*.

Кнопка *Контроль* служит для проверки исправности и готовно-

сти устройства к работе. В исправном устройстве при нажатии кнопки *Контроль* загорается сигнальная лампа *H2*, включается реле *P6* и своим контактом разрывает цепь управления симистора *B5*, после чего пускатель отключается. Нажатием кнопки *Пуск* устройство вновь подготавливается к работе.

7.9. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

(Из правил техники безопасности)

Главные условия успеха при оказании первой помощи — быстрота действий и умение подающего помощь, вырабатываемые тренировкой. Одного знания правил недостаточно. Спасение потерпевшего зависит от того, насколько быстро он будет освобожден от тока и как скоро ему будет оказана правильная первая помощь. Промедление может повлечь за собой гибель пострадавшего. В производственных помещениях и местах дежурства должны быть плакаты с информацией о способах освобождения пострадавшего от действия тока, правилах оказания первой помощи, методах искусственного дыхания и наружного массажа сердца.

Никогда не надо отказываться от помощи пострадавшему, считая его мертвым только на том основании, что у него отсутствуют признаки жизни: дыхание, сердцебиение, пульс. При поражении электрическим током смерть часто бывает лишь кажущейся; только врач может решить вопрос о бесполезности дальнейших усилий по оживлению пострадавшего и дать заключение о его смерти.

7.9.1. Освобождение от тока

От прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, у пострадавшего происходит непроизвольное судорожное сокращение мышц, в результате чего он не может самостоятельно освободиться от тока и остается в соприкосновении с токоведущими частями. В этом случае необходимо как можно быстрее освободить его от действия электрического тока. При этом следует помнить, что прикасаться к человеку, находящемуся под током, опасно для жизни, поэтому предварительно надо принять меры предосторожности.

Для быстрее освобождения пострадавшего от тока следует немедленно отключить напряжение с установки. Если пострадавший находится на высоте, нужно перед отключением обеспечить безопасность его при падении. Если при отключении тока погаснет свет, необходимо подготовить фонарь, факел и т. д., не задерживая отключения. Если быстро отключить установку невозможно, надо немедленно отделить пострадавшего от токоведущих частей.

В установках до 1000 В

Чтобы освободить пострадавшего от действия тока, следует воспользоваться сухой одеждой, канатом, палкой, доской или каким-нибудь другим сухим непроводником. Нельзя применять в таких случаях металлические или мокрые предметы. Чтобы оторвать

пострадавшего от токоведущих частей, можно также взяться за его одежду, если она сухая и отстает от тела, например за полы пиджака, куртки, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела, не покрытым одеждой. Не следует оттаскивать пострадавшего за ноги без предварительной хорошей изоляции своих рук, так как обувь может быть сырой, а находящиеся в ней гвозди или крючки для шнуровки проводят ток.

Для изоляции рук, особенно если необходимо коснуться пострадавшего там, где тело не покрыто одеждой, следует надеть резиновые перчатки, галоши, обмотать руку шарфом, надеть на нее суконную фуражку, спустить рукав и т. п. или накинуть на пострадавшего резину, прорезиненный плащ либо просто сухую материю. Можно также стать на сухую доску или какую-нибудь сухую, не проводящую ток подстилку, сверток одежды и т. д.

Рекомендуется действовать, по возможности, одной рукой.

При напряжении до 1000 В, когда ток проходит в землю через человека и последний судорожно сжимает в руках один провод, лучше прервать ток, отделив пострадавшего от земли (например подсунув под него сухую доску или одежду), соблюдая, однако, при этом указанные выше меры предосторожности. В случае необходимости следует перерезать, перерубить провода топором с сухой деревянной рукояткой или соответствующим изолированным инструментом. Делать это надо осторожно, но быстро.

В установках выше 1000 В

Необходимо отключить установку, если выключатель или разъединитель находится поблизости.

Перед тем как отделить пострадавшего от земли или токоведущих частей, оказывающий помощь должен надеть боты, перчатки и действовать штангой или клещами на соответствующее напряжение.

На линиях электропередачи, когда пострадавшего от тока нельзя освободить одним из указанных способов достаточно быстро и безопасно, необходимо прибегнуть к замыканию накоротко (наброс и т. д.) всех проводов и надежному заземлению их, приняв меры, чтобы набрасываемая проволока не коснулась тела спасающего.

Кроме того, нужно иметь в виду следующее:

если пострадавший находится на высоте, то надо предупредить или обезопасить его падение;

если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить только этот провод.

Осуществляя заземление и закорачивание, необходимо применять для этого провод сперва соединить с землей, а затем набросить на линейные провода, подлежащие заземлению.

Следует помнить, что по отключении линии на ней, в случае достаточной емкости, может сохраниться опасный для жизни заряд, и лишь надежное заземление может сделать ее безопасной.

7.9.2. Меры доврачебной помощи

Во всех случаях поражения электрическим током необходимо обязательно вызвать врача, независимо от состояния пострадавшего.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или находится в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устой-

чивым дыханием и пульсом, его следует уложить на подстилку, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, создать приток свежего воздуха, растереть и согреть тело и обеспечить полный покой, удалив лишних людей. Пострадавшему, находящемуся в бессознательном состоянии, нужно давать нюхать нашатырный спирт, опрыскивать лицо холодной водой.

При возникновении у пострадавшего рвоты необходимо повернуть его голову и плечи набок для удаления рвотных масс.

Если пострадавший придет в сознание, следует дать ему выпить горячего чая и 15—20 капель настойки валерьяны. Ни в коем случае нельзя позволять ему двигаться, а тем более продолжать работу, так как не исключена возможность ухудшения самочувствия. Только врач может решить вопрос о состоянии здоровья пострадавшего.

Если пострадавший дышит очень редко и судорожно, но у него прощупывается пульс, необходимо сразу же делать ему искусственное дыхание. При отсутствии дыхания и пульса у пострадавшего из-за резкого ухудшения кровообращения мозга расширяются зрачки, нарастает синюшность кожи и слизистых оболочек. В этих случаях помощь должна быть направлена на восстановление жизненных функций путем проведения искусственного дыхания и наружного (непрямого) массажа сердца.

Переносить пострадавшего в другое место следует только в тех случаях, когда ему или лицу, оказывающему помощь, угрожает опасность или когда оказание помощи на месте невозможно. Не следует раздевать пострадавшего, теряя при этом время. Не обязательно, чтобы при проведении искусственного дыхания пострадавший находился в горизонтальном положении. Если он находится на высоте, следует перед спуском на землю произвести вдувание воздуха (12 раз в минуту) непосредственно в лужьке или на опоре. Для этого как можно дальше запрокинуть ему голову назад и выдвинуть вперед нижнюю челюсть.

Опустив пострадавшего на землю, необходимо сразу же приступить к проведению искусственного дыхания и массажа сердца и делать их до появления самостоятельного устойчивого дыхания и восстановления деятельности сердца или до передачи пострадавшего медицинскому персоналу.

Известно много случаев, когда в результате искусственного дыхания и массажа сердца, проводимого непрерывно в течение нескольких часов, пораженные электрическим током были возвращены к жизни. Существует предрассудок, что пораженного током следует зарыть в землю, якобы для освобождения от электричества. Помните! Делать этого нельзя ни в коем случае! Это принесет только вред, и будут потеряны дорогие для спасения пострадавшего минуты.

При поражении молнией оказывается та же помощь, что и при поражении электрическим током.

7.9.3. Способы проведения искусственного дыхания и наружного (непрямого) массажа сердца¹

Искусственное дыхание проводится в тех случаях, когда пострадавший не дышит или дышит очень плохо (редко, судорожно, как бы со всхлипыванием), а также если дыхание пострадав-

¹ Способы выполнения массажа сердца см. «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок». М., Энергия, 1981 и 1982 гг.

шего постепенно ухудшается, независимо от того, чем это вызвано: поражением электрическим током, отравлением или тем, что человек тонул и т. д.

Проведение искусственного дыхания ранее применявшимися способами (по Сильвестру, Шеферу и др.) не обеспечивает поступления достаточного количества воздуха в легкие. Рекомендуется проводить искусственное дыхание по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос».

Способ «изо рта в рот» или «изо рта в нос» основан на применении выдыхаемого человеком воздуха, пригодного для дыхания пострадавшего. Вдувание можно производить через марлю, платок и т. д. (см. рис. 7.6).



Рис. 7.6. Искусственное дыхание по способу «изо рта в рот»

Искусственное дыхание и массаж сердца следует проводить до восстановления устойчивого самостоятельного дыхания и деятельности сердца у пострадавшего или до передачи его медицинскому персоналу. О восстановлении деятельности сердца судят по появлению собственного, не поддерживаемого массажем, регулярного пульса.

Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления организма (самостоятельное дыхание, сужение зрачков, попытки пострадавшего двигать руками, ногами и др.) служит признаком фибрилляции сердца. В этих случаях необходимо продолжать делать искусственное дыхание и массаж сердца до передачи пострадавшего медицинскому персоналу.

7.10. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОЖОГАХ

Если на пострадавшем загорелась одежда, нужно быстро набросить на него пальто, любую плотную ткань или сбить пламя водой. Нельзя бежать в горящей одежде, так как при этом раздувается пламя!

При тяжелых ожогах надо очень осторожно снять платье или обувь пострадавшего (лучше разрезать их). Необходимо помнить, что загрязненная рана от ожога начинает гноиться и долго не заживает, поэтому нельзя касаться руками обожженного участка кожи или смазывать его какими-либо мазями, маслами, вазелином или раствором. Обожженную поверхность следует перевязать, как свежую рану, покрыть стерилизованным материалом из пакета или чистой продезинфицированной или свежепроглаженной подтяжной тряпкой, сверху наложить вату и закрепить бинтом. После этого направить пострадавшего в больницу.

Этот, самый простой и легко выполнимый, способ оказания первой помощи дает лучшие результаты. Его надо применять при всех ожогах, чем бы они ни были вызваны: паром, электрической дугой, горячей мастикой, канифолью и т. д. При этом не следует вскрывать пузыри, удалять приставшую мастику, канифоль или

другие смолистые вещества, так как можно легко содрать кожу и создать благоприятные условия для заражения. Нельзя отдира-ть обгорелые, приставшие к ране куски одежды, их, в случае необ-ходимости, следует обрезать острыми ножницами.

При ожогах глаз электрической дугой следует применять хо-лодные примочки из борной кислоты (половина чайной ложки кис-лоты на стакан воды) и немедленно направить пострадавшего к врачу¹.

Ожоги, вызванные действием химических веществ, главным об-разом крепкими кислотами (серная, азотная, соляная) и едкими щелочами (каустическая и бельевая сода, негашеная известь и т. п.), требуют немедленного и обильного обмывания пораженной кожи быстро текущей струей воды из-под крана или из ведра в течение 15—20 минут. Можно также окунуть обожженную конеч-ность в чан или ведро с чистой водой и двигать ею там. После тщательного обмывания водой на обожженную кожу нужно нало-жить примочку: при ожогах кислотами — из содового раствора (одна чайная ложка на стакан воды), а при ожогах щелочью — из слабого раствора уксуса (одна чайная ложка столового уксуса на стакан воды) или борной кислоты (одна чайная ложка на стакан воды).

7.11. НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потре-бителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Госэнергонадзо-ром 12.04 1969 г. 3-е изд. М., Энергия, 1969.
2. Правила техники безопасности при эксплуатации электро-установок. Утверждены Президиумом ЦК профсоюза рабочих электростанций и электропромышленности 28.11.79 г. и Мин-энерго СССР 03.12.79. М., Энергия, 1981.
3. Правила применения и испытания средств защиты, исполь-зуемых в электроустановках. 7-е изд. М., Энергоатомиздат, 1983.

Глава 8.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Анализ статистики пожаров показывает, что около 20% случаев загораний вызвано неисправностью или неправильной эксплуатаци-ей электроустановок. Особенно велика частота пожаров, связанных с электрооборудованием, в жилых зданиях. Здесь число загораний, вызванных тепловым действием электрического тока, достигает 53% от общего количества пожаров.

¹ Если в глаз попали твердые кусочки щелочи, их следует удалить влажным тампоном, а потом уже промывать глаза.

Высокие темпы роста энерговооруженности труда в промышленности, сельском хозяйстве и строительстве, оснащение квартир электроплитами и другими бытовыми электроприборами увеличивают вероятность возникновения пожаров из-за неисправности оборудования и перегрузки сети и требуют повышенного внимания к правильной эксплуатации электрооборудования. Основными причинами пожаров являются короткие замыкания в проводах и электрооборудовании (69%), оставление электронагревательных установок без присмотра (21%), перегрев из-за плохого контакта (около 6%), перегрузка электроустановок (около 3%).

Часто причиной пожара является нарушение правил пожарной безопасности при выполнении электросварочных работ и несоблюдение пожаробезопасных расстояний от светильников, электронагревателей и т. п. до легковоспламеняющихся материалов и конструкций.

Лица, ответственные за состояние электроустановок, назначенные приказом руководителя предприятия или цеха, обязаны:

- обеспечивать своевременное проведение профилактических осмотров и плано-предупредительных ремонтов электрооборудования и своевременное устранение нарушений правил техники эксплуатации электроустановок потребителей, могущих привести к пожарам и загораниям;

- следить за правильностью применения и выбора кабелей, проводов, двигателей, светильников и другого электрооборудования в зависимости от класса пожаро- и взрывоопасности помещений и условий среды;

- систематически контролировать и поддерживать в исправном состоянии аппараты защиты от коротких замыканий и перегрузок и устройства молниезащиты;

- организовывать обучение и инструктаж электротехнического персонала по вопросам пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок;

- обеспечивать исправность средств для ликвидации пожаров в электроустановках и кабельных сооружениях.

Дежурный электрик (сменный электромонтер) обязан производить плановые профилактические осмотры электрооборудования, проверять наличие и исправность аппаратов защиты и принимать немедленные меры к устранению нарушений, которые могут привести к пожарам.

8.1. ОСНОВНЫЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

При осмотрах электроустановок нужно особое внимание уделять состоянию контактов: наличие искрения в выключателях, штепсельных соединениях, в болтовых соединениях и т. п.

Ослабление контактов неизбежно вызывает недопустимый нагрев токоведущих болтов и присоединенных к ним проводов. При обнаружении чрезмерного нагрева контактов и проводов необходимо принять меры по разгрузке или отключению установки. Восстановление контактов (зачистка, подтяжка винтовых соединений) проводить с соблюдением мер безопасности от поражения электрическим током. Кабельные каналы необходимо содержать в чистоте. Недопустимо их захламление, особенно горючими материалами.

Электродвигатели, светильники, проводка, распределительные

устройства должны очищаться от горючей пыли не реже двух раз в месяц, а в зонах со значительным выделением пыли — не реже одного раза в неделю.

В процессе эксплуатации необходимо следить за равномерной нагрузкой по фазам однофазных электроприемников — освещения, электронагревательных приборов. Следует помнить, что при наличии однофазных электроприемников по рабочему нулевому проводу протекает ток, величина которого может достигать величины фазного тока. Поэтому **сечение нулевого провода в осветительных установках с газоразрядными лампами должно быть равным сечению фазных проводов.**

Одна из причин пожаров — нагрев при пробуксовке ременных передач. При осмотрах и ремонтах электроустановок нужно следить за правильным натяжением плоских и клиновидных ремней у двигателей и на транспортных установках (ленточные транспортеры, норы и т. п.). Результаты осмотров, обнаруженные дефекты и принятые меры отмечаются в оперативном журнале.

Особую осторожность нужно соблюдать при работах с паяльной лампой. Следует: **заливать лампу** только тем горючим, на которое она предназначена; **наливать** в резервуар лампы горючее не более чем на 3/4 его емкости; **заливную пробку заворачивать** не менее чем на 4 нитки; **не накачивать** чрезмерно лампу во избежание взрыва; **не разжигать** паяльную лампу путем подачи горючей жидкости на горелку; **немедленно прекращать** работу при обнаружении неисправности лампы (подтекание резервуара, утечка газа через резьбу горелки и т. п.);

Нельзя наливать и выливать горючее, а также разбирать лампу вблизи огня.

Основными методами повышения пожарной безопасности электроустановок является их выполнение в соответствии с ПУЭ, правильный выбор защиты от коротких замыканий и перегрузок, соблюдение требований правил технической эксплуатации электроустановок по режиму нагрузки, ремонтным работам и т. п. Перегрузка проводов и электрооборудования сверх установленных норм не допускается. Контроль загрузки следует проводить по стационарным амперметрам или с помощью токоизмерительных клещей.

Все электроустановки должны быть защищены от токов короткого замыкания и других ненормальных режимов, могущих привести к пожару (автоматические выключатели, плавкие предохранители, устройства от перенапряжений и т. д.). Предохранители и уставки автоматических выключателей должны соответствовать сечению проводов и допустимым нагрузкам. Замена сгоревших предохранителей «жучками» и перемычками, хотя бы временно, не допускается.

На каждом щитке указываются номинальные токи предохранителей и токи уставки автоматов каждой линии и должен иметься запас калиброванных предохранителей.

Все соединения, оконцевания и ответвления проводов, осуществляемые в процессе эксплуатации, выполняются капитально — путем опрессовки, пайки, сварки, зажима под болт и т. п. **Наброс проводов крючками и скрутка не допускаются.**

В пожароопасных зонах производственных и складских помещений с наличием горючих материалов (бумага, хлопок, лен, каучук и др.), а также изделий в сгораемой упаковке светильники и электрооборудование должны иметь закрытое или защищенное исполнение (требования по устройству см. в гл. 3). Вблизи прово-

дов недопустимо наличие легковоспламеняющихся предметов и материалов.

Устройство и эксплуатация электросетей-временок, как правило, не разрешается. Исключением могут быть временные иллюминационные установки и электропроводки, питающие место, где выполняются строительные и временные ремонтно-монтажные работы. Такие установки должны выполняться с соблюдением всех требований ПУЭ.

Для переносных электроприемников необходимо применять шланговые провода и кабели. Нужно следить за состоянием проводов в местах входа в корпус переносного инструмента и в других местах, где возможно перетирание и обрыв.

Переносные светильники оборудуются стеклянными колпаками и сетками. Светильники (стационарные и переносные) не должны соприкасаться со сгораемыми конструкциями здания и горючими материалами. Провода обязательно защищаются от механических повреждений.

В соответствии с правилами технической эксплуатации¹ нужно регулярно проводить измерения сопротивления изоляции проводов и электрооборудования. В сетях напряжением до 1000 В сопротивление изоляции каждого участка сети — не менее 0,5 МОм.

В четырехпроводных сетях необходимо следить за состоянием контактов и надежностью изоляции нулевого провода так же, как и фазных проводов.

Электрооборудование нужно содержать в исправном состоянии, под постоянным наблюдением. Пользоваться неисправными розетками, рубильниками и другим оборудованием не разрешается.

При эксплуатации электроустановок запрещается:

использовать электродвигатели и другое электрооборудование, поверхностный нагрев которого при работе превышает температуру окружающего воздуха более чем на 40 °С; кабели и провода с поврежденной изоляцией; электронагревательные приборы без огнестойких подставок. Нельзя также оставлять их длительное время включенными в сеть без присмотра; применять нестандартные (самодельные) электропечи или электрические лампы накаливания для отопления помещений; оставлять под напряжением электрические провода и кабели с неизолированными концами.

На время прекращения работы (ночью, в выходные и праздничные дни) вся проводка в пожароопасных помещениях обесточивается с распределительного щитка. Дежурное освещение при необходимости может оставаться включенным. По возможности рекомендуется обесточивать сети на время прекращения работы и в помещениях с нормальной средой.

При использовании для электросварки металлических конструкций и полос в качестве обратного заземляющего провода необходимо создавать надежный контакт всех соединений путем приваривания друг к другу отдельных участков, чтобы исключить искрение и перегрев их во время протекания сварочного тока.

Использование дерева в качестве изоляции в электроконструкциях не допускается. При выполнении щитков для счетчиков из дерева на них должны устанавливаться предохранители с передним присоединением проводов, а отверстия для проводов снабжа-

¹ «Нормы испытания электрооборудования, аппаратов и электроустановок потребителей» утверждены Госэнергонадзором 15.06.81 г. М., Энергоиздат, 1982 г.

ются прочно закрепленными фарфоровыми или пластмассовыми втулками.

В электропомещениях запрещается хранить горючие жидкости.

Спецодежду следует хранить в специальных помещениях, развешивая в развернутом виде, чтобы исключить самовозгорание. В карманах нельзя оставлять промасленные тряпки и обтирочные концы. Промасленный обтирочный материал может самовозгораться, поэтому его необходимо складывать в металлические ящики. Использованный обтирочный материал нужно ежедневно удалять из рабочих помещений, особо следить, чтобы обтирочные материалы не оставались вблизи действующего электрооборудования и в распределительных шкафах и силовых пунктах.

8.2. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

В электроустановках должны иметься первичные средства пожаротушения, указанные в табл. 8.1.

Для обеспечения мобильного развертывания пожарных подразделений подходы к электрооборудованию и подъезды к электромашинным помещениям и подстанциям не должны загромождаться.

Песок применяют для тушения небольших очагов пожаров кабелей, проводки и горючих жидкостей. Войлок и асбестовое полотно набрасывают на горящую поверхность для изоляции очага загорания и затруднения доступа воздуха.

Углекислотные огнетушители применяют для тушения оборудования, находящегося под напряжением, и ЛВЖ. Раструб направляют на очаг пожара и открывают вентиль. При пользовании огнетушителем надо соблюдать осторожность: не приближать раструб к токоведущим частям и не касаться его, чтобы не обморозить руки.

Таблица 8.1. Табель укомплектования средствами пожаротушения

Наименование	Един. измерения	Виды и количество (шт.) средств пожаротушения на расчетную единицу измерения			
		Пенные огнетушители ОП-5	Углекислотные огнетушители ОУ-5; ОУ-8	Ящики с песком емкостью 0,5 м³ с лопатами	Одеяла асбестовые или войлочные, 2×2 м
Комплектное РУ КТП	секция	—	—	2	—
Камера трансформатора	1	1	1	1	1
Щитовое помещение или станция управления	1	1	1	1	1
Электромашинное помещение	100 м²	1	1	1	1

Применение пенных огнетушителей допускается только на отключенном оборудовании.

Углекислотные огнетушители осматривают 1 раз в месяц. Массу баллона с углекислотой проверяют 1 раз в 3 месяца; чтобы убедиться в отсутствии утечек углекислоты через вентиль.

Первый замеченный загорание или пожар должен немедленно сообщить об этом в пожарную охрану и старшему дежурному по цеху или электрохозяйству и после этого начать самостоятельно тушить пожар подручными средствами.

Присоединения, на которых горит оборудование, необходимо отключить без предварительного разрешения вышестоящего дежурного, но с последующим его уведомлением.

Тушить пожар водой без снятия напряжения нельзя (исключения возможны в особых случаях, по специальным инструкциям для пожарных подразделений).

При пожаре трансформатора его отключают со всех сторон, после чего тушат распыленной водой и огнетушителями.

При пожаре на пультах и щитах управления снимают с них напряжение и гасят углекислотными огнетушителями, песком.

При пожаре в кабельных каналах снимают напряжение и гасят компактной струей воды. В начальной стадии место горения можно засыпать песком. Необходимо принимать меры по изоляции очага, в котором произошло загорание, от смежных помещений. Вентиляцию следует отключить.

Нужно помнить, что многие полимерные материалы, используемые для изоляции и защитных покровов кабелей, а также пластмассы при горении выделяют ядовитые вещества, обладающие удушающим действием, разрушающе действующие на легкие, кровь, нервную систему и т. д.

По прибытии пожарного подразделения старший дежурный из электротехнического персонала инструктирует о наличии соседних токоведущих частей, оставшихся под напряжением, и выдает письменное разрешение на тушение пожара.

8.3. НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий. Утверждены Главным управлением пожарной охраны МВД СССР 21.08.75 г.
2. Правила пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства. Утверждены ГУПО МВД СССР 29.12.72 г. М., Россельхозиздат, 1974.
3. Правила устройства электроустановок ПУЭ-76. Раздел VII. 5-е изд. М., Атомиздат, 1980, гл. VII-4.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1.	Воздушные линии электропередачи до 1000 В . . .	3
1.1.	Провода для воздушных линий	4
1.2.	Длительно допустимые токовые нагрузки на неизолированные провода	6
1.3.	Опоры	6
1.4.	Приставки	11
1.5.	Изоляторы	13
1.6.	Крюки и штыри	15
1.7.	Конструктивные данные	16
1.8.	Тяжение проводов и стрела провеса	20
1.9.	Габариты. Пересечения. Сближения	22
1.10.	Ответвления от ВЛ к вводам в здания	28
1.11.	Эксплуатация воздушных линий	29
	Приемка в эксплуатацию	29
1.12.	Борьба с загниванием древесины	30
1.13.	Охрана воздушных линий	34
Глава 2.	Кабельные линии напряжением до 1000 В . . .	35
2.1.	Конструкция кабелей	35
2.2.	Общие требования по прокладке	45
2.3.	Прокладка в траншеях	47
2.4.	Прокладка в каналах	51
2.5.	Открытая прокладка кабелей	56
2.6.	Вводы кабелей в здания. Проходы через стены и перекрытия	59
2.7.	Соединение и заделка кабелей	61
2.8.	Заливочная кабельная масса	80
2.9.	Концевые муфты и заделки	82
2.10.	Особенности монтажа муфт при использовании алюминиевой оболочки в качестве нулевого рабочего провода	108
2.11.	Переходные соединительные муфты для кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией	111
2.12.	Эксплуатация кабелей	112
2.13.	Устранение дефектов монтажа эпоксидных заделок	115
2.14.	Охрана кабельных линий	116
Глава 3.	Электроустановки в пожароопасных зонах . . .	116
3.1.	Общие требования	116
3.2.	Электрические машины, аппараты и приборы	117
3.3.	Электроосвещение	119
3.4.	Электропроводки и кабельные линии	120
3.5.	Воздушные линии	123
3.6.	Контактные соединения	123
Глава 4.	Устройства постоянного тока	124
4.1.	Аккумуляторы	124

4.2.	Общие требования к установке аккумуляторных батарей	134
4.3.	Эксплуатация аккумуляторных батарей	138
4.4.	Зарядные устройства	166
4.5.	Зарядные станции для тяговых и стартерных аккумуляторных батарей	172
4.6.	Электродвигатели постоянного тока	173
4.7.	Эксплуатация и устранение неисправностей машин постоянного тока	174
4.8.	Сварочные генераторы и преобразователи	175
4.9.	Щетки для электрических машин постоянного тока	181
4.10.	Установки для гальванопокрытий	181
Глава 5.	Молниезащита	187
5.1.	Возникновение грозовых разрядов	187
5.2.	Воздействие тока молнии на здания и сооружения	189
5.3.	Защита от прямых ударов молнии	190
5.4.	Защита от вторичных воздействий тока молнии	194
5.5.	Конструктивное исполнение молниеотводов	194
5.6.	Выполнение молниезащиты некоторых часто встречающихся объектов III категории	199
5.7.	Молниезащита воздушных линий напряжением до 1000 В	200
5.8.	Вентильные разрядники	203
5.9.	Эксплуатация устройств молниезащиты	203
Глава 6.	Зануление электроустановок	204
6.1.	Общие требования	204
6.2.	Эксплуатация заземляющих устройств	221
6.3.	Нормативная литература	223
Глава 7.	Техника безопасности в электроустановках и первая помощь при поражении электрическим током	224
7.1.	Общие требования	224
7.2.	Защитные средства	226
7.3.	Категории работ в электроустановках	233
7.4.	Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	236
7.5.	Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	238
7.6.	Работы, выполняемые по распоряжению и в порядке текущей эксплуатации	240
7.7.	Оперативное обслуживание	241
7.8.	Требования безопасности при выполнении отдельных видов работ в электроустановках напряжением до 1000 В	244
7.9.	Первая помощь пострадавшим от электрического тока. (Из правил техники безопасности)	260
7.10.	Первая помощь при ожогах	263
7.11.	Нормативная литература	264
Глава 8.	Противопожарные мероприятия при эксплуатации электроустановок	264
8.1.	Основные профилактические мероприятия	265
8.2.	Тушение пожаров в электроустановках	268
8.3.	Нормативная литература	269

Горенштейн М. Д.

Г 68 Справочник электромонтера. Том 2.— Новосибирск: Западно-Сибирское книжное издательство. 1984—272 с.

Автор — инженер — приводит в справочнике сведения по устройству и эксплуатации воздушных и кабельных линий, средствах защиты от поражения молнией, по технике безопасности и др.

Предназначен для электромонтеров.

Г 30306—073 — 13—84. 2302000000
М143(03) — 84

32.88

Меер Давидович Горенштейн

СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Том 2



Редактор *Н. Э. Воробьева*

Оформление художника *В. В. Подкопаева*

Художественный редактор *А. Н. Тобух*

Технический редактор *П. Т. Федорова*

Корректор *В. В. Туркевич*

ИБ № 1330

Сдано в набор 27.01.84. Подписано в печать 23.07.84. МН 00541. Формат 84×108 32. Бум. тип. № 3. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 14,28. Усл. кр.-отт. 14,49. Уч.-изд. л. 18,99. Тираж 40000 экз. Заказ № 8. Цена 1 р. 10 к. Западно-Сибирское книжное издательство, 630099, Новосибирск, Красный проспект, 32, Полиграфкомбинат, 630007, Новосибирск, Красный проспект, 22.

