

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1.1. МЕРЫ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

При производстве монтажных работ электромонтажники часто пользуются различными схемами и монтажными чертежами, в которых содержатся меры и единицы измерения международной системы СИ.

Сведения об основных и производных единицах этой системы приведены в табл. 1.1...1.4.

Таблица 1.1. Сокращенный перечень основных и производных единиц международной системы СИ

Величина	Наименование	Русское обозначение
<i>Основные единицы СИ</i>		
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Термодинамическая температура	кельвин	К
Сила света	кандела	кд
<i>Производные единицы СИ</i>		
Количество электричества	кулон	Кл
Электрическое напряжение	вольт	В
Электрическая емкость	фарад	Ф

Окончание табл. 1.1

Величина	Наименование	Русское обозначение
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Проводимость удельная электрическая	сименс на метр	См/м
Электрическая мощность:		
активная	ватт	Вт
реактивная	вар	вар
полная	вольт-ампер	В·А
Световой поток	люмен	лм
Освещенность	люкс	лк
Магнитный поток	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Г
Абсолютная магнитная проницаемость	генри на метр	Г/м
Скорость	метр в секунду	м/с
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с <sup>2</sup>
Сила	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Момент силы	ньютон-метр	Н·м

Таблица 1.2. Соотношения с единицами СИ некоторых ранее широко применявшихся единиц

Наименование величины	Русское обозначение	Значение в единицах СИ
Тонна	т	10 <sup>3</sup> кг
Минута	мин	60 с
Час	ч	3 600 с
Сутки	сут	86 400 с

Окончание табл. 1.2

Наименование величины	Русское обозначение	Значение в единицах СИ
Секунда	с	1 с
Литр	л	$10^{-3} \text{ м}^3$
Километр в час	км/ч	0,277778 м/с
Оборот в секунду	об/с	$\text{с}^{-1}$
Оборот в минуту	об/мин	$0,1666667 \text{ с}^{-1}$
Киловатт-час	кВт·ч	$3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$
Килограмм-сила	кгс	$9,81 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}$
Атмосфера	ат	98,1 кПа
—	кгс/см <sup>2</sup>	98,1 кПа
—	кгс/мм <sup>2</sup>	$9,81 \cdot 10^6 \text{ Па} = 10 \text{ МПа}$
—	мм рт. ст.	133 Па
—	мм вод. ст.	$9,81 \text{ Па} \approx 10 \text{ Па}$
—	кгс·м	$9,81 \text{ Дж} \approx 10 \text{ Дж}$
Работа	эрг	$1 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$
Лошадиная сила	л. с.	735,5 Вт
Сантипуаз	сПз	$1 \text{ мПа} \cdot \text{с}$
Сангистокс	сСт	$1 \text{ мм}^2/\text{с}$
Калория	кал	4,19 Дж
Килокалория	ккал	4,19 кДж
Мегакалория	Мкал	4,19 МДж
Гигакалория	Гкал	4,19 ГДж
—	ккал (кг·°С)	$4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
—	ккал/ч	1,163 Вт
—	ккал/(ч·м <sup>2</sup> ·°С)	$1,163 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
—	ккал/(ч·м <sup>2</sup> ·°С)	$1,163 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

Таблица 1.3. Приставки и их обозначения

Приставка	Сокращенное обозначение		Кратность и дольность
	русское	международное	
Тера	Т	T	$10^{12}$
Гига	Г	G	$10^9$
Мега	М	M	$10^6$
Кило	к	k	$10^3$
Гекто	г	h	$10^2$
Дека	да	da	$10^1$
Деци	д	d	$10^{-1}$
Санتي	с	c	$10^{-2}$
Милли	м	m	$10^{-3}$
Макро	мк	μ	$10^{-6}$
Нано	н	n	$10^{-9}$
Пико	п	p	$10^{-12}$

Таблица 1.4. Соотношение температурных шкал

Шкала	Обозначение	Формула перехода к шкале Цельсия
Абсолютная (Кельвина)	К	$t^{\circ}\text{C} = \text{TK} - 273,15$
Реомюра	$^{\circ}\text{R}$	$t^{\circ}\text{C} = 1,25t^{\circ}\text{R}$
Фаренгейта	$^{\circ}\text{F}$	$t^{\circ}\text{C} = \frac{(t^{\circ}\text{F} - 32)}{1,8}$

При пересчете температуры, измеренной по шкале Цельсия, на шкалу Кельвина следует пользоваться следующей формулой:

$$\text{TK} = t^{\circ}\text{C} + 273,15.$$

Некоторые сведения по электротехнике, необходимые при монтаже, приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Сведения по электротехнике

Обозначение	Формула	Пояснение
$U$ — напряжение, В	$1 \text{ В} = 1 \text{ Дж}/1 \text{ Кл}$	Напряжение — физическая величина, характеризующая электрическое поле, которое является причиной возникновения тока. 1 В — это такое напряжение, при котором на участке цепи совершается работа, равная 1 Дж, когда по этому участку проходит 1 Кл электричества
$R$ — активное сопротивление, Ом	$R = U/I$	За единицу принимают сопротивление такого проводника, в котором при напряжении на его концах 1 В сила тока равна 1 А
$X_L$ — реактивное сопротивление индуктивности, Ом	$X_L = 2\pi fL$	$\pi$ — постоянная, равная 3,14; $f$ — частота переменного тока, Гц; $L$ — индуктивность, Гн
$X_C$ — реактивное сопротивление емкости, Ом	$X_C = 1/2\pi fC$	$C$ — электрическая емкость, Ф
$Z$ — полное сопротивление, Ом	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	Для переменного тока
$R_t$ — активное сопротивление проводника при нагревании, Ом	$R_t = R(1 + \alpha\tau)$	$\alpha$ — температурный коэффициент сопротивления, равный $1/273 \text{ К}^{-1}$ для металлов; $\tau$ — температура проводника
$I$ — сила тока, А	$I = U/R$ (закон Ома)	Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению

Окончание табл. 1.5

Обозначение	Формула	Пояснение
$R$ — сопротивление, Ом	$R = \rho \frac{l}{S}$	Сопротивление проводника прямо пропорционально его длине $l$ (м), обратно пропорционально площади поперечного сечения $S$ (мм <sup>2</sup> ) и зависит от материала проводника ( $\rho$ — удельное сопротивление, Ом · мм <sup>2</sup> /м)
$\sum R$ — сопротивление последовательно соединенных проводов	$\sum R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$	Общее сопротивление цепи при последовательном соединении равно сумме сопротивлений всех включенных в цепь проводников
$\sum \frac{1}{R}$ — проводимость параллельно соединенных проводников	$\sum \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$	Проводимости при параллельном соединении проводников суммируются
<i>Соотношение токов и напряжений в трехфазных цепях</i>		
$I_\lambda, I_\phi$ — линейный и фазовый токи	$I_\lambda = I_\phi; U_\lambda = \sqrt{3}U_\phi$	При соединении звездой
$U_\lambda, U_\phi$ — линейное и фазовое напряжения	$I_\lambda = \sqrt{3}I_\phi; U_\lambda = U_\phi$	При соединении треугольником

Активное сопротивление проводника при температуре 15 °С, Ом:

$$R_{15} = \rho_{15} \frac{l}{S},$$

где  $\rho_{15}$  — удельное электрическое сопротивление при 15 °С, Ом · мм<sup>2</sup>/м;  $l$  — длина проводника, м;  $S$  — площадь поперечного сечения проводника, мм<sup>2</sup>.

Активное сопротивление катушки, Ом, с числом витков  $w$  и средней длиной витка  $l_{cp}$  при температуре 15 °С:

$$R_{15} = \rho_{15} \frac{wl_{cp}}{n_{\text{эл}} S_{\text{эл}}},$$

где  $n_{\text{эл}}$  — число элементарных (параллельных) проводников;  $S_{\text{эл}}$  — площадь поперечного сечения элементарного проводника, мм<sup>2</sup>.

Активное сопротивление обмотки якоря машин постоянного тока при 15 °С, Ом:

$$R_{a15} = \rho_{15} \frac{Nl_{cp}}{n_{\text{эл}} S_{\text{эл}} (2a)^2},$$

где  $N$  — число проводников обмотки якоря;  $l_{cp}$  — средняя длина полувитка, м;  $2a$  — число параллельных ветвей.

Активное сопротивление фазы обмотки статора машин переменного тока или фазных роторов асинхронных двигателей при 15 °С, Ом:

$$R_{\phi 15} = \rho_{15} \frac{2wl_{cp}}{n_{\text{эл}} S_{\text{эл}} a},$$

где  $w$  — число последовательно соединенных витков фазы;  $a$  — число параллельных ветвей фазы обмотки.

## 1.2. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ (МЕТАЛЛЫ И ДИЭЛЕКТРИКИ)

Материалы, используемые при производстве электромонтажных работ, по назначению разделяют на основные и вспомогательные.

Основными являются материалы, остающиеся после монтажа в смонтированных сооружениях и устройствах. К ним относят:

черные металлы и изделия из них (сортовой металл, опорные и кабельные конструкции, электроконструкции, ограждения, трубопроводы, шины заземления, крепежные изделия); цветные металлы и изделия из них (сортовой металл, электротехнические шины, трубопроводы специального назначения, провода и кабели, установочные и крепежные изделия);

электроизоляционные материалы (твердые и полутвердые, мягкие и жидкие, включая изоляционное трансформаторное масло);

лаки, эмали и краски, а также растворители и разбавители для них;

химические материалы (кислоты, щелочи, клеящие составы);  
резиновые, пластмассовые и другие прокладочные изделия;  
текстильные и прочие волокнистые материалы;  
электроды, присадки, припои.

Сталь углеродистую обыкновенного качества поставляют в горячекатаном состоянии в виде листов, полос, а также фасонного и сортового проката главным образом для строительных конструкций.

В зависимости от назначения и гарантируемых характеристик сталь подразделяют на три группы:

А — поставляемую по механическим свойствам и предназначенную для несварных нагруженных деталей машин и конструкций;

Б — поставляемую по химическому составу и предназначенную для термически обрабатываемых, кованных, сварных и других неотвественных деталей машин и конструкций;

В — поставляемую по механическим свойствам и химическому составу и предназначенную для сварных ответственных строительных конструкций.

В каждую из этих групп входят определенные марки стали. Сталь маркируют буквами Ст и условными номерами 1, 2, 3 и т. д. Сталь групп Б и В маркируют дополнительно соответственно буквами Б и В.

Сталь группы А имеет марки: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6; группы Б — БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6 и группы В — ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5. Чем больше номер марки, тем выше прочность, но ниже пластичность стали. Исключением являются марки Ст0 и БСт0, которые соответствуют наиболее загрязненной примесями (P, S и др.) стали с содержанием до 0,23 % С (некондиционная сталь). Например, сталь марки Ст1сп имеет временное сопротивление  $\sigma_b = 320 \dots 420$  МПа и относительное удлинение  $\delta_5 = 34$  %; сталь Ст6сп —  $\sigma_b = 600$  МПа и  $\delta_5 = 15$  %, т. е. характеристики свойств изменяются почти в два раза с первой по шестую марки стали.

Сталь изготовляют *спокойной*, *полуспокойной* и *кипящей*, и в обозначение марок, соответственно, добавляют буквы «сп», «пс» и «кп». Кипящую сталь изготовляют только с первой по четвертую марки всех групп, например Ст1кп, ВСт4кп и др.; спокойную и полуспокойную сталь — любой марки.

Сталь поставляют по категориям 1, 2 и т. д. в зависимости от числа гарантируемых характеристик. Сталь группы А поставляют по трем категориям: 1 — гарантирует  $\sigma_b$  и  $\delta$ ; 2 — то же и испытание на изгиб; 3 — то же и предел текучести  $\sigma_T$ . Чем выше номер категории, тем больше гарантируется характеристик стали. Номера



категорий 2 и 3 указывают в марке стали: СтЗсп2, СтЗсп3 и т.д., номер категории 1 в марке не указывают: СтЗсп, Ст2кп и т.д.

Химический состав стали группы А указывают в сертификате (паспорте) на сталь, но не гарантируют.

Сталь группы Б поставляют по двум категориям: 1 — гарантируют в стали содержание углерода, марганца, кремния, серы, фосфора, мышьяка; 2 — то же и содержание случайных примесей (меди, хрома, никеля).

Сталь углеродистую обыкновенного качества применяют для деталей монтажно-строительных машин. Например, Ст0, Ст1 используют для изготовления неответственных деталей: опор, шайб, прокладок, рам и т.д., Ст2 — для изготовления заклепок, анкерных болтов и т.д.

Сталь Ст3 применяют для изготовления шкивов, муфт, заглушек, корпусов редукторов, болтов. Из стали Ст4 изготавливают крюки, тяги, клинья, крепежные детали, детали насосов, компрессоров, из стали Ст5 — пальцы, втулки, плашки зажимов, болты; из стали Ст6 — промежуточные валы, стропы, ролики передвижных агрегатов, втулки, шкивы и т.д.

В зависимости от предъявляемых требований к деталям машин проводят упрочнение стали:

Ст1, Ст2 и Ст3 подвергают химико-термической обработке (цементации, цианированию) с последующими закалкой и низким отпуском при температуре 160... 180 °С, что позволяет получать высокую прочность, твердость, износостойчивость на поверхности стальных деталей в сочетании с пластичной сердцевиной;

Ст3, Ст4 и Ст5 подвергают нормализации или закалке с высоким отпуском при температуре 550... 650 °С для улучшения механических свойств.

Сталь углеродистую качественную конструкционную используют для деталей машин в виде сортовой горячекатаной и ковальной стали размером (диаметром или толщиной) до 250 мм. Изготавливают ее спокойной следующих марок: 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58, диаметром 60 или толщиной до 250 мм и марок 65, 70, 75, 80, 85, 60Г и 70Г диаметром или толщиной до 60 мм (в марке буквы «сп» не ставят).

Применяют также калиброванную сталь углеродистую конструкционную качественную и серебрянку (со специальной обработкой поверхности — холоднокатаную шлифованную сталь) всех марок от 08 до 60.

Кипящую и полуспокойную сталь изготавливают следующих марок: 05кп, 08кп, 08пс, 10пс, 10кп, 11кп, 15кп, 15пс, 18кп, 20кп, 20пс.

Двузначные цифры в марках стали обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента, буква «Г» — повышенное содержание марганца.

Сведения и технические характеристики наиболее часто используемых при монтажных работах основных металлов и проводниковых материалов приведены в табл. 1.6... 1.16.

#### Сталь полосовая

Размер полосы, мм ..... 16×4 20×4 25×4 30×4 40×4 50×5 60×6  
 Масса 1 м, кг ..... 0,50 0,63 0,79 0,94 1,26 1,96 2,83

#### Лента стальная

Размер ленты, мм ..... 20×1,2 20×1,5 20×2 30×2 30×3 40×2 40×3 50×2  
 Масса 1 м, кг ..... 0,188 0,236 0,314 0,471 0,707 0,628 0,942 0,785

Таблица 1.6. Сталь швеллерная

Номер швеллера	Размеры, мм			
	Высота швеллера	Ширина полки	Толщина стенки	Толщина полки
5	50	32	4,4	7,0
6,5	65	36	4,4	7,2
8	80	40	4,5	7,4
10	100	46	4,5	7,6
12	120	52	4,8	7,8
14	140	58	4,9	8,1
14а	140	62	4,9	8,7
16	160	64	5,0	8,4
16а	160	68	5,0	9,0
18	180	70	5,1	8,7
18а	180	74	5,1	9,3
20	200	76	5,2	9,0
20а	200	80	5,2	9,7
22	220	82	5,4	9,5
22а	220	87	5,4	10,2
24	240	90	5,6	10,0
24а	240	95	5,6	10,7

Таблица 1.7. Сталь листовая горячекатаная

Толщина, мм	Длина листов, мм, при ширине, мм								
	600	650	700	800	900	1 000	1 250	1 400	1 600
0,5	1 200	1 400	1 420	—	—	—	—	—	—
1,0	2 000	2 000	1 420	1 600	1 800	2 000	—	—	—
2,0	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	—
	2 000	2 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	—
3,0	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
	2 000	2 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
4,0	—	—	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000

Таблица 1.8. Сталь угловая равнополочная

Номер прифиля	Ширина полки, мм	Масса 1 м длины профиля, кг, при толщине полки, мм				
		3	4	5	6	7
2	20	0,89	1,15	—	—	—
2,5	25	1,12	1,46	—	—	—
2,8	28	1,27	—	—	—	—
3,2	32	1,46	1,91	—	—	—
3,6	36	1,65	2,16	—	—	—
4	40	1,85	2,42	2,97	—	—
4,5	45	2,08	2,73	3,37	—	—
5	50	2,32	3,05	3,77	—	—
5,6	56	—	3,44	4,25	—	—
6,3	63	—	3,90	4,81	5,72	—
7	70	—	—	5,38	6,39	7,39
7,5	75	—	—	5,8	6,89	7,96
8	80	—	—	—	7,36	8,51

Круглую медную проволоку изготавливают следующих марок: МТ — твердая (неотожженная) и ММ — мягкая (отожженная).

Допускаемые отклонения по диаметру проволоки, учитывая овальность, должны соответствовать данным табл. 1.10.

Пайку и сварку мягкой проволоки допускают, если сохраняются ее механические свойства и размеры диаметра в пределах двойных допусков.

Твердая проволока диаметром от 1 до 5,99 мм должна выдерживать количество перегибов, указанное в табл. 1.11.

Таблица 1.9. Технические данные основных проводниковых материалов

Материал	Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	Температура плавления, °С	Удельное электрическое сопротивление при 15 °С $\rho_{15}$ , Ом·мм <sup>2</sup> /м	Удельное электрическое сопротивление при 20 °С $\rho_{20}$ , Ом·мм <sup>2</sup> /м	Температурный коэффициент электрического сопротивления, $\alpha$
Алюминий	2,7	659	0,0 284	0,029	0,0 04000
Бронза	8,8...8,9	900	0,0 206... ...0,0 392	0,021... ...0,04	0,0 04000
Вольфрам	18,7... ...19,1	3 370	0,049	0,05	0,0 04600
Графит	1,9...2,3	—	12,95	13,5	0,0 08000
Железо	7,85	1 530	0,0 968... ...0,145	0,1...0,15	0,0 06300
Кадмий	8,6	321	0,0 745	0,076	0,0 04000
Константан	8,85...8,4	1 200	0,4...0,51	0,4...0,51	0,0 00050
Латунь	8,7	960	0,0 693	0,07	0,0 02000
Медь	8,9	1 083	0,0 175	0,0 178	0,0 04000
Манганин	8,14	960	0,4...0,48	0,4...0,48	0,0 00015
Никель	8,8	1 450	0,0 872... ...0,116	0,09...0,12	0,0 06400
Никелин	8,92	1 060	0,399...0,439	0,4...0,44	0,0 00300
Нихром	8,2	1 375	1,098	1,1	0,0 003000
Олово	7,3	232	0,1 175	0,12	0,0 04400
Платина	21,4	1 770	0,0 987... ...0,109	0,1...0,11	0,0 02500
Ртуть	13,6	-38,9	0,935	0,942	0,0 00960
Свинец	11,3	327	0,204	0,208	0,0 04000
Серебро	10,5	961	0,0 157	0,016	0,0 03600
Сталь	7,85	1 300... ...1 400	0,0 975... ...0,195	0,1...0,2	0,0 05000

Окончание табл. 1.9

Материал	Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	Температура плавления, °С	Удельное электрическое сопротивление при 15 °С $\rho_{15}$ , Ом · мм <sup>2</sup> /м	Удельное электрическое сопротивление при 20 °С $\rho_{20}$ , Ом · мм <sup>2</sup> /м	Температурный коэффициент электрического сопротивления, $\alpha$
Фехраль	7,6	1 450	1,2... 1,4	1,2... 1,4	0,0 00200
Цинк	7,1	419	0,0 588	0,06	0,0 03700
Чугун	7,2	1 200	0,518	0,52	0,0 01000

27972

Таблица 1.10. Допускаемые отклонения по диаметру проволоки для электротехнических целей

Диаметр проволоки, мм	Допускаемое отклонение, мм	Диаметр проволоки, мм	Допускаемое отклонение, мм
До 0,09	±0,003	2,11... 2,83	±0,030
0,10... 0,25	±0,005	2,84... 4,10	±0,040
0,26... 0,69	±0,010	4,11... 5,99	±0,050
0,70... 1,00	±0,015	6,00... 7,99	±0,060
1,01... 1,67	±0,020	8,00... 9,99	±0,080
1,68... 2,10	±0,025	10,00... 12,00	±0,100

Таблица 1.11. Количество допускаемых перегибов проволоки

Диаметр проволоки, мм	Количество перегибов	Радиус закругления гибок, мм
1,0... 1,49	7	5
1,5... 2,49	5	5
2,5... 3,99	5	10
4,0... 5,99	4	10

Примечание. Твердую проволоку диаметром менее 1 мм и более 5,99 мм, а также мягкую проволоку на перегиб не испытывают.

Электрическое (активное) сопротивление проволоки в зависимости от ее диаметра при температуре 20 °С должно быть не более указанного в табл. 1.12.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА

**Таблица 1.12. Зависимость электрического сопротивления проволоки от ее диаметра**

Диаметр проволоки, мм	Электрическое (активное) сопротивление проволоки, Ом, не более	
	твердой	мягкой
До 0,99	0,0182	0,01754
1,0 ... 2,49	0,0180	0,01754
2,5 и более	0,0179	0,01754

### **Проволока прямоугольного сечения, ленты и шины медные для электротехнических целей**

Проволоку, шины и ленты изготавливают следующих марок: МГМ — медные голые мягкие и МГТ — медные голые твердые.

Допускаемые отклонения размеров проволоки и шин должны соответствовать данным табл. 1.13.

Поверхность проволоки и ленты должна быть чистой и гладкой. На поверхности проволоки и ленты могут быть забоины, раковины, вмятины, риски, царапины, мелкие надрывы, глубина которых не должна превышать отклонений, указанных в табл. 1.13.

Края ленты не должны иметь зазубрин.

На поверхности шин могут быть трещины, забоины, риски, царапины и надрывы, размеры которых не превышают удвоенные допускаемые отклонения, приведенные в табл. 1.15.

**Таблица 1.13. Допускаемые отклонения размеров проволоки и шин**

Размеры $a$ и $b$ , мм	Допускаемое отклонение, мм	Размеры $a$ и $b$ , мм	Допускаемое отклонение, мм
0,83 ... 1,16	$\pm 0,02$	15,60 ... 20,00	$\pm 0,12$
1,25 ... 1,95	$\pm 0,03$	22,00 ... 25,00	$\pm 0,15$
2,00 ... 2,83	$\pm 0,04$	26,30 ... 35,00	$\pm 0,20$
3,00 ... 4,50	$\pm 0,05$	40,00 ... 55,00	$\pm 0,25$
4,70 ... 9,30	$\pm 0,07$	60,00 ... 80,00	$\pm 0,30$
10,00 ... 14,50	$\pm 0,09$	90,00 ... 120,00	$\pm 0,35$

Примечание.  $a$  — меньшая сторона сечения;  $b$  — большая сторона сечения.

Таблица 1.14. Радиус закругления углов проволоки и шины

Размер $a$ , мм	Радиус закругления, мм
До 2,0 (включительно)	От 0,4 до 0,6
От 2,1 до 4 (включительно)	От 0,6 до 0,9
От 4,1 и выше	От 0,9 до 1,2

Твердая проволока и шины при изгибе не должны образовывать трещин и расслоений.

Местные цвета побежалости и поверхностное потемнение не являются браковочным признаком.

Проволока и шины должны иметь закругленные углы. Радиус закругления углов указан в табл. 1.14.

Лента толщиной до 0,9 мм должна быть с обрезной кромкой.

Лента толщиной 1 ... 3,53 мм должна быть с закругленными углами; радиус закругления равен половине толщины ленты  $\pm 25\%$ .

С согласия заказчика лента толщиной 0,9 мм, шириной до 14,5 мм может быть изготовлена также с закруглениями углов, указанными выше.

### Проволока алюминиевая

Проволоку изготавливают диаметром от 0,8 до 5 мм.

Допускаемые отклонения диаметра проволоки с учетом ее овальности приведены в табл. 1.15.

Таблица 1.15. Допускаемые отклонения диаметра проволоки

Диаметр проволоки, мм	Допускаемые отклонения, мм
0,80 ... 0,99	$\pm 0,025$
1,00 ... 1,99	$\pm 0,030$
2,00 ... 2,99	$\pm 0,040$
3,00 ... 4,50	$\pm 0,050$
4,51 ... 5,00	$\pm 0,060$

Проволоку изготавливают твердой (неотожженной) — АТ или мягкой (отожженной) — АМ.

Твердая проволока диаметром от 1,5 до 5 мм должна выдерживать количество перегибов, указанное в табл. 1.16.

Таблица 1.16. Количество перегибов при испытании проволоки

Диаметр проволоки, мм	Количество перегибов, не менее
1,50 ... 2,50	6
2,51 ... 4,00	6
4,01 ... 5,00	5

Твердую проволоку диаметром менее 1,5 мм, а также мягкую проволоку испытаниям на перегиб не подвергают.

Электрическое (активное) сопротивление этой проволоки в зависимости от ее диаметра при температуре +20 °С не должно превышать 0,0295 Ом.

Пайка и сварка мягкой проволоки допускается, если сохраняются ее механические свойства и размеры диаметра в пределах двойного плюсового допускаемого отклонения. Пайка и сварка твердой проволоки не разрешается.

## Электроизоляционные материалы

Диэлектрики обладают очень большим электрическим сопротивлением и применяются для изолирования токоведущих частей.

Надежная работа электрических установок в первую очередь зависит от состояния электрической изоляции, препятствующей образованию токов утечки и электрических разрядов между отдельными частями установки.

В табл. 1.17 ... 1.24 приведены основные технические данные электроизоляционных материалов, широко применяющихся при монтаже цеховых электрических сетей и электрооборудования.

Таблица 1.17. Технические данные основных электроизоляционных материалов

Материал	Электрическая прочность при 20 °С, кВ/мм	Влагопоглощаемость за 24 ч, %	Нормируемая температура, °С
Асбест	2,4 ... 4,6	2 ... 4	600 (наибольшая допустимая)
Асбоцемент	2 ... 3	15 ... 20	250 (нагревостойкость)
Битумы	15 ... 20	—	30 ... 130 (размягчение)



Окончание табл. 1.17

Материал	Электрическая прочность при 20 °С, кВ/мм	Влагопоглощаемость за 24 ч, %	Нормируемая температура, °С
Бумага	5... 10	7... 10	110 (нагревостойкость)
Гетинакс	20... 22	2	150... 180 (нагревостойкость)
Лакоткани	20... 70	3,6... 8	105 (нагревостойкость)
Масло трансформаторное	15... 20	—	135... 145 (вспышка)
Текстолит	5... 12	2	135... 150 (нагревостойкость)

Таблица 1.18. Картон изоляционный для аппаратов с масляным заполнением

Марка	Толщина, мм	Пробивное напряжение при 50 Гц, кВ	Область применения
А	2; 2,5; 3	40... 50	Детали главной изоляции трансформаторов (цилиндры, угловые шайбы, экраны)
Б	1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6	51... 85	Электроизоляционные детали в аппаратах и трансформаторах
В	2; 2,5; 3	55... 70	Продольная изоляция трансформаторов
Г	0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3	48... 57	Детали общего назначения трансформаторов (ярмовая, опорная изоляция и др.)

Таблица 1.19. Картон электроизоляционный для работы в воздушной среде

Марка	Толщина, мм	Электрическая прочность при 50 Гц, МВ/м
ЭВС	0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4	11... 12
ЭВП	0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3	11... 12
ЭВТ	0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5	12... 13

Окончание табл. 1.19

Марка	Толщина, мм	Электрическая прочность при 50 Гц, МВ/м
ЭВ	0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3	8...11

Примечание. Применяется для изготовления каркасов катушек, прокладок и других деталей с последующей пропиткой лаком.

Таблица 1.20. Лакоткань электроизоляционная

Марка	Толщина, мм	Область применения, свойства
ЛХМ-105	0,15; 0,17; 0,2; 0,24; 0,3	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
ЛХСМ2-105	0,17; 0,2	То же, допускается работа в трансформаторном масле
ЛХММ-105	0,17; 0,2; 0,24	Для работы в горячем трансформаторном масле
ЛХБ-105	0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
ЛШМ-105	0,08; 0,1; 0,12; 0,15	Стойкость к кратковременному повышению температуры, возможному при пайке
ЛШМС-105	0,04; 0,05; 0,06; 0,1; 0,12; 0,15	То же, допускается работа в трансформаторном масле
ЛКМ-105	0,1; 0,12; 0,15	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
ЛКИС-105	0,1; 0,12; 0,15	То же, допускается работа в трансформаторном масле. Повышенные изоляционные свойства

Таблица 1.21. Стеклолакоткань электроизоляционная

Марка	Толщина, мм	Область применения, допустимая температура
ЛСК-105/120	0,15; 0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях, до 120 °С
ЛСММ-105/120	0,17; 0,2; 0,24	То же, но может работать в трансформаторном масле, до 105 °С

Окончание табл. 1.21

Марка	Толщина, мм	Область применения, допустимая температура
ЛСБ-105/120	0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе, до 130 °С. Повышенная влагостойкость
ЛСП-105/155	0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17	Для работы на воздухе в нормальных климатических условиях, до 130...155 °С
ЛСК-155/180	0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2	Для работы на воздухе в нормальных климатических условиях, до 130...155 °С. Нагревостойкость до 180 °С

**Данные об асбестовом картоне марки КАЗ**

Толщина, мм ..... 2; 2,5; 3            3,5; 4; 5            6; 8; 10  
 Размеры листа, мм ..... 900 × 900    900 × 1000    1000 × 1000  
 Область применения ..... Огнезащитный термо- и электроизоляционный материал в электрооборудовании

Таблица 1.22. Лента прорезиненная изоляционная

Длина ленты в одном круге, м	Ширина, мм	Толщина, мм
20; 50	10; 15; 20	0,25...0,35
55...85	10; 15; 20; 25; 30; 40; 50	0,25...0,35

Таблица 1.23. Лента хлопчатобумажная

Лента	Ширина, мм	Область применения
Миткалевая	12; 16; 20; 25; 30; 35	Изоляция обмоток электрических машин и аппаратов. Для скрепления изоляции обмоток и в качестве бандажной изоляции для временных покрытий
Батистовая	10; 12; 16; 20	То же
Киперная	10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 50	»
Тафтяная	10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 50	»

Для ремонта и сращивания кабелей с неметаллическими оболочками и изоляции соединений в устройствах низкого напряжения применяется поливинилхлоридная электроизоляционная лента следующих размеров, мм:

Ширина .....	15; 20; 30; 40	20; 30; 50	30	50
Толщина .....	0,20	0,30	0,40	0,45

Для уплотнения мест ввода кабелей и проводов, а также в соединительных муфтах применяется смоляная изоляционная лента следующих размеров, мм:

Ширина .....	30	50	60	75
Толщина .....	0,6	0,6	0,8	1

Таблица 1.24. Текстолит листовой электротехнический

Марка	Толщина, мм	Область применения, свойства
А	0,5...50	Для работы в трансформаторном масле, а также на воздухе при нормальной влажности (45...75%), температуре (15...35 °С) и частоте тока 50 Гц. Допускает длительное воздействие температуры от -65 до +105 °С
Б	0,5...50	Область применения та же. Повышенные механические свойства
Г	0,5...50	Для работы в трансформаторном масле и на воздухе. Увеличенные допуски по толщине
ВЧ	0,5...8	Для работы на воздухе в нормальных климатических условиях при частоте 10 <sup>6</sup> Гц
ЛГ	0,3...0,38	Для изготовления деталей, работающих на воздухе при повышенной влажности (90%) и частоте 50 Гц

При производстве электромонтажных работ применяют разнообразны лаки, эмали, компаунды (табл. 1.25... 1.28).

Электроизоляционные лаки делят на покровные, пропиточные и клеящие. Покровные лаки, содержащие пигменты, называются эмалями. Пигменты придают лаковой пленке большую механическую прочность, твердость, плотность, улучшают ее адгезионную способность и теплопроводность и придают ей желаемый цвет.

Таблица 1.25. Технические данные электроизоляционных лаков

Обозначение лаков	Режим высыхания лака на меди		Разбавитель	Общая характеристика и область применения
	Температура сушки, °С	Время сушки, ч		
<i>Масляные лаки</i>				
152	105	0,5...1	Керосин, бензин, уайт-спирит	Пропиточный и покровный лаки быстрой печной сушки. Применяются при ремонте электрических машин
202	210	0,16... ...0,2	Керосин, смесь керосина с уайт-спиритом	Покровный лак печной сушки. Используется для лакировки электротехнической стали и как покровный
<i>Битумно-масляные лаки</i>				
447	105	5...6	Толуол, ксилол, бензин, уайт-спирит и их смеси	Лак с высокой пропитывающей способностью. Применяется для пропитки обмоток электрических машин и аппаратов для создания водостойкой изоляции
458	105	2...3	То же	То же, но ускоренной сушки. Пленки этого лака менее эластичны. Используется для пропитки обмоток электрических машин
318	105	10...12	»	Пропиточный лак печной сушки. Применяется при ремонте электрических машин
БТ-99	20	2...3	»	Покровный лак воздушной (20 °С) сушки. Используется для защиты обмоток от влаги

Продолжение табл. 1.25

Обозначение лаков	Режим высыхания лака на меди		Разбавитель	Общая характеристика и область применения
	Температура сушки, °С	Время сушки, ч		
<i>Глифталемасяные лаки</i>				
ГФ-95	105	1...2	Ксилол, сольвент, бензин и смеси с уайт-спиритом	Пропиточный и покровный лаки для обмоток трансформаторов, работающих в масле
КФ-95	105	1...2	Сольвент, бензин, уайт-спирит и их смеси	Пропиточный и покровный лаки ускоренной сушки. Применяются главным образом для пропитки электрических машин
<i>Кремнийорганические лаки</i>				
ЭФ-3	200	1...2	Смесь бензина и скипидара	Пропиточный лак с высокой пропитывающей способностью
ЭФ-5	200	2...4	Толуол для ЭФ-5Т, бензин для ЭФ-5Б	Клеящий и пропиточный лаки высокой нагревостойкости. Используются для производства стекломиканитов, микаленты и микафолия
К-47	200	0,12... ...0,2	Этилцеллозольва	Покровный и пропиточный лаки высокой нагревостойкости. Применяются для пропитки обмоток, длительно работающих при 180 °С
<i>Водно-эмульсионные лаки</i>				
321-В	105	2,5...3,5	Питьевая вода	Пропиточные лаки для обмоток электрических машин низкого напряжения (класс А). Высокая цементирующая способность

Окончание табл. 1.25

Обозначение лаков	Режим высыхания лака на меди		Разбавитель	Общая характеристика и область применения
	Температура сушки, °С	Время сушки, ч		
321-Т	105	2...3	То же	То же, но на тунговом масле, образующем более гибкую пленку
<i>Эпоксидно-полиэфирный лак</i>				
ПЭ-933	155	1...1,5	Смесь толуола и этилцеллозоля	Пропиточный лак с хорошей цементирующей способностью для обмоток электрических машин и аппаратов, длительно работающих при температурах до 155 °С

Таблица 1.26. Основные технические характеристики электроизоляционных эмалей

Номер или обозначение эмали	Цвет пленки эмали	Режим высыхания эмали на меди		Разбавитель	Общая характеристика и область применения
		Температура сушки, °С	Время сушки, ч		
<i>Глифталемаляные эмали</i>					
ГФ-92-ГС	Серый	105	2...3	Толуол, растворитель каменно-угольный и смесь одного из них с уайт-спиритом	Пленки после горячей сушки (105...125 °С) обладают маслостойкостью. Эмаль применяется для покрытия электрических машин и аппаратов
ГФ-82-ХС	То же	20	20...24	То же	То же, но эмаль высыхает при 20 °С. Эмаль используется только для защиты неподвижных обмоток электрических машин и аппаратов
КПД	Красный	105	2...3	»	Пленки эмали после горячей сушки (105 °С) обладают масло- и дуговой стойкостью. Эмаль применяется для защиты обмоток и пластмассовых деталей (панелей)
ГФ-92-ХК	То же	20	20...24	Смесь толуола и бутилацетата	Пленки эмали после горячей сушки (105 °С) обладают масло- и дуговой стойкостью. Эмаль применяется для защиты только неподвижных обмоток электрических машин, аппаратов и пластмассовых деталей (панелей), высыхает при 20 °С



<i>Кремнийорганические эмали</i>					
ПКЭ-14	Розовый	200	2...3	Толуол	Применяется в качестве покрытия лобовых частей обмоток электрических машин, секций и катушек электрических аппаратов с нагревостойкой изоляцией
ПКЭ-15	То же	200	1...2	То же	То же
ПКЭ-19	»	120	1...2	»	Пленки эмали обладают повышенной твердостью, масло- и водостойкостью. Эмаль используется для покрытия обмоток, работающих во влажной атмосфере
ПКЭ-22	Красно-коричневый	120	1...2	»	Применяется для покрытия лобовых частей обмоток и при ремонте электрических машин и аппаратов, работающих во влажной атмосфере

Таблица 1.27. Основные технические характеристики пропиточных компаундов

Марка и составные части компаунда	Температура размягчения, °С	Морозостойкость, °С, не выше	Объемная усадка при охлаждении, %, не более	Общая характеристика и область применения
225-Д. Ухтинский битум, канифоль, льняное обезвоженное масло	98...102	-25	8...8,5	Блестящая аморфная водостойкая масса черного цвета. Применяется для пропитки обмоток электрических машин и аппаратов (пропитка при 160 °С под давлением)
225-Р. То же, но в другом соотношении	45...55	-30	8...8,5	Используется для разбавления компаунда 225-Д
КП-10. Смесь полиэфиров с полиэфиркрилатами и сиккативом	Не размягчается	-50	—	Применяется для пропитки обмоток электрических машин и аппаратов, обеспечивает высокую цементацию и меньшее время сушки
КП-18. То же, но в другом соотношении	То же	-50	—	Используется там же, но имеет большую вязкость, более стабилен и водостоек
К-43. Состав на основе полиметилфенилсилоксана и линолеата свинца	»	-60	5...8	Применяется для пропитки электрических обмоток машин и аппаратов, длительно работающих при 180 °С и в условиях высокой влажности

Таблица 1.28. Основные характеристики заливочных компаундов

Марка и составные части компаунда	Температура размягчения, °С	Морозостойкость, °С	Объемная усадка при охлаждении, %	Общая характеристика и область применения
МК-45. Канифоль, минеральное масло (автол или цилиндрическое)	45...48	-8	6...7	Применяется для прошпарки концов кабелей на рабочие напряжения до 3 кВ
МБ-70. Битумы марок БН-V и БН-III	70...73	-10	8...9	Используется для заливки соединительных муфт и концевых воронок на рабочие напряжения до 10 кВ, проложенных в земле или установленных в неотапливаемых помещениях (до -10 °С)
МБ-90. Битумы марок БН-V и БН-III	90...92	-10	8...9	Применяется для заливки соединительных муфт и концевых воронок на рабочие напряжения до 10 кВ, установленных в отапливаемых помещениях
МБМ-1. Битумы марок БН-V, БН-III и трансформаторное масло	50...62	-35	7...8	То же, но в наружных электроустановках с температурой до -35 °С
МБМ-2. То же, но в другом соотношении	55...60	-45	7...8	То же, но в наружных электроустановках с температурой до -45 °С
КХЗ-158-ВЭИ. На основе резинатов канифоли и битума	80...82	-40	0,9...1,1	Эластичная масса. Отвердевает за 2...6 ч после смешивания. Используется для заливки кабельных муфт

### 1.3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЪЗУЕМЫЕ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Вспомогательными являются материалы, расходуемые без остатка при производстве монтажных работ. К ним относятся:

горючие материалы (топливо), сжатые и сжиженные газы, смазочные масла;

лесные, строительные и некоторые другие материалы и изделия чисто подсобного характера.

Заготовку различных монтажных материалов и изделий осуществляют в таком порядке. Для основных материалов, расходуемых в больших количествах (металлы, провода, кабели), номенклатура и потребность определяются проектной документацией, за снабжение ими отвечает заказчик (генеральный подрядчик).

Снабжение основными (изоляция, лаки и краски, установочные и крепежные изделия) и вспомогательными материалами обычно осуществляется монтажными организациями (монтажный персонал определяет их потребность по типовым, справочным или опытным данным).

Сведения и технические характеристики некоторых видов топлива, используемого при электромонтажных работах, приведены в табл. 1.29... 1.31.

Таблица 1.29. Характеристики газов, входящих в состав газового топлива

Газ	Формула	Плотность, кг/м <sup>3</sup> (при 0 °С и 0,01 МПа)	Q <sub>н</sub> <sup>с</sup> , ккал/м <sup>3</sup> (при 0 °С и 0,01 МПа)
Водород	H <sub>2</sub>	0,090	2 579
Азот элементарный	N <sub>2</sub>	1,251	—
Азот воздуха с примесью аргона	N <sub>2</sub> + Ar	1,257	—
Кислород	O <sub>2</sub>	1,428	—
Оксид углерода	CO	1,250	3 018
Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	1,964	—
Диоксид серы	SO <sub>2</sub>	2,858	—

Окончание табл. 1.29

Газ	Формула	Плотность, кг/м <sup>3</sup> (при 0 °С и 0,01 МПа)	Q <sub>н</sub> , ккал/м <sup>3</sup> (при 0 °С и 0,01 МПа)
Сероводород	H <sub>2</sub> S	1,520	5 585
Метан	CH <sub>4</sub>	0,716	8 555
Этан	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	1,342	15 226
Пропан	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	1,967	21 795
Бутан	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	2,598	28 338
Пентан	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	3,218	34 890
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,251	14 107
Пропилен	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,877	20 541
Бутилен	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2,503	27 111
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	3,485	33 528

Таблица 1.30. Физико-химические свойства мазутов

Показатель	Мазут топочный марок			
	40В	40	100В	100
Вязкость условная (ВУ) при 80 °С, не более	6,0	8,0	10,0	16,0
Вязкость кинематическая, сСт, при 80 °С, не более	43,8	59,0	73,9	118,0
Зольность, %, не более	0,04	0,12	0,05	0,14
Содержание механических примесей, %, не более	0,07	0,80	0,20	1,5
Содержание воды, %, не более	0,3	1,5	0,3	1,5
Содержание серы, %, не более:				
для малосернистого	0,5	0,5	0,5	0,5
для сернистого	2,0	2,0	2,0	2,0
для высокосернистого	—	3,5	—	3,5
Температура вспышки, °С, не ниже в открытом тигле	90	90	110	110
Температура застывания, °С, не выше	10	10	25	25

Окончание табл. 1.30

Показатель	Мазут топочный марок			
	40В	40	100В	100
То же, для мазута из высокопарафинистой нефти	25	25	42	42
Теплота сгорания низшая в пересчете на сухое топливо, кДж/кг (ккал/кг), не менее:				
для малосернистого и сернистого	40 740	(9 700)	40 530	(9 650)
для высокосернистого	39 900	(9 500)	39 900	(9 500)
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup> , не более	—	—	1,015	1,015

Ископаемые угли по существующим в России стандартам делят на три основных типа: бурые, каменные и антрациты.

К *бурым* (марка В) относят угли с высшей удельной теплотой сгорания влажной беззольной массы угля  $Q_{в, без}^{вл}$  менее  $23,9 \cdot 10^3$  кДж/кг, которые по содержанию в них влаги делят на три группы: Б1 — с содержанием рабочей влаги более 40 %, Б2 — от 30 до 40 %, Б3 — менее 30 %.

К *каменным* относят угли с высшей удельной теплотой сгорания влажной беззольной массы  $Q_{в, без}^{вл}$  более  $23,9 \cdot 10^3$  кДж/кг. По этому же признаку разделяют бурые и каменные угли в международной классификации ископаемых углей.

Таблица 1.31. Классификация углей бурых, каменных и антрацитов по размеру кусков

Класс крупности	Обозначение	Размеры кусков, мм	Класс крупности	Обозначение	Размеры кусков, мм
Плитный	П	100...200 (300)	Семечко	С	6...3
Крупный	К	50...100	Штыб	Ш	0...6
Орех	О	25...50	Рядовой	Р	0...200 (300)
Мелкий	М	13...25			

Примечания. 1. Допускаются классы с заменой соответственно верхнего и нижнего пределов крупности:  $100 \times 80$ ,  $50 \times 40$ ,  $25 \times 20$ ,  $13 \times 10$  и  $6 \times 5$  (8) мм, а также совмещенные классы ПК, КО, ОМ, МС при условии соотношения

между нижним и верхним пределами не более 1:4 и классы ОМСШ, МСШ и СШ.

2. Верхний предел 300 мм в классе плитный и рядовой распространяется только на предприятия с открытым способом добычи.

## 1.4. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ И ПОМЕЩЕНИЯМ

Электрооборудование (ЭО) или электротехническое устройство считается климатостойким, если оно способно выдерживать без разрушений и заметных нарушений нормальных эксплуатационных характеристик климат той местности, для работы в которой оно предназначено. «Климатическая защита» охватывает широкий комплекс мер, в том числе защиту от коррозии, обеспечивающих установленный для электротехнических изделий срок службы и надежную работу в том или ином климатическом районе. Для решения этих задач необходимо знание особенностей климата, закономерностей его колебаний. Для всех видов изделий (машины, приборы и т. п.) установлены исполнения для эксплуатации их в различных макроклиматических районах (табл. 1.32).

В выпускаемом промышленностью ЭО учитываются климатические условия и производственные факторы, для работы в которых оно предназначено.

Таблица 1.32. Исполнение изделий, предназначенных для эксплуатации в соответствующих макроклиматических районах

Буквенное обозначение исполнения		Макроклимат
русское	латинское	
<i>На суше, реках и озерах</i>		
У	N	Умеренный
ХЛ	P	Холодный
УХЛ	NP	Умеренный и холодный
ТВ	TH	Влажный тропический
ТС	TA	Тропический, но сухой
Т	T	Тропический, но влажный и сухой

Окончание табл. 1.32

Буквенное обозначение исполнения		Макроклимат
русское	латинское	
О	О	Все, кроме очень холодного
<i>На морях и океанах</i>		
М	М	Умеренно холодный, морской
ТМ	МТ	Морской, но тропический
ОМ	МУ	Морской, но тропический и умеренно холодный
В	W	Все климаты на суше и на море

Рабочими значениями температуры внешней среды называют естественно изменяющиеся или неизменные значения температуры, в пределах которых обеспечивается сохранение номинальных параметров и экономически целесообразных сроков службы изделий (табл. 1.33).

Предельные значения температуры допускаются в течение 6 ч.

Таблица 1.33. Предельно допустимые значения температуры воздуха для нормальной работы электроустановок

Изделие	Температура, °С	
	минимальная	максимальная
Станции и пульты управления электроустановками: открытое исполнение (блок, панель, щит управления) защищенное исполнение (пульт, шкаф)	1	30
	1	30
Распределительный щит на напряжение до 500 В	-40	35
Распределительный силовой шкаф на напряжение до 660 В	5	40
Аккумуляторная установка (стационарные батареи)	10	—



Окончание табл. 1.33

Изделие	Температура, °С	
	минимальная	максимальная
Электрические машины	По ГОСТу или ТУ на отдельные виды электриче- ских машин	30 (охлаждающая вода) 40 (газо- образная охлаж- дающая среда)
Силовые кабели: с пропитанной бумажной изоляция в алюминиевой или свинцовой оболочках	-50	50
с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке, с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	-40	50
с пластмассовой изоляцией	-50	50
Электрические счетчики трех- фазного тока трехпроводной системы для классов: 2; 2,5; 3	0	40

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), в помещении, в котором постоянно находится дежурный персонал, должна быть обеспечена температура не ниже 16 °С.

В отапливаемых помещениях (вне постоянных рабочих мест) допускается температура 10 °С.

Санитарные нормы микроклимата производственных помещений устанавливают *оптимальные и допустимые микроклиматические условия* для рабочей зоны производственных помещений. Допустимые микроклиматические условия позволяют поддерживать тепловое состояние организма, не выходящее за пределы физиологических возможностей, и при этом не наносят вред здоровью. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Значения параметров микроклимата устанавливают с учетом тяжести выполняемой работы и периода года.

Работы по своей тяжести подразделяют на следующие категории (табл. 1.34):

**Э** **8** Таблица 1.34. Нормируемые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С						Относительная влажность, %, допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	Скорость движения, м/с	
		оптимальная	допустимая				оптимальная		допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных**	
			верхняя граница		нижняя граница					
			на рабочих местах							
постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных							
Холодный	Легкая — Ia	22 ... 24	25	26	21	18	75	0,1	Не более 0,1	
	Легкая — Ib	21 ... 23	24	25	20	17	75	0,1	Не более 0,2	
	Средней тяжести — IIa	18 ... 20	23	24	17	15	75	0,2	Не более 0,3	
	Средней тяжести — IIб	17 ... 19	21	23	15	13	75	0,2	Не более 0,4	
	Тяжелая — III	16 ... 18	19	20	13	12	75	0,3	Не более 0,5	
Теплый	Легкая — Ia	23 ... 25	28	30	22	20	55 (при 28 °С)	0,1	0,1 ... 0,2	
	Легкая — Ib	22 ... 24	28	30	21	19	60 (при 27 °С)	0,2	0,1 ... 0,3	
	Средней тяжести — IIa	21 ... 23	27	29	18	17	65 (при 26 °С)	0,3	0,2 ... 0,4	
	Средней тяжести — IIб	20 ... 22	27	29	16	15	70 (при 25 °С)	0,3	0,2 ... 0,5	
	Тяжелая — III	18 ... 20	26	28	15	13	75 (при 24 °С и ниже)	0,4	0,2 ... 0,6	

\* Оптимальная относительная влажность 40 ... 60 %.

\*\* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая — минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения может быть определена интерполяцией.

легкие физические работы (категория I) охватывают виды деятельности, при которых расход энергии составляет до 120 ккал/ч (категория Ia) и от 120 до 150 ккал/ч (категория Ib). К категории Ia относятся работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения. К категории Ib относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением;

физические работы *средней тяжести* (категория II) охватывают виды деятельности, при которых расход энергии составляет от 150 до 200 ккал/ч (категория IIa) и от 200 до 250 ккал/ч (категория IIб). К категории IIa относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения. К категории IIб относятся работы, выполняемые стоя, связанные с ходьбой, переносом небольших (до 10 кг) тяжестей и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением;

*тяжелые* физические работы (категория III) связаны с постоянным передвижением и переносом значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требуют больших физических усилий, энергозатраты более 250 ккал/ч.

Периоды года подразделяют в зависимости от среднесуточной температуры наружного воздуха: если эта температура равна 10 °С и выше — *теплый период*, менее 10 °С — *холодный период*.

Основными показателями, формирующими микроклимат, являются:

- температура воздуха;
- температура ограждающих поверхностей и технологического оборудования;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

## **1.5. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И УСТАНОВОК**

---

*Электроустановкой* называют совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с помещениями и сооружениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, трансформации, передачи, распределения электроэнергии или преобразования ее в другой вид энергии.

По условиям электробезопасности электроустановки в соответствии с ПУЭ разделяют на электроустановки напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ.

*Электропомещениями* называют помещения или ограждаемые (например, сетками) части помещений, доступные только для обслуживающего персонала, в которых эксплуатируемое оборудование установлено для производства, преобразования или распределения электроэнергии.

Все помещения в зависимости от условий окружающей среды, проводимости полов, а также размещения электрооборудования и соединенных с землей металлических конструкций делят по степени опасности поражения током на три класса: с повышенной опасностью, особо опасные и без повышенной опасности.

При определении класса помещения в зависимости от наличия признака опасности в нем и характера окружающей среды следует руководствоваться указаниями, приведенными в табл. 1.35... 1.36.

Выпускаемые электротехнической промышленностью России изделия и оборудования, согласно требованиям системы стандартов безопасности труда (ССБТ), относят к различным классам по способу защиты человека от поражения электрическим током и различным степеням защиты от соприкосновения с токоведущими или

**Таблица 1.35. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током**

Класс	Характеристика
С повышенной опасностью	Характеризуются наличием в помещениях одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости; токопроводящей пыли; токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. д.); высокой температуры; возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и металлическим корпусам электрооборудования — с другой
Особо опасные	Характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости; химически активной среды; одновременно двух или более условий повышенной опасности
Без повышенной опасности	Характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность

движущимися частями и от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел и воды. Характеристики изделий, степеней защиты и их условное обозначение, нанесенное на табличку с паспортными данными, приведены в табл. 1.37 ... 1.39.

**Таблица 1.36. Классификация помещений по характеру окружающей среды**

Класс	Характеристика (признаки)
Нормальное	Сухое помещение, в котором отсутствуют признаки, свойственные жарким, пыльным помещениям и помещениям с химически активной средой
Сухое	Относительная влажность воздуха в помещении не превышает 60 %
Влажное	Пары или конденсирующаяся влага выделяются в помещении временно и в небольших количествах; относительная влажность воздуха в нем более 60, но не превышает 75 %
Сырое	Относительная влажность воздуха в помещении длительное время превышает 75 %
Особо сырое	То же, около 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой)
Жаркое	Температура воздуха в помещении длительное время превышает 30 °С
Пыльное	По условиям производства технологическая пыль в помещении выделяется в таком количестве, что может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.д. Пыльные помещения подразделяются на помещения с проводящей и непроводящей пылью
С химически активной средой	По условиям производства в помещении содержатся (постоянно или длительно) пары или образуются отложения, разрушающе действующие на изоляцию и токоведущие части электрооборудования

**Таблица 1.37. Классы электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током**

Класс	Характеристика
0	Изделия, имеющие, по крайней мере, рабочую изоляцию и не имеющие элементов для заземления, если эти изделия не отнесены к классам II и III

Окончание табл. 1.37

Класс	Характеристика
0,1	Изделия, имеющие, по крайней мере, рабочую изоляцию, элементы для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания
I	Изделия, имеющие, по крайней мере, рабочую изоляцию и элемент заземления*
II	Изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления
III	Изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением свыше 42 В**

\* В случае если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилок с заземляющим контактом.

\*\* Изделия, получающие питание от внешнего источника, могут быть отнесены к классу III в том случае, если они предназначены для присоединения непосредственно к источнику питания напряжением не выше 42 В. При использовании в качестве источника питания трансформатора или преобразователя его входная и выходная обмотки не должны быть электрически связаны, между ними должна быть двойная или усиленная изоляция.

Требования, указанные в табл. 1.38, не распространяются на оболочки электрического оборудования, работающего во взрывоопасной среде, тропиках, а также на оболочки электробытовых приборов, провода, кабели и другие монтажные материалы, не относящиеся к оборудованию.

Таблица 1.38. Характеристика степеней защиты персонала и электрооборудования

Условное обозначение степеней защиты	Защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями оборудования и от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел	Защита оборудования от проникновения воды внутрь оболочки
0	Отсутствует	Отсутствует
1	От преднамеренного доступа внутрь оболочки и попадания предметов диаметром не менее 50 мм	От вертикально падающих конденсирующихся капель

Окончание табл. 1.38

Условное обозначение степеней защиты	Защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями оборудования и от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел	Защита оборудования от проникновения воды внутрь оболочки
2	От соприкосновения пальцами и попадания предметов диаметром не менее 12 мм	От капель, падающих на оболочку, наклоненную под углом не более 15° к вертикали
3	От соприкосновения с инструментом или проволокой и попадания предметов диаметром не менее 2,5 мм	От дождя, падающего на оболочку, наклоненную под углом не более 60° к вертикали
4	То же, но не менее 1 мм	От брызг в любом направлении
5	Полная защита от соприкосновения и вредных отложений пыли	От струй, выбрасываемых на оболочку через наконечник в любом направлении, при условиях по ГОСТу или ТУ
6	Полная защита от соприкосновения и проникновения пыли	От воздействий, характерных для палубы корабля, при условиях по ГОСТу или ТУ

Таблица 1.39. Условные обозначения степеней защиты оболочек электрического оборудования напряжением до 1 кВ

Степень защиты от проникновения воды внутрь оболочки	Степень защиты от соприкосновения с движущимися частями оборудования и попадания посторонних тел						
	0	1	2	3	4	5	6
1	IP00	IP10	IP20	IP30	IP40	IP50	IP60
	IP01	IP11	IP21	IP31	IP41	IP51	—
2	—	IP12	IP22	IP32	IP42	—	—
3	—	IP13	IP23	IP33	IP43	—	—
4	—	—	—	IP34	IP44	IP54	—

Окончание табл. 1.39

Степень защиты от проникновения воды внутрь оболочки	Степень защиты от соприкосновения с движущимися частями оборудования и попадания посторонних тел						
	0	1	2	3	4	5	6
5	—	—	—	—	—	IP55	IP65
6	—	—	—	—	—	IP56	IP66

**Примечание.** Условное обозначение степени защиты следующее: IP (International Protection); цифры — степень защиты персонала от соприкосновения с движущимися частями оборудования и от попадания внутрь оболочки твердых посторонних тел; 1...6 — степень защиты оборудования от проникновения внутрь оболочки воды (см. табл. 1.38).

Например, условное обозначение IP23 расшифровывается так: оболочка электрического оборудования, предохраняющая персонал от возможности прикосновения пальцами к токоведущим или движущимся частям оборудования, предохраняющая оборудование от попадания твердых тел диаметром не менее 12 мм и от дождя, падающего на оболочку под углом не более 60° к вертикали.

Если для изделия нет необходимости в одном из видов защиты, в условном обозначении допускается проставлять знак X вместо обозначения того вида защиты, который в данном изделии не требуется или испытание которого не производится, например IPX2.

Для светильников помимо степеней защиты от пыли 2, 5, 6 вводятся дополнительно следующие обозначения: 2' — степень с характеристикой 2, но при которой светильник имеет неуплотненную светопропускающую оболочку; 5' — степень с характеристикой 5, но колба лампы при этом не защищена от воздействия пыли; 6' — степень с характеристикой 6, но колба лампы не защищена от воздействия пыли.

### **Взрывоопасные и пожароопасные помещения**

Пары горючих жидкостей, смешиваясь с воздухом или с другими окислителями — кислородом, хлором, образуют паровоздушные смеси, которые могут быть взрыво- или пожароопасными. Смесь паров горючей жидкости, горючих газов с воздухом, которая способна взорваться от искр, открытого пламени, электрической дуги или нагрева, называется взрывоопасной смесью. Пары горючих жидкостей с температурой вспышки 61 °С и ниже относятся к взрывоопасным, а сами жидкости называются легковоспламеняющими-



мися (ЛВЖ). Пары горючих жидкостей с температурой вспышки выше 61 °С относятся к пожароопасным. Пары же этих жидкостей, нагретые в условиях производства до температуры выше температуры вспышки, относятся к взрывоопасным. Горючие газы при любой температуре окружающей среды относятся к взрывоопасным. Все твердые, жидкие, пластичные, волокнистые горючие вещества, как, например, дерево, ткани, битум, жидкие и вязкие масла, смазочные материалы, воспламенение которых ограничивается горением, но не взрывом, относятся к пожароопасным. Взрывоопасность и пожароопасность парогазовоздушных смесей зависят от физических свойств входящих в смесь паров, газов и характеризуются следующими основными физико-химическими свойствами — плотностью, температурой вспышки, температурой воспламенения.

Плотность газов и паров ЛВЖ выражается отвлеченным числом, не имеющим размерности, и определяется по отношению к сухому воздуху, плотность которого при температуре 20 °С и давлении 1 кПа принимается за единицу. По плотности газы и пары ЛВЖ делятся на легкие и тяжелые. Тяжелые газы и пары ЛВЖ располагаются, как правило, в нижней зоне помещений, где обычно находится основная масса электродвигателя (ЭД) и электрических аппаратов. Легкие — свободно поднимаются и могут скапливаться под перекрытием помещения, т. е. в зоне расположения элементов осветительной сети, электрооборудования кранов, вентиляторов.

Температурой вспышки называется наименьшая температура ЛВЖ, при которой смесь над ее поверхностью способна вспыхнуть от источника зажигания. После сгорания смеси горение прекращается.

Температурой воспламенения называется температура, при которой после воспламенения вещества от источника зажигания возникает ее устойчивое горение. Температура самовоспламенения — наименьшая температура вещества, при которой за счет резкого увеличения скорости экзотермических реакций возникает устойчивое горение. В зависимости от температуры самовоспламенения парогазовоздушные смеси делятся на шесть групп, для которых установлена предельно допустимая температура наружных и внутренних частей ЭО:

Группа взрыво- опасных смесей .....	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Температура само- воспламенения смеси, °С .....	выше 450	300...450	200...300	135...200	100...135	85...100

Таблица 1.40. Категории и группы взрывоопасности горючих веществ, газов и смесей

Категория	Группа				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	Метан рудничный	—	—	—	—
IIA	Аммиак Метан промышленный Сольвент нефтяной	Бензин В95/130 Бутан спирты: бутиловый, метиловый, этиловый	Бензины: А-66, А-72, А-76, Б-70 Нефть	—	—
IIB	—	Пропиленоксид	Сероводород	Эфир	—
IIC	Водород	Ацетилен	Трихлорсилан	—	Сероуглерод

Смеси делятся также на категории, устанавливающие безопасный экспериментальный максимальный зазор между фланцевыми соединениями взрывозащищенного ЭО, через которые из оболочки в окружающую среду при любой концентрации горючего в воздухе не происходит передачи взрыва. Высота зазора для различных смесей подбирается экспериментально и зависит от состава смеси — для медленнгорящих смесей она больше, чем для быстрогорящих.

Категории и группы взрывоопасных горючих веществ, газов и смесей приведены в табл. 1.40.

## 1.6. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ И ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОН

### Характеристика взрывозащищенного электрооборудования и взрывоопасных зон

Взрывозащищенное ЭО — оборудование, в котором предусмотрены конструктивные меры по устранению или затруднению возможности воспламенения окружающей его взрывоопасной среды.

Взрывоопасная зона — помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в которых имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси. Взрывозащищенное ЭО подразделяют по уровням взрывозащиты (табл. 1.41), видам взрывозащиты (табл. 1.42), группам и температурным классам.

Таблица 1.41. Уровни взрывозащищенного электрооборудования

Знак уровня	Уровень взрывозащиты ЭО
2	ЭО повышенной надежности против взрыва
1	Взрывобезопасное ЭО
0	Особовзрывобезопасное ЭО

Таблица 1.42. Виды взрывозащиты электрооборудования, их характеристика и обозначение

Вид взрывозащиты	Характеристика	Обозначение
Взрывонепроницаемая оболочка	Защитная оболочка выдерживает давление внутри нее и предотвращает распространение взрыва из оболочки в окружающую среду	<i>d</i>
Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением защитным газом	Токоведущие части ЭО, встроенные в оболочку, продуваются чистым воздухом или инертным газом под избыточным давлением	<i>p</i>
Искробезопасная электрическая цепь	Искробезопасные электрические цепи выполняются так, что электрическая искра не может воспламенить взрывоопасную среду	<i>i</i>
Кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями	Встроенные в оболочку токоведущие части ЭО находятся под защитным слоем кварцевого песка	<i>q</i>
Масляное наполнение оболочки с токоведущими частями	Электрические части ЭО, встроенные в оболочку, находятся под защитным слоем жидкого диэлектрика или минерального масла	<i>o</i>

Окончание табл. 1.42

Вид взрывозащиты	Характеристика	Обозначение
Специальный вид взрывозащиты	Заключение токоведущих частей в оболочку с избыточным давлением воздуха или инертного газа без продувки, заливка их изолирующими смолами и др.	S
Защита вида e	В ЭО или его части, не имеющих нормальноискрящих частей, принимаются дополнительные меры по предотвращению появления опасных нагревов, искр и др.	e

Таблица 1.43. Подгруппы электрооборудования группы II с видами взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» и (или) «искробезопасная электрическая цепь»

Знак подгруппы электрооборудования	Категории взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
II	IIA, IIB и IIC
IIA	IIA
IIB	IIA и IIB
IIC	IIA, IIB и IIC

В зависимости от области применения взрывозащищенное ЭО подразделяется на две группы. К группе I относится рудничное ЭО, предназначенное для шахт и рудников, к группе II — взрывозащищенное ЭО для внутренней и наружной установок. ЭО группы II, имеющей виды взрывозащиты: «взрывонепроницаемая оболочка» и (или) «искробезопасная электрическая цепь», подразделяются на подгруппы (табл. 1.43).

В зависимости от значения предельной температуры (наибольшая безопасная в отношении взрыва температура поверхностей ЭО) ЭО группы II подразделяют на температурные классы (табл. 1.44).

Взрывозащищенное ЭО группы II в зависимости от вида взрывозащиты имеет маркировку, которая содержит обозначения в такой последовательности:

1. Знак уровня взрывозащиты (см. табл. 1.41).
2. Знак Ex, указывающий, что ЭО соответствует настоящему стандарту.
3. Знак вида взрывозащиты (см. табл. 1.42).

Таблица 1.44. Температурные классы электрооборудования группы II

Знак температурного класса электрооборудования	Предельная температура, °С	Группы взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
T1	450	T1
T2	300	T1...T2
T3	200	T1...T3
T4	135	T1...T4
T5	100	T1...T5
T6	85	T1...T6

4. Знак группы или подгруппы ЭО: II, IIА, IIВ, IIС (см. табл. 1.43).

5. Знак температурного класса ЭО (см. табл. 1.44).

Маркировка взрывозащиты выполняется одной строкой в виде цельного, не разделенного на части знака, маркировка по ранее действующим Правилам изготовления взрывозащищенного и рудничного ЭО (ПИБРЭ) выполняется русскими буквами в прямоугольной и круглой рамках. Так, например, ЭО с уровнем «повышенной надежности против взрыва» и видом взрывозащиты е группы II, температурного класса T5 обозначается 2ЕхеПТ5, а по ПИБРЭ — Н4Т5-Н.

Взрывоопасные зоны помещений и наружных установок подразделяют на шесть классов (табл. 1.45).

Таблица 1.45. Классификация взрывоопасных зон

Класс взрывоопасной зоны	Характеристика зоны
В-I	Зоны, в которых взрывоопасные смеси могут образоваться при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых сосудах
В-Ia	Зоны, в которых взрывоопасные смеси могут образоваться только при авариях и неисправностях
В-Iб	Зоны класса В-I, но горючие газы в них обладают высоким нижним пределом взрываемости 5% и более и резким запахом при предельно допустимых по сани-

Класс взрывоопасной зоны	Характеристика зоны
	тарным нормам концентрациях. К классу В-Іб относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в таком количестве, которое недостаточно для образования взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого огня. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами
В-Іг	Пространства у наружных установок, технологических установок, содержащих горючие газы и ЛВЖ
В-ІІ	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов)
В-Іа	Зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей

Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в котором присутствуют или могут возникнуть взрывоопасные смеси, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей либо технологические аппараты имеют поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пылей или волокон, не относятся в части их электрооборудования к взрывоопасным.

### **Электрооборудование во взрывоопасных зонах**

Рекомендации по применению электрических машин, аппаратов управления и светильников во взрывоопасных зонах всех классов приведены в табл. 1.46.

Таблица 1.46. Выбор уровня и вида взрывозащиты электрооборудования или степени защиты оболочки в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты	Вид взрывозащиты или степень защиты оболочки
<i>Электрические машины</i>		
В-I	Взрывобезопасный	Взрывонепроницаемая оболочка (защита вида <i>d</i> ), продувание под избыточным давлением чистым воздухом или инертным газом (защита вида <i>p</i> ), с автоматическим отключением при недопустимом снижении давления
В-Ia, В-Ir	Повышенной надежности против взрыва	Продувание под избыточным давлением чистым воздухом или инертным газом (защита вида <i>p</i> ) с устройством сигнализации о недопустимом снижении давления; защита вида <i>e</i> (средства и меры, затрудняющие возникновение опасного нагрева, электрических искр и дуг). Искрящиеся части машины (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку с защитой вида <i>d</i> или вида <i>p</i>
В-Іб	Без средств взрывозащиты общего назначения	Оболочка со степенью защиты IP44. Искрящиеся части машины должны быть заключены в оболочку со степенью защиты IP44
<i>Электрические аппараты и приборы (стационарные)</i>		
В-I	Особо взрывобезопасный	Искробезопасная электрическая цепь (защита вида <i>e</i> ); специальное исполнение, исключающее воспламенение взрывоопасной смеси (защита вида <i>i</i> )
В-I	Взрывобезопасный	Взрывонепроницаемая оболочка (защита вида <i>d</i> ), продувание под избыточным давлением чистым воздухом или инертным газом (защита вида <i>p</i> ), с автоматическим отклю-

37944

Окончание табл. 1.46

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты	Вид взрывозащиты или степень защиты оболочки
		чением при недопустимом снижении давления; заполнение оболочки с токоведущими частями маслом или кварцевым песком (защита вида <i>O</i> или <i>q</i> )
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва — для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 80 °С	Продувание под избыточным давлением чистым воздухом или инертным газом (защита вида <i>p</i> ) с устройством сигнализации о недопустимом снижении давления; искробезопасная электрическая цепь (защита вида <i>i</i> )
В-Ia, В-Iг	Без средств взрывозащиты общего назначения для приборов, не искрящих и не подверженных нагреву выше 80 °С	Оболочка со степенью защиты IP44
В-Iб	Без средств взрывозащиты общего назначения	То же
<i>Электрические светильники</i>		
В-I	Взрывобезопасный	Взрывонепроницаемая оболочка (защита вида <i>d</i> ), искробезопасная электрическая цепь (защита вида <i>i</i> ); специальное исполнение, исключающее воспламенение взрывоопасной смеси (защита вида <i>S</i> )
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва	Защита вида <i>e</i> (средства и меры, затрудняющие возникновение опасного нагрева, электрических искр и дуг); искробезопасная электрическая цепь (защита вида <i>i</i> )
В-Iб	Без средств взрывозащиты общего назначения	Оболочка со степенью защиты IP44



Электрические сети во взрывоопасных зонах всех классов выполняются изолированными проводами с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией и кабелями с бумажной, резиновой и поливинилхлоридной изоляцией в свинцовой и поливинилхлоридной оболочках.

### Классификация пожароопасных зон

К классу П-I относятся помещения, в которых применяются или хранятся жидкости с температурой вспышки паров выше 45 °С (склады минеральных масел и др.).

К классу П-II относятся помещения, в которых выделяются горючие пыли или волокна, переходящие во взвешенное состояние, но не образующие с воздухом взрывчатые смеси (деревообрабатывающие цехи и др.).

К классу П-IIа относятся помещения, в которых находятся твердые или волокнистые горючие вещества (склады бумаги, древесины, тканей и т. п.).

К классу П-III относятся наружные установки, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45 °С и твердые горючие вещества (сливно-наливные эстакады горючих жидкостей и др.).

Таблица 1.47. Выбор степени защиты оболочки в зависимости от класса пожароопасных зон

Класс пожароопасной зоны	Вид установки и условия работы	Степень защиты оболочки
<i>Электрические машины</i>		
П-I, П-IIа, П-III	Стационарно установленные и установленные на передвижных механизмах, искрящие и не искрящие по условиям работы	IP44
П-II	То же	IP54
Все классы	Продуваемые под избыточным давлением	IP2X
<i>Электрические аппараты и приборы</i>		
П-I, П-IIа, П-III	Стационарно установленные и установленные на передвижных механизмах (кранах, тельферах и др.), не искрящие и искрящие по условиям работы	IP44

Окончание табл. 1.47

Класс пожароопасной зоны	Вид установки и условия работы	Степень защиты оболочки
П-П	То же	IP54
Все классы	С масляным заполнением, можно использовать аппараты и приборы с меньшей степенью защиты при условии установки их в шкафах	—
<i>Электрические светильники</i>		
П-I, П-II	С лампами накаливания	IP5X
П-IIa	То же	2гX
П-III	»	2г3
П-I, П-II	С дуговыми ртутными лампами (ДРЛ)	IP5X
П-IIa	То же	IP2X
П-III	»	IP23
	При наличии местного отсоса отходов и общеобменной вентиляции:	
П-II	с лампами накаливания	2гX
П-II	с ДРЛ	IP2X
П-II	с люминесцентными лампами	IP2X

При выборе ЭО, устанавливаемого в пожароопасных зонах, необходимо также учитывать условия окружающей среды (химическая активность, атмосферные осадки и т. п.). Особых требований к выполнению заземления, зануления в пожароопасных зонах не предусматривается. Выбор электрических машин, аппаратов и электрических светильников рекомендуется производить в соответствии с табл. 1.47.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

## 2.1. ПРОЕКТНЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНИКА

Рабочий проект силового и осветительного электрооборудования, сетевых устройств цеха среднего и крупного предприятий состоит из пяти основных разделов.

1. Технические материалы и принципиальные чертежи (схемы, расчеты, планы размещения подстанций и трассы сетей, пояснительные записки и т. п.), спецификации электрооборудования.

2. Чертежи-задания заводам для изготовления комплектного крупноблочного электрооборудования и элементов сетей (например, токопроводов).

3. Чертежи-задания на разработку рабочих чертежей строительной части электротехнических устройств (помещений подстанций, туннелей и эстакад для кабелей, фундаментов под трансформаторы и т. п.), на проемы и закладные части.

4. Электромонтажные чертежи для производства работ на объекте строительства и в монтажно-заготовительных мастерских, чертежи на установку мелких закладных частей, спецификации на оборудование и материалы.

5. Сметы, определяющие затраты на сооружение.

*Нормативные документы* устанавливают правила, обязательные при проектировании, инженерных изысканиях, выполнении строительных и монтажных работ при строительстве новых, реконструкции, расширении и техническом перевооружении действующих предприятий, зданий и сооружений, а также при производстве строительных конструкций, изделий и материалов.

Соблюдение требований, правил и норм обеспечивает технический уровень, качество, экономичность, надежность, долговечность и удобство в эксплуатации сооружений и способствует сокращению

сроков строительства. Нарушение правил и норм может привести к поражению электрическим током людей, авариям, пожарам, взрывам.

Документация на строительство предприятий, зданий и сооружений разрабатывалась в соответствии с требованиями СНиП 11-01—95 и СП 11-101—95. С 1 июля 2008 г. в соответствии с постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиям к их содержанию» (с изм. и доп.) действует технический регламент, определяющий состав разделов проектной документации.

Электромонтажники особенно хорошо должны знать и соблюдать правила организации и производства работ по монтажу и наладке электротехнических устройств СНиП 3.05.06—85 «Электротехнические устройства», правила устройства электроустановок.

Нормативные документы СНиП и ПУЭ являются общероссийскими. Они обязательны для исполнения всеми министерствами и ведомствами, а также организациями, учреждениями и предприятиями независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

Обозначение СНиП 3.05.06—85 расшифровывается так: СНиП — строительные нормы и правила;

3 — часть 3 СНиП «Организация, производство и приемка работ»;

05 — группа 5-й части 3 СНиП;

06 — порядковый номер данного документа в группе 5-й части 3 СНиП;

85 — последние цифры года утверждения документа — 1985.

При производстве работ электромонтажники должны также соблюдать требования ведомственных (отраслевых) строительных норм по монтажу отдельных видов электроустановок и требования, приведенные в технической документации предприятий-изготовителей электрооборудования.

Безопасность труда электромонтажника во многом зависит от соблюдения ими требований, изложенных в «Межотраслевых правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок» и ГОСТ 12.3.032—2001 «Работы электромонтажные. Общие требования безопасности». В данном случае:

12 — шифр системы стандартов безопасности труда (ССБТ);

3 — шифр подсистемы;

032 — порядковый номер в подсистеме;

2001 — год утверждения стандарта.

## 2.2. ТРЕБОВАНИЯ К ЗДАНИЯМ И СООРУЖЕНИЯМ, СДАВАЕМЫМ В ЭЛЕКТРОМОНТАЖ

Для повышения качества и сокращения сроков монтажа большое внимание уделяют приемке помещений и сооружений под электромонтажные работы. Приемку объектов с составлением актов, разрешающих производство электромонтажных работ, осуществляет комиссия. Такой порядок предусмотрен в СНиП.

Выполнение электромонтажных работ без приемки помещений часто приводит к повреждениям смонтированных электротехнических устройств или удлинению сроков ввода их в эксплуатацию.

К помещениям, предназначенным для установки *средних и крупных электрических машин*, при приемке под монтаж предъявляют следующие требования: все строительные и отделочные работы должны быть закончены до начала электромонтажа, убраны опалубки, излишние леса и строительный мусор, очищены, осушены и накрыты щитами кабельные каналы для предотвращения травмирования работающих.

По проектной документации проверяют наличие в помещениях проемов для доставки электрических машин в сборе или их наиболее крупных частей, а в перекрытиях над подвальной частью помещений — наличие люков, обеспечивающих перемещение наиболее крупных частей электрических машин и механического оборудования. Размеры помещений должны обеспечивать возможность выполнения монтажа и демонтажа электрических машин (сдвиг ротора в осевом направлении, размещение частей машин, доступ к машинам во время их обслуживания и т. п.). Высота помещения должна позволять свободно пронести машину в сборе (при крайнем верхнем положении крюка мостового крана) или ее наиболее крупные части над другими установленными машинами.

*Фундаменты* под монтаж принимают только при полном соответствии их проектным геометрическим размерам и схеме расположения закладных деталей и отверстий. Отклонения размеров не должны превышать: +30 мм — в плане, -30 мм — по высотным отметкам поверхности фундамента (без учета высоты подливки), -20 мм — по отметкам уступов в выемках и колодцах, +20 мм — по габаритным размерам колодцев,  $\pm 5$  мм — по осям анкерных болтов в плане,  $\pm 10$  мм — по осям закладных устройств в плане, +20 мм — по отметкам верхних торцов анкерных болтов.

Приемку готовности фундаментов оформляют актом, который подписывают представители строительной организации и технадзора заказчика.

К акту прилагают формуляр на фундамент с указанием:  
проектных и фактических отметок поверхности и основных размеров фундамента;  
проектных и фактических привязочных размеров и отметок анкерных колодцев;  
привязки главных осей фундамента;  
расположения и отметок реперов, заложенных в фундамент;  
расположения металлических планок, заложенных в фундамент.

*Кабельные каналы* проверяют на соответствие их конфигурации, ширины и глубины проекту.

### **2.3. ПРОЕКТ ПОДГОТОВКИ И ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ (ЭМР)**

Проект подготовки и производства электромонтажных работ (ППР) в большинстве случаев разрабатывают группы подготовки производства монтажных трестов и управлений. По отдельным крупным и сложным объектам ППР разрабатывают проектные организации.

На первом этапе составления ППР тщательно изучают техническую документацию. Иногда между выпуском проектной организацией рабочих чертежей и началом монтажных работ проходит значительное время, в течение которого могут появиться новые типы оборудования, заводских монтажных изделий и более передовые приемы монтажной технологии. В этих случаях при разработке ППР в проект вносят необходимую корректировку соответственно достигнутому на данный момент техническому уровню проектирования и монтажной технологии. Однако первой и главной задачей ППР является тщательная разработка промышленных методов монтажа, механизации и внедрения наиболее рациональных форм организации труда.

Основные разделы ППР приведены в табл. 2.1.

До начала ЭМР бригады должны быть обеспечены технической документацией (чертежами и схемами монтируемых электроустановок, необходимыми технологическими картами, инструкциями по монтажу и ППР).

Таблица 2.1. Состав и содержание проектов производства электромонтажных работ

Раздел и тема	Содержание
<i>Раздел первый</i>	
Пояснительная записка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Краткое изложение технических решений, принятых в основном проекте</li> <li>2. Краткая характеристика пускового комплекса</li> <li>3. Замечания к проектной документации: ведомость изменений, внесенных в рабочие чертежи и сметы при составлении ППР, а также замечания к проекту, которые должны быть согласованы с проектной организацией</li> </ol>
Вопросы, подлежащие разработке в общестроительном проекте производства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соображения по использованию подъемно-транспортных механизмов строительной площадки</li> <li>2. Общие меры безопасности при совмещении работ</li> <li>3. Первоочередное строительство объектов электроснабжения и трасс канализации электроэнергии со сроками сдачи их под монтаж (перечень электротехнических помещений)</li> <li>4. Первоочередной монтаж мостовых кранов</li> <li>5. Ведомость закладных частей и монтажных проемов (по чертежам строительных организаций)</li> </ol>
Технико-экономические показатели по комплексу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Таблица технико-экономических показателей с расчетом трудозатрат по видам работ (по монтажным зонам)</li> <li>2. Физические объемы электромонтажных работ</li> <li>3. Таблица электротехнических показателей</li> <li>4. Калькуляции затрат труда и заработной платы (по требованию заказчика ППР)</li> </ol>
<i>Раздел второй</i>	
Организация и методы производства работ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организационная структура монтажа, разделение на монтажные зоны</li> <li>2. Мероприятия по двухстадийному монтажу</li> <li>3. Методы монтажа, рекомендации по внедрению новых технологических приемов и научной организации труда (НОТ)</li> </ol>

Продолжение табл. 2.1

Раздел и тема	Содержание
Вопросы механизации	1. Рекомендации по механизации трудоемких операций, способы транспортировки укрупненных блоков и устройств подачи их в проемы и люки 2. Сводная ведомость механизмов, приспособлений, специального инструмента
Техника безопасности	Указания по технике безопасности, отражающие специфику объекта
Наладочные работы	Соображения о совмещении монтажных и наладочных работ
Работы смежных специализированных организаций	Совмещенная последовательность электромонтажных работ с учетом работ смежных специализированных организаций
<i>Раздел третий</i>	
Оборудование, материалы и изделия для производства работ (уточнение спецификаций проекта)	1. Ведомость изделий и работ мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ) 2. Эскизные чертежи заказов МЭЗ 3. Лимитно-комплектующие ведомости на оборудование и материалы для изделий и работ МЭЗ и на объект 4. Ведомость на оборудование и материалы, поставляемые заказчиком 5. Ведомость на материалы, поставляемые генподрядчиком 6. Ведомость на материалы и изделия, изготавливаемые заводами Главэлектромонтажа и поставляемые субподрядчиком
<i>Раздел четвертый</i>	
Графические материалы	1. Ситуационный план объекта 2. Схемы электроснабжения, в том числе однолинейная схема 3. Сетевой график производства электромонтажных работ и график движения рабочих
Краткий справочник-путеводитель по объекту и рабочему проекту для крупных и сложных объектов	1. План строительной площадки с нанесенными на нем подстанциями и цехами, имеющими электротехнические установки; схема электроснабжения, схемы и планы подстанций; планы основных цехов, машинных залов,



Окончание табл. 2.1

Раздел и тема	Содержание
	помещений щитов и распределительных пунктов с расположением щитов, шинных магистралей, троллеев; схема питания щитков освещения; физические объемы. Для линий электропередачи приводится план трассы с указанием пикетов и типов опор 2. Краткая пояснительная записка 3. Техничко-экономические показатели по участкам и зонам

## 2.4. ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Одним из важнейших направлений технического прогресса в монтажном производстве является *индустриализация*. Она предусматривает две основные цели:

1. Перенос максимальных объемов монтажных работ из монтажной зоны на заводы и производственные базы монтажных организаций. Здесь могут быть обеспечены наиболее производительные методы работ с применением современных станков и приспособлений.

2. Параллельно с производством строительных работ готовить электрооборудование, электроконструкции и электропроводки, скомплектованные в укрупненные блоки и узлы.

Индустриализация обеспечивает ускорение темпов производства монтажных работ и снижение их стоимости. Кроме того, массовое заводское производство комплектных крупноблочных устройств и узлов улучшает качество электроустановок по сравнению с монтажом оборудования и устройств проводок на месте монтажа из оборудования и материалов, поставляемых россыпью в монтажную зону.

Применение крупноблочных устройств и монтажных узлов также облегчает эксплуатацию электрохозяйства предприятий. Наконец, крупноблочные комплектные устройства сокращают объем строительных работ, так как они во многих случаях могут быть установлены непосредственно в цехах, без постройки специальных помещений.

Заводы электротехнической промышленности и специализированных электромонтажных организаций выпускают в настоящее время широкий ассортимент крупноблочных комплектных устройств: комплектные распределительные устройства (КРУ), комплектные трансформаторные подстанции (КТП), комплектные преобразовательные подстанции (КПП), комплектные выпрямительные подстанции на полупроводниках (КВП), комплектные конденсаторные установки (ККУ), комплектные щиты управления механизмами с магнитными станциями, скомплектованными с сопротивлениями в стальных шкафах, распределительные силовые и осветительные пункты, распределительные и магистральные токопроводы и пр.

**Таблица 2.2. Технологическая последовательность выполнения электромонтажных работ в две стадии в зависимости от состояния общестроительных работ**

Электромонтажная операция	Стадия общестроительных работ
<i>На первой стадии монтажа</i>	
1. Закладка труб для электропроводок в опалубку фундаментов оборудования	Установлены опалубка и фундаментные болты
2. Прокладка стальных труб на перекрытиях производственных помещений	Забетонировано или собрано перекрытие, выполнена распалубка проемов и установлена опалубка прямиков и каналов
3. Установка закладных частей для крепления монтажных узлов и блоков	Готовность здания вчерне, наличие перекрытий и черных полов до начала штукатурных работ
4. Оформление проходов для электропроводок	То же
5. Установка конструкций для крепления открытых проводок, монтажа труб и заземления	Оштукатурены стены и перекрытия, наличие в помещениях черных полов
6. Установка кабельных конструкций в кабельных сооружениях	Выполнена штукатурка (затирка), установлены обрамления, заготовлены и уложены перекрывающие плиты и крышки люков, удален строительный мусор
7. Установка конструкций для крепления цеховых троллеев	Уложены и выверены подкрановые пути

Продолжение табл. 2.2

Электромонтажная операция	Стадия общестроительных работ
8. Установка конструкций для крепления сетей освещения и питающих магистралей, прокладываемых по фермам в крановых пролетах	Полностью закончены работы по установке и сборке ферм, введены в эксплуатацию краны
<i>На второй стадии монтажа</i>	
1. Прокладка кабелей в траншеях	Закончена приемка траншей, включая их геодезическую съемку и определение вертикальных отметок
2. Прокладка кабелей в блочной канализации	Закончена приемка блочной канализации, включая колодцы
3. Прокладка кабелей в кабельных полуэтажах и туннелях	Закончена побелка стен и перекрытий
4. Монтаж трансформаторов	Сдача фундаментов, закрытие маслосборных ям сеткой с заполнением гравием, установка вентиляционных жалюзи; выполнена побелка камер; смонтированы железнодорожные пути (если они предусмотрены проектом)
5. Монтаж электрооборудования и шин открытых подстанций	Осуществлена приемка конструкций и фундаментов, закончено устройство ограды и сдача железнодорожных путей
6. Монтаж электрооборудования и аппаратов закрытых подстанций, в том числе комплектных распределительных устройств	Закончена полностью отделка помещений
7. Монтаж крупных электрических машин	Сданы фундаменты, включая их геодезическую проверку, сданы железнодорожные пути к местам установки машин, смонтированы и включены в работу краны. В помещениях, где ведется монтаж машин, должна быть исключена течь кровли
8. Монтаж электрических машин и аппаратов на механизмах	Сданы под монтаж площадки под машины и аппараты, а также концы валов с муфтами, шкивами или шестернями

Окончание табл. 2.2

Электромонтажная операция	Стадия общестроительных работ
9. Монтаж открытых проводов	Закончена полностью отделка стен, потолков и опорных конструкций (ферм и др.)
10. Монтаж электротехнического оборудования в пролетах цеха	Одновременно с работами других строительно-монтажных организаций по совместному графику

Одним из основных принципов внедрения индустриальных методов работ является организация монтажа в две стадии (табл. 2.2).

## 2.5. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ

В зависимости от выполняемой работы электромонтажника снабжают наборами индивидуального инструмента. В настоящее время для электромонтажных работ заводы выпускают следующие типовые наборы инструмента: НИЭ-3 — общего назначения; НКИ-3 — для монтажа кабельных линий; НИСО и НИОМ — для опрессовки наконечников; НСПУ — для пропановоздушной пайки; НГО — для сварки гибкой ошиновки; НИК-4 — для монтажа вторичных цепей (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Наборы инструментов общего назначения для выполнения электромонтажных работ

Инструмент	Число инструментов набора	
	ИН-3	ИН-15
Плоскогубцы комбинированные ПГИ-200 с изолирующими чехлами	1	1
Острогубцы (кусачки) 150 с изолирующими чехлами	1	1
Клещи универсальные КУ-1	—	1
Молоток слесарный с деревянной ручкой	1	1
Нож монтерский	1	—
Отвертка: В100×0,3	1	—

Окончание табл. 2.3

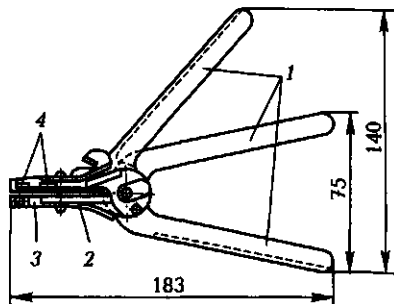
Инструмент	Число инструментов набора	
	ИН-3	ИН-15
B150 × 0,5	1	1
B175 × 0,7	—	1
B200 × 1	1	1
Метр: стальной	1	1
деревянный	—	1
Шило монтерское	1	1
Ключ разводной 30	—	1
Отвес 0... 200	1	1
Шпатель стальной	1	1
Гипсовка резиновая	1	—
Указатель напряжения И-192	1	—
Пробник	—	1
Очки защитные светлые	1	1
Шнур разметочный длиной 15 м	1	1

## Инструменты

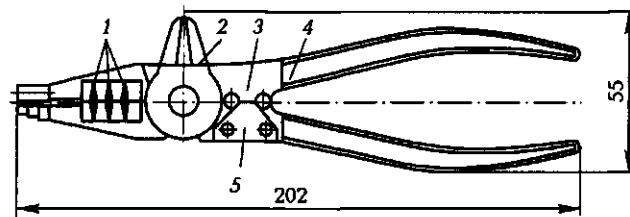
Клещи КСИ-1 (рис. 2.1) используют для снятия изоляции с круглых проводов и шнуров сечением 1,5 и 2,5 мм<sup>2</sup>, а также для их откусывания. Клещи состоят из трех рычагов 1, ножей 4 для надрезания изоляции, эксцентрика 3, прижима 2.

Клещи универсальные КУ-1 (рис. 2.2) применяют при обработке одножильных, двухжильных и трехжильных проводов всех марок сечением 1,5; 2,5; 4 мм<sup>2</sup>. Клещами можно снимать изоляцию с проводов 1, откусывать провода 2, выкусывать разъединяющие перемычки 3, 4, зачищать оголенные жилы 5 и изготавливать кольца диаметром 3, 4, 5 и 6 мм.

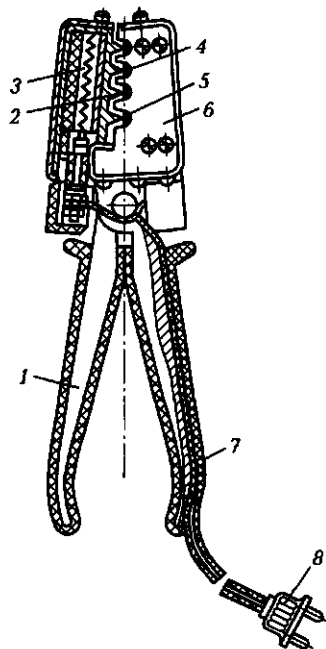
Термоклещи ТК-1 (рис. 2.3) используют для снятия пластмассовой изоляции на любом участке провода. Клещи состоят из двух рыча-



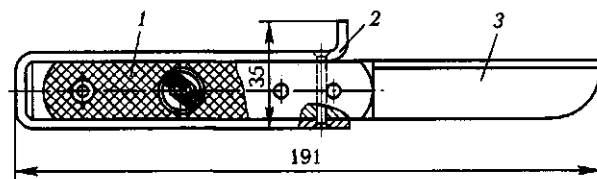
**Рис. 2.1.** Клещи КСИ-1:  
1 — рычаги; 2 — прижим; 3 — эксцентрик;  
4 — ножи



**Рис. 2.2.** Клещи универсальные КУ-1:  
1 — захват для съема изоляции; 2 — кусачки; 3, 4 — приспособления для выкусывания перемычки; 5 — устройство для зачистки оголенных жил

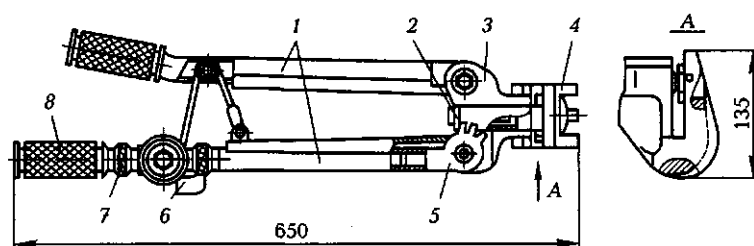


**Рис. 2.3.** Термоклещи ТК-1:  
1 — рычаг; 2 — продольные ножи; 3 — нагревательные элементы; 4 — кольцевые ножи; 5 — гнездо; 6 — направляющие пластины; 7 — чехол; 8 — вилка



**Рис. 2.4.** Нож монтерский НМ-2:

1 — щека; 2 — скоба; 3 — лезвие



**Рис. 2.5.** Пресс ручной механический для пробивки отверстий:

1 — рычаги; 2 — рейка; 3 — корпус; 4 — головка; 5 — зубчатые сектора; 6, 7 — кольца; 8 — ручка

гов 1, на рукоятки которых надеты эластичные чехлы 7. В рабочие губки встроены продольные 2 и кольцевые 4 ножи, а также нагревательные элементы 3. Ножи позволяют обрабатывать провода четырех сечений. В направляющих пластинах 6 имеются соответствующие гнезда 5. Клепсы снабжены вилкой 8 для включения в электрическую сеть напряжением 36 В.

Нож монтерский НМ-2 (рис. 2.4) складной с предохранителем от самоскладывания предназначен для снятия бумажной изоляции с проводов, кабелей, для зачистки жил и других аналогичных работ. Нож состоит из лезвия 3, скобы 2, двух щек 1.

Пресс ручной механический (рис. 2.5) усилием 70 кН предназначен для пробивки отверстий диаметром 23, 28, 35 мм под газопроводные и электросварные трубы в стенках толщиной до 1,8 мм стальных коробок типа У994, У995, У996, У76, У77 и кожухах магнитных пускателей.

Пресс состоит из головки 4, корпуса 3, рейки 2, двух рычагов 1 с зубчатыми секторами 5, подвижной ручки 8. Для пробивки отверстий стенка обрабатываемой коробки закладывается в зев головки. Пресс включают поворотом колец 6, 7 и приводят в действие качанием ручки 8.

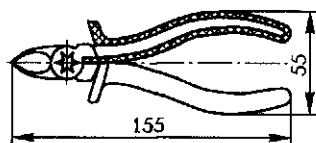


Рис. 2.6. Бокорезы

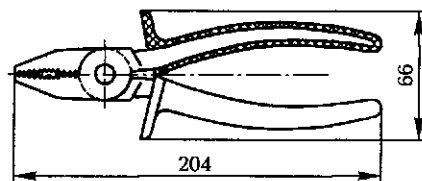


Рис. 2.7. Плоскогубцы универсальные

Бокорезы (рис. 2.6) с эластичными чехлами на ручках используют для откусывания медных и алюминиевых проводов малых сечений при выполнении различных работ.

Плоскогубцы универсальные (рис. 2.7) с эластичными чехлами на ручках используют для зажима и откусывания медных и алюминиевых проводов малых сечений.

### Механизированный инструмент, применяемый при монтаже

При монтаже широко используют электрические и пневматические гайковерты для заворачивания, затяжки и отворачивания болтов и гаек, что позволяет повысить производительность труда по сравнению с выполнением этих операций вручную в среднем в 5 раз.

Таблица 2.4. Технические характеристики ручных электрических шуруповертов и гайковертов

Показатель	Шуруповерты			Гайковерты				
	ИЭ-3601А	ИЭ-3601Б	ИЭ-3602А	ИЭ-3120А	ИЭ-3118	ИЭ-3117	ИЭ-3113	ИЭ-3114А
Максимальный диаметр заворачиваемой резьбы, мм	6	6	6	16...42	12...30	12	16	До 16
Максимальный момент затяжки, Н·м	16	13	15	—	30	12	16	До 16
Напряжение, В	36	36	220	220	220	220	220	220
Полезная мощность, Вт	120	210	420	600	200	200	50	200



Окончание табл. 2.4

Показатель	Шурупверты			Гайковерты				
	ИЭ-3601А	ИЭ-3601Б	ИЭ-3602А	ИЭ-3120А	ИЭ-3118	ИЭ-3117	ИЭ-3113	ИЭ-3114А
Габаритные размеры, мм:								
длина	300	366	370	450	400	300	355	300
ширина	70	67	70	150	100	70	70	70
высота	130	162	157	400	250	235	230	237
Масса, кг	2,3	2,3	2,5	10,5	5,2	3,1	3,5	3,5

Электрические шурупверты и гайковерты (табл. 2.4) по характеру затяжки относятся к двум группам: первая группа — инструменты, в которых вращательный момент передается непосредственно от двигателя к шпинделю; вторая группа — электрогайковерты с нерегулируемым крутящим моментом. Инструменты второй группы имеют муфты, которые преобразуют крутящий момент, передаваемый от вала ротора, во вращательно-ударные импульсы.

В настоящее время часто используют пневматические гайковерты реверсивные ударно-вращательного действия. Техническая характеристика пневматических прямых и угловых ударных гайковертов приведена в табл. 2.5.

Таблица 2.5. Технические характеристики пневматических прямых и угловых ударных гайковертов

Показатель	ИП-3111	ИП-3112А	ИП-3207 угловой	ИП-3113А прямой	ИП-3205А	ИП-3106А
	прямые				угловые	
Диаметр заворачиваемой резьбы, мм	12	14	14	18	27...36	27...36
Момент затяжки, Н·м	63	100	100	250	800... ...1600	800... ...1600
Время затяжки, с	—	5	—	10	10	10

Окончание табл. 2.5

Показатель	ИП-3111	ИП-3112А	ИП-3207 угловой	ИП-3113А прямой	ИП-3205А	ИП-3106А
	прямые				угловые	
<b>Пневмодвигатель:</b>						
расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,7	0,7	0,7	0,9	1,05	1,05
давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
внутренний диа- метр рукава, мм	12	12	12	16	18	18
<b>Габаритные размеры, мм:</b>						
длина	223	225	273	240	365	340
ширина	60	60	65	64	110	160
высота	170	175	123	175	195	250
Масса, кг	1,9	2,3	2,6	2,6	9,7	9,2

Широкое применение при монтаже получили серийно изготавливаемые механизированные шлифовальные инструменты для очистки металлоконструкций от ржавчины, подготовки поверхностей под сварку, а также для шлифования и полирования различных поверхностей. Технические характеристики шлифовальных электрических и пневматических инструментов приведены в табл. 2.6 ... 2.7.

Таблица 2.6. Технические характеристики шлифовальных электрических инструментов

Показатель	ИЭ-6 103	ИЭ-8 201А
Наибольший диаметр круга, мм	220	200
Напряжение, В	220	220
Частота тока, Гц	50	50
Сила тока, А	3,3	3,3
Номинальная мощность, Вт	1 020	1 020

Продолжение табл. 2.6

Показатель	ИЭ-6 103	ИЭ-8 201А
Режим работы	Повторно-кратковременный (3... 60 %)	
Сила нажатия, Н	200	200
Электродвигатель асинхронный трех- фазный:		
мощность полезная, Вт	800	800
частота вращения ротора круга, с <sup>-1</sup>	48	48
габаритные размеры, мм:		
длина	328	328
ширина	175	175
высота	245	245
масса, кг	13	13
Головка шлифовальная прямая:		
диаметр круга, мм	200	200
частота вращения круга, с <sup>-1</sup>	49	49
исполнение	Виброзащитное	
габаритные размеры, мм:		
длина	298	261
ширина	268	228
высота	284	213
масса без круга, кг	3,2	2,7
Головка шлифовальная угловая:		
диаметр круга, мм	125	125
частота вращения круга, с <sup>-1</sup>	68	4,9
исполнение	Виброзащитное	
габаритные размеры, мм:		
длина	347	284
ширина	246	240

Окончание табл. 2.6

Показатель	ИЭ-6 103	ИЭ-8 201А
высота	211	255
масса без круга, кг	3,7	2,7
Гибкий вал В-122-1:		
направление вращения	Правое	
номинальный крутящий момент, Н·м	3,0...3,5	3,0...3,5
допустимый радиус изгиба, мм	300	300
масса, кг	12,5	12,5
Масса комплекса, кг	33	31

Таблица 2.7. Технические характеристики шлифовальных пневматических прямых и торцевых инструментов

Показатель	ИП-2009А	ИП-2015	ИП-2203 торцевой	ИП-2014А прямой	ИП-2204А угловой
	прямые				
Диаметр шлифовального круга, мм	63	100	125	150	180
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	201	127	76	85	142
Номинальная мощность, Вт	440	736	1 325	1 288	1 472
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,9	1,2	1,6	1,8	2
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Внутренний диаметр шланга, мм	12	12	18	18	16
Габаритные размеры, мм:					
длина	440	567	320	590	305
ширина	80	120	150	164	250

Окончание табл. 2.7

Показатель	ИП-2009А	ИП-2015	ИП-2203 торцевой	ИП-2014А прямой	ИП-2204А угловой
	прямые				
высота	65	100	200	130	215
Масса, кг	1,9	3,5	4,3	5,7	4,5

Рациональное использование механизированного шлифовального инструмента в значительной степени зависит от того, насколько его параметры соответствуют условиям выполняемой работы. Так, для легких и точных работ целесообразно применять шлифовальные малогабаритные инструменты ИЭ-6103 и ИП-2009А, которые обеспечивают достаточно высокую производительность при проведении доводочных работ, развалки расточек у корпусов и крышек подшипниковых опор, пригонки плоскостей, разъема подшипниковых опор, доводки рабочих поверхностей и т. д. (см. табл. 2.6...2.7).

Для сверления гнезд в кирпичных и гипсолитовых основаниях под коробки скрытой проводки применяют коронки КГС, для сверления отверстий — спиральные сверла с твердосплавными напайками, для глубоких отверстий — сверла из витой стали, кольцевое сверло (СК) со штангой, переходным хвостовиком и втулкой, бурилки и т. п.

При изготовлении отверстий в строительных основаниях из бетона, кирпича и других материалов применяют электросверлильные ручные машины (табл. 2.8) на напряжение 220 В с двойной изоляцией либо на 36 В в комплекте со специальным преобразователем, который не только снижает напряжение, но и повышает частоту до 200 Гц.

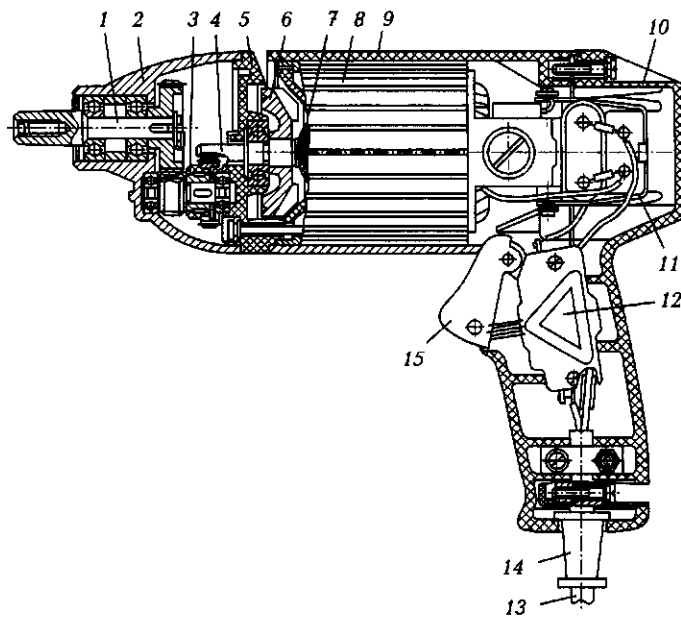
Таблица 2.8. Технические характеристики электросверлильных ручных машин

Показатель	ИЭ-1019А	ИЭ-1026А	ИЭ-1022А	ИЭ-1033	ИЭ-1017А	ИЭ-1029
Диаметр сверла, мм	9	9	14	14	22	25
Напряжение, В	220	36	220	36	36	36
Номер конуса Морзе шпинделя	1В	1В	1	1	2	2

Окончание табл. 2.8

Показатель	ИЭ-1019А	ИЭ-1026А	ИЭ-1022А	ИЭ-1033	ИЭ-1017А	ИЭ-1029
Габаритные размеры, мм:						
длина	255	239	405	368	312	780
ширина	68	67	205	201	384	392
высота	210	162	146	133	97	142
Масса, кг	2	1,6	3	3	4,1	6,7

Дополнительной изоляцией является пластмассовый корпус машины, изолирующая втулка и т. п. Электросверлильные машины с двойной изоляцией не заземляют.



**Рис. 2.8.** Электросверлильная ручная машина ИЭ:

1 — шпindelь; 2 — корпус редуктора; 3 — блок шестерен; 4 — вал ротора; 5 — передний щит; 6 — вентилятор; 7 — ротор; 8 — статор; 9 — корпус машины; 10 — рукоятка; 11 — устройство для подавления радиопомех; 12 — выключатель; 13 — токопроводящий кабель; 14 — защитная трубка; 15 — курок

**Таблица 2.9. Рекомендуемые значения подач и скоростей резания при сверлении (работа с охлаждением)**

Сверло		Подача S, мм/об	Скорость резания V, м/мин, при обработке		
Материал	Диаметр, мм		стали	чугуна	латуни
Углеродистая сталь	От 5 до 20	0,15...0,2	8...12	8...10	10...13
	Свыше 10 до 20	0,15...0,25	10...13	10...13	13...15
	Свыше 20	0,05...0,15	10...13	10...13	13...16
Быстрорежущая сталь	От 5 до 10	0,15...0,2	20...30	20...25	25...30
	Свыше 10 до 20	0,15...0,25	25...35	25...35	30...40
	Свыше 20	0,05...0,15	30...35	30...35	35...40

**Примечание.** В таблице приведены скорости резания при обработке материалов средней твердости. Для твердых сталей необходимо табличные данные уменьшить на 15...20%, для мягких — увеличить на 15...20%. Для твердосплавных инструментов можно скорость резания брать в 3...4 раза большую, чем для инструмента из быстрорежущей стали.

Электросверлильные ручные машины по конструкции разделяют на три группы: с *одной рукояткой* пистолетного типа — для сверл диаметром до 9 мм (рис. 2.8), с *двумя рукоятками* — центральной (закрытой) и боковой — для сверл диаметром 10...16 мм; с *двумя боковыми рукоятками* и грудным упором — для сверл диаметром более 16 мм (табл. 2.9).

Успешно применяют также пневматические сверлильные инструменты, которые оснащены ротационными двигателями. Они более компактны и легче электрических. Техническая характеристика их приведена в табл. 2.10.

Большой объем ручных работ связан с восстановлением деформированных резьб.

При монтаже часто применяют электрические и пневматические резьбонарезные машины, техническая характеристика которых приведена в табл. 2.11.

При выполнении комплекса монтажных операций: зенкования отверстий, завинчивания и отвинчивания резьбовых соединений, нарезания резьбы, зачистки сварных швов, прямолинейной и фасонной резки листового металла и очистки поверхностей от окали-

ны, ржавчины и старой краски следует применять механизированный инструмент УПМ-0,3, который комплектуют сверлильным патроном для заворачивания шпилек, радиальной и торцовой проволочными щетками. Технические характеристики инструмента УПМ-0,3 приведены в табл. 2.12.

**Таблица 2.10. Техническая характеристика пневматических сверлильных машин**

Показатель	ИП-1104 угловая	ИП-1019	СМ-15	ИП-1012	УСМ-23 угловая	ИП-1016	ИП-1103 угловая
Наибольший диаметр сверления, мм	9	12	15	22	23	32	32
Частота вращения шпинделя на холостом ходу, об/мин	3 200	2 000	1 200	400	300	550	550
Мощность двигателя, кВт	0,3	0,45	0,75	1,2	1,3	1,8	1,8
Рабочее давление воздуха, МПа	—	—	—	0,5	—	—	—
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,6	0,9	1	1,7	1,9	1,9	1,9
Диаметр шланга в свету, мм	12	12	16	16	16	18	18
Конус Морзе в шпинделе	—	—	№1	№2	—	№3	№3
Масса, кг	1,45	1,7	3,1	9,3	7	9	7,5

**Таблица 2.11. Технические характеристики резьбонарезных машин**

Показатель	Машина	
	электрическая	пневматическая
Диаметр нарезаемой резьбы, мм	12	14
Крутящий момент, Н·м	47	47
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup> :		
	при правом вращении	3
при левом вращении	5	11



Окончание табл. 2.11

Показатель	Машина	
	электрическая	пневматическая
Электродвигатель:		
род тока	Переменный	—
номинальная мощность, Вт	400	400
напряжение, В	220	—
расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	—	1
давление сжатого воздуха, МПа	—	0,5
внутренний диаметр рукава, мм	—	12
Габаритные размеры, мм:		
длина	470	260
ширина	100	60
высота	595	180

Для очистки поверхности от ржавчины, окалины, старой краски и выполнения других технологических операций при проведении монтажа оборудования широкое применение получила механизированная щетка, внедрение которой позволило повысить производительность труда на этих операциях на 25 %. Щетка состоит из пневматического реверсивного двигателя, пускового устройства, угловой головки и проволочной щетки с кожухом. Реверсивность механизированного инструмента значительно повышает срок службы проволочной щетки и увеличивает производительность.

Для пробивных работ электромонтажники используют также механические и электрофугальные молотки (ударные), например ИЭ-4207 с двойной изоляцией и ручные электрические перфораторы (ударно-вращательные), например ИЭ-4709 или ИЭ-4713, предназначенные для пробивки отверстий в бетоне и железобетоне.

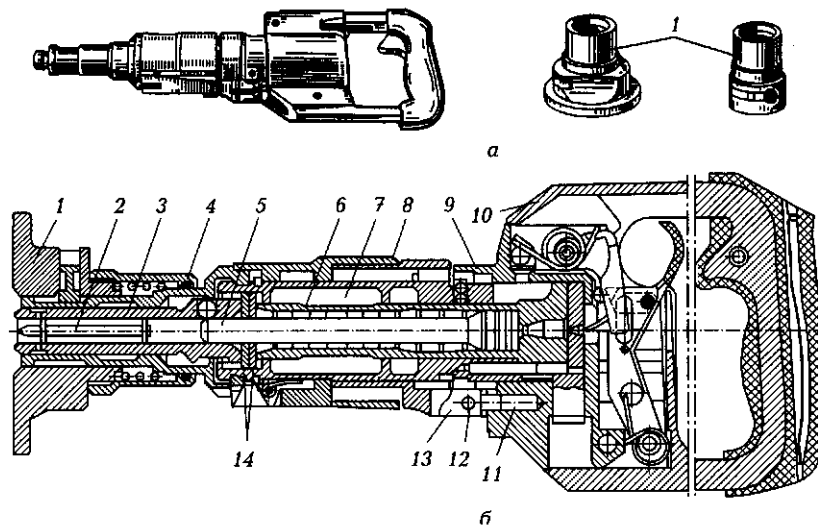
С помощью электрических молотков и перфораторов можно выполнять различные монтажные операции: сверление отверстий по металлу; ударно-вращательное бурение отверстий в бетоне, кирпиче и др.; забивку дюбелей; заворачивание самонарезающих винтов.

Для крепления конструкций, изделий и деталей часто применяют поршневой пиротехнический монтажный пистолет ПЦ-52 (рис. 2.9). Забивку дюбеля он осуществляет ударом поршня перемещающегося в стволе пистолета за счет давления пороховых газов.

При фиксации дюбеля в направлятеле пистолета на его цилиндрическую часть насаживают стальную шайбу или используют

Таблица 2.12. Технические характеристики пневматического универсального механизированного инструмента УПМ-0,3

Показатель	Привод ПТ-0,3	Сменные головки к ПТ-0,3			Привод ПП-0,3	Сменные головки к ПП-03				
		СГ-8	ГОР-8	ГТ-14		УГТ-75	УГС-8	ГН-2	ГК-2	ШГ
Мощность двигателя, кВт	0,22	—	—	—	0,22	—	—	—	—	—
Рабочее давление воздуха, МПа	55	—	—	—	55	—	—	—	—	—
Частота вращения, об/мин: привода головки	750	—	—	—	7 500	—	—	—	—	—
	—	520	130	—	—	3 780	480	—	—	7 500
Крутящий момент на шпинделе, Н·м	0,3	—	1,4	56	—	—	—	—	—	0,03
Диаметр головок, мм: шлифовального круга проволочных щеток	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15...35
	—	—	—	—	—	60	—	—	—	70
Диаметр просверливаемых отверстий, мм	2	8	—	—	—	—	8	—	—	—
Размер завинчиваемых гаек, мм	—	—	8	14	—	—	—	—	—	—
Наибольшая толщина разрезаемого металла, мм	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—



**Рис. 2.9.** Поршневой монтажный пистолет ПЦ-52 с прижимами (а) и его устройство (б):

1 — прижимы; 2 — дюбель; 3 — направлятель; 4 — наконечник; 5 — поршень; 6 — рассекатель; 7 — полость муфты; 8 — кожух муфты; 9 — ствол; 10 — рукоятка; 11 — пружина упора; 12 — ось упора; 13 — упор; 14 — амортизатор

полиэтиленовый наконечник. В качестве источника энергии используют малогабаритные монтажные патроны (6,8 мм), заряженные бездымным порохом. Сведения о патронах приведены в табл. 2.13.

Электрические и пневматические ножницы (табл. 2.14) применяют для прямолинейной и фасонной резки листового стали средней твердости и листов из цветных металлов.

**Таблица 2.13. Технические характеристики патронов, применяемых в пистолетах ПЦ-52-1 и ПЦ-84**

Группа	Номер	Масса порохового заряда, г	Цвет укупорки	Мощность патрона	Применяемый ствол
Д (длинные)	1	0,25	Белый	Слабая	№ 1 (длина патронника 22 мм)
	2	0,30	Желтый	Средняя	То же
	3	0,35	Синий	Сильная	»
	4	0,40	Красный	Сверхсильная	»

Окончание табл. 2.13

Группа	Номер	Масса порохового заряда, г	Цвет укупорки	Мощность патрона	Применяемый ствол
К (короткие)	1	0,20	Белый	Слабая	№ 1 (длина патронника 15 мм)
	2	0,22	Желтый	Средняя	То же
	3	0,25	Синий	Сильная	»
	4	0,27	Красный	Сверхсильная	»

Таблица 2.14. Технические характеристики ручных ножниц для резки металла

Показатель	Электрические ножницы					Пневматические ножницы		
	вырубные		ножевые			вырубные		ножевые ИП-5401А
	ИЭ-5502	ИЭ-5501	ИЭ-5403	ИЭ-5402	ИЭ-5401	ИП-5501	П-33	
Максимальная толщина разрезаемого листа, мм	1,2	1,6	2,5	2,7	2,7	2,5	6,0	25
Напряжение, В	36	220	220	220	220	—	—	—
Мощность, Вт	180	250	250	270	200	665	1620	590
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	—	—	—	—	—	1	2,2	0,9
Масса, кг	1,6	4,4	5	4,8	4,8	3,5	10	2,8

Монтажные механизмы и машины, требующие для своего обслуживания специально прикрепленного к ним персонала и используемые при выполнении транспортных, такелажных, погрузочно-разгрузочных и других работ (трейлеры, тракторы, автомобильные краны, автовышки), относят к средствам *большой механизации*.

Высшей формой механизации работ является комплексная, т. е. замена ручного труда механизированным на всех операциях соответствующего технологического процесса.

Механизация работ, при которой монтажные технологические процессы выполняют комплексом механизмов, называется ком-

плексной механизацией. При разработке схем комплексной механизации особое внимание обращают на выбор наиболее рациональных методов производства работ, способов механизации и эффективных механизмов.

При наличии нескольких различных комплексов механизмов их выбор определяется технико-экономическими показателями. Средства механизации, а также набор инструментов, наиболее часто используемых бригадой электромонтажников, приведены в табл. 2.15.

Таблица 2.15. Набор инструментов для монтажных работ

Наименование	Тип	Число
Аппарат для сварки одножильных проводов	ВКЗ-1	1 шт.
Аппарат резонансный	РА-2М	1 шт.
Буры для мерзлого грунта	БМГ-400/80	1 шт.
	БМГ-600/80	1 шт.
Вальцы для правки шин	ВПШ-140М	1 шт.
Выпрямитель высоковольтный кремниевый	ВВК-0,5/200	1 шт.
Генератор: импульсов технической частоты звуковой частоты	ГИ-ИДС-2	1 шт.
	ГТЧ-Т50	1 шт.
	ГЗЧ-Т2	1 шт.
Горелки газовоздушные	ГПВМ-1	1 шт.
Домкраты кабельные	ДК-3	1 шт.
Зажим для затягивания кабелей в трубы	ЗК-1	1 шт.
Зубило монтажное	ЗМ	2 шт.
Набор для прочистки трубных каналов	НПТК-1	1 компл.
Набор приспособлений для сварки гибкой ошиновки ОРУ	НГО	2 компл.
Нож: для надрезания алюминиевой оболочки кабеля	НКА-1М	2 шт.

Продолжение табл. 2.15

Наименование	Тип	Число
монтерский	НМ-2	2 шт.
Ножницы секторные	НУСК-120	1 шт.
	НБК-3	1 шт.
Оправка: для забивки дюбелей с клином к пробойникам серии ПО пиротехническая	ОД-6	2 шт.
	ОПКМ	2 шт.
	ОДП-4М	2 шт.
Отвертки слесарно-монтажные с пластмассовой ручкой	7810-0306 7810-0312 7810-0318 7803-3030	1 компл.
Пика-ломик	ПЛ-1	1 шт.
Пила дисковая	ПД-500В	1 шт.
Пистолет для точечной сварки	ПТА-2	1 шт.
Платформы монтажные	ПМ-800, ПМ-600	2 шт.
Пресс-клещи	ПК-1м, ПК-2м	2 шт.
Прессы: гидравлический ручной гидравлический стационарный гидравлический с электроприводом пиротехнический ручной ручной механический	ПГР-20М1	1 шт.
	ПС-25	1 шт.
	ППЭ-2	1 шт.
	ППО-95	1 шт.
	ПРК-8	1 шт.
	РМП-7	1 шт.
Прибор для отыскания тождественных жил кабеля	ПЖ-30	1 шт.
Приспособление: для линейной раскатки кабеля	УРК	1 шт.

Продолжение табл. 2.15

Наименование	Тип	Число
для ввертывания электродов заземления	ПВЭ, ПЗД-12	2 шт.
для термитно-тигельной сварки стальных полос и стержней заземления	ПТТС	1 шт.
для испытания трубопроводов на герметичность	ПИТ-20	1 шт.
для ввертывания электродов заземления	ПВЭ, ПЗД-12	2 шт.
для термитно-тигельной сварки стальных полос и стержней заземления	ПТТС	1 шт.
для испытания трубопроводов на герметичность	ПИТ-20	1 шт.
Пробойник:		
трубчатый	ПТ-28	1 шт.
ручной для пробивки отверстий под дюбели	ПО-1, ПО-2	2 шт.
усовершенствованный	УП-71	1 шт.
Электрифицированный разогреватель кабельной массы	ЭРКМ-2	1 шт.
Райберы	Р-1, Р-2	2 шт.
Ролик кабельный:		
линейный	РРК-Л	1 компл.
угловой	РРК-У	1 компл.
Ролик монтажный	МР-250	1 компл.
Тепловоздуходувка	ТВ-3	1 шт.
Термоклеци	ТК-1	1 шт.
Трансформатор нагрузочный	ТН-10	1 шт.
Трубогиб ручной	ТРТ-24	1 шт.
Устройство:		
для питания электромагнитобура	УПЭБ	1 компл.
переговорное	ПУ-71	2 компл.

Окончание табл. 2.15

Наименование	Тип	Число
Хвостовики к райберам	ХФ, ХК	2 компл.
Универсальный шинотрубогиб	УШТМ-2	1 компл.
Электромагнитобур	СЦ-2	1 шт.
Ящик для мелких деталей и инструментов	ЯМД	2 шт.
Ящик-сиденье для коммутатчика	ЯСК	1 шт.

### Инвентарные приспособления

Тележка роликовая ручная (ТРР) (рис. 2.10) грузоподъемностью 300 кг предназначена для транспортировки по асфальту или твердому грунту электродвигателей, бухт проводов и других материалов. Тележка состоит: из рамы 1, двух колес 4, двух вспомогательных концевых роликов 3 и съемных трубчатых бортов 2.

Тележку для перевозки контейнеров (ТПК) используют для подъема и перевозки мелких грузов в специальных контейнерах; грузоподъемность 2,5 кН (рис. 2.11).

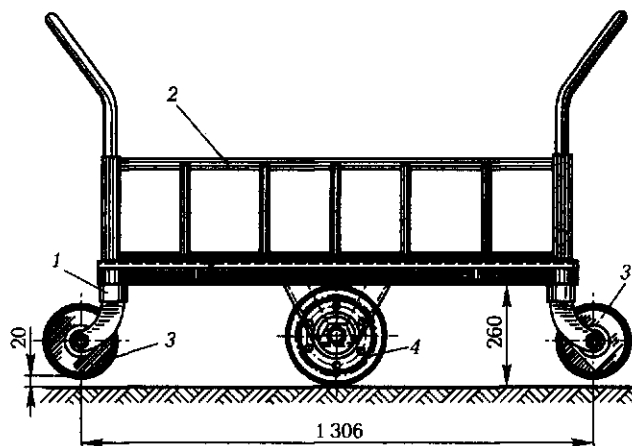
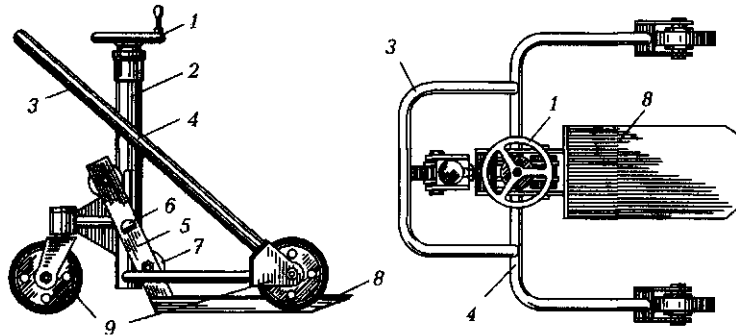


Рис. 2.10. Тележка роликовая ручная:

1 — рама; 2 — борт; 3 — ролик; 4 — колесо

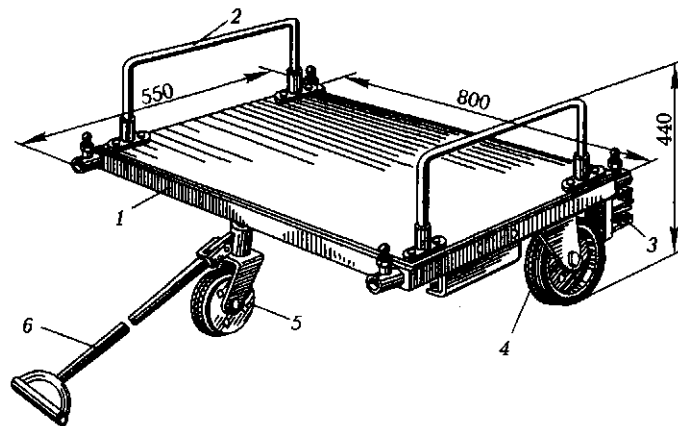




**Рис. 2.11.** Тележка для перевозки контейнеров:

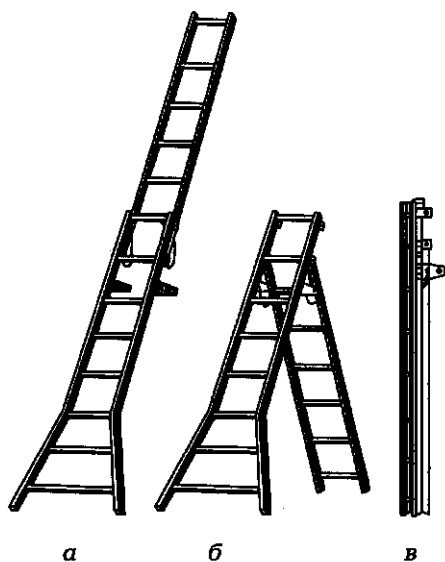
1 — винт с гайкой; 2 — стойка; 3 — ручка; 4 — рама; 5 — щеки; 6 — ось; 7 — ролик; 8 — платформа; 9 — колеса

Тележка состоит: из рамы 4, трех колес 9, платформы 8, имеющей две щеки 5, в которых смонтированы опорные ролики 7 и на шарнирах установлена гайка винта 1. Опущенную платформу подводят под основание контейнера между ножами, высота которых должна быть не менее 50 мм. Вращая маховик винта, поднимают контейнер. Тележку с грузом перевозят вручную с помощью ручки 3 рамы, при этом тележка должна находиться впереди везущего.

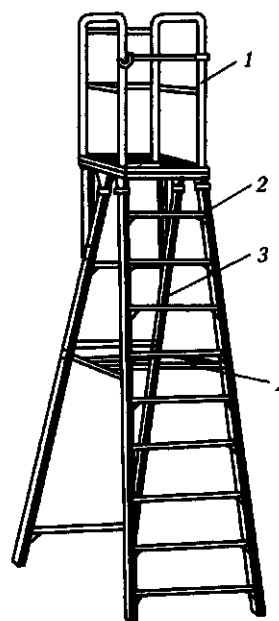


**Рис. 2.12.** Тележка для длинномерных грузов:

1 — рама; 2 — ограждение; 3 — тяга; 4, 5 — поворотные колеса; 6 — дышло



**Рис. 2.13.** Лестница-стремянка металлическая:  
*а* — приставная; *б* — стремянка; *в* — лестница в собранном виде



**Рис. 2.14.** Лестница с площадкой Л-312:  
 1 — площадка; 2 — лестничные марши; 3 — опорная конструкция; 4 — распорная площадка

Тележку для длинномерных грузов (ТД) (рис. 2.12) применяют при транспортировке длинномерных изделий внутри зданий; грузоподъемность 100 кг. Она состоит: из рамы 1 с ограждением 2, обрезиненных поворотных колес 4 и 5, дышла 6, двух тяг 3. Лестница-стремянка (ЛМС) складная необходима для обслуживания электроустановок на высоте.

Лестницу изготавливают из профильного алюминиевого сплава и листового алюминия, состоит она из двух шарнирно соединенных звеньев и может быть использована как приставная (рис. 2.13, *а*) и как стремянка (рис. 2.13, *б*). В транспортном положении (рис. 2.13, *в*) лестница складывается и фиксируется штырями. Грузоподъемность 100 кг.

Лестницу с площадкой Л-312 (рис. 2.14) применяют для работ на высоте до 4,5 м.

Подъемник «Темп» (рис. 2.15) предназначен для работ в цехе на высоте от 5,5 до 8,5 м.

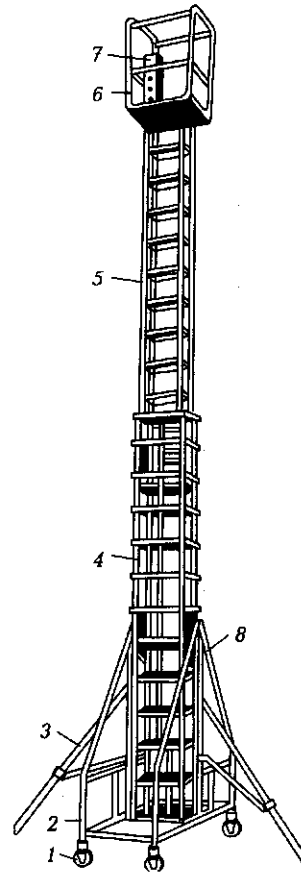
**Рис. 2.15.** Подъемник «Темп»:

1 — колесо; 2 — тележка; 3 — аутригер; 4, 5 — секции; 6 — площадка; 7 — лебедка; 8 — цапфа

Подъемник состоит: из тележки 2, секций — неподвижной 4 и подвижной 5, рабочей площадки 6, ручной лебедки 7. Тележка смонтирована на четырех ходовых колесах 1. Для перемещения подъемника в зоне работ обе секции в сборе с монтажной площадкой поворачиваются на цапфах 8 и устанавливаются в горизонтальном положении. Для работы на высоте подъемник устанавливают по отвесу, подпирают аутригерами 3 и затормаживают.

Шинотрубогиб механический применяют для изгиба на ребро и плоскость медных и алюминиевых шин сечением до  $120 \times 10$  мм, а также труб диаметром от 1 до 2" (рис. 2.16).

Шинотрубогиб состоит: из станины 2, на которой установлен пуансон 1 для изгиба шин, червячного редуктора 4, вращаемого электродвигателем 3.



#### Технические данные

Производительность станка:

число гибов пакета	
шин 4 (120 × 10) на плоскость .....	20
число гибов на ребро	
шин 120 × 10 и труб диаметром 1 до 2" .....	15

Электродвигатель:

мощность, кВт .....	1
напряжение, В .....	380
частота вращения, мин <sup>-1</sup> .....	1 410

Масса, кг .....

Теплоэлектровоздуходувку передвижную типа ТВ-420 применяют для сушки электрических машин и нагрева кабелей на барабанах при прокладке в зимних условиях (рис. 2.17).

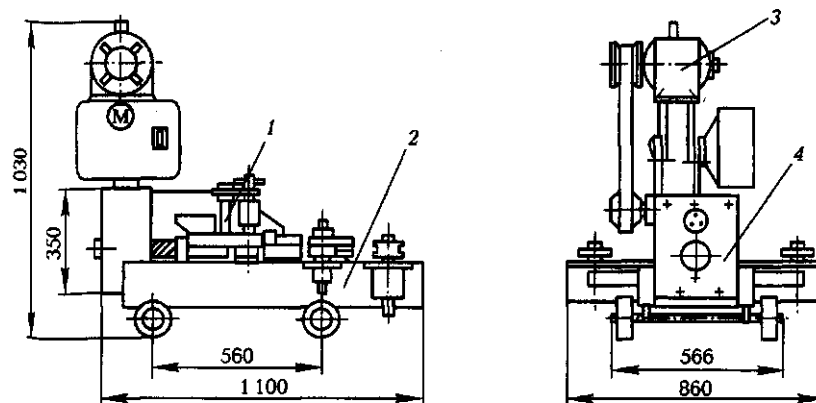


Рис. 2.16. Шинотрубогиб механический:

1 – пуансон; 2 – станина; 3 – электродвигатель; 4 – редуктор

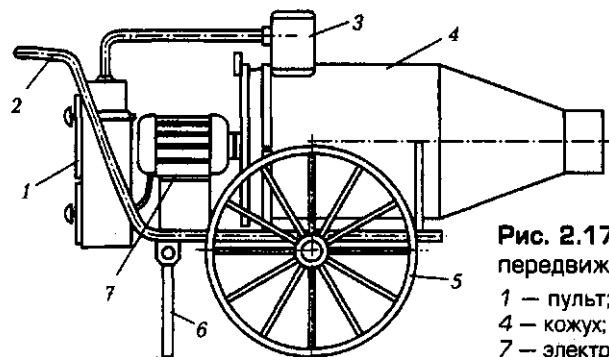


Рис. 2.17. Тепловоздуходувка передвижная типа ТВ-420:

1 – пульт; 2 – ручка; 3 – ввод;  
4 – кожух; 5 – колесо; 6 – опора;  
7 – электродвигатель

#### Технические данные ТВ-420

Напряжение, В .....	220/380
Потребляемая мощность, кВт .....	18
Производительность, м <sup>2</sup> /ч .....	420
Температура воздуха на выходе, °С .....	145
Габаритные размеры (длина × ширина × × высота), мм .....	1 410 × 550 × 760
Масса, кг .....	76,8

## 2.6. ЗАТОЧКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Сверла СК, коронки КГС и другой режущий инструмент в процессе монтажа приходится периодически затачивать.

Таблица 2.16. Выбор характеристики круга и режимов при заточке инструмента с пластинами из твердого сплава

Вид технологической операции и инструмента	Характеристика абразивного инструмента					Режимы обработки	
	Форма (тип) круга	Материал	Зернистость	Твердость (концентрация)	Связка	Скорость круга $v_k$ , м/с	Подача продольная (стола) $s_{пр}$ , м/с (м/мин)
Заточка: резцов и открытых задних поверхностей рабочей части многолезвийного инструмента ( $Ra = 0,63 \dots 1,25$ мкм)	ЧЦ, ЧК	Карбид кремния зеленый 63С	40 ... 25	M3—CM2	Керамическая K5—K8	10... 18	0,07 ... 0,1 (4...6)
	АЧК	Алмаз АСВ	200/160... ... 100/80	100 %	Металлическая M5, MB1	16... 22	0,025 ... 0,03 (1,5... 2)
твердосплавных пластин совместно со стальной державкой ( $Ra = 0,63 \dots 2,5$ мкм)	ЧЦ, ЧК	Карбид кремния зеленый 63С	40 ... 25	M3—CM2	Керамическая K5—K8	12... 18	0,07 ... 0,1 (4...6)
	АЧК	Алмаз АСР	250/200... ... 122/100	100 %	Керамическая K1	25... 30	0,017 ... 0,03 (1...2)
передних поверхностей многолезвийного инструмента ( $Ra = 0,16 \dots 0,32$ мкм)	ЧК, Т	Карбид кремния зеленый 63С	25 ... 16	CM1—CM2	Керамическая K5	12... 18	0,07 ... 0,1 (4...6)
	АЧК	Алмаз АСО	160/125... ... 63/50	100 %	Металлическая M1, M5, MB1	25... 30	0,017 ... 0,025 (1... 1,5)

Вид технологической операции и инструмента	Характеристика абразивного инструмента					Режимы обработки	
	Форма (тип) круга	Материал	Зернистость	Твердость (концентрация)	Связка	Скорость круга $v_{x_1}$ м/с	Подача продольная (стола) $s_{пр}$ м/с (м/мин)
Доводка твердосплавных пластин ( $Ra = 0,08 \dots 0,16$ мкм)	АЧК	Алмаз АСР	63/50	100 %	Металлическая М1, М5	25 ... 30	0,01 ... 0,017 (0,7 ... 1)
	АПП, АПВ	Алмаз АСО	50/40	50 %	Бакелитовая Б1, Б156	20 ... 25	0,01 ... 0,017 (0,7 ... 1)
Заточка (вышлифовывание) стружколомных лунок методом глубинного шлифования с поперечной подачей ( $Ra = 0,32 \dots 0,63$ мкм). Круглое шлифование рабочей части инструмента:	А5П, А2П	Алмаз АСО	80/63 ... ... 50/40	100 %	Металлическая М1 Бакелитовая Б1, Б156	15 ... 20	0,008 ... 0,017 (0,5 ... 1)
						15 ... 20	0,008 ... 0,017 (0,5 ... 1)
	АПП	Алмаз АСР	120/100 ... ... 100/80	100 %	Металлическая М1	20 ... 25	0,017 ... 0,02 (1 ... 1,5)
	АПП	Алмаз АСО	80/60 ... ... 50/40	50 %	Бакелитовая Б1	25 ... 30	0,008 ... 0,02 (0,5 ... 1,5)
Заточка державки из конструкционной стали ( $Ra = 1,25 \dots 2,5$ мкм)	ЧК, ЧЦ	Электрокорунд 15А	40 ... 50	С1 — С2	Керамическая К8	20 ... 25	0,05 ... 0,08 (3 ... 5)

Таблица 2.17. Выбор характеристики круга и режимов при заточке инструмента из быстрорежущей стали

Вид технологической операции и инструмента	Характеристика абразивного инструмента					Режимы обработки	
	Форма круга	Материал	Зернистость	Твердость (концентрация)	Связка	Скорость круга $v_k$ , м/с	Подача продольная (стола) $s_{пр}$ , м/с (м/мин)
Заточка: резцов, задних поверхностей многолезвийного инструмента ( $Ra = 0,16 \dots 0,63$ мкм)	ЧЦ, ЧК	Электрокорунд 23А	25... 16	М3—СМ1	Керамическая К1, К5	20... 25	0,03... 0,05 (2... 3)
	ЛЧК	Эльбор-Л	100/80... ...50/40	100 %	Бакелитовая Б1, Б156	20... 25	0,017... 0,03 (1... 2)
передних поверхностей инструмента с прямым зубом — разверток, метчиков, червячных фрез ( $Rz = 0,8 \dots 1,6$ мкм)	ЛЧК	Эльбор-Л	63/50... ...50/40	100 %	Бакелитовая Б1 Керамическая К1, К5	20... 25	0,017... 0,03 (1... 2)
	ЧК	Монокорунд 43А	25... 16	СМ1—СМ2	Керамическая К5	20... 25	0,03... 0,05 (2... 3)
передних поверхностей инструмента с винтовым зубом — концевых и насадных фрез, сверл ( $Rz = 1,6 \dots 3,2$ мкм)	ЧК	Электрокорунд 23А	25... 16	СМ3—С1	Керамическая К1, К5	20... 25	0,03... 0,05 (2... 3)
	ЧК	Монокорунд 43А	16... 12	СМ3—С1	Керамическая К5	20... 25	0,017... 0,03 (1... 2)

Вид технологической операции и инструмента	Характеристика абразивного инструмента					Режимы обработки	
	Форма круга	Материал	Зернистость	Твердость (концентрация)	Связка	Скорость круга $v_k$ , м/с	Подача продольная (стола) $s_{пр}$ , м/с (м/мин)
Доводка фасок и ленточек на рабочей части инструмента ( $Ra = 0,08 \dots 0,32$ мкм)	ЧЦ, ЧК	Карбид кремния зеленый 63С	8...6	СМЗ—С1	Бакелитовая	20...25	0,017...0,03 (1...2)
	ЛЧК	Эльбор-Л	63/50... ...50/40	100%	Керамическая К1, К5	20...25	0,008...0,017 (0,5...1)
Заточка (вышлифовывание) стружечных канавок и лунок ( $Ra = 0,32 \dots 0,63$ мкм)	ПП, 2П	Электрокорунд 23А	12...6	СТ1—СТ2	Вулканитовая	18...20	0,008...0,017 (0,5...1)
	ПП, 2П	Монокорунд 43А	12...6	СТ1—СТ2	Бакелитовая	35...60	0,008...0,017 (0,5...1)
Круглое шлифование задних поверхностей рабочей части инструмента ( $Rz = 1,6 \dots 3,2$ мкм)	ПП	Электрокорунд 23А	40...16	С1—С2	Керамическая К5	25...30	0,25...0,33 (15...20)



Основными видами операций, выполняемыми при заточке режущего инструмента, являются: предварительное и окончательное круглое шлифование рабочей части инструмента; предварительная заточка передней и задних поверхностей; доводка фасок и ленточек; заточка элементов, способствующих разделению, завиванию и дроблению стружки.

Заточку инструмента с пластинами из твердого сплава выполняют с учетом рекомендаций табл. 2.16, а инструмента из быстрорежущей стали — табл. 2.17.

Для получения поверхностей режущей части инструмента с малыми параметрами шероховатости и незначительными отклонениями размеров применяют заточку и доводку (окончательную абразивную обработку) передней и задних поверхностей, фасок, ленточек и радиусов сопряжения режущих кромок.

Последовательность заточки поверхностей, форма (тип) круга, характеристика абразивного материала и режим обработки зависят от вида и материала затачиваемого инструмента, применяемого оборудования и охлаждения, а также характера заточки (при изготовлении или повторной заточке после затупления инструмента).

## 2.7. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

Набор инструментов электромонтажника KN 9899 12 (в пластиковом кейсе)<sup>1</sup> приведен в табл. 2.18. Изготовитель KNIPEX (Германия).

Таблица 2.18. Набор инструментов электромонтажника KN 9899 12

Состав набора	Типоразмер, мм
Комбинированные плоскогубцы с изоляцией до 1 000 В	200
Кусачки боковые с изоляцией до 1 000 В	160
Нож для работы с кабелем с изоляцией до 1 000 В	180
Отвертка изолированная до 1 000 В с прямым шлицем	3,5×105
	4,0×105
	5,5×130

<sup>1</sup> Каждый инструмент в одном экземпляре.

Окончание табл. 2.18

Состав набора	Типоразмер, мм
Отвертка изолированная до 1 000 В крестовая	PH № 0 × 65
Ключ-8 трещотка с изоляцией до 1 000 В	1/2"
Удлинитель с изоляцией до 1 000 В	1/2" × 125 1/2" × 250
Торцевая головка 6-гранная с изоляцией до 1 000 В	1/2" × 10 1/2" × 11 1/2" × 12 1/2" × 13 1/2" × 14

Набор инструментов электромонтажника KN 9899 13 (в сумке) представлен в табл. 2.19.

Таблица 2.19. Набор инструментов электромонтажника KN 9899 13

Состав набора	Типоразмер, мм
Комбинированные плоскогубцы с изоляцией до 1 000 В	200
Утконосы с изоляцией до 1 000 В	200
Кусачки боковые с изоляцией до 1 000 В	160
Инструмент для снятия изоляции (с изоляцией до 1 000 В)	160
Ножницы для резки кабеля с изоляцией до 1 000 В	230
Нож для работы с кабелем с изоляцией до 1 000 В	180
Отвертка изолированная до 1 000 В с прямым шлицем	2,8 × 80 4,0 × 105 5,5 × 130 6,5 × 155
Ключ рожковый с изоляцией до 1 000 В	10 13 14 17 19

Набор инструментов электромонтажника KN 002101 TL (в кофре из кожи) приведен в табл. 2.20.

Таблица 2.20. Набор инструментов электромонтажника KN 002101 TL

Состав набора	Типоразмер	Производитель
Комбинированные плоскогубцы с изоляцией до 1 000 В, мм	180	KNIPEX
Утконосы с изоляцией до 1 000 В, мм	160	То же
Кусачки боковые с изоляцией до 1 000 В, мм	160	»
Инструмент для снятия изоляции, мм	160	KNIPEX
Нож для работы с кабелем, мм	180	То же
Ножовка по металлу, мм	130	»
Отвертка изолированная до 1 000 В с прямым шлицем, мм	2,5×80	WERA
	3,5×100	То же
	5,5×125	»
	6,5×150	»
Отвертка изолированная до 1 000 В крестовая, мм	PH № 1×80	»
	PH № 2×100	»
Отвертка универсальная с прямым шлицем, мм	6×125	»
	6,5×150	»
Отвертка-пробник, мм	3,5×100	DREHMAX
Молоток, г	300	PICARD
Кувалда, г	1 000	То же
Зубило электрика, мм	10×250	RENNSTEG
Зубило по камню, мм	300	То же
Емкость для шпатлевки, мм	125×90	NOLLE
Кисть	—	То же
Шпатель, мм	40	»
Складной метр, м	2	COOPER

На сегодняшний день в ассортимент магазинов, торгующих зарубежными электромонтажными инструментами включены следующие изделия:

пресс-клещи — более 30 моделей для опрессовки различных типов наконечников сечений от 0,25 до 150 мм<sup>2</sup>;

сменные матрицы для пресс-клещей — весь ассортимент для опрессовки медных наконечников сечений от 10 до 150 мм<sup>2</sup>;

кабельные наконечники, соединители, гильзы — более десяти типов, сечений от 0,5 до 240 мм<sup>2</sup>.

Профессиональный испанский электромонтажный и слесарный инструмент производства фирмы «EGA Master S A.» давно заслужил признание в Европе как один из лучших по соотношению цена/качество.

На сегодняшний день повышенным спросом пользуются:

отвертки EGA Cyclonic (под шлиц и крест) — 7 моделей, более 40 типоразмеров;

электрозащищенные (до 1 000 В) отвертки EGA Cyclonic (под шлиц и крест) — 3 модели, 12 типоразмеров;

электрозащищенный (до 1 000 В) губцевый инструмент (плоскогубцы, круглогубцы, кусачки, бокорезы, утконосы) — 10 моделей;

гаечные ключи — 26 типоразмеров, от 6 до 32 мм;

наборы и головки для нарезки резьбы — 11 моделей.

# ОБЩИЕ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, ОПЕРАЦИИ И РАБОТЫ

### 3.1. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Для крепления оборудования, аппаратов и приборов к поддерживающим конструкциям применяют: стандартные болты, гайки, обычные и пружинные шайбы, винты с полукруглой, потайной и цилиндрической головками для металла, шурупы и глухари по дереву (табл. 3.1 ... 3.6).

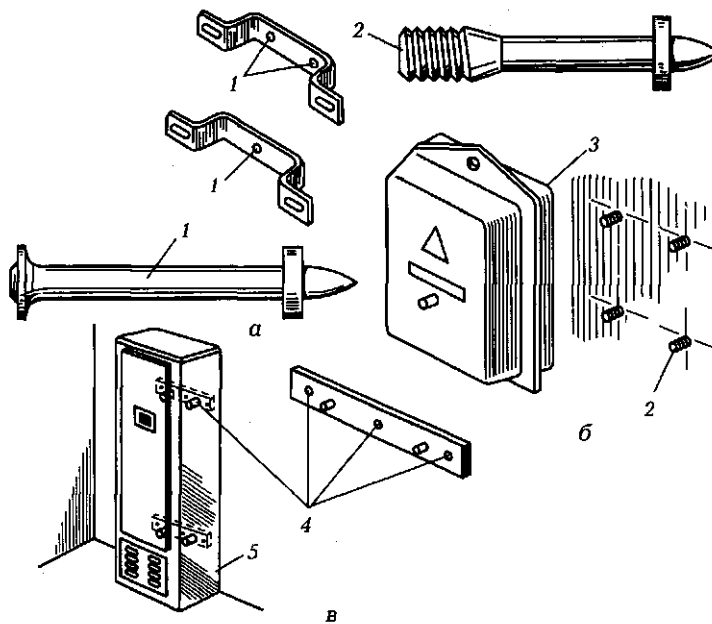
В электроустановках для закрепления как отдельных легких деталей, так и громоздких тяжелых конструкций, аппаратов и машин широко используют крепежные изделия и способы крепления, не требующие применения мокрых процессов. Это значительно ускоряет и упрощает монтаж, особенно в зимних условиях, и позволяет загружать конструкции и оборудование немедленно после их закрепления.

Промышленность изготавливает различного вида и назначения дюбели, дюбели-гвозди и дюбели-винты.

Электроустановочные изделия, скобы и конструкции крепят к бетонным и кирпичным стенам и перекрытиям капроновыми и металлическими дюбелями, которые вставляют в высверленное или аккуратно пробитое отверстие соответствующего диаметра. При ввертывании шурупов в дюбели последние расширяются и прочно закрепляются в отверстии.

Пластмассовые дюбели выпускают под шурупы диаметром 4, 5, 8 и 12 мм, длиной соответственно 30, 40, 85 и 100 мм, а стальные с распорной гайкой и болтами (винтами) — размером от М4 × 30 до М16 × 120.

Допустимое усилие выдергивания дюбеля с шурупом М4 × 30 при глубине заделки дюбеля в стене 25 мм составляет в бетонной стене 0,9, в кирпичной 0,7 кН.



**Рис. 3.1.** Крепления дюбелями:

*a* — несъемное крепление; *б* — съемное крепление; *в* — комбинированное крепление; 1 — дюбель-гвоздь; 2 — дюбель-винт; 3 — аппарат; 4 — места пристрелки детали крепления дюбелями-гвоздями; 5 — шкаф

Крепление дюбель-винтами широко используют при установке люминесцентных светильников, силовых ящиков, осветительных и распределительных пунктов и других электротехнических изделий (рис. 3.1).

Универсальные сборные электромонтажные конструкции (УСЭК) применяют в мастерских или непосредственно на объектах. Без сварки и сверления из них собирают кронштейны, подвесы, закрепы и т.п. для установки или прокладки различных по назначению электротехнических устройств и коммуникаций: шинпроводов, лотков, коробов, осветительной арматуры и др. Металлоконструкции собирают на обычных металлических крепежных изделиях или клиновых соединениях. Номенклатура изделий УСЭК включает 35 типоразмеров деталей: скобы, уголки, основания, патрубки, профили, полосы, шарниры, прижимы и др.

Электромонтажные конструкции изготовляют из элементов УСЭК по типовым альбомам. При этом сокращается до минимума механическая обработка, исключаются сварка и нанесение покры-

тий, а наличие в номенклатуре клиновых соединителей облегчает выполнение соединений.

Благодаря универсальности УСЭК значительно упрощается процесс электромонтажных работ, сокращаются сроки их проведения, повышается производительность труда. Применение УСЭК для подвески светильников и шинопроводов показано на рис. 3.2.

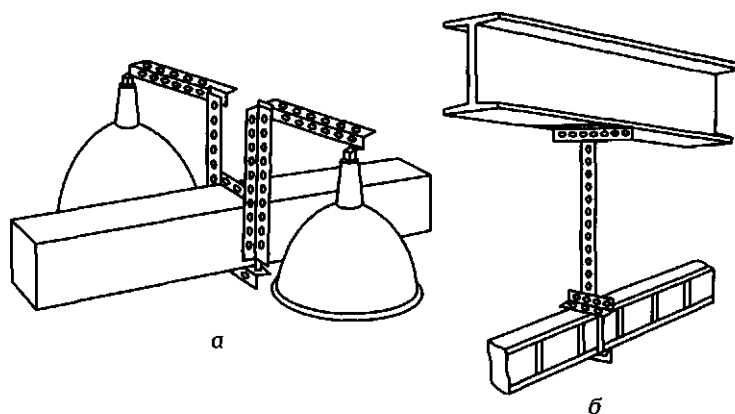
Для крепления кабелей, труб и пучков проводов на перфорированных профилях и полосах, а также для стягивания в пакет нескольких изолированных проводов применяют различные пряжки, полоски и ленты (рис. 3.3).

Монтажную ленту (ЛМ) изготавливают шириной 10 и 15 мм с расстояниями между отверстиями 10 и 15 мм. Диаметр отверстий — соответственно 2,2 и 3 мм, диаметр кнопки — 6/3,5 и 12/6 мм. Лента выдерживает растягивающую силу 120 Н, направленную вдоль ее оси. Ленту поставляют в виде комплекта — 1 000 м ленты и 1 500 кнопок.

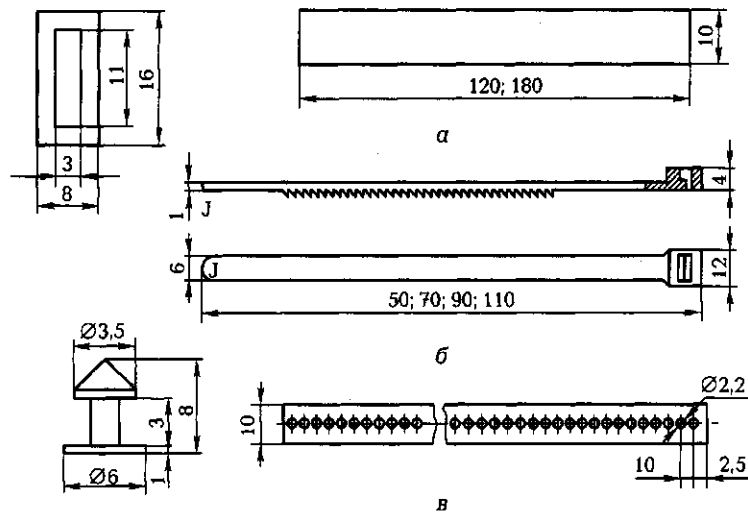
Кроме того, изготавливают стяжные зубчатые ленты из термопластичных материалов для формирования жгутов из проводов, маркировки и крепления на конструкции.

Крепление проводов, кабелей и труб различных диаметров непосредственно на строительных и электроконструкциях выполняют также с помощью скоб, хомутов и накладок, изготавливаемых из стали и пластмассы.

Примеры формирования и маркировки жгутов приведены на рис. 3.4.

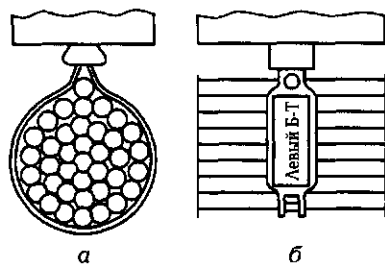


**Рис. 3.2.** Применение УСЭК для подвески светильников (а) и шинопроводов (б)



**Рис. 3.3.** Изделия для крепления кабелей, труб и проводов:

*а* — пружка и алюминиевая полоска для крепления труб и кабелей на перфорированной конструкции; *б* — полоска полиэтиленовая, зубчатая для бандажирования проводов; *в* — полиэтиленовая кнопка и лента для бандажирования проводов



**Рис. 3.4.** Применение стяжных лент для бандажирования (*а*) и маркировки жгута (*б*)

**Таблица 3.1. Болты с шестигранной головкой (нормальной точности)**

Диаметр резьбы, мм		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы, мм	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Высота головки, мм		4	5,5	7	8	9	10	12	13	14	15	17	19
Размер под ключ, мм		10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46

**П р и м е ч а н и е.** Длина болтов в зависимости от диаметра от 50 до 300 мм, а длина резьбы в зависимости от длины болта — от 18 до 72 мм.



**Таблица 3.2. Винты с полукруглой головкой (нормальной точности)**

Диаметр резьбы, мм	2	2,5	3	4	5	6	8
Крупный шаг резьбы, мм	0,45	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25
Диаметр головки, мм	4	5	6	8	10	12	16
Высота головки, мм	1,4	1,7	2,1	2,8	3,5	4,2	5,6
Ширина шлица, мм	0,5	0,5	0,8	1,0	1,2	1,6	2

Примечания. 1. Длина винтов в зависимости от диаметра от 3 до 16 мм, длина резьбы в зависимости от длины винта — от 3 до 16 мм.

2. Винты диаметром 8 мм могут иметь также мелкий шаг резьбы 1 мм.

**Таблица 3.3. Шайбы**

Диаметр стержня крепежной детали, мм		3	4	5	6	8	10	12
Размеры шайбы, мм	внутренний диаметр	3,2	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13
	наружный диаметр	7	9	10	12,5	17	21	24
	толщина	0,5	0,8	1,0	1,6	1,6	2,0	2,5

Диаметр стержня крепежной детали, мм		14	16	18	20	22	24	27	30
Размеры шайбы, мм	внутренний диаметр	15	17	19	21	23	25	28	31
	наружный диаметр	28	30	34	37	39	44	50	56
	толщина	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0

**Таблица 3.4. Шайбы специальные для болтовых соединений алюминиевых шин**

Тип	Размеры шайбы, мм			Масса 1000 шт., кг
	наружный диаметр	внутренний диаметр	толщина	
A-8	18	8,5	3	5
A-10	24	10,5	4	10
A-12	28	12,5	4	16
АС-12	32	12,5	4	21
АС-16	40	16,5	6	48

Таблица 3.5. Шайбы-звездочки для присоединения алюминиевых проводов к выводам аппаратов

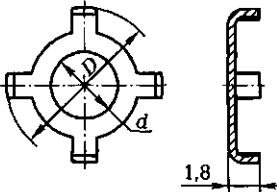
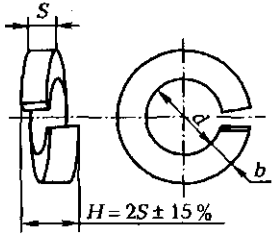
Тип шайбы	Винт	Провод сечением, мм <sup>2</sup>	Размеры, мм		Масса 100 шт., кг	Эскиз шайбы-звездочки
			D	d		
У15	М4	2,5	9,5	4,2	0,25	
У16	М5	4	10,5	5,2	0,28	
У19	М6	6	13	6,3	0,40	

Таблица 3.6. Шайбы пружинные

Диаметр резьбы болта или винта, мм	d, мм	Размеры шайб, мм, видов				Эскиз пружинной шайбы
		легких (Л)		нормальных (Н)	тяжелых (Т)	
		S	b	S = b	S = b	
3	3,1	0,6	1,0	0,8	1,0	
4	4,1	1,0	1,4	1,2	1,4	
5	5,1	1,2	1,6	1,4	1,6	
6	6,1	1,4	2,0	1,6	2,0	
8	8,1	1,6	2,5	2,0	2,5	
10	10,1	2,0	3,0	2,5	3,0	
12	12,1	2,5	3,5	3,0	3,5	
14	14,2	3,0	4,0	3,5	4,0	

Размеры шайб-звездочек и пружинных шайб приведены в табл. 3.5 и 3.6, а общий их вид показан на эскизах.

## 3.2. ПРИЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОСВАРКОЙ

Процесс получения неразъемного соединения твердых металлов, осуществляемый при использовании межатомных сил сцепления, называют *сваркой*. Она является одним из самых высокопроизводительных и экономичных видов механизации электромонтажных операций.

Межатомное сцепление происходит при расплавлении металлов и последующем остывании (сварка плавлением), а также при сдавливании свариваемых элементов (сварка давлением).

Сварка плавлением имеет универсальное применение, а сварка давлением используется для соединения пластичных металлов — алюминия, меди и др.

При электромонтажных работах и изготовлении конструкций для крепления электрооборудования и прокладки сетей заземления, проводов и кабелей широко используется ручная электродуговая сварка.

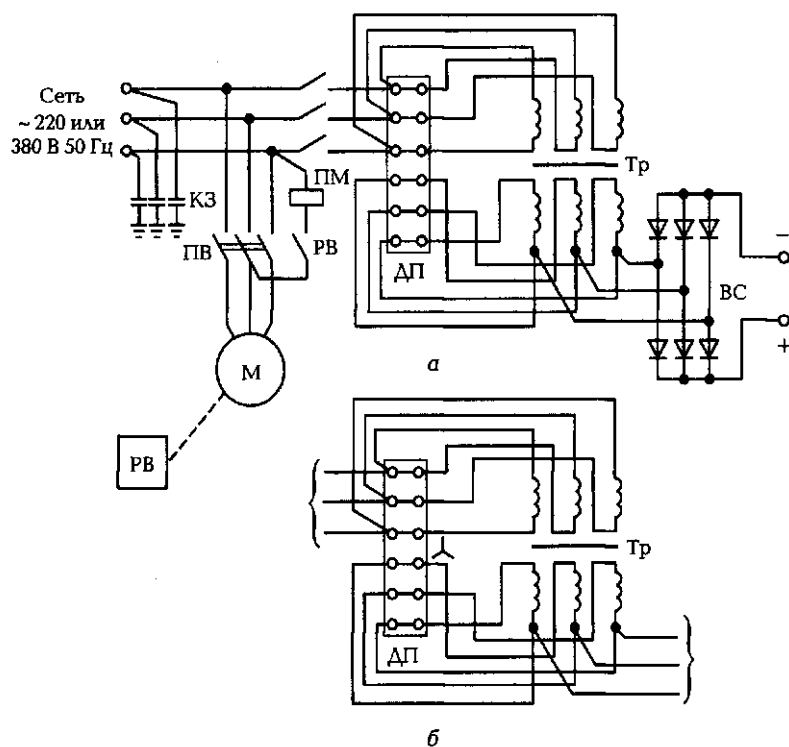
В монтажной зоне *ручную сварку* стали производят на переменном токе штучными электродами марок: УОНИ; МР-3; АНО-8; ОММ-5; ЦМ-5 и др.

Питание сварочной цепи осуществляют от передвижных сварочных трансформаторов, которые подключают к сети напряжением 380/220 В. В зависимости от типа трансформатора рабочее напряжение сварочной цепи равно 25...35 В, напряжение холостого хода — 60...79 В, пределы регулировки сварочного тока — от 55...60 до 400...600 А.

Для ручной дуговой сварки неплавящимися электродами в среде защитных газов применяют выпрямители с крутопадающими внешними характеристиками: ВСС, ВКС, ВД (табл. 3.7, рис. 3.5). Сварочные выпрямители ИПП, ВС с жесткими внешними характеристиками применяют для сварки плавящимися электродами в углекислом и других защитных газах, а также для сварки под флюсом при постоянной скорости подачи электродной проволоки (табл. 3.8). Их

**Таблица 3.7. Основные технические данные сварочных выпрямителей с крутопадающими внешними характеристиками**

Показатель	ВСС-300-3	ВСС-120-4	ВКС-500	ВД-301	ВД-502
Напряжение питающей сети, В	380/220	380/220	380/220	380/220	220/380
Номинальный ток, А	300	120	500	300	500
Напряжение холостого хода, В	58...65	57...63	65...74	65...68	80
Пределы регулирования, А	35...300	15...130	65...550	40...330	50...350
Мощность, кВт·А	13,2	5,1	23,5	35	42
КПД, %	68	59	65	72	72
Масса, кг	240	140	410	225	350



**Рис. 3.5.** Принципиальная схема сварочного выпрямителя ВСС-300:

*а* — соединение обмоток трансформатора «треугольником» при сварке током большой величины; *б* — соединение обмоток трансформатора «звездой» при сварке током малой величины; КЗ — конденсатор защитный; ПМ — пускатель магнитный; ПВ — пакетный выключатель; РВ — реле контроля вентиляции; ДП — доска переключателя; ВС — выпрямитель селеновый; М — двигатель вентилятора; Тр — трансформатор понижающий

используют также для сварки порошковой проволокой СП-2. Выпрямители ВСУ, ВДУ обеспечивают получение как жестких, так и падающих характеристик, поэтому их применяют для ручной дуговой сварки плавящимися электродами в защитных газах и для сварки под флюсом (табл. 3.9).

Многопостовые сварочные выпрямители ВКСМ и ВМД рассчитаны на одновременное питание нескольких сварочных постов: ВКСМ на 6 постов по 300 А каждый, ВМД-1601 на 9 постов с током до 300 А и ВМД-3001 — 18 постов. Многопостовые сварочные выпрямители имеют жесткие внешние характеристики, для создания падающей характеристики применяют балластные реостаты.

Таблица 3.8. Основные технические данные сварочных выпрямителей ИПП, ВС с жесткими внешними характеристиками

Показатель	ИПП-120	ИПП-300	ИПП-500	ИПП-1000	ВС-200	ВС-300	ВС-600
Напряжение питающей сети, В	380	380	380	380	380/220	380/220	380
Номинальный ток при ПР = 65 %, А	120	300	500	1000	200	300	600
Напряжение холостого хода, В	25	40	50	66	21	40	40
Пределы регулирования напряжения, В	14...25	15...40	17...50	0...66	17...21	20...40	20...40
Мощность, кВт	3	11	27	60	20	40	60
КПД, %	75	75	78	80	60	70	75
Масса, кг	175	280	440	780	190	250	450

Таблица 3.9. Основные технические данные универсальных сварочных выпрямителей ВСУ и ВДУ

Показатель	ВСУ-300		ВСУ-500		ВДУ-504	
	Ж	П	Ж	П	Ж	П
Напряжение питающей сети, В	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
Номинальный ток при ПР = 60 %, А	300	240	500	350	500	500
Напряжение холостого хода, В	40...60	60	50...68	60	50	45
Пределы регулирования напряжения, В	18...35	—	20...40	—	23...50	—
Пределы регулирования тока, А	50...300	40...260	100...550	50...380	100...500	60...500
Масса, кг	300	300	440	440	400	400

Примечание. Ж — жесткая характеристика; П — падающая характеристика.

Таблица 3.10. Допустимые токовые нагрузки на сварочный провод в зависимости от температуры воздуха

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Нагрузка на одножильный провод, А		Нагрузка на двухжильный провод, А	
	длительная	повторно-крат- ковременная	длительная	повторно-крат- ковременная
<i>Температура воздуха от 0 до 25 °С</i>				
10	90	125	150	208
16	120	167	190	264
25	160	222	250	348
35	190	264	300	416
50	235	327	370	415
70	290	404	470	654
<i>Температура воздуха от 0 до -15 °С</i>				
10	119	165	198	275
16	158	220	251	348
25	211	293	330	460
35	251	349	396	550
50	310	431	389	679
70	383	533	620	863
<i>Температура воздуха от 25 до 40 °С</i>				
10	11	99	118	167
16	95	132	150	208
25	126	175	197	275
35	160	208	237	329
50	186	258	292	405
70	229	319	371	515

Допустимые токовые нагрузки на сварочный провод в зависимости от температуры воздуха приведены в табл. 3.10.

Сварку алюминия в среде аргона производят алюминиевым плавящимся электродом, сварку меди — медным.

Сварку неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона применяют для соединения алюминия и меди.

Флюс не применяют, так как электрическая дуга горит в среде нейтрального газа, который защищает место сварки от окисления атмосферным воздухом.

Сварка металлов в среде защитного газа обеспечивает высокую коррозионную стойкость сварных соединений. Полуавтоматическую аргонодуговую электросварку плавящимся электродом применяют, например, при изготовлении и монтаже поддерживающих конструкций из алюминиевых немагнитных сплавов для крепления токопроводов, рассчитанных на большие токи.

Этот способ контактных соединений в монтажной зоне выполняют монтажными ранцевыми полуавтоматами ПРМ. Сварку производят на постоянном токе от сварочных вращающихся или статических преобразователей. Кассета со сварочной проволокой и подающий механизм смонтированы в ранце, закрепляемом плечевыми ремнями (масса ранца с катушкой проволоки — 9 кг). Проволока подается к сварочному пистолету через резиновый шланг (масса пистолета — 0,6 кг). При нажатии кнопки на пистолете сначала открывается клапан подачи аргона, затем включается цепь сварочного тока и пускается механизм подачи проволоки.

Технические требования, соблюдение которых необходимо при сварке способом контактного разогрева многопроволочных алюминиевых жил сечением 16 ... 240 мм<sup>2</sup> для кабелей напряжением до 1 кВ с предварительным сплавлением концов жил в монолит, приведены в табл. 3.11.

Технические требования, обязательные для выполнения при дуговой сварке алюминиевых и медных жил с наконечниками, при-

**Таблица 3.11. Технические требования при сплавлении концов жил в монолит способом контактного разогрева**

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Длина зачистки изоляции жилы, мм <sup>2</sup>	Диаметр присадочного прутка, мм	Тип угольного электрода	Сварочный ток, А	Длина участка сплавления, мм
16	60	3	1	250	8
25	60	3	1	300	8
35	60	4	1	350	8
50	60	4	1	350	10
70	65	4	1	400	10
95	65	5	1	480	10
120	70	5	1	480	12
150	73	5	2	540	12
185	73	6	2	540	15
240	75	6	2	600	15

ведены соответственно в табл. 3.12...3.14. Зависимость сечения жил кабелей от диаметров гильз и наконечников — в табл. 3.15.

**Таблица 3.12. Технические требования при приварке алюминиевых наконечников способом контактного разогрева**

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Диаметр присадочного прутка, мм	Тип угольного электрода	Сварочный ток, А	Длина зачистки изоляции, мм
16	3	1	300	45
25	3	1	300	45
35	4	1	350	50
50	4	1	420	50
70	4	1	450	50
95	5	1	500	60
120	5	1	540	65
150	5	2	540	65
185	7	2	600	70
240	8	2	600	70

**Таблица 3.13. Технические требования при дуговой сварке алюминиевых жил с наконечниками**

Конструкция жилы	Тип наконечника	Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Длина участка жил, мм, для		Сварочный ток, А, при сварке электродом		Диаметр присадочных прутков, мм, при сварке электродом	
			ЛА	ЛАШ, ЛАС	угольным	неплавящимся	угольным	неплавящимся
Однопроволочная	ЛА, ЛАШ	25	45	—	70	75	2	2
	ЛА, ЛАШ	50	50	85	80	75	2	2
	ЛА, ЛАШ	95	60	97	80	100	3	3
	ЛА, ЛАШ	150	65	97	80	100	3	3
	ЛА, ЛАШ	240	20	100	100	100	3	3
Многопроволочная	ЛА	300	80	—	100	100	4	3
	ЛА	500	100	—	125	125	5	3



Окончание табл. 3.13

Конструкция жилы	Тип наконечника	Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Длина участка жил, мм, для		Сварочный ток, А, при сварке электродом		Диаметр присадочных прутков, мм, при сварке электродом	
			ЛА	ЛАС, ЛАС	угольным	неплавящимся	угольным	неплавящимся
	ЛА	800	120	—	150	150	8	4
	ЛА	1 500	150	—	200	200	8	6
	ЛАС	300	—	80	—	150	—	3
	ЛАС	500	—	100	—	150	—	4
Многопроволочная	ЛАС	800	—	120	—	200	—	4
	ЛАС	1 500	—	150	—	250	—	5

Таблица 3.14. Технические требования при дуговой сварке медных жил с наконечниками

Показатели	Сечение жил, мм <sup>2</sup>				
	16...25	35...50	70...95	120...130	185...240
Диаметр медного присадочного прутка, мм	2	3	3	4	4
Ток, А	75	75	100	125	150

Таблица 3.15. Зависимость сечения круглых жил от диаметра медных и алюминиевых гильз и наконечников

Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Диаметр гильз и наконечников, мм		Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Диаметр гильз и наконечников, мм	
	медных	алюминиевых		медных	алюминиевых
4	3	—	50	10	9
6	4	—	70	11	11
10	5	—	95	13	13
16	6	5,4	120	15	14
25	7	7	150	16	16
35	8	8	185	18	18; 19
—	—	—	240	20	20

### 3.3. СВАРКА ТЕРМИТНЫМИ ПАТРОНАМИ

При работе с термитными патронами и спичками к ним следует предъявлять требования, как к огнеопасным материалам.

Термитные патроны, имеющие незначительную чувствительность к механическому и тепловому воздействию, должны быть завернуты в один слой парафинированной бумаги по 2... 10 шт. и уложены в пакеты из полиэтиленовой пленки, торцы которых завариваются, или в два слоя парафинированной бумаги без укладки в пакеты из полиэтиленовой пленки. На упаковках с патронами должен быть указан тип патронов.

Термитные спички чувствительны к механическому и тепловому воздействию; упаковывать их следует отдельно от термитных патронов. Термитные спички по 35 шт. должны быть уложены в картонные коробки горизонтальными рядами, воспламенительными головками — в противоположные стороны. Коробки со спичками, предварительно завернутые в пергамент, следует укладывать в мешки из полиэтилена.

Перед началом сварки вблизи сгораемых конструкций и материалов (деревянных опор, подмостей и т. п.) рабочее место должно быть очищено от сгораемых материалов. Для исключения соприкосновения горячей термитной спички и шашки со сгораемыми конструкциями и материалами под них необходимо подкладывать листовой асбест, стальной лист и т. п.

Сгоревшие термитные спички следует класть в специальную стальную коробку, подвешенную около места работы или на заранее подготовленную несгораемую площадку.

Запасные термитные патроны должны находиться в рабочей сумке отдельно от термитных спичек.

Термитные спички должны быть в заводской упаковке.

Пользоваться увлажненными термитными патронами запрещается. Попадание воды на горящий термитный патрон может вызвать взрыв и ожоги.

При зажигании термитной спички и поджигании термитной шашки патрона необходимо находиться от загоревшейся шашки на расстоянии не менее 0,5 м.

Наклоняться над горячей термитной шашкой запрещается.

Трогать или исправлять рукой горящий или остывающий термитный патрон запрещается.

После остывания термитной шашки (до темного цвета) образовавшийся шлак следует сбивать в направлении от себя на заранее

подготовленную площадку. Выполнять эту работу необходимо в щитках или закрытых защитных очках со светофильтрами.

Зажигать термитные спички и поджигать термитные шашки следует в защитных очках со светофильтрами Д-2 или Д-3.

При термитной сварке используют патроны различных конструкций. Соединения алюминиевых жил сечением 16...800 мм<sup>2</sup> встык и приварку наконечников на жилах производят термитными патронами ПА (рис. 3.6 и 3.7).

Термитные патроны подбирают в зависимости от сечения свариваемых жил, перед сваркой снимают на необходимую длину изоляцию с жил. Жилы зачищают, обезжиривают и покрывают тонким слоем флюса ВАМИ (хлористый калий — 50 %, хлористый натрий — 30 %, криолит — 20 % по массе). На концы жил насажи-

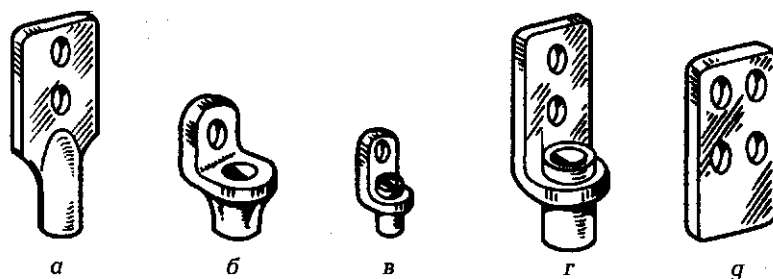


Рис. 3.6. Типы наконечников из алюминиевого сплава:  
а — ЛС; б — А; в, г — Л; д — пластина из сплава АДЗ1Т1

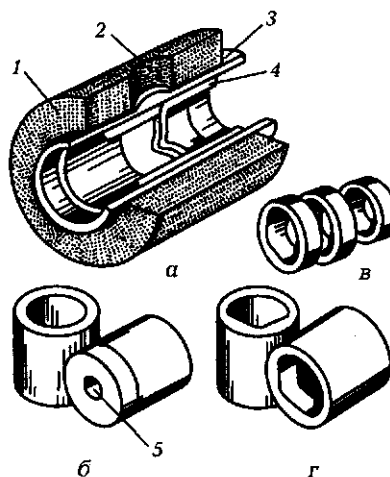
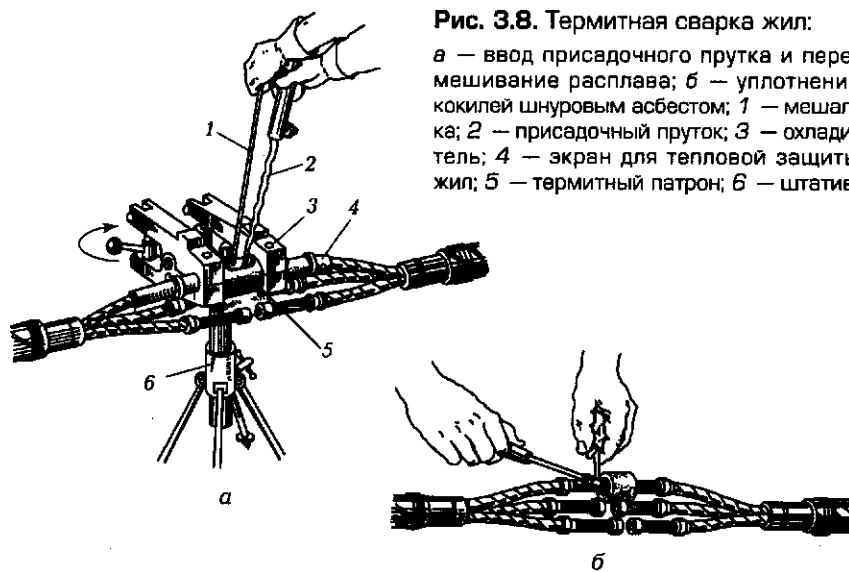


Рис. 3.7. Патрон ПА (а) и детали к нему для термитной сварки:

б — алюминиевые колпачки к патрону; в, г — алюминиевые шайбы и втулки; 1 — термитный муфель; 2 — литниковое отверстие; 3 — стальной кокиль; 4 — втулка; 5 — отверстие в доннышке втулки для контроля глубины вхождения в него жил



**Рис. 3.8.** Термитная сварка жил:

*а* — ввод присадочного прутка и перемешивание расплава; *б* — уплотнение кокилей шнуровым асбестом; 1 — мешалка; 2 — присадочный пруток; 3 — охладитель; 4 — экран для тепловой защиты жил; 5 — термитный патрон; 6 — штатив

вают алюминиевые колпачки или секторные втулки (предохраняют поверхность жил от непосредственного соприкосновения с кокилем патрона). Затем мелом покрывают внутреннюю поверхность кокиля, устанавливают охладители и экраны, выполняют уплотнения асбестовым шнуром. Для поджигания термитных патронов используют специальные спички.

По мере горения муфеля в кокиль сплавляют присадочный пруток, а образовавшуюся сварочную массу тщательно перемешивают. После кристаллизации расплавленного металла удаляют литниковую прибывь и закругляют кромки монолитной цилиндрической части сварного соединения. Место соединения зачищают стальной щеткой, протирают салфеткой, смоченной в бензине или ацетоне, до полного удаления шлаков и опилок.

Технологические операции, выполняемые при термитной сварке, показаны на рис. 3.8.

### 3.4. ГАЗОПЛАМЕННЫЕ РАБОТЫ

Перед началом газопламенных работ рабочее место должно быть осмотрено, убраны лишние, мешающие работе предметы и легковоспламеняющиеся материалы; сварщик должен удостовериться

в исправности всех частей сварочной установки, плотности и прочности присоединения газоподводящих рукавов к горелке (резаку) и редукторам, а редуктора к баллону, наличии и уровне воды в затворе (по контрольному устройству), плотности всех соединений затвора и соединения затвора с рукавом, исправности горелки (резака), редуктора и рукавов, наличии достаточного подсоса в инжекторной аппаратуре, правильности подвода кислорода и горючего газа к горелке (резаку).

Открывать вентили редукторов следует медленно и плавно, причем открывающий должен находиться в стороне, противоположной направлению струи газа. Непосредственно перед вентиляем в момент его открывания не должны находиться люди и свободно лежащие (незакрепленные) предметы.

Промежуток во времени между открытием вентиля и зажиганием смеси должен быть наименьшим, поэтому надо сначала поднести огонь, а затем открывать вентиль горелки (резака).

Нельзя оставлять установку с закрытым вентиляем на горелке (резаке) и открытым на баллоне, так как возможна конденсация газа в шланге.

Подтягивание резьбовых соединений при открытом вентиле баллона запрещается.

Газопламенные работы (сварка, резка, нагрев изделий) должны производиться на расстоянии: не менее 10 м от групп баллонов (более двух), предназначенных для ведения газопламенных работ; 5 м — от отдельных баллонов с кислородом и горючими газами; 3 м — от газопроводов горючих газов, а также от газоразборных постов, размещенных в металлических шкафах, при выполнении работ вручную и 1,5 м при их производстве механизированным способом.

Указанные расстояния относятся к газопламенным работам, когда пламя и искры направлены в сторону, противоположную источникам питания газом. В случае направления пламени и искр в сторону источников газа должны быть приняты меры по защите их от искр и воздействия тепла пламени путем установки металлических ширм.

При сварке и резке должны соблюдаться следующие основные правила безопасности:

при зажигании ручной горелки (резака) сначала должен быть немного приоткрыт вентиль кислорода, затем открыт вентиль горючего газа и после кратковременной продувки рукава зажжена смесь газов, после чего можно регулировать пламя. При тушении эти операции производятся в обратном порядке: сначала прекра-

щается подача горючего газа, а затем кислорода. Сварщику не разрешается:

выпускать из рук горелку (резаки) до того, как она будет погашена;

во время работы держать рукава для газовой сварки и резки металлов подмышкой, на плечах или зажимать их ногами;

перемещаться с зажженной горелкой (резаком) за пределы рабочего места, а также подниматься по трапам, лесам и т. п.

При перерывах в работе пламя горелки (резака) должно быть потушено, а вентили на ней плотно закрыты.

При длительных перерывах в работе (обед и т. п.) должны быть закрыты вентили на кислородных и ацетиленовых баллонах или на газоразборных постах.

При получении баллона с кислородом на складе или перед присоединением редуктора необходимо тщательно осмотреть его, убедиться в исправности баллона и его арматуры, для чего следует отвернуть колпак и убедиться в отсутствии следов масла и жиров на вентиле баллона. Необходимо проверить также, не пропущен ли срок очередного испытания баллона инспекцией Госгортехнадзора. Наполненные газом баллоны должны храниться только в вертикальном положении в гнездах специальных стоек и в отдельных помещениях. Все газовые баллоны принимаются, хранятся и отпускаются только при наличии накрученных на них предохранительных колпаков. Газовые баллоны должны быть окрашены в соответствующий цвет, иметь отличительные цветные полосы и отчетливые надписи, указывающие название заключенного в них газа (табл. 3.16).

Баллоны должны возвращаться на склад или завод для заполнения с заглушками, колпаками и закрытыми вентилями при наличии остаточного давления газа.

Остаточное давление в ацетиленовых баллонах должно быть не ниже следующих значений:

Температура, °С.....	ниже 0	0... 15	16... 25	26... 35
Минимальное допустимое остаточное давление по манометру, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ).....	0,049 (0,5)	0,098 (1,0)	0,196 (2,0)	0,294 (3,0)

Использовать баллоны с кислородом и горючим газом можно только при наличии на них редуктора.

Пользоваться редуктором без манометра, с неисправным манометром или с манометром, срок проверки которого истек, запрещается.

Таблица 3.16. Цвет окраски баллонов для сжатых, сжиженных и растворенных газов, цвет и текст надписей на них

Газ	Окраска баллона	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	—
Аргон сырой	Черная	Аргон сырой	Белый	Белый
Аргон технический	То же	Аргон технический	Синий	Синий
Аргон чистый	Серая	Аргон чистый	Зеленый	Зеленый
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	—
Водород	Темно-зеленая	Водород	»	—
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	Зеленый
Гелий	Коричневая	Гелий	То же	—
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	—
Кислород медицинский	То же	Кислород медицинский	То же	—
Нефтегаз	Серая	Нефтегаз	Красный	—
Пропан-бутан	Красная	Пропан	Белый	—
Все другие горючие газы	То же	Наименование газа	То же	—
Все другие негорючие газы	Черная	То же	Желтый	—

Примечание. Надписи на баллонах наносятся по окружности на длину не менее 1/3 окружности, а полосы — по всей окружности, причем высота букв на баллонах емкостью более 12 л должна быть не менее 60 мм, а ширина поперечной полосы — 25 мм. Размеры надписей и полос на баллонах малой емкости должны определяться в зависимости от размера боковой поверхности баллонов.

Редукторы должны иметь предохранительный клапан, установленный в рабочей камере.

Предохранительный клапан не устанавливается, если рабочая камера рассчитана на давление, равное наибольшему входному давлению перед редуктором.

Перед установкой редукторы и рукава необходимо проверить, для какого газа они предназначены. Боковые штуцеры на баллонах для горючих газов должны обязательно иметь левую резьбу, а на баллонах, наполняемых кислородом, — правую.

Присоединять к кислородному баллону редуктор и рукав, предназначенные для горючего газа, запрещается.

При обнаружении на поверхности баллона или вентиля следов масла и жира его необходимо немедленно сдать на склад с пометкой мелом на корпусе о наличии масла или жира. При продувке вентилей нельзя стоять против штуцера. Если не удается открыть вентиль рукой, необходимо применять специальные по назначению ключи (для кислорода, ацетилена и т. д.). Закрывая, затягивать вентили ключом не разрешается. При получении газового редуктора со склада необходимо тщательно осмотреть его, проверить наличие пломб и убедиться, что срок испытания манометров не истек. Все редукторы (рис. 3.9) должны иметь окраску того же опознавательного цвета, что и баллоны (см. табл. 3.16), так как изготавливаются они и регулируются заводом-изготовителем соответственно начальному давлению газа в баллоне, подлежащего редуцированию. Категорически запрещается использовать редуктор, предназначенный для данного газа, для редуцирования других газов. Газосварщику категорически запрещается производить ремонт и регулировку редукторов.

При получении со склада горелок (резаков) необходимо проверить:

достаточно ли плотно инжектор прилегает к седлу в корпусе горелки;

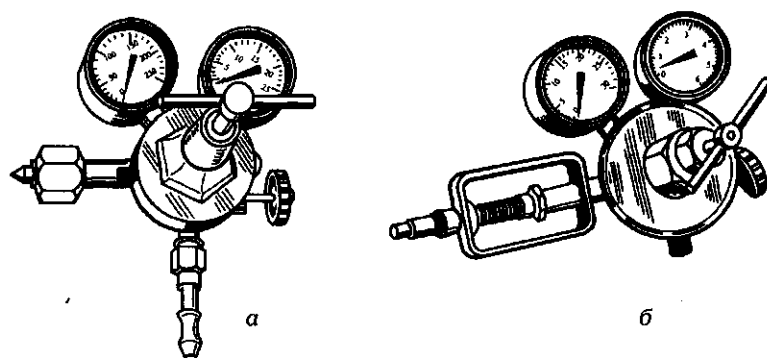
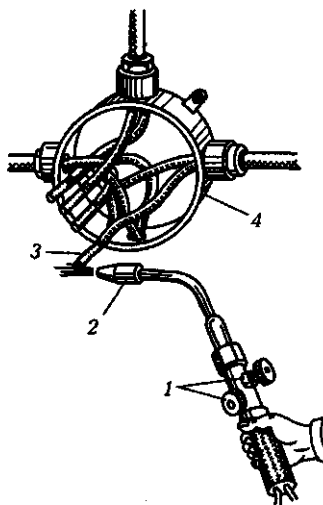


Рис. 3.9. Газовые редукторы для кислородного (а) и ацетиленового (б) баллонов



**Рис. 3.10.** Пропанокислородная сварка алюминиевых жил суммарным сечением до 35 мм<sup>2</sup>:

1 — вентили на горелке; 2 — горелка; 3 — скрутка проводов; 4 — ответвительная коробка



не засорены ли каналы мундштука, смесительной камеры и инжектора.

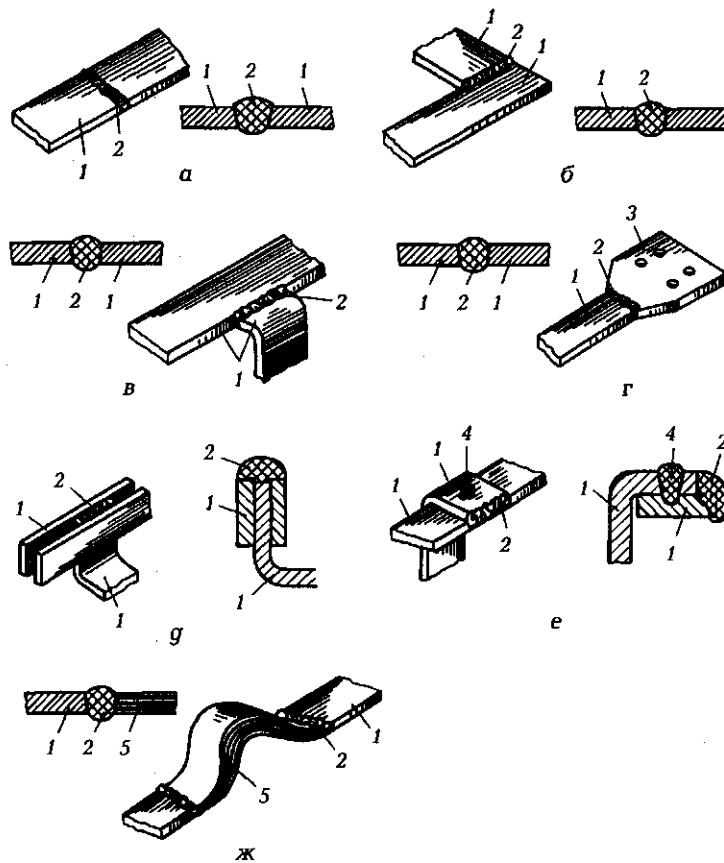
Газовую сварку проводят в пропанно-, ацетилено- или бензинокислородном пламени. Подготовку жил, сварку и обработку мест соединений выполняют во многом так же, как и при электросварке. При ацетиленокислородной сварке выбирают наконечник для горелки, а при бензинокислородной — мундштук. При пропанокислородной сварке применяют то же оборудование и приспособления, что и при ацетиленокислородной сварке. Для пропан-бутана используют специальные баллоны.

В последние годы широко используют для соединения алюминиевых жил пропанокислородную сварку. Соединение однопроволочных жил суммарным сечением до 35 мм<sup>2</sup> в скрутке пропанокислородной сваркой показано на рис. 3.10.

Технологическая последовательность выполнения операций такова: сначала ножом или инструментом с концов свариваемых жил снимают изоляцию на длине 30...40 мм, концы жил зачищают стальной щеткой и скручивают их вместе.

Концы скрутки покрывают тонким слоем флюса ВАМИ, предварительно разведя его в воде до пастообразного состояния. Далее открывают вентили на баллоне с пропаном, затем на баллоне с кислородом и регулируют рабочее давление кислорода до 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>). На горелке открывают вентиль пропана (на вентиле надпись «ацетилен») и зажигают горелку.

После этого на горелке открывают вентиль кислорода и регулируют пропанокислородное пламя до нормального. К концу скрутки подводят ядро пламени и нагревают его до расплавления. Появление на конце скрутки капли жидкого металла в виде шарика свидетельствует об окончании сварки. Затем закрывают вентиль пропана, гасят горелку, закрывая кислород. Остатки флюса с места сварки удаляют стальной щеткой, соединение протирают чистой ветошью



**Рис. 3.11.** Варианты сварных соединений и ответвлений для прямоугольных шин:

*а* — соединение встык; *б* — то же, под углом; *в* — ответвление; *г* — присоединение к аппарату; *д*, *е* — ответвление от шин, расположенных плашмя; *ж* — температурный компенсатор; 1 — шина; 2 — шов; 3 — косынка; 4 — заклепка; 5 — пакет гибких лент

и изолируют скрутки изолирующими колпачками или изоляционной лентой.

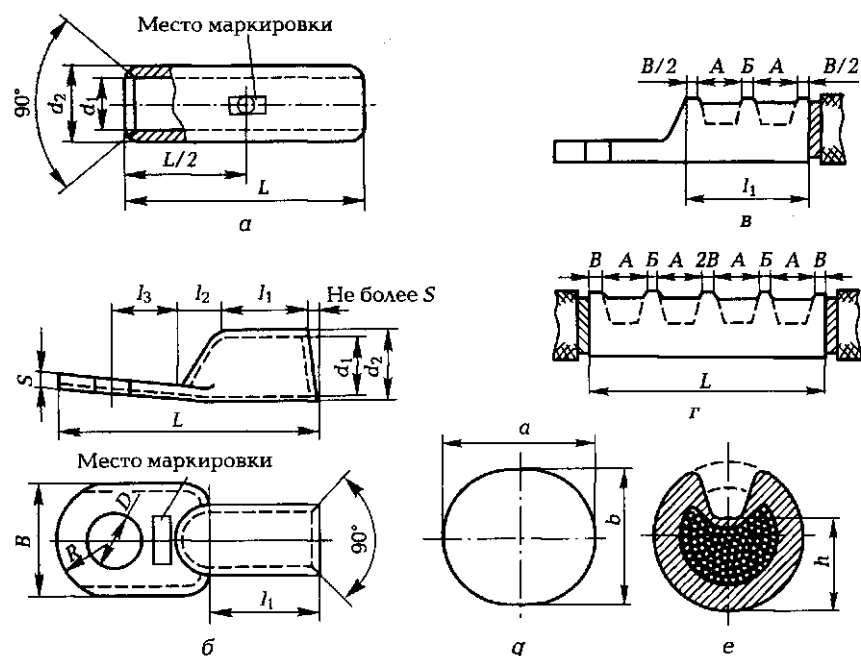
Варианты сварных соединений и ответвлений для прямоугольных шин показаны на рис. 3.11.

Оконцевание, соединение и ответвление медных жил проводов и кабелей электросваркой, термитной или газовой сваркой не выполняют.

### 3.5. КОНТАКТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ОПРЕССОВКОЙ

Оконцевание и соединение жил алюминиевых и медных изолированных проводов и кабелей методом *опрессовки* выполняют ручными клещами, механическим, пиротехническим или гидравлическим прессами с помощью сменных пуансонов и матриц. Пуансоны и матрицы подбирают по диаметру трубчатой части наконечника или соединительной гильзы. Существует два способа опрессовки: местным вдавливанием и сплошным обжатием.

При местном вдавливании следят за тем, чтобы лунки были расположены соосно опрессовываемой жиле и друг другу. При оконцевании лунки делают на лицевой стороне наконечника. Для контроля качества глубину вдавливания (лунки) при местном вдавли-



**Рис. 3.12.** Соединительная гильза и наконечник, закрепляемые на жилах методом опрессовки, и контроль качества работы:

а — конструкция гильзы; б — конструкция наконечника; в — расположение лунок для наконечника; г — то же, для гильзы; д — контроль качества опрессовки при сплошном обжатии; е — то же, при местном вдавливании (размеры даны в табл. 3.17 ...3.18)

вании или степень сплошного обжата проверяют выборочно не менее чем у 1 % наконечников и гильз (рис. 3.12).

При применении гидропресса с автоматическим контролем глубины вдавливания или обжата выборочный контроль качества опрессовки не проводят.

Опресовку окончаний одно- и многопроволочных жил сечением 16... 240 мм<sup>2</sup> производят в алюминиевых и медно-алюминиевых штифтовых наконечниках (табл. 3.17).

Для опрессовки соединений используют алюминиевые гильзы (табл. 3.18).

Таблица 3.17. Наконечники типа ТА и ТАМ

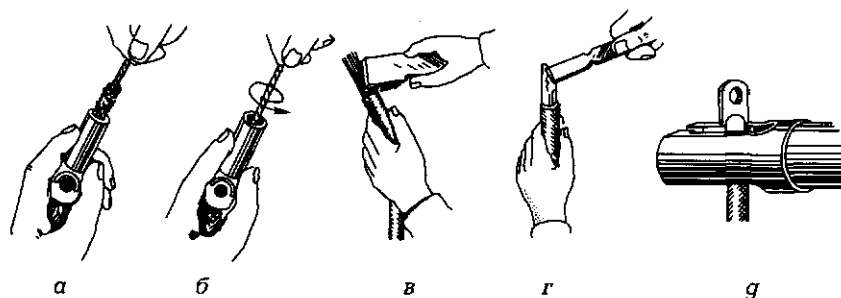
Тип	Сечение, мм <sup>2</sup> , тип жил	Размеры, мм		
		$d_1$	$D$	длина
ТА-5,4-8	16Н	—	5,4	59,0
ТА-7-8	25Н, 25СО	8,5	7,0	62,0
ТА-8-10	35Н, 35СО	10,5	8,0	68,0
ТА-9-10	50Н, 50СО, 70СО	—	9,0	75,0
ТА-11-12	70Н, 95СО	—	11,0	86,0
ТА-13-12	95Н, 120СО	12,5	13,0	89,0
ТА-14-12	95С, 120Н	—	14,0	96,0
ТА-16-17	120С, 150Н	17,0	16,0	107,5
ТА-18-19	185Н	19,0	18,0	116,0
ТА-20-22	240Н	22,0	20,0	126,0
ТАМ-5,4-8	16Н	8,5	5,4	63,0
ТАМ-7-8	25Н, 25СО	—	7,0	66,0
ТАМ-8-10	35Н, 35СО	10,5	8,0	71,0
ТАМ-9-10	50Н, 50СО, 70СО	—	9,0	78,0
ТАМ-11-12	70Н, 95СО	—	11,0	90,0
ТАМ-13-12	95С, 120СО	12,5	13,0	93,0
ТАМ-14-12	95С, 120Н	—	14,0	105,5
ТАМ-18-19	185Н	19,0	18,0	115,5
ТАМ-19-19	185С	—	19,0	—
ТАМ-20-21	240Н	21,0	20,0	120,0

Таблица 3.18. Гильзы ГА — для алюминиевых проводов, ГМ — для медных

Тип	Сечение, мм <sup>2</sup> , тип жил	Размеры, мм	
		L	d <sub>1</sub>
ГА-5,4	16Н	62	5,4
ГА-7	25Н, 25СО	64	7
ГА-8	35Н, 35СО	64	8
ГА-9	50Н, 50СО, 70СО	74	9
ГА-11	70Н, 95СО	82	11
ГА-13	95Н, 120СО	86	13
ГА-14	95С, 120Н	100	14
ГА-16	120С, 150Н	100	16
ГА-18	185Н	106	18
ГА-20	240Н	112	20
ГМ-6	16Н, 16Г, 160Г	30	6
ГМ-7	25Н, 25С	40	7
ГМ-8	25Г, 250Г, 35Н, 35С	40	8
ГМ-9	35Г, 50Н	50	9
ГМ-11	70Н	50	11
ГМ-13	70Г, 95Н	54	13
ГМ-14	95С, 120Н	68	14
ГМ-15	95Г, 120С	68	15
ГМ-16	150Н, 120Г	68	16
ГМ-18	150Г, 185Н	68	18
ГМ-20	185Г, 240Н, 250С	70	20

Последовательность операций опрессовки показана на рис. 3.13.

Механизм и инструмент для опрессовки выбирают по табл. 3.19. При оконцевании подготовленную жилу вводят в наконечник до упора, а при соединении — так, чтобы торцы соединяемых жил соприкасались в середине гильзы. При опрессовке однозубым пу-



**Рис. 3.13.** Технология оконцевания алюминиевых жил опрессовкой:

а — зачистка наконечника; б — смазка внутри наконечника кварцево-вазелиновой пастой; в — зачистка жил; г — смазка жил кварцево-вазелиновой пастой; д — опрессовка

**Таблица 3.19. Механизм и инструмент для опрессовки жил**

Механизм, инструмент	Тип	Область применения
Пресс-клещи	ПК-2	Соединение и ответвление алюминиевых жил площадью сечения 2,5... 10 мм <sup>2</sup> в гильзах ГАО
		Соединение и оконцевание медных жил площадью сечения до 10 мм <sup>2</sup> в гильзах и наконечниках
То же	ПК-2М	Соединение и ответвление алюминиевых жил в гильзах ГАО-4 и ГАО-5
	ПК-ЗПК-4	Соединение и оконцевание медных жил площадью сечения 1,5... 2,5 мм <sup>2</sup> в кабельных и кольцевых наконечниках П
Пресс-клещи	ПК-1	Соединение и оконцевание жил площадью сечения 16... 50 мм <sup>2</sup>
То же	ПК-1м	Соединение, оконцевание и ответвление алюминиевых жил площадью сечения 16... 35 мм <sup>2</sup> в гильзах ГАО-5... ГАО-8, ГА и наконечниках ТА и ТАМ
Гидравлические и монтажные клещи	ГКМ	Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил площадью сечения до 15 мм <sup>2</sup> в гильзах ГАО и ГА и наконечниках ТА и ТАМ

Окончание табл. 3.19

Механизм, инструмент	Тип	Область применения
Ручной механический пресс	РМП-7	Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двухзубым для площади сечения 16... 120 мм <sup>2</sup> и однозубым для площади сечения 16... 240 мм <sup>2</sup>
		Соединение и оконцевание медных жил площадью сечения 16... 240 мм <sup>2</sup> при опрессовке однозубым вдавливанием
Механический пресс	ПМ-7	Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил площадью сечения 16... 240 мм <sup>2</sup>
Гидравлический пресс	РПГ-7М	Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двухзубым для площади сечения 16... 120 мм <sup>2</sup> и однозубым для площади сечения 16... 240 мм <sup>2</sup>
		Соединение и оконцевание медных жил площадью сечения 16... 120 мм <sup>2</sup> при опрессовке однозубым вдавливанием
То же	МИ-2	Соединение и оконцевание алюминиевых жил площадью сечения до 300 мм <sup>2</sup> , медных — до 240 мм <sup>2</sup>
Гидравлический пресс с электроприводом	ПГЭЛ	Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил площадью сечения 16... 240 мм <sup>2</sup>
		Опрессовка овальных соединений на медных и алюминиевых проводах площадью сечения 16... 185 мм <sup>2</sup> и сталеалюминиевых проводах воздушных линий электропередачи площадью сечения 35... 185 мм <sup>2</sup>
Гидравлический пресс	РПГ-20	Соединение и оконцевание алюминиевых жил изолированных проводов и кабелей площадью сечения 16... 240 мм <sup>2</sup> способом комбинированного обжатия



**Рис. 3.14.** Опрессовка многопроволочной медной жилы в кольцевом медном наконечнике:

*а* — кольцевой наконечник; *б* — конец жилы, опрессованный кольцевым наконечником

ансоном на наконечнике делают два вдавливания, а на гильзе — четыре. Если для опрессовки используют двузубый пуансон, то на наконечнике делают одно вдавливание, а на гильзе — два. После опрессовки контролируют остаточную толщину материала. Она должна быть: при сечении жил  $16 \dots 35 \text{ мм}^2$  — 5,5 мм, при сечении  $50 \text{ мм}^2$  — 7,5 мм, при сечении 70 и  $95 \text{ мм}^2$  — 9,5 мм, при сечении  $240 \text{ мм}^2$  — 14 мм.

Оконцевание однопроволочных жил сечением  $25 \dots 240 \text{ мм}^2$  часто производят штамповкой наконечника на жиле.

Опрессовку многопроволочных медных жил сечением  $1 \dots 2,5 \text{ мм}^2$  выполняют пресс-клещами ПК-3 или ПК-4 в кольцевых медных наконечниках, обжимаемых специальными пуансонами и матрицами (рис. 3.14).

Оконцевание медных однопроволочных и многопроволочных проводов и кабелей сечением  $4 \dots 240 \text{ мм}^2$  выполняют в медных наконечниках, а соединения жил сечением  $16 \dots 240 \text{ мм}^2$  — в гильзах. Опрессовку медных наконечников и гильз выполняют пуансоном и матрицей с одним зубом, на наконечнике делают одно вдавливание, на гильзе — два, по одному на каждый конец соединяемых жил. Последовательность операций опрессовки та же, что алюминиевых жил, но смазку кварцево-вазелиновой пастой не производят.

### 3.6. КОНТАКТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПАЙКОЙ

Покрытие поверхности металлических изделий тонким слоем соответствующего назначения изделий сплава (олова, сплава олова со свинцом и др.) называется лужением, а наносимый слой — *полудой*.

Лужение, как правило, применяют при подготовке деталей к пайке, а также для предохранения изделий от коррозии, окисления.

*Пайка* — это процесс получения неразъемного соединения материалов с нагревом ниже температуры их автономного плавления



путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления их при кристаллизации шва.

В случаях отсутствия возможности применения сварки и опрессовки для соединения и оконцевания жил проводов и кабелей применяют пайку.

К преимуществам пайки относятся: незначительный нагрев соединяемых частей, что сохраняет структуру и механические свойства металла; чистота соединения, не требующая в большинстве случаев последующей обработки; сохранение размеров и форм детали; прочность соединения.

Современные способы позволяют паять углеродистые, легированные и нержавеющие стали, цветные металлы и их сплавы.

Качество, прочность и эксплуатационная надежность паяного соединения в первую очередь зависят от правильного выбора припоя. Не все металлы и сплавы могут выполнять роль припоев.

Для получения специальных свойств к оловянно-свинцовым припоям добавляют сурьму, висмут, кадмий, индий, ртуть и другие металлы.

Оловянно-свинцовые припои изготавливают следующих марок:

бессурьмянистые — ПОС 90, ПОС 61, ПОС 40, ПОС 10, ПОС 61М и ПОСК 50-18;

малосурьмянистые — ПОССу 61-05, ПОССу 50-0,5, ПОССу 40-0,5, ПОССу 35-0,5, ПОССу 25-0,5 и ПОССу 18-0,5;

сурьмянистые — ПОССу 95-5, ПОССу 40-2, ПОССу 35-2, ПОССу 30-2, ПОССу 25-2, ПОССу 18-2, ПОССу 15-2, ПОССу 10-2, ПОССу 8-3, ПОССу 5-1 и ПОССу 4-6.

В обозначении марки буквы указывают: ПОС — припой оловянно-свинцовый; М — медь; К — калий; числа указывают: первое — на содержание олова, %; последующие — на содержание меди и калия, % (остальное — до 100 % — свинец). При монтажных работах чаще применяют припой ПОС 40.

*Легкоплавкие припои* применяют при паянии тонких оловянных предметов, стекла с металлической арматурой, деталей, которые особенно чувствительны к нагреву, а также в тех случаях, когда припой должен выполнять роль температурного предохранителя (в электрических тепловых приборах и др.).

*Тугоплавкие припои* представляют собой тугоплавкие металлы и сплавы. Из них широко применяют медно-цинковые и серебряные. Для получения определенных свойств и температуры плавления в эти сплавы добавляют олово, марганец, алюминий, железо и другие металлы.

Добавка в небольших количествах бора повышает твердость и прочность припоя, но повышает хрупкость паяных швов.

Соединения, паяные медью и припоями на ее основе, имеют высокую коррозионную стойкость; большинство из них выдерживают высокие механические нагрузки. Температура пайки припоями на медной основе составляет 850...1150 °С. Эти припои применяют для получения соединений, которые должны быть прочными при высоких температурах, вязкими, стойкими против усталости и коррозии. Этими припоями можно паять сталь, чугун, медь, никель и их сплавы, а также другие металлы и сплавы с высокой температурой плавления. Твердые припои делят на две основные группы — медно-цинковые и серебряные.

Согласно ГОСТу медно-цинковые припои выпускают трех марок: ПМЦ-36 — для паяния латуни с содержанием 60...68 % меди; ПМЦ-48 — для паяния медных сплавов, содержащих меди свыше 68%; ПМЦ-54 — для паяния бронзы, меди, томпака и стали. Медно-цинковые припои плавятся при 700...950 °С.

В марке буква П обозначает слово «припой», МЦ — медно-цинковый; цифра указывает на содержание меди (%).

Эти припои поставляют в виде зерен. Зерна припоев в зависимости от размера разделяют на два класса: А — зерна размером 0,2...3 мм; Б — зерна размером 3...5 мм.

Для пайки алюминиевых жил используют припои и флюсы (табл. 3.20...3.21) и паяльник (для однопроволочных жил сечением 2,5...10 мм<sup>2</sup>) или пропанокислородную горелку (для больших сечений). Пайку соединений и ответвлений однопроволочных алюми-

Таблица 3.20. Припои для пайки алюминия и его сплавов

Марка	Температура плавления, °С	Температура пайки, °С	Область применения
П250А	250	300	Лужение и пайка концов алюминиевых проводов
П300А	310	360	Пайка соединений, сращивание алюминиевых проводов круглой и прямоугольной площадей сечения при намотке обмоток трансформаторов
П300Б	410	750	Пайка заливкой алюминиевых проводов
31А	525	650	Пайка изделий из алюминия и его сплавов

Таблица 3.21. Флюсы для пайки мягкими припоями

Марка флюса	Область применения	Химический состав, %
КЭ	Пайка токопроводящих частей из меди, латуни и бронзы	Канифоль — 30, спирт этиловый — 70
ВТС	Пайка проводниковых изделий из меди, латуни, алюминия, бронзы, константана, манганина, серебра	Вазелин — 63, триэтанолламин — 6,5, кислота салициловая — 6,3, спирт этиловый — 24,2
ФВ-3	Пайка изделий из алюминия и его сплавов цинковыми и алюминиевыми припоями	Фтористый натрий — 8, хлористый литий — 36, хлористый цинк — 16, хлористый калий — 40
Водный раствор хлористого цинка	Пайка изделий из стали, меди, латуни, бронзы	Хлористый цинк — 40, вода — 60
ФТКА	Пайка алюминиевых проводов с медными	Фтороборат кадмия — 10, фтороборат аммония — 8, триэтанолламин — 82

ниевых жил сечением 2,5... 10 мм<sup>2</sup> выполняют двойной скруткой с желобком (рис. 3.15). С жил снимают изоляцию, зачищают до металлического блеска, нагревают пламенем пропанокислородной горелки до начала плавления припоя. Потирая желобок палочкой припоя А, введенной в пламя, лудят жилы и заполняют желобок припоем, сначала с одной, а затем с другой стороны. После остывания место соединения изолируют.

Соединение и ответвление одно- и многопроволочных медных жил до 10 мм<sup>2</sup> выполняют пропаанной скруткой без желобка.

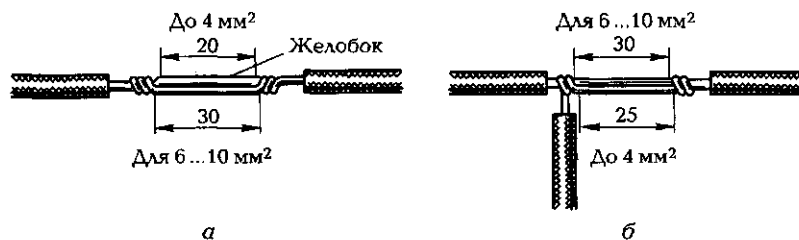
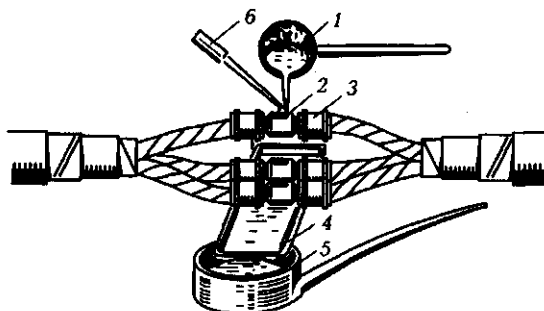


Рис. 3.15. Соединение (а) и ответвление (б) алюминиевых проводов пайкой способом двойной скрутки с желобком



**Рис. 3.16.** Соединение жил способом полива расплавленным припоем: 1 — паяльная ложка; 2 — форма; 3 — подмотка асбестом; 4 — лоток; 5 — тигель; 6 — крючок

С жилы удаляют изоляцию на длину до 35 мм, зачищают ее наждачной бумагой, пропаявают паяльником в ванночке с расплавленным припоем ПОССу 40-0,5. После остывания место пайки изолируют. Соединение и ответвление медных одно- и многопроволочных жил сечением 4... 240 мм<sup>2</sup> выполняют в гильзах пайкой способом полива: ответвления — в гильзах ГПО, соединения — в гильзах ГМ. После подготовки жил полив припоя производят в течение 1,5 мин (рис. 3.16). В течение этого времени гильза должна быть полностью облужена.

Соединение и ответвление алюминиевых жил сечением 16... 240 мм<sup>2</sup> с медными жилами выполняют так же, как соединение пайкой двух алюминиевых жил. При этом алюминиевую жилу разделяют ступенчато или со скосом под углом 55° к горизонтали. Концы алюминиевых жил сначала лудят припоем А, а затем припоем ПОССу, а концы медных жил и медные соединительные гиль-

**Таблица 3.22. Припои оловянно-свинцовые**

Марка	Температура плавления, °С	Температура пайки, °С	Область применения
ПОС-40	238	290	Пайка и лужение токопроводящих частей из меди, латуни, бронзы
ПОСК-5018	145	185	Пайка деталей из меди и ее сплавов
ПОС-61	190	240	Лужение, пайка меди и ее сплавов, токопроводящих частей машин и аппаратов

Марка	Температура плавления, °С	Температура пайки, °С	Область применения
ПОС-61М	192	240	То же
ПОССу 95-5	240	290	Пайка коллекторов, якорных секций, бандажей, токопроводящих соединений электрических машин и деталей электрооборудования
ПОССу 40-05	235	285	Пайка бандажей коллекторов и секций электрических машин, приборов
ПОССу 30-05	255	305	Пайка меди и ее сплавов, проводов, кабелей, бандажей и деталей аппаратов

зы — припоем ПОССу. При ступенчатой разделке конца алюминиевой жилы пайку соединения производят непосредственным сплавлением припоя А в форму или способом полива припоем, при разделке алюминиевой жилы со скосом 55° — только способом полива припоем.

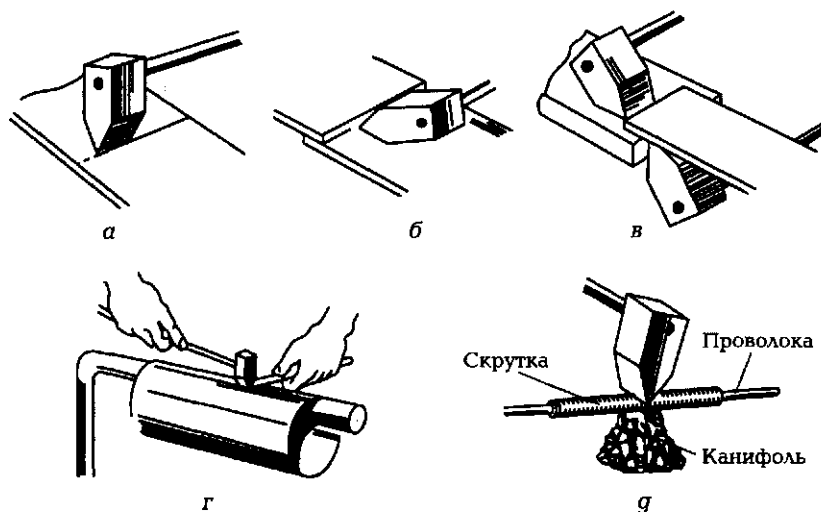
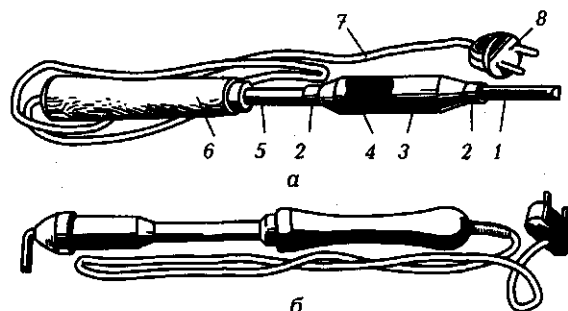


Рис. 3.17. Приемы пайки:

а — стыковым швом; б — нахлесточным швом; в — тонкой пластины с толстым нахлесточным швом; г — трубы; д — толстых проводов



**Рис. 3.18.** Электрические паяльники:

*а* — прямой; *б* — угловой; 1 — медный стержень (теплопередатчик); 2 — хомутик; 3 — накладные боковины; 4 — нагревательный элемент; 5 — стальная трубка; 6 — рукоятка; 7 — шнур; 8 — штепсельная вилка

Оконцевание алюминиевых жил медными наконечниками выполняют так же, как и оконцевание алюминиевыми наконечниками. Медный наконечник предварительно лудят припоем ПОССу (табл. 3.22). Оконцевание производят также с разделкой конца алюминиевой жилы со скосом под углом  $55^\circ$ . В этом случае конец подготовленной алюминиевой жилы вводят в гильзу наконечника скосом в сторону его контактной части так, чтобы жила была утоплена в гильзе наконечника на 2 мм. Зазоры уплотняют непосредственным сплавлением припоя на скошенную поверхность жилы. Оксидную пленку с торца жилы удаляют скребком под слоем припоя.

Соединение и ответвление алюминиевых жил в медных луженых гильзах выполняют припоем ПОССу 40. При этом концы провода предварительно лудят припоем марки А.

Приемы пайки показаны на рис. 3.17, а общий вид электропаяльников — на рис. 3.18.

### **3.7. МОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ И СОВМЕСТНЫХ РОССИЙСКО-ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЙ**

Краткие сведения о некоторых комплектно поставляемых изделиях и конструкциях электротехнического назначения приведены в табл. 3.23...3.28.

Таблица 3.23. Монтажные элементы токопровода на 200 А; 500 В (в объем поставки входят пять коробов с комплектующими изделиями)

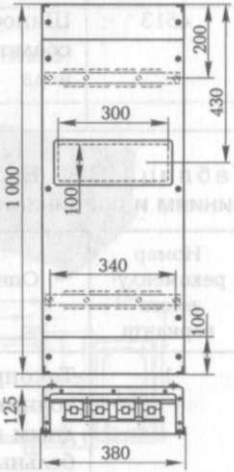
Номер изделия по каталогу	Назначение и характеристика изделия	Эскиз
4501	Металлический короб длиной 1 м, в котором размещаются два шинодержателя. Габаритные размеры: 1 000 × 185 × 85 мм. Крышка короба имеет два отверстия на расстоянии 50 см для монтажа ответвительных коробок. Короб покрашен в светло-зеленый цвет	
4503	Монтажная скоба: для подвеса секции к потолку или другим конструкциям	
4504	для непосредственного крепления винтами к потолку или другим конструкциям	
4505	Торцевая пластина для закрытия короба	
4506 4507	Шинодержатель изолирующий: для четырех шин для пяти шин	
4118К	Медная шина: сечение 8 × 8 мм длина 5 м	

Номер изделия по каталогу	Назначение и характеристика изделия	Эскиз
4520	Шиносоединительная клемма для соединения шин в конце токопровода с питающим кабелем и для соединения двух токопроводов, находящихся в разных помещениях	
4511	Шиносоединительная клемма для соединения шин в секциях токопроводов	
4523	Коробка с предохранителями и внутренней клеммой для заземления. Габаритные размеры: 220 × 180 × 120 мм. К коробке можно подключать отходящие линии: 3 × 25A + N	
4524	3 × 60A + N	
4526/4 4526/10	Коробка комплектуется четырьмя или пятью соединителями в зависимости от сечения ответвления: 3 × 25A + N 3 × 60A + N	
		



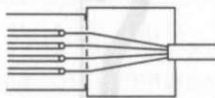
Номер изделия по каталогу	Назначение и характеристика изделия	Эскиз
<p>4515/2</p> <p>4515/3</p>	<p>Кабельная соединительная коробка для ввода кабеля и его соединения с токопроводом:</p> <p>с двумя отверстиями</p> <p>с тремя отверстиями</p>	
4133	<p>Клемма сечением 70 мм<sup>2</sup> для соединения шин секций токопроводов между собой</p>	

Таблица 3.24. Монтажные элементы токопровода на 400 А; 500 В

Номер изделия по каталогу	Назначение и характеристика изделия	Эскиз
4560	<p>Металлический короб длиной 1 м, в котором размещаются два шинодержателя. Габаритные размеры: 1 000 × 380 × 125 мм. Крышка короба имеет одно отверстие для монтажа ответвительной коробки. Короб покрашен в светло-зеленый цвет лаком</p>	

Номер изделия по каталогу	Назначение и характеристика изделия	Эскиз
4116K	Медная шина: сечение $15 \times 15$ мм, длина 5 м	
4563	Монтажная скоба: для подвеса секции к потолку или конструкции	
4564	для непосредственного крепления винтами к потолку или другим конструкциям	
4565	Торцевая пластина для закрытия короба	
4568	Шинодержатель изолирующий: для четырех шин	
4568/1	для пяти шин	
4522	Шиносоединительная клемма для соединения кабеля ввода питания и шины (кабель сечением до $185 \text{ мм}^2$ )	
4513	Шиносоединительная клемма для соединения шин секций токопровода	

Таблица 3.25. Варианты подключения токопроводов к питающим линиям и соединения их между собой

Номер рекомендуемого варианта	Описание схемы подключения и соединения	Эскиз
1	Токопровод подключается к источнику питания кабелем с вводным присоединением через кабельный ящик	

Номер рекомендуемого варианта	Описание схемы подключения и соединения	Эскиз
2	Ввод питающих жил кабеля через торцевую крышку токопровода	
3	Ввод кабеля и присоединение его к жилам токопровода в самой секции	
4	Соединение секций токопроводов с помощью кабельного ящика с кабельным вводом питающей линии	
5	Соединение токопроводов, расположенных в разных помещениях, кабельной вставкой	
6	Соединение секций токопровода компенсатором (гибкими медными перемычками)	

Таблица 3.26. Силовые распределительные пункты и комплектующие их изделия (покрашены в светло-зеленый цвет лаком)

Номер изделия по каталогу	Краткая характеристика изделия	Эскиз
6801	Металлический ящик для размещения сборных шин сечением 10 × 10 мм монтируется на стене или конструкциях. Габаритные размеры: 250 × 182 × 135 мм	 

Номер изделия по каталогу	Краткая характеристика изделия	Эскиз
6811	<p>Металлический ящик для размещения сборных шин сечением 15 × 15 мм.</p> <p>Габаритные размеры: 500 × 182 × 135 мм</p>	
6821	<p>Габаритные размеры: 800 × 370 × 185 мм</p>	
6804	<p>Скобы для крепления: для ящиков № 6801/6811</p>	
6823	<p>для ящиков № 6821</p>	

Номер изделия по каталогу	Краткая характеристика изделия	Эскиз
4116K	Комплекующие изделия для монтажа на месте. Медные шины: сечение $15 \times 15$ мм, длина 5 м	
4103	Изоляторы на напряжение 4000 В: концевые	
4104	промежуточные	
4134	Соединительные клеммы для кабелей сечением до $185 \text{ мм}^2$ : кабель над шиной	
4134A	кабель под шиной	
4138	Ответвительные клеммы: ответвление $25 \text{ мм}^2$	
4139	ответвление $70 \text{ мм}^2$	
4040	Полоса металлическая сечением $15 \times 5$ мм	
4554	Ключ шестигранный	

Номер изделия по каталогу	Краткая характеристика изделия	Эскиз
4160	Изоляторы на напряжение 4 000 В: с одним сквозным отверстием для шин 20 × 6 мм с одним отверстием для шин 30 × 6 мм	
4162	Шинодержатель из бронзы для сборки на изоляторах (высота шин до 30 мм, толщина от 6 до 11 мм)	
4101	Клеммы для шин любой высоты: ширина 13 мм сечение 10... 16 мм <sup>2</sup>	
4180	ширина 36 мм сечение 25... 50 мм <sup>2</sup>	
4181	ширина 40 мм сечение 70... 95 мм <sup>2</sup>	

Номер изделия по каталогу	Краткая характеристика изделия	Эскиз
4187/30	Клеммы для шин шириной 40 мм и сечением 120...185 мм <sup>2</sup> : высота 30 мм	
4187/40	высота 40 мм	
4187/50	высота 50 мм	
4187/60	высота 60 мм	

Таблица 3.27. Штекерный шинопровод и комплектующие его изделия на 20 А; 500 В

Номер изделия по каталогу	Наименование и характеристика изделия	Эскиз
4601	Штекерный шинопровод на 500 В; 20 А поставляется секциями длиной 3 м с тремя медными шинами сечением 7 × 1,5 мм	  

Номер изделия по каталогу	Наименование и характеристика изделия	Эскиз
4602/1	Торцевая крышка штекерного шинопровода	
4603/2	Присоединительные клеммы	
4609	Соединительные клеммы	
5331	Кнопочный выключатель для подключения проводов 1,5 мм <sup>2</sup>	
4605/1	Токосъемник с крюком для подвески используется для переносных светильников и других однофазных токоприемников	



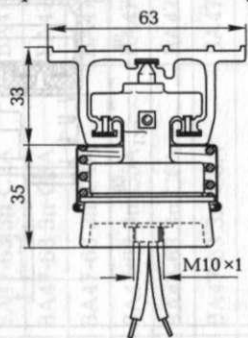
Номер изделия по каталогу	Наименование и характеристика изделия	Эскиз
4606	<p>Токоъемник без крюка с проводами для подключения к токоприемникам по месту</p> 	

Таблица 3.28. Штекерный шинопровод на 380/220 В; 20 А

Номер изделия по каталогу	Наименование и характеристика изделия	Эскиз
4640	<p>Штекерный шинопровод на 380/220 В; 20 А с четырьмя медными шинами сечением 7 × 1,5 мм и одной нулевой шиной сечением 7 × 2 мм для заземления</p>	
4641	<p>Токоъемник на 380 В; 10 А (три фазы, нуль и земля)</p>	

Номер изделия по каталогу	Наименование и характеристика изделия	Эскиз
4642	Токоъемник на 220 В; 10 А (одна фаза, нуль и земля)	

Технические характеристики модульной аппаратуры, монтируемой на DIN рейки, компаний «ЭКФ» и «ИЭК», приведены в табл. 3.29... 3.35.

Сведения об используемых при монтаже корпусов электрощитов, боксов и аксессуаров приведены в табл. 3.36... 3.42, монтажном и распределительном оборудовании — в табл. 3.43, трансформаторах тока — в табл. 3.44.

Коробки соединительные пластмассовые (табл. 3.45) и металлические (табл. 3.46) предназначены для электрических проводов в цепях с медными и алюминиевыми жилами на объектах различного назначения. Соединение проводов и кабелей в коробках осуществляется с помощью установленных внутри блоков зажимов, сечение подключаемых жил проводов и кабелей 0,35... 4,0 мм<sup>2</sup>.

Климатическое исполнение и категория размещения коробок — по ГОСТ 15015—69 для климатических условий УХЛ, У и Т категория 2.

Номинальный ток составляет 25 А, рабочее напряжение — от 0,5 до 600 В переменного тока или от 0,5 до 440 В постоянного тока.

Температура окружающего воздуха — от -40 до +40 °С, относительная влажность окружающего воздуха — более 80 % при температуре 20 °С, окружающая среда для металлических коробок не должна содержать агрессивные газы и пары.

Таблица 3.29. Автоматические выключатели ВА47-63 4,5 кА 230/415 В~

Номинальный ток $I_n$ , А	Характеристика С, отключающая способность 4,5 кА			
	1-полюсные	2-полюсные	3-полюсные	4-полюсные
1	ВА47-63 1п С1А	ВА47-63 2п С1А	ВА47-63 3п С1Д	ВА47-63 4п С1А
2	ВА47-63 1п С2А	ВА47-33 2п С2А	ВА47-63 3п С2А	ВА47-63 4п С2А
3	ВА47-63 1п С3А	ВА47-63 2п С3А	ВА47-63 3п С3А	ВА47-63 4п С3А
4	ВА47-63 1п С4А	ВА47-63 2п С4А	ВА47-63 3п С4А	ВА47-63 4п С4А
5	ВА47-63 1п С5А	ВА47-63 2п С5А	ВА47-63 3п С5А	ВА47-63 4п С5А
6	ВА47-63 1п С6А	ВА47-63 2п С6А	ВА47-63 3п С6А	ВА47-63 4п С6А
8	ВА47-63 1п С8А	ВА47-63 2п С8А	ВА47-63 3п С8А	ВА47-63 4п С8А
10	ВА47-63 1п С10А	ВА47-63 2п С10А	ВА47-63 3п С10А	ВА47-63 4п С10А
16	ВА47-63 1п С16А	ВА47-63 2п С16А	ВА47-63 3п С16А	ВА47-63 4п С16А
20	ВА47-63 1п С20А	ВА47-63 2п С20А	ВА47-63 3п С20А	ВА47-63 4п С20А
25	ВА47-63 1п С25А	ВА47-63 2п С25А	ВА47-63 3п С25А	ВА47-63 4п С25А
32	ВА -7-63 1п С32А	ВА47-63 2п С32А	ВА47-63 3п С32А	ВА47-63 4п С32А
40	ВА47-63 1п С40А	ВА47-63 2п С40А	ВА47-63 3п С40А	ВА47-63 4п С40А
50	ВА47-63 1п С50А	ВА47-63 2п С50А	ВА47-63 3п С50А	ВА47-63 4п С50А
63	ВА47-63 1п С63А	ВА47-63 2п С63А	ВА47-63 3п С63А	ВА47-63 4п С63А

Примечания. 1. Характеристика С — срабатывание электромагнитной защиты между 5- и 10-кратным значением номинального тока. 2. Также выпускаются автоматические выключатели ВА47-63 с характеристиками В и D (4-полюсные — только С и D).

Таблица 3.30. Автоматические выключатели ВА47-100 10 кА 230/415 В-

Номинальный ток $I_n$ , А	Характеристика С, отключающая способность 4,5 кА			
	1-полюсные	2-полюсные	3-полюсные	4-полюсные
1,6	—	—	—	ВА47-100 4п С1,6А
2,5	—	—	—	ВА47-100 4п С2,5А
3,15	—	—	—	ВА47-100 4п С3,15А
6,3	—	—	—	ВА47-100 4п С6,3А
10	ВА47-100 1п С10А	ВА47-100 2п С10А	ВА47-100 3п С10А	ВА47-100 4п С10А
16	ВА47-100 1п С16А	ВА47-100 2п С16А	ВА47-100 3п С16А	ВА47-100 4п С16А
25	ВА47-100 1п С25А	ВА47-100 2п С25А	ВА47-100 3п С25А	ВА47-100 4п С25А
32	ВА47-100 1п С32А	ВА47-100 2п С32А	ВА47-100 3п С32А	ВА47-100 4п С32А
35	ВА47-100 1п С35А	ВА47-100 2п С35А	ВА47-100 3п С35А	ВА47-100 4п С35А
40	ВА47-100 1п С40А	ВА47-100 2п С40А	ВА47-100 3п С40А	ВА47-100 4п С40А
50	ВА47-100 1п С50А	ВА47-100 2п С50А	ВА47-100 3п С50А	ВА47-100 4п С50А
63	ВА47-100 1п С63А	ВА47-100 2п С63А	ВА47-100 3п С63А	ВА47-100 4п С63А
80	ВА47-100 1п С80А	ВА47-100 2п С80А	ВА47-100 3п С80А	ВА47-100 4п С80А
100	ВА47-100 1п С100А	ВА47-100 2п С100А	ВА47-100 3п С100А	ВА47-100 4п С100А
125	ВА47-100 1п С125А	ВА47-100 2п С125А	ВА47-100 3п С125А	ВА47-100 4п С125А

Примечание. Также выпускаются автоматические выключатели ВА47-100 с характеристикой D.

Таблица 3.31. Автоматические выключатели ВА-63 10 кА 230/415 В~

Номинальный ток $I_{н}$ , А	Характеристика С, отключающая способность 4,5 кА			
	1-полюсные	2-полюсные	3-полюсные	4-полюсные
1	ВА-63 1п С1А	ВА-63 2п С1А	ВА-63 3п С1А	ВА-63 4п С1А
2	ВА-63 1п С2А	ВА-63 2п С2А	ВА-63 3п С2А	ВА-63 4п С2А
3	ВА-63 1п С3А	ВА-63 2п С3А	ВА-63 3п С3А	ВА-63 4п С3А
4	ВА-63 1п С4А	ВА-63 2п С4А	ВА-63 3п С4А	ВА-63 4п С4А
6	ВА-63 1п С6А	ВА-63 2п С6А	ВА-63 3п С6А	ВА-63 4п С6А
10	ВА-63 1п С10А	ВА-63 2п С10А	ВА-63 3п С10А	ВА-63 4п С10А
16	ВА-63 1п С16А	ВА-63 2п С16А	ВА-63 3п С16А	ВА-63 4п С16А
20	ВА-63 1п С20А	ВА-63 2п С20А	ВА-63 3п С20А	ВА-63 4п С20А
25	ВА-63 1п С25А	ВА-63 2п С25А	ВА-63 3п С25А	ВА-63 4п С25А
32	ВА-63 1п С32А	ВА-63 2п С32А	ВА-63 3п С32А	ВА-63 4п С32А
40	ВА-63 1п С40А	ВА-63 2п С40А	ВА-63 3п С40А	ВА-63 4п С40А
50	ВА-63 1п С50А	ВА-63 2п С50А	ВА-63 3п С50А	ВА-63 4п С50А
63	ВА-63 1п С63А	ВА-63 2п С63А	ВА-63 3п С63А	ВА-63 4п С63А

Таблица 3.32. Автоматические выключатели ВА47 + N (2-полюсные) 3 кА 230/415 В~

Номинальный ток $I_{н}$ , А	6	10	16	20	25	32
Характеристика С	ВА47 + N	ВА47 + N 1п С10А	ВА47 + N 1п С16А	ВА47 + N 1п С20А	ВА47 + N 1п С25А	ВА47 + N 1п С32А

Таблица 3.33. Устройства защитного отключения (УЗО)

Номинальный ток $I_n$ , А	10 мА	30 мА	100 мА	300 мА
<i>2-полюсные электромеханические УЗО</i>				
16	УЗО-2-16-10-ЭМ	УЗО-2-16-30-ЭМ	УЗО-2-16-100-ЭМ	УЗО-2-16-300-ЭМ
25	УЗО-2-25-10-ЭМ	УЗО-2-25-30-ЭМ	УЗО-2-25-100-ЭМ	УЗО-2-25-300-ЭМ
32	УЗО-2-32-10-ЭМ	УЗО-2-32-30-ЭМ	УЗО-2-32-100-ЭМ	УЗО-2-32-300-ЭМ
40	УЗО-2-40-10-ЭМ	УЗО-2-40-30-ЭМ	УЗО-2-40-100-ЭМ	УЗО-2-40-300-ЭМ
50	УЗО-2-50-10-ЭМ	УЗО-2-50-30-ЭМ	УЗО-2-50-100-ЭМ	УЗО-2-50-300-ЭМ
63	УЗО-2-63-10-ЭМ	УЗО-2-63-30-ЭМ	УЗО-2-63-100-ЭМ	УЗО-2-63-300-ЭМ
80	УЗО-2-80-10-ЭМ	УЗО-2-80-30ЭМ	УЗО-2-80-100-ЭМ	УЗО-2-80-300-ЭМ
100	УЗО-2-100-10-ЭМ	УЗО-2-100-30-ЭМ	УЗО-2-100-100-ЭМ	УЗО-2-100-300-ЭМ
<i>4-полюсные электромеханические УЗО</i>				
16	УЗО-4-16-10-ЭМ	УЗО-4-16-30-ЭМ	УЗО-4-16-100-ЭМ	УЗО-4-16-300-ЭМ
25	УЗО-4-25-10-ЭМ	УЗО-4-25-30-ЭМ	УЗО-4-25-100-ЭМ	УЗО-4-25-300-ЭМ
32	УЗО-4-32-10-ЭМ	УЗО-4-32-30-ЭМ	УЗО-4-32-100-ЭМ	УЗО-4-32-300-ЭМ
40	УЗО-4-40-10-ЭМ	УЗО-4-40-30-ЭМ	УЗО-4-40-100-ЭМ	УЗО-4-40-300-ЭМ
50	УЗО-4-50-10-ЭМ	УЗО-4-50-30-ЭМ	УЗО-4-50-100-ЭМ	УЗО-4-50-300-ЭМ

63	УЗО-4-63-10-ЭМ	УЗО-4-63-30-ЭМ	УЗО-4-63-100-ЭМ	УЗО-4-63-300-ЭМ
80	УЗО-4-80-10-ЭМ	УЗО-4-80-30-ЭМ	УЗО-4-80-100-ЭМ	УЗО-4-80-300-ЭМ
100	УЗО-4-100-10-ЭМ	УЗО-4-100-30-ЭМ	УЗО-4-100-100-ЭМ	УЗО-4-100-300-ЭМ
<i>2/4-полюсные электронные УЗО 30 мА</i>				
16	25	32	40	63
УЗО-2-16-30-Э	УЗО-2-25-30-Э	УЗО-2-32-30-Э	УЗО-2-40-30-Э	УЗО-2-63-30-Э
УЗО-4-16-30-Э	УЗО-4-25-30-Э	УЗО-4-32-30-Э	УЗО-4-40-30-Э	УЗО-4-63-30-Э

Примечание. Электромеханические — УЗО, функционально не зависящие от напряжения сети. Электронные — УЗО, функционально зависящие от напряжения сети.

Таблица 3.34. Дифференциальные автоматические выключатели АД

Номинальный ток $I_{\text{н}}$ , А	30 мА	100 мА	300 мА	100 мА тип S	300 мА тип S
<i>2-полюсные дифференциальные автоматические выключатели АД-2, АД-2S, 4,5 кА, характеристика C</i>					
6	АД-2-06-30	АД-2-06-100	АД-2-06-300	—	—
10	АД-2-10-30	АД-2-10-100	АД-2-10-300	—	—
16	АД-2-16-30	АД-2-16-100	АД-2-16-300	—	—
20	АД-2-20-30	АД-2-20-100	АД-2-20-300	—	—

Номинальный ток $I_{н}$ , А	30 мА	100 мА	300 мА	100 мА тип S	300 мА тип S
25	АД-2-625-30	АД-2-25-100	АД-2-25-300	АД-2-25-100S	АД-2-25-300S
32	АД-2-32-30	АД-2-32-100	АД-2-32-300	АД-2-32-100S	АД-2-32-300S
40	АД-2-40-30	АД-2-40-100	АД-2-40-300	АД-2-40-100S	АД-2-40-300S
50	АД-2-50-30	АД-2-50-100	АД-2-50-300	АД-2-50-100S	АД-2-50-300S
63	АД-2-63-30	АД-2-63-100	АД-2-63-300	АД-2-63-100S	АД-2-63-300S
<i>4-полосные дифференциальные автоматические выключатели АД-4, АД-4S, 4,5 кА., характеристика С</i>					
6	АД-4-06-30	АД-4-06-100	АД-4-06-300	—	—
10	АД-4-10-30	АД-4-10-100	АД-4-10-300	—	—
16	АД-4-16-30	АД-4-16-100	АД-4-16-300	—	—
20	АД-4-20-30	АД-4-20-100	АД-4-20-300	—	—
25	АД-4-25-30	АД-4-25-100	АД-4-25-300	АД-4-25-100S	АД-4-25-300S
32	АД-4-32-30	АД-4-32-100	АД-4-32-300	АД-4-32-100S	АД-4-32-300S
40	АД-4-40-30	АД-4-40-100	АД-4-40-300	АД-4-40-100S	АД-4-40-300S
50	АД-4-50-30	АД-4-50-100	АД-4-50-300	АД-4-50-100S	АД-4-50-300S



63	АД-4-63-30	АД-4-63-100	АД-4-63-300	АД-4-63-100S	АД-4-63-300S
<i>2-полюсные дифференциальные автоматические выключатели АД-32, 3 кА, характеристика С</i>					
$I_n$ , А	16	20	25	32	40
Наименование	АД-32-16-30	АД-32-20-30	АД-32-25-30	АД-32-32-30	АД-32-40-30
$I_n$ , А	50	63	—		
Наименование	АД-32-50-30	АД-32-63-30			

Таблица 3.35. Выключатели нагрузки ВН-63/ВН-100 230/415 В~

Номинальный ток $I_n$ , А	1-полюсные	2-полюсные	3-полюсные	4-полюсные
16	ВН-63 1п 16А	ВН-63 2п 16А	ВН-63 3п 16А	ВН-63 4п 16А
25	ВН-63 1п 25А	ВН-63 2п 25А	ВН-63 3п 25А	ВН-63 4п 25А
40	ВН-63 1п 40А	ВН-63 2п 40А	ВН-63 3п 40А	ВН-63 4п 40А
63	ВН-63 1п 63А	ВН-63 2п 63А	ВН-63 3п 63А	ВН-63 4п 63А
100	ВН-100 1п 100А	ВН-100 2п 100А	ВН-100 3п 100А	ВН-63100 4п 100А

**Таблица 3.36. Щиты распределительные пластиковые серии «Elegant» и «Эстет»**

Количество модулей	Встраиваемые IP40		Накладные IP40	
	Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм	Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм
11	ЩРВ-П(МП)-11	221×282×104,3	ЩРН-МП-11	221×282×100,3
14	ЩРВ-П(МП)-14	221×347×104,6	ЩРН-МП-14	221×347×100,3
4	ЩРВ-МП-4	124×144×80,5	ЩРН-МП-4	160×140×94,3
8	ЩРВ-МП-8	218×175×79,5	ЩРН-МП-8	200×242,5×96,7
12	ЩРВ-МП-12	264×200×80,5	ЩРН-МП-12	220×285×96,7
14	ЩРВ-МП-14	332×188×80	ЩРН-МП-14	220×340×84
24	ЩРВ-МП-24	442×285×98	ЩРН-МП-24	443×448×91
36	ЩРВ-МП-36	285×664×98	ЩРН-МП-36	300×679×98

Примечание. Щиты серии «Эстет» выпускаются в белом корпусе с прозрачной дымчатой дверцей, с белой дверцей и в корпусе с отделкой «под дерево».

**Таблица 3.37. Щиты распределительные металлические**

Количество модулей	Встраиваемые IP30		Накладные IP31	
	Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм	Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм
9	ЩРВ-9	260×340×120	ЩРН-9	220×300×120
12	ЩРВ-12	260×340×120	ЩРН-12	220×300×120
15	ЩРВ-15	—	ЩРН-15	220×400×120
18	ЩРВ-18М	305×390×120	ЩРН-18М	220×400×120
18	ЩРВ-18	390×340×120	ЩРН-18	350×300×120
24	ЩРВ-24	390×340×120	ЩРН-24	350×300×120
36	ЩРВ-36	520×340×120	ЩРН-36	480×300×120
48	ЩРВ-48	650×340×120	ЩРН-48	610×300×120
54	ЩРВ-54	540×440×120	ЩРН-54	500×400×120
72	ЩРВ-72	530×630×120	ЩРН-72	630×400×120

Таблица 3.38. Щиты учетно-распределительные

Количество модулей	Встраиваемые IP30		Накладные IP31	
	Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм	Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм
9	—	—	ЩРУН-1/9 (1-ф счетчик)	400×300×140
12	ЩРУВ-1/12 (1-ф счетчик)	440×340×140	ЩРУН-1/12 (1-ф счетчик)	400×300×140
9	—	—	ЩРУН-3/9 (3-ф счетчик)	500×300×160
12	ЩРУВ-3/12 (3-ф счетчик)	540×340×140	ЩРУН-3/12 (3-ф счетчик)	500×300×160
18	ЩРУВ-3/18	540×440×160	ЩРУН-3/18	500×400×160
24	ЩРУВ-3/24	540×440×160	ЩРУН-3/24	500×400×160
30	ЩРУВ-3/30 двухдверный	540×440×160	ЩРУН-3/30 двухдверный	580×490×165
30	—	—	ЩРУН-3/30 однодверный	500×400×160
48	ЩРУВ-3/48 двухдверный	670×440×160	ЩРУН-3/48 двухдверный	580×620×165
48	—	—	ЩРУН-3/48 однодверный	630×400×160

Таблица 3.39. Щиты учета IP54

Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм
ЩУ-1 (1-ф сч. + 3 мод)	310×300×150
ЩУ-1/2 двухдверный	310×300×150
ЩУ-2 (2×1-ф сч. + 3 мод)	310×400×150
ЩУ-3 (3-ф сч. + 12 мод)	505×300×190

Таблица 3.40. Боксы учетно-распределительные IP31

Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм
БУР-1/6 (1-ф сч. + 6 мод)	300×150×130
БУР-1/4И (1-ф сч. + 14 мод)	450×310×140
БУР-3/15И (3-ф сч. + 15 мод)	520×310×160
БУР-3/24И (3-ф сч. + 24 мод)	620×310×160

Таблица 3.41. Щиты с монтажной панелью

Наименование	Размеры В×Ш×Г, мм
<i>Серия ЩМП IP31</i>	
ЩМП-00	270×210×140
ЩМП-01	410×210×140
ЩМП-02	250×300×140
ЩМП-03	350×300×155
ЩМП-04	400×300×155
ЩМП-05	400×400×155
ЩМП-06	500×400×170
ЩМП-07	700×500×210
ЩМП-08	900×700×260
ЩМП-09	600×400×210
ЩМП-10	400×400×300
ЩМП-11	600×400×400
ЩМП-12	600×600×400
<i>Серия ЩРHM IP31/IP54</i>	
ЩРHM-1	400×300×220
ЩРHM-2	500×400×220
ЩРHM-3	650×500×220
ЩРHM-4	800×600×250
ЩРHM-5	1 000×650×300
ЩРHM-6	1 200×750×300

Таблица 3.42. Корпуса ВРУ, ШРС и аксессуары

Наименование, характеристики	Размеры В×Ш×Г, мм	Наименование, характеристики	Размеры В×Ш×Г, мм
ВРУ-1 (1-дверный), каркас сборный	1800×450×450	Боковая панель	1800×450
			2000×450
	1800×600×450	Монтажная панель, перфорированная	450×50
	1800×800×450		600×50
	2000×450×450		800×50
	ВРУ-2 (2-дверный), каркас сборный	1800×450×450	Монтажная панель, неперфорированная
600×160			
1800×600×450		800×160	
1800×800×450		450×220	
2000×450×450		600×220	
2000×600×450		800×220	
ВРУ-3 (3-дверный), каркас сборный	2000×630×450	Монтажная панель для ВРУ-3	100×600 (под трансформатор тока)
			100×420 (под предохранитель)
ВРУ-1 корпус сварной	1700×800×450	ШРС-1 корпус сварной	537×270 (под счетчик)
			1600×700×300
ВРУ-1 корпус сварной модифицированный	1700×800×450	ШРС-2 корпус сварной	1600×500×300
		ШРС-3 корпус сварной	1700×7600×400
Задняя стенка к ВРУ-1	1700×800	—	—

Таблица 3.43. Монтажное и распределительное оборудование

Кабельные вводы (сальники)					
Резиновые			Пластиковые PG (IP54)		
Наименование	Диаметр провода, мм	Диаметр монтажной отвертки, мм	Наименование	Диаметр провода, мм	Диаметр монтажной отвертки, мм
Сальник 20 мм	8...16	20	PG7	3...6,5	7
Сальник 25 мм	9...20	25	PG9	4...8	9
Сальник 32 мм	8...25,5	32	PG11	5...10	11
Сальник 40 мм	16...40	48	PG 13,5	6...12	13,5
Пластиковые MG (IP68)			PG 16	10-14	16
MG12	4,5...8	12	PG 19	12...15	19
MG16	6...10	16	PG 21	13...18	21
MG20	9...14	20	PG 25	16...21	25
MG25	13...18	25	PG 29	18...25	29
MG32	18...25	32	PG 36	22...32	36
MG40	24...30	40	PG 42	32...38	42
MG50	30...40	50	PG 48	37...44	48
MG63	40...50	63	PG 63	42...50	63

Зажимы клеммные JXB			Зажимы клеммные ЕК JXB		
Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Наименование	Номинальный ток, А	Цвет	Наименование	Номинальный ток, А
1...2,5	JXB-2,5/35	25	Серый, желтый, зеленый, красный, синий	EK 2,5/25 JXB	25
2...4	JXB-4/35	35		EK 4/32 JXB	35
2...6	JXB-6/35	50		EK 6/40 JXB	50
4...10	JXB-10/35	70		EK 10/63 JXB	70
6...16	JXB-16/35	90		EK 16/80 JXB	100
16...35	JXB-35/35	125	Серый	Зажимы клеммные ЕК JXB желтого/зеленого цвета предназначены для подключения проводов заземления РЕ	
35...70	JXB-70/35	250			
35...75	JXB-75/35	250			
50...95	JXB-95/35	330			
Шины латунные N и PE					
Количество отверстий	Без изолятора	Изолятор DIN	В корпусе	1 изоляция «стойка»	2 изоляция «стойка»
4	Шина «0» РЕ 63.04	Шина N РЕ 63.04	—	—	—
6	Шина «0» РЕ 63.06	Шина N РЕ 63.06	Шина N РЕ 63.06	—	—

Шины латунные N и PE					
Количество отверстий	Без изолятора	Изолятор DIN	В корпусе	1 изоляция «стойка»	2 изоляция «стойка»
8	Шина «0» PE 63.08	Шина N PE 63.08	Шина N PE 63.08	—	Шина «0» PE 63.08
10	Шина «0» PE 63.10	Шина N PE 63.10	Шина N PE 63.10	—	—
12	Шина «0» PE 63.12	Шина N PE 63.12	Шина N PE 63.12	—	Шина «0» PE 63.12
14	Шина «0» PE 63.14	Шина N PE 63.14	—	Шина «0» PE 63.14	Шина «0» PE 63.14
20	Шина «0» PE 63.20	Шина N PE 63.20	—	—	—
22	Шина «0» PE 63.21	Шина N PE 63.21	—	—	—
Модульные распределительные блоки (шины в корпусе)					
Тип шины	Максимальный ток, М	Тип шины	Максимальный ток, М	Количество групп	
2...7	100	4...7	100	5×5,3 мм, 1×7,5 мм, 1×9,0 мм	
2...11	125	4...11	125	7×5,3 мм, 2×7,5 мм, 2×9,0 мм	
2...15	125	4...15	125	11×5,3 мм, 2×7,5 мм, 2×9,0 мм	



Таблица 3.44. Трансформаторы тока

Коэффициент трансформации	Наименование для точности		
	0,5	0,5S	0,5S
<i>Трансформаторы тока с встроенной шиной — ТТЭ-А</i>			
5/5	ТТЭ-А-5/5А	ТТЭ-А-5/5А-0,5S	ТТЭ-А-5/5А-0,2S
10/5	ТТЭ-А-10/5А	ТТЭ-А-10/5А-0,5S	ТТЭ-А-10/5А-0,2S
15/5	ТТЭ-А-15/5А	ТТЭ-А-15/5А-0,5S	ТТЭ-А-15/5А-0,2S
20/5	ТТЭ-А-20/5А	ТТЭ-А-20/5А-0,5S	ТТЭ-А-20/5А-0,2S
25/5	ТТЭ-А-25/5А	ТТЭ-А-25/5А-0,5S	ТТЭ-А-25/5А-0,2S
30/5	ТТЭ-А-30/5А	ТТЭ-А-30/5А-0,5S	ТТЭ-А-30/5А-0,2S
40/5	ТТЭ-А-40/5А	ТТЭ-А-40/5А-0,5S	ТТЭ-А-40/5А-0,2S
50/5	ТТЭ-А-50/5А	ТТЭ-А-50/5А-0,5S	ТТЭ-А-50/5А-0,2S
60/5	ТТЭ-А-60/5А	ТТЭ-А-60/5А-0,5S	ТТЭ-А-60/5А-0,2S
75/5	ТТЭ-А-75/5А	ТТЭ-А-75/5А-0,5S	ТТЭ-А-75/5А-0,2S
80/5	ТТЭ-А-80/5А	ТТЭ-А-80/5А-0,5S	ТТЭ-А-80/5А-0,2S
100/5	ТТЭ-А-100/5А	ТТЭ-А-100/5А-0,5S	ТТЭ-А-100/5А-0,2S
120/5	ТТЭ-А-120/5А	ТТЭ-А-120/5А-0,5S	ТТЭ-А-120/5А-0,2S
125/5	ТТЭ-А-125/5А	ТТЭ-А-125/5А-0,5S	ТТЭ-А-125/5А-0,2S
150/5	ТТЭ-А-150/5А	ТТЭ-А-150/5А-0,5S	ТТЭ-А-150/5А-0,2S

Продолжение табл. 3.44

Коэффициент трансформации	Наименование для точности		
	0,5	0,5S	0,2S
200/5	ТТЭ-А-200/5А	ТТЭ-А-200/5А-0,5S	ТТЭ-А-200/5А-0,2S
250/5	ТТЭ-А-250/5А	ТТЭ-А-250/5А-0,5S	ТТЭ-А-250/5А-0,2S
300/5	ТТЭ-А-300/5А	ТТЭ-А-300/5А-0,5S	ТТЭ-А-300/5А-0,2S
400/5	ТТЭ-А-400/5А	ТТЭ-А-400/5А-0,5S	ТТЭ-А-400/5А-0,2S
500/5	ТТЭ-А-500/5А	ТТЭ-А-500/5А-0,5S	ТТЭ-А-500/5А-0,2S
600/5	ТТЭ-А-600/5А	ТТЭ-А-600/5А-0,5S	ТТЭ-А-600/5А-0,2S
800/5	ТТЭ-А-800/5А	ТТЭ-А-800/5А-0,5S	ТТЭ-А-800/5А-0,2S
1 000/5	ТТЭ-А-1000/5А	ТТЭ-А-1000/5А-0,5S	ТТЭ-А-1000/5А-0,2S
<i>Трансформаторы тока с универсальным окном</i>			
100/5	ТТЭ 30-100/5А	ТТЭ 30-100/5А-0,5S	ТТЭ 30-100/5А-0,2S
150/5	ТТЭ 30-150/5А	ТТЭ 30-150/5А-0,5S	ТТЭ 30-150/5А-0,2S
200/5	ТТЭ 30-200/5А	ТТЭ 30-200/5А-0,5S	ТТЭ 30-200/5А-0,2S
250/5	ТТЭ 30-250/5А	ТТЭ 30-250/5А-0,5S	ТТЭ 30-250/5А-0,2S
300/5	ТТЭ 30-300/5А	ТТЭ 30-300/5А-0,5S	ТТЭ 30-300/5А-0,2S
300/5	ТТЭ 60-300/5А	ТТЭ 60-300/5А-0,5S	ТТЭ 60-300/5А-0,2S
400/5	ТТЭ 60-400/5А	ТТЭ 60-400/5А-0,5S	ТТЭ 60-400/5А-0,2S

500/5	ТТЭ 60-500/5А	ТТЭ 60-500/5А-0,5S	ТТЭ 60-500/5А-0,2S
600/5	ТТЭ 60-600/5А	ТТЭ 60-600/5А-0,5S	ТТЭ 60-600/5А-0,2S
750/5	ТТЭ 60-750/5А	ТТЭ 60-750/5А-0,5S	ТТЭ 60-750/5А-0,2S
800/5	ТТЭ 60-800/5А	ТТЭ 60-800/5А-0,5S	ТТЭ 60-800/5А-0,2S
1 000/5	ТТЭ 60-1000/5А	ТТЭ 60-1000/5А-0,5S	ТТЭ 60-1000/5А-0,2S
750/5	ТТЭ 85-750/5А	ТТЭ 85-750/5А-0,5S	ТТЭ 85-750/5А-0,2S
800/5	ТТЭ 85-800/5А	ТТЭ 85-800/5А-0,5S	ТТЭ 85-800/5А-0,2S
1 000/5	ТТЭ 85-1000/5А	ТТЭ 85-1000/5А-0,5S	ТТЭ 85-1000/5А-0,2S
1 200/5	ТТЭ 85-1200/5А	ТТЭ 85-1200/5А-0,5S	ТТЭ 85-1200/5А-0,2S
1 500/5	ТТЭ 85-1500/5А	ТТЭ 85-1500/5А-0,5S	ТТЭ 85-1500/5А-0,2S
800/5	ТТЭ 100-800/5А	ТТЭ 100-800/5А-0,5S	ТТЭ 100-800/5А-0,2S
1 000/5	ТТЭ 100-1000/5А	ТТЭ 100-1000/5А-0,5S	ТТЭ 100-1000/5А-0,2S
1 200/5	ТТЭ 100-1200/5А	ТТЭ 100-1200/5А-0,5S	ТТЭ 100-1200/5А-0,2S
1 500/5	ТТЭ 100-1500/5А	ТТЭ 100-1500/5А-0,5S	ТТЭ 100-1500/5А-0,2S
1 600/5	ТТЭ 100-1600/5А	ТТЭ 100-1600/5А-0,5S	ТТЭ 100-1600/5А-0,2S
2 000/5	ТТЭ 100-2000/5А	ТТЭ 100-2000/5А-0,5S	ТТЭ 100-2000/5А-0,2S
2 250/5	ТТЭ 100-2250/5А	ТТЭ 100-2250/5А-0,5S	ТТЭ 100-2250/5А-0,2S

Коэффициент трансформации	Наименование для точности		
	0,5	0,5S	0,5S
2 500/5	ТТЭ 100-2500/5A	ТТЭ 100-2500/5A-0,5S	ТТЭ 100-2500/5A-0,2S
3 000/5	ТТЭ 100-3000/5A	ТТЭ 100-3000/5A-0,5S	ТТЭ 100-3000/5A-0,2S
1 500/5	ТТЭ 125-1500/5A	ТТЭ 125-1500/5A-0,5S	ТТЭ 125-1500/5A-0,2S
2 000/5	ТТЭ 125-2000/5A	ТТЭ 125-2000/5A-0,5S	ТТЭ 125-2000/5A-0,2S
2 500/5	ТТЭ 125-2500/5A	ТТЭ 125-2500/5A-0,5S	ТТЭ 125-2500/5A-0,2S
3 000/5	ТТЭ 125-3000/5A	ТТЭ 125-3000/5A-0,5S	ТТЭ 125-3000/5A-0,2S
4 000/5	ТТЭ 125-4000/5A	ТТЭ 125-4000/5A-0,5S	ТТЭ 125-4000/5A-0,2S
5 000/5	ТТЭ 125-5000/5A	ТТЭ 125-5000/5A-0,5S	ТТЭ 125-5000/5A-0,2S

Примечание. Клеммы вторичной обмотки у всех трансформаторов закрыты прозрачной крышкой для обеспечения безопасности. Крышку можно опломбировать.

Таблица 3.45. Технические характеристики КСП

Параметры	КСП-10	КСП-20/КСП-25	КСП-40/КСП-45
Количество вводимых кабелей, шт.	6	6	До 10
Диапазон диаметров вводимых кабелей, мм	6...21	6...22	6...40
Количество зажимов, шт.	10	20/25	40/45
Габаритные размеры, мм (С×Н×В)	204×135×65	250×212×72	400×250×105
Материал коробки	Премикс ДМС-20-РМ		
Степень защиты	IP-65	IP-54	IP-54

- Примечания. 1. Коробки КСП-10 имеют встроенные кабельные вводы.  
 2. Коробки КСП-20, 25, 40, 45 комплектуются скобами и метизами для их установки.  
 3. Кабельные вводы ВКУ-3 приобретаются отдельно, отверстия под их установку выполняются при монтаже.

Таблица 3.46. Технические характеристики КС

Параметры	КС-10	КС-20	КС-30/КС-40
Количество устанавливаемых кабельных вводов, шт.	4	6	8
Диапазон диаметров вводимых кабелей, мм	6...22	6...22	6...22
Количество зажимов, шт.	10	20	30/40

Окончание табл. 3.46

Параметры	КС-10	КС-20	КС-30/КС-40
Габаритные размеры, мм	205×160×82	330×180×82	425×200×113
Степень защиты	IP-40, IP-54	IP-40, IP-54	IP-40

Примечания. 1. Корпуса коробок КС-10, КС-20 — цельнотянутые, коробки КС-30, КС-40 — сварные, материал — сталь толщиной 1,5 мм.

2. В корпусах коробок для установки кабельных вводов ВКУ-3 сделаны надсечки Ø34 мм на глубину 1,2 мм по количеству устанавливаемых вводов.

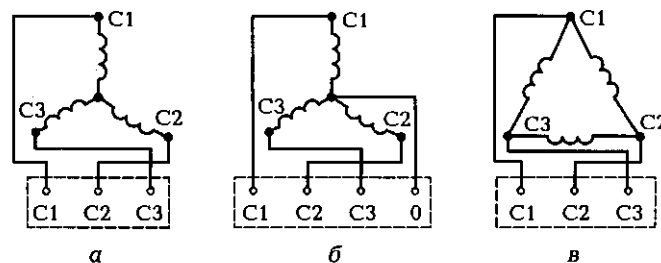
3. Кабельные вводы ВКУ-3 приобретаются отдельно.

## МОНТАЖ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

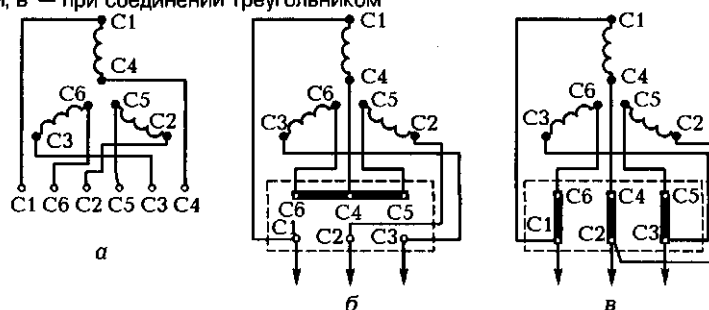
### 4.1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

#### Обозначение выводов обмоток электрических машин

Обозначение выводов обмоток электрических машин приведено на рис. 4.1... 4.3 и в табл. 4.1... 4.4.

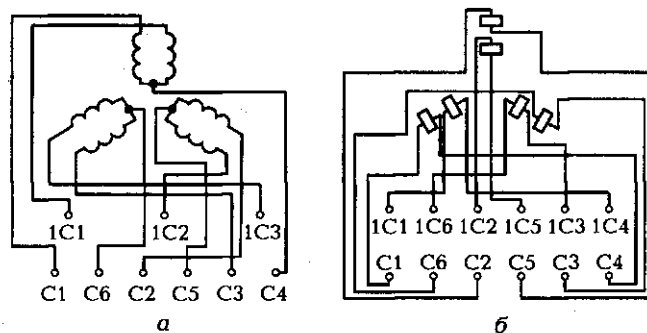


**Рис. 4.1.** Схемы расположения выводов трехфазных статорных обмоток: *а* — при соединении звездой; *б* — при соединении звездой с выведенной нулевой точкой; *в* — при соединении треугольником



**Рис. 4.2.** Схемы расположения выводов трехфазных обмоток при наличии шести выводов:

*а* — в ряд; *б* и *в* — для удобного соединения звездой или треугольником



**Рис. 4.3.** Схемы расположения выводов статорных обмоток крупных турбогенераторов:

*а* — при девяти выводах; *б* — при двенадцати выводах

По мощности электрические машины делят на машины малой мощности до 100 кВт, средней — 100... 1 000 кВт и большой — выше 1 000 кВт.

**Таблица 4.1. Трехфазные машины переменного тока**

Схема соединений обмоток	Число выводов	Название вывода	Обозначение выводов	
			Начало	Конец
Статора:				
Открытая	6	Первая фаза	C1	C4
		Вторая фаза	C2	C5
		Третья фаза	C3	C6
Звездой	3 или 4	Первая фаза	C1	
		Вторая фаза	C2	
		Третья фаза	C3	
		Нулевая точка	0	
Треугольником	3	Первый зажим	C1	
		Второй зажим	C2	
		Третий зажим	C3	



Окончание табл. 4.1

Схема соединений обмоток	Число выводов	Название вывода	Обозначение выводов	
			Начало	Конец
Ротора:				
С выводом нулевой точки	4	Первая фаза	P1	
		Вторая фаза	P2	
		Третья фаза	P3	
		Нулевая точка	0	
Без вывода нулевой точки	3	Первая фаза	P1	
		Вторая фаза	P2	
		Третья фаза	P3	
Возбуждения (индуктора) синхронных машин	2	—	И1	И2

Таблица 4.2. Однофазные машины переменного тока

Выводы обмотки	Число выводов	Обозначение вывода	
		Начало	Конец
Статора синхронных машин	2	C1	C2
Статора асинхронных машин:			
главная	2	C1	C2
вспомогательная	2	B1	B2
Возбуждения (индуктора) синхронных машин	2	И1	И2

Таблица 4.3. Обозначения выводов малых трехфазных асинхронных машин

Схема соединения обмоток	Число выводов	Название вывода	Цвет вывода обмотки	
			Начало	Конец
Открытая	6	Первая фаза	Желтый	Желтый с черным
		Вторая фаза	Зеленый	Зеленый с черным

Окончание табл. 4.3

Схема соединения обмоток	Число выводов	Название вывода	Цвет вывода обмотки	
			Начало	Конец
		Третья фаза	Красный	Красный с черным
Звездой	3 или 4	Первая фаза	Желтый	—
		Вторая фаза	Зеленый	—
		Третья фаза	Красный	—
		Нулевая точка	Черный	—
Треугольником	3	Первый зажим	Желтый	—
		Второй зажим	Зеленый	—
		Третий зажим	Красный	—

Таблица 4.4. Обозначения выводов малых однофазных асинхронных машин

Число выводов	Выводы обмотки	Цвет вывода обмотки	
		Начало	Конец
4	Главной	Красный	Красный с черным
	Вспомогательной	Синий	Синий с черным
3	Главной	Красный	—
	Вспомогательной	Синий	—
	Общей точки	Черный	—

В малых асинхронных машинах допускается обозначение выводов обмоток разноцветными проводами (см. табл. 4.3... 4.4).

### Классификация электрических машин (ЭМ)

ЭМ классифицируются по следующим признакам:

**по способу монтажа** формы исполнения ЭМ подразделяют на восемь групп (М1 ... М8). Стандарт распространяется на ЭМ общего и специального назначения. Все восемь групп форм исполнения ЭМ разделяются на 49 видов, включающих в себя 161 форму исполнения;

**по степени защиты** — открытые (IP00); защищенные от прикосновения и попадания посторонних предметов (IP10, IP20); каплезащищенные (от капель воды (IP01), от капель воды, прикосновения и попадания посторонних предметов (IP11, IP21, IP12, IP22, IP23, IP43); защищенные от брызг (IP44, IP54); защищенные от водяных струй, прикосновения, попадания посторонних предметов и вредных отложений пыли (IP55); защищенные от захлестывания морской волной, прикосновения, попадания посторонних предметов и вредных отложений пыли (IP56); защищенные от проникновения внутрь воды при погружении в воду (IP57). Кроме того, взрывозащищенные, влагостойкие, морозостойкие, химически стойкие и тропические;

**по способу охлаждения** — с естественным охлаждением, с искусственной вентиляцией.

## **Асинхронные электродвигатели**

Асинхронные электродвигатели (АД) — наиболее распространенный тип электрических двигателей не только переменного тока, но и вообще ЭД. Конструктивно АД состоит из статора (корпус, сердечник, обмотка) и ротора (вал, сердечник, подшипники). По конструкции ротора различают ЭД с короткозамкнутым и ЭД с фазным ротором. Сердечники статора и ротора для уменьшения вихревых токов набирают из листов электротехнической стали толщиной 0,35 или 0,5 мм, изолированных друг от друга слоем лака. Сердечники и обмотки являются активными частями ЭД. К конструктивным частям ЭД относятся: станина, подшипниковые щиты и крышки, вал, подшипники и т. д. В пазах сердечника статора размещается обычно трехфазная обмотка, в пазах сердечника ротора — короткозамкнутая типа «беличьей клетки» или трехфазная, подобная обмотке статора. Во втором случае в цепь обмотки ротора через контактные кольца вводятся добавочные сопротивления для изменения рабочих характеристик ЭД. Конкретное конструктивное исполнение ЭД очень разнообразно и определяется способом защиты от окружающей среды, способом охлаждения, габаритными размерами ЭД и т. д.

Регулирование частоты вращения АД достигается: изменением частоты тока питающей сети, числа пар полюсов обмотки статора, напряжения на зажимах ЭД, значения активного сопротивления роторной цепи у ЭД с фазным ротором, а также применением управляемой электромагнитной муфты скольжения и применением

каскадных схем. Регулирование частоты вращения АД в широких пределах представляет сложную техническую задачу и находит ограниченное применение.

## Основные типы электродвигателей

Из ЭД общего назначения нашли широкое применение ЭД с короткозамкнутым ротором в закрытом обдуваемом исполнении. Сведения о некоторых типах этих двигателей приведены ниже.

Электродвигатели серии 4А имеют следующие модификации: по электрическим параметрам — с повышенным пусковым моментом (4АР), с повышенным скольжением (4АС), многоскоростные, с фазным ротором (4АК, 4АНК);

по конструкции — встраиваемые, малошумные, со встроенной температурной защитой, встроенным электромагнитным тормозом, для моноблочных насосов;

по условиям окружающей среды — влагоморозостойкие, химически стойкие, тропического исполнения.

В серии 4А принята система обозначения типа ЭД: 4 — номер серии; А — асинхронный; вторая буква А — алюминиевая станина и щиты; вторая буква Х — алюминиевая станина и чугунные щиты; вторая буква Н — степень защиты IP23 (при степени защиты IP44 обозначения не даются); если ЭД имеет чугунные станину и щиты, то никакого обозначения не дается; двух- или трехзначная цифра — высота оси вращения (в мм); S, M или L — установочные размеры по длине корпуса (S — короткая, M — средняя, L — длинная); А или В — длина сердечника (первая длина — А, вторая — В); 2, 4, 6, 8, 10, 12 — число полюсов; У — климатическое исполнение; 3 — категория размещения. Например, 4АР160S: 4 — ЭД серии А, асинхронный, закрытого исполнения, с повышенным пусковым моментом, станина и щиты из чугуна, с высотой оси вращения 160 мм, с установочным размером S по длине корпуса, четырехполюсный, для районов с умеренным климатом, третьей категории размещения. Знак УЗ имеют все ЭД, кроме тропического исполнения.

Трехфазные асинхронные электродвигатели серии 4А рассчитаны на стандартную шкалу напряжений до 660 В и охватывают весь диапазон мощностей от 0,12 до 400 кВт (табл. 4.5).

Кроме основного исполнения, предназначенного для общего применения в электрических приводах, выпускают специализированные электродвигатели, а также различные модификации основного исполнения.

Таблица 4.5. Шкала мощностей и частот вращения электродвигателей серии 4А закрытого исполнения

Тип электро-двигателя (по каталогу)	Мощность, кВт, при синхронной частоте вращения, мин <sup>-1</sup>				Тип электро-двигателя (по каталогу)	Мощность, кВт, при синхронной частоте вращения, мин <sup>-1</sup>			
	3000	1500	1000	750		3000	1500	1000	750
4АА56А	0,18	0,12	—	—	4А160S	15	15	11	7,5
4АА56В	0,25	0,18	—	—	4А160М	18,5	18,5	15	11
4АА63А	0,37	0,25	0,18	—	4А180S	22	22	—	—
49АА63В	0,55	0,37	0,25	—	4А180М	30	30	18,5	15
4А71А (4АХ71А)	0,75	0,55	0,37	—	4А200М	37	37	22	18,5
4А71В (4АХ71В)	1,1	0,75	0,55	0,25	4А200L	45	45	30	22
4А80А (4АХ80А)	1,5	1,1	0,75	0,37	4А225М	55	55	37	30
4А80В (4АХ80В)	2,2	1,5	1,1	0,55	4А250S	75	75	45	37
4А90LА (4АХ90А)	3,0	2,2	1,5	0,75	4А250М	90	90	55	45
4А90LВ (4АХ90В)	—	—	—	1,1	4А280S	110	110	75	55
4А100SА (4АХ100А)	4,0	3,0	—	—	4А280М	132	132	90	75
4А100LВ (4АХ100В)	5,5	4,0	2,2	1,5	4А315S	160	160	110	90
4А112MА	7,5	5,5	3,0	2,2	4А315М	200	200	132	110
4А112MВ	—	—	4,0	3,0	4А355S	250	250	160	132
4А132S	—	7,5	5,5	4,0	4А335М	315	315	200	160
4А132М	11	11	7,5	5,5	—	—	—	—	—

## Асинхронные бесколлекторные двигатели серии АИ низкого напряжения

Эти двигатели разработаны в рамках международной организации по экономическому и научно-техническому сотрудничеству в области электротехнической промышленности Интерэлектро, отличаются пониженным уровнем звука и повышенной надежностью.

### Технические данные

Высота оси вращения, мм .....	45 ... 355
Мощность, кВт .....	0,025 ... 315
Напряжение, В .....	220/380; 380/660
Частота, Гц .....	50; 60

## Асинхронные двигатели серии АИР

Эти двигатели предназначены для привода общепромышленных механизмов при работе от сети частотой 50, 60 Гц.

Проведение функционального стоимостного анализа позволило получить оптимальную геометрию магнитопровода и вентилятора; подшипники с улучшенными виброакустическими характеристиками, уменьшенными потерями и меньшего габарита; уменьшенные габариты вала.

Вертикально-горизонтальное оребрение поверхности станины создает интенсивный съем тепла с оболочки двигателя. Корпус токовода отливается вместе со станиной, что обеспечивает надежную герметизацию и подвод питания от каждой из боковых сторон двигателя через один или два герметизирующих штуцера.

### Технические данные

	АИР80А4	АИР90С4	АИР100С4У3
Мощность, кВт .....	1,1	2,2	4,0
Синхронная частота вращения, об/мин .....	1 500	1 500	1 500
КПД, % .....	75	81	85
cos φ .....	0,81	0,83	0,84
Уровень звука, дБ .....	56	58	62
Масса, кг .....	11,9	18,6	—

**Двигатели асинхронные ДАТ 80, 90, 100,  
112 (аналоги АИР 80, 90, 100, 112) ТУ  
16-42 РШДИ.525322.001 ТУ**

Двигатели асинхронные ДАТ основного исполнения и модификации предназначены для привода общепромышленных механизмов и изготавливаются для нужд народного хозяйства и поставок на экспорт в страны с умеренным и тропическим климатом. Двигатели ДАТ 80, 90, 100, 112 предназначены для работы от сети переменного трехфазного тока частотой 50 и 60 Гц, напряжением 220 и 380 В. Двигатели ДАО 80 предназначены для работы от сети переменного однофазного тока частотой 50 и 60 Гц, напряжением 220 В (табл. 4.6). Виды климатического исполнения двигателей — У2, Т2.

Таблица 4.6. Технические характеристики электродвигателей ДАТ и ДАО

Тип двигателя	Мощность, кВт	КПД, %	Коэффициент мощности	Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	$\frac{M_{II}}{M_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	$\frac{M_{min}}{M_n}$	$\frac{I_{II}}{I_n}$	Напряжение, В
ДАТ 80-0,75-1000	0,75	68	0,71	920	2,1	2,2	1,6	4,5	220; 380
ДАТ 80-1,1-1000	1,1	72	0,74	920	2,2	2,3	1,6	4,5	220; 380
ДАТ 80-1,5-1500	1,5	75	0,80	1355	2,2	2,4	1,8	5,6	220; 380
ДАТ 80-1,1-1500	1,1	72	0,77	1355	2,1	2,3	1,8	5,5	220; 380
ДАТ 80-1,5-3000	1,5	79	0,85	2730	2,2	2,6	1,8	6,5	220; 380
ДАТ 80-2,2-3000	2,2	80	0,87	2730	2,1	2,6	1,8	6,4	220; 380
ДАО 80-0,55-1500* Однофазный	0,55	63	0,95	1355	0,4	1,6	0,38	5,0	220
ДАО 80-0,75-1500* Однофазный	0,75	69	0,95	1355	0,4	1,6	0,38	5,0	220
ДАО 80-0,55-3000* Однофазный	0,55	71	0,95	2730	0,4	1,7	0,38	5,5	220
ДАО 80-0,75-3000* Однофазный	0,75	70	0,95	2730	0,4	1,7	0,38	5,0	220
ДАО 80-1,1-3000* Однофазный	1,1	72	0,85	2828	0,54	1,6	0,3	4,68	220

Окончание табл. 4.6

Тип двигателя	Мощность, кВт	КПД, %	Коэффициент мощности	Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	$\frac{M_n}{M_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	$\frac{M_{min}}{M_n}$	$\frac{I_n}{I_n}$	Напряжение, В
ДАТ 90-2,2-1500	2,2	78,5	0,82	1355	2,0	2,6	2,0	6,0	220; 380
ДАТ 100-2,2-1000	2,2	78	0,79	945	2,0	2,2	1,6	6,0	220; 380
ДАТ 100-3,0-1500	3,0	81	0,83	1410	2,0	2,1	1,6	6,7	220; 380
ДАТ 100-4,0-1500	4,0	84	0,85	1410	2,1	2,3	1,6	6,0	220; 380
ДАТ 100-4,0-3000	4,0	86	0,89	2850	2,0	2,3	1,6	7,5	220; 380
ДАТ 100-5,5-3000	5,5	87	0,89	2850	2,1	2,3	1,6	7,5	220; 380
ДАТ 112-5,5-1500	5,5	85,5	0,86	1430	2,0	2,2	1,6	7,0	220; 380
ДАТ 112-7,5-3000	7,5	85,5	0,88	2865	2,0	2,2	1,6	7,5	220; 380

\* С конденсатором.

Структура условного обозначения ДАТ 80-1,1-1500-ИМ3801:

ДАТ — двигатель асинхронный трехфазный;

80 — высота оси вращения, мм;

1,1 — номинальная мощность, кВт;

1500 — частота вращения, мин<sup>-1</sup>;

ИМ3801 — конструктивное исполнение по способу монтажа.

Степень изоляции двигателей — IP54. Изоляция класса нагревостойкости — F. Номинальный режим работы двигателей при работе от трехфазной сети — S1, при работе от однофазной сети — S3 (ПР 60 %).

Взрывозащищенные трехфазные АД с короткозамкнутым ротором серии В (табл. 4.7) предназначены для работы в среде с наличием взрывоопасных смесей категории и температурной группы ПС-Т4 и продолжительного режима работы в помещениях всех классов, а также в наружных установках, опасных по газопаровоздушным смесям, отнесенных по взрывоопасности к категориям ПВ, ПС и температурным группам взрывоопасной смеси Т1, Т2, Т3 и Т4, в условиях умеренного и тропического климата. ЭД серии В заменяют серию ВАО и обладают по сравнению с ЭД серии ВАО повышенной надежностью и долговечностью.



Таблица 4.7. Основные технические данные взрывонепроницаемых электродвигателей серии В (напряжение 380 В)

Тип электродвигателя	Номинальная мощность на валу, кВт	При номинальной нагрузке				$\frac{I_p}{I_n}$	$\frac{M_p}{M_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	Масса, кг
		Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Сила тока статора, А	КПД, %	cos φ				
<i>Синхронная частота вращения 1500 мин<sup>-1</sup></i>									
B63A4	0,25	1420	0,74	70	0,73	5	1,8	2,2	17
B71A4	0,55	1420	1,4	75	0,77	5	1,8	2,2	20
B80A4	1,1	1420	2,6	79	0,82	5	1,8	2,2	28
B80B4	1,5	1410	3,4	81	0,83	5	1,8	2,2	31
B90L4	2,2	1410	5,0	81,5	0,82	5,5	1,8	2,4	50
B100S4	3	1410	6,6	82,8	0,83	5,5	1,8	2,4	55
B100L4	4	1410	8,7	84,3	0,83	5,5	2	2,4	60
B112M4	5,5	1410	11	87	0,84	6,7	2	2,7	88
B132S4	7,5	1410	16	88	0,83	7	2,2	2,7	120
B160S4	15	1410	30	90	0,85	7	2,3	2,4	180
B180S4	22	1410	42	91	0,88	6,6	2	2,3	235
B180M4	30	1410	56	92	0,88	6,6	2	2,3	265
B225M4	55	1410	101	93	0,89	7	2	2,3	515
B250S4	75	1410	140	92,3	0,88	6	1,9	2,2	650
B250M4	90	1410	166	92,8	0,89	6	1,9	2,2	735
B280S4	110	1485	204	93,3	0,88	6,5	1,9	2,5	955
<i>Синхронная частота вращения 1000 мин<sup>-1</sup></i>									
B71A6	0,37	935	1,1	70	0,71	4	1,7	1,9	20
B71B6	0,55	905	1,6	72	0,74	4	1,7	1,9	22

Окончание табл. 4.7

Тип электродвигателя	Номинальная мощность на валу, кВт	При номинальной нагрузке				$\frac{I_n}{I_n}$	$\frac{M_n}{M_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	Масса, кг
		Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Сила тока статора, А	КПД, %	cos φ				
B80B6	1,1	920	2,9	76	0,77	4	1,7	1,9	31
B90L6	1,5	930	4,0	77	0,74	4	1,8	2,0	50
B100L6	2,2	950	5,5	81,7	0,74	5,5	2	2,6	60
B112MA6	3,0	950	7,6	81	0,74	6	2	2,7	78
B112MB6	4,0	955	9,6	83	0,76	6,5	2	2,7	97
B132S6	5,5	960	12	87	0,81	7	2,3	2,7	120
B132M6	7,5	960	16	87,3	0,82	6,6	2,1	2,8	135
B160M6	15	965	30	89	0,85	6,8	2,3	2,5	205
B200M6	22	980	42	91	0,88	6,5	1,8	2,1	375
B200L6	30	980	57	91,2	0,88	6,5	1,8	2,1	420
B250M6	55	985	104	92	0,87	5,5	1,6	2,1	735
B280S6	75	985	142	92,5	0,87	6	1,7	2,2	915
B280M6	90	985	169	93	0,87	6	1,7	2,2	970
<i>Синхронная частота вращения 750 мин<sup>-1</sup></i>									
B112M8	3	700	8,3	79	0,7	5	1,8	2,2	88
B132S8	4	710	11	84	0,69	5,7	2,1	2,8	120
B132M8	5,5	710	14	84	0,72	5,6	1,9	2,8	135
B160S8	7,5	720	17	86	0,76	5,7	2,3	2,5	180
B180M8	15	720	33	89	0,77	5,5	1,8	2,1	265
B200L8	22	730	47	90	0,79	5,5	1,8	2,1	420
B225M8	30	735	63	91	0,80	5,5	1,8	2,1	515
B280S8	55	735	109	92,3	0,83	5,5	1,7	2	935
B280M8	75	735	149	92,5	0,83	5,5	1,7	2	985

## Синхронные электродвигатели

Основными узлами синхронных двигателей (СД) являются: статор, ротор и возбуждательное устройство. Статор СД принципиально устроен так же, как и статор АД. На роторе СД размещена обмотка возбуждения, содержащая такое же число полюсов, что и обмотка статора. Она питается от системы возбуждения, в которую входят: при электромашинной системе возбуждения — генератор постоянного тока, приводимый от вала самого двигателя; при безмашинной — выпрямительное устройство. Ротор СД выполняют явнополюсным и неявнополюсным. Передача тока от системы возбуждения осуществляется через контактные кольца и щеточный аппарат. Применяют СД с бесщеточной системой возбуждения. Синхронные двигатели сохраняют постоянную частоту вращения при нагрузках, не превышающих максимальный синхронизирующий момент. Основное достоинство СД — возможность регулировать коэффициент мощности сети, к которой подключен двигатель. Основной способ пуска СД — асинхронный, для чего на роторе двигателя уложена пусковая обмотка (аналогичная обмотке ротора АД с короткозамкнутым ротором).

Бесконтактные синхронные ЭД серии СДБ представлены на рис. 4.4 и в табл. 4.8. ЭД имеют внешний магнитопровод и обмотки воз-

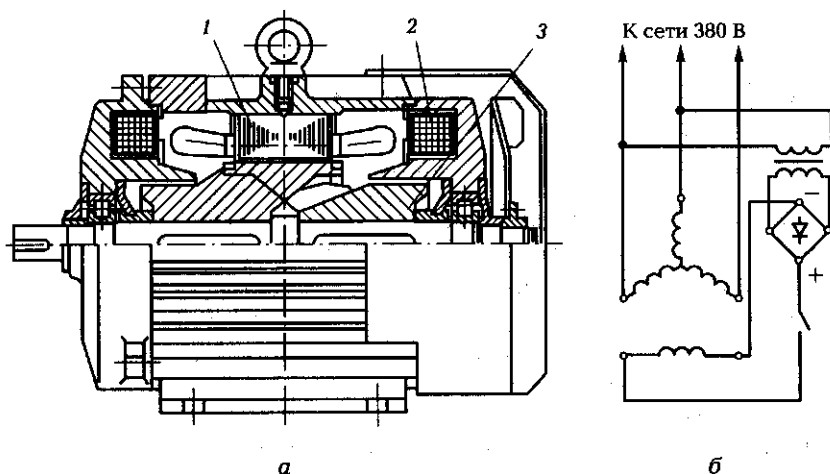


Рис. 4.4. Бесконтактный синхронный электродвигатель:

а — общий вид; 1 — статор; 2 — обмотка возбуждения; 3 — ротор; б — принципиальная схема включения статора и обмотки возбуждения

Таблица 4.8. Технические данные синхронных электродвигателей (380 В, 1 500 об/мин)

Тип	$P_n$ , кВт	КПД
СДБ-31-4Н	1,5	0,78
СДБ-41-4Н	3	0,87
СДБ-51-4Н	5,5	0,88
СДБ-71-4Н	11	0,89
СДБ-81-4Н	20	0,91

Примечание.  $M_n/M_n = 1,2 \dots 1,8$ ;  $I_n/I_n = 3,5 \dots 5$ ;  $M_{max}/M_n = 1,7 \dots 2$ .

буждения, расположенные в подшипниковых щитах. Роторы ЭД снабжены пусковой обмоткой в виде «беличьей клетки», полюсными наконечниками прямоугольной формы и торцевыми короткозамыкающими кольцами. Питание обмотки возбуждения осуществляется от сети переменного тока через полупроводниковый выпрямитель или от системы автоматического регулирования напряжения возбуждения и управления пуском ЭД. При номинальной нагрузке ЭД работают с коэффициентом мощности, равном 1, а при снижении нагрузки генерируют реактивную мощность в питающую сеть, повышая тем самым коэффициент мощности сети, к которой подключен ЭД.

## 4.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Выводы обмоток электрических машин постоянного тока имеют обозначения, приведенные в табл. 4.9 и на рис. 4.5.

Начало и конец каждой обмотки обозначаются одной и той же прописной буквой с проставленными после нее цифрами: для начала обмотки — 1, а для конца — 2. Начало и конец каждой обмотки определяются тем условием, что при правом вращении машины в режиме двигателя ток во всех обмотках, за исключением размагничивающих обмоток главных полюсов, протекает от начала 1 к концу 2. Направление вращения считается правым, когда машина вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны приводного конца вала; для машин, имеющих два приводных конца вала, направление вращения считается правым, когда машина вращает-

Таблица 4.9. Условные обозначения обмоток машин постоянного тока

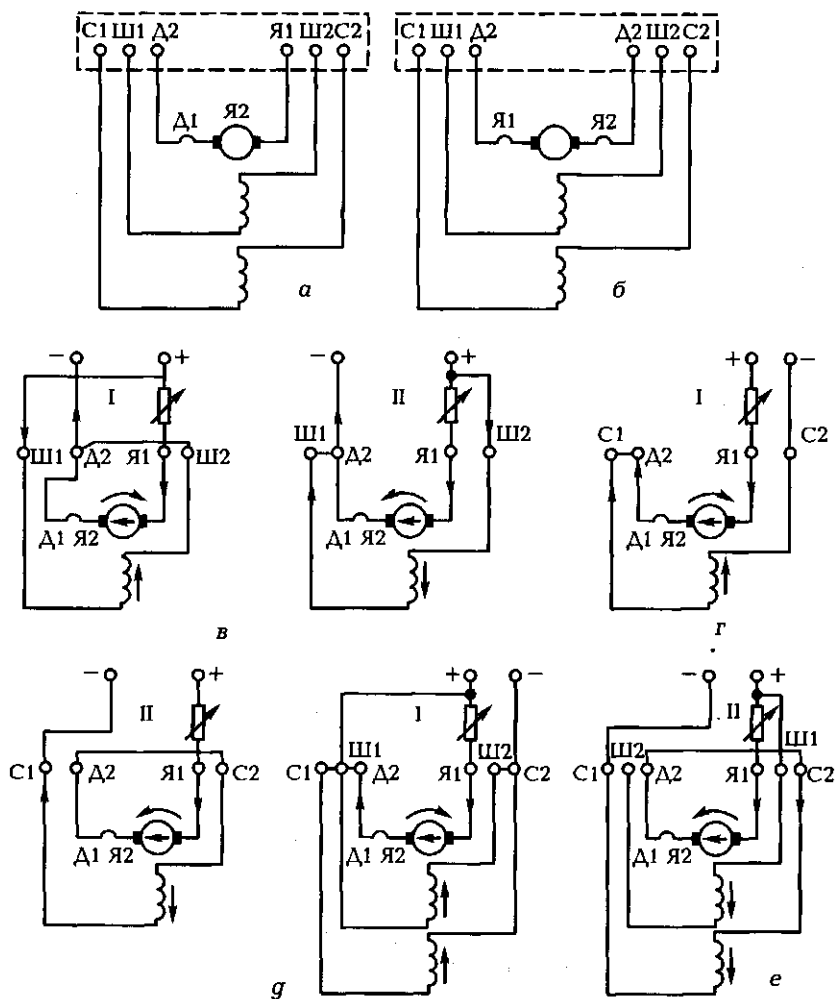
Наименование выводов обмотки	Обозначение выводов	
	Начало	Конец
Обмотка якоря	Я1	Я2
Компенсационная обмотка	К1	К2
Обмотка добавочных полюсов	Д1	Д2
Последовательная обмотка возбуждения	С1	С2
Параллельная обмотка возбуждения	Ш1	Ш2
Пусковая обмотка	П1	П2
Уравнительный провод и уравнительная обмотка	У1	У2
Обмотка особого назначения	01; 03	02; 04
Независимая обмотка возбуждения	Н1	Н2

ся по часовой стрелке, если смотреть со стороны, противоположной коллектору. В соответствии с указанными условиями в машинах правого вращения начало обмотки якоря (Я1) находится на щетках той полярности, к которой присоединяют положительный провод сети.

Электрические машины постоянного тока значительно сложнее по конструкции, чем электрические машины переменного тока, и требуют больших затрат на изготовление и обслуживание. Поэтому они находят применение в тех случаях, когда требуется обеспечить широкий предел регулирования частоты вращения и получить специальные механические характеристики.

Электрические машины постоянного тока состоят из станины с главными и дополнительными полюсами и якоря, в пазы которого укладывается обмотка, соединенная с пластинами коллектора. К коллектору прикасаются щетки, с помощью которых обмотка якоря соединяется с электрической сетью постоянного тока. На главных полюсах, собранных из листов конструкционной стали толщиной 1 ... 2 мм, располагаются катушки одной или нескольких обмоток возбуждения (последовательной, параллельной, независимой). Катушки дополнительных полюсов включаются последовательно с обмоткой якоря.

При работе в генераторном режиме ЭДС больше, чем напряжение сети, ток якоря совпадает по направлению с ЭДС, и механиче-



**Рис. 4.5.** Схемы выводов электрических машин постоянного тока:  
*а* — нормальное расположение; *б* — с расположением частей обмоток добавочных полюсов по обе стороны якоря; *в* — параллельное возбуждение электродвигателей; *г, д* — последовательное возбуждение; *е* — смешанное возбуждение; *І* — правое вращение электродвигателей; *ІІ* — левое вращение

ская энергия, подводимая через вал машины, преобразуется в электрическую энергию, поступающую в сеть. При работе в режиме двигателя ЭДС меньше, чем напряжение сети, ток якоря совпадает по направлению с напряжением сети, а электрическая энергия, поступающая из сети, преобразуется в механическую энергию, пере-

даваемую через вал сопряженной машине. Когда машина нагружена и работает в режиме двигателя или генератора, магнитное поле в ней создается совместным действием намагничивающей силы тока якоря и намагничивающей силы тока возбуждения.

В зависимости от способа питания обмотки возбуждения для машин постоянного тока применяются независимое возбуждение магнитного потока и самовозбуждение. При независимом возбуждении источником возбуждения является источник постоянного тока. Машины постоянного тока в зависимости от способа включения обмоток возбуждения делятся на машины параллельного возбуждения (шунтовые), последовательного возбуждения (сериесные) и смешанного возбуждения (компаундные).

В качестве примера в табл. 4.10 приведены технические характеристики некоторых электродвигателей постоянного тока серии 4П.

Электродвигатели постоянного тока серии 4П с высотами оси вращения 80, 100, 112 мм предназначены для регулируемых электроприводов, питаемых как от полупроводниковых преобразователей, так и от иных источников питания (генераторов, аккумуляторных батарей).

Общие положения по выбору электродвигателей приведены в табл. 4.11.

Таблица 4.10. Технические характеристики электродвигателей серии 4П

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт		Номинальное напряжение, В	Ток якоря, А		Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>
	УХ4	04		УХЛ4	04	
4ПО80А2	0,25	0,225	110	3,5	3,2	1 000
			220	1,8	1,6	
	0,37	0,33	110	5,0	4,5	1 500
			220	2,5	2,25	
	0,55	0,50	110	7,0	6,3	2 200
			220	3,5	3,1	
	0,75	0,67	110	9,4	8,5	3 000
			220	4,7	4,2	
4ПО80В1	0,37	0,33	110	4,8	4,3	1 000

Продолжение табл. 4.10

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт		Номинальное напряжение, В	Ток якоря, А		Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>
	УХ4	04		УХЛ4	04	
			220	2,4	2,07	
	0,55	0,50	110	7,4	6,7	1 500
			220	3,7	3,3	
	0,75	0,675	110	9,4	8,5	2 200
			220	4,7	4,2	
	1,1	1,0	110	13,0	12,0	3 000
			220	6,5	5,9	
	4ПБ80А2	0,18	0,16	110	2,8	2,52
220				1,4	1,26	
0,25		0,225	110	3,4	3,0	1 500
			220	1,7	1,5	
0,37		0,33	110	4,6	4,1	2 200
			220	2,3	2,1	
0,55		0,50	110	7,0	6,3	3 000
			220	3,5	3,1	
4ПБ80В1	0,25	0,225	110	3,4	6,3	1 000
			220	1,7	3,1	
	0,37	0,33	110	4,8	3,0	1 500
			220	2,4	1,5	
	0,55	0,50	110	6,8	4,4	2 200
			220	3,4	2,2	
	0,80	0,72	110	9,2	6,1	3 000
			220	4,6	3,1	
4ПО100S1	0,37	0,33	110	5,0	4,5	750
			220	2,3	2,1	
	0,55	0,50	110	7,3	6,6	1 000



Продолжение табл. 4.10

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт		Номинальное напряжение, В	Ток якоря, А		Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	
	УХ4	04		УХЛ4	04		
			220	3,5	3,15		
	0,75	0,67	110	9,2	8,3	1 500	
			220	4,5	4,05		
	1,1	1,0	110	12,8	10,2	2 200	
			220	6,4	5,8		
	1,6	1,45	110	19,0	17,2	3 000	
			220	9,5	8,6		
	4ПО100S2	0,55	0,55	110	7,4	6,6	750
220				3,7	3,3		
0,75		0,675	110	10,0	9,0	1 000	
			220	5,0	4,5		
1,1		1,0	110	12,7	11,4	1 500	
			220	6,5	5,85		
1,5		1,35	110	17,4	15,7	2 200	
			220	8,7	7,8		
2,2		2,0	110	25,2	22,7	3 000	
			220	12,2	11,0		
4ПО100L1		0,75	0,675	110	9,8	8,8	750
				220	4,9	4,4	
	1,1	1,0	110	13,8	12,4	1 000	
			220	6,9	6,2		
	1,5	1,35	110	17,4	15,7	1 500	
			220	8,7	7,8		
	2,2	2,0	110	25,4	22,9	2 200	
			220	12,7	11,4		
	3,0	2,7	220	16,4	14,8	3 000	

Продолжение табл. 4.10

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт		Номинальное напряжение, В	Ток якоря, А		Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>
	УХ4	04		УХЛ4	04	
4ПБ100S1	0,25	0,225	110	3,0	2,8	750
			220	1,7	1,58	
	0,37	0,33	110	4,8	4,3	1 000
			220	2,4	2,2	
	0,55	0,50	110	6,6	6,0	1 500
			220	3,3	3,0	
	0,75	1,675	110	8,6	7,8	2 200
			220	4,3	3,9	
	1,1	1,0	110	12,8	11,9	3 000
			220	6,4	5,8	
4ПБ100S2	0,37	0,33	110	5,0	4,5	750
			220	2,5	2,2	
	0,5	0,45	110	6,0	5,4	1 000
			220	3,0	2,7	
	0,75	0,675	110	9,0	8,2	1 500
			220	4,5	4,1	
	1,1	1,0	110	12,6	11,3	2 200
			220	6,3	5,7	
	1,5	1,35	110	16,6	15,0	3 000
			220	8,3	7,5	
4ПБ100L1	0,45	0,405	110	6,0	3,0	750
			220	3,0	2,7	
	0,6	0,54	110	7,6	6,8	1 000
			220	3,8	3,4	
	1,1	1,0	110	13,2	11,9	1 500
			220	6,6	5,9	

Продолжение табл. 4.10

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт		Номинальное напряжение, В	Ток якоря, А		Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>
	УХ4	04		УХЛ4	04	
	1,3	1,17	110	15,0	13,5	2 200
			220	7,5	6,8	
	1,8	1,62	220	9,8	8,8	3 000
4ПО112М1	1,5	1,35	110	18,2	16,4	1 000
			220	9,0	8,1	
	2,2	2,0	220	12,5	11,3	1 500
	3,0	2,7	220	17,0	15,3	2 200
	4,0	3,6	220	22,1	19,9	3 000
4ПО112М2	1,5	1,35	220	9,7	8,7	750
	2,2	2,0	220	12,9	11,6	1 000
	2,5	2,25	220	28,0	25,2	1 500
	3,0	2,7	220	17,0	15,3	1 500
	4,0	3,6	220	21,3	19,5	2 200
	5,5	5,0	220	29,0	26,1	3 000
4ПБ112М1	0,55	0,5	110	6,8	6,1	750
			220	3,4	3,0	
	0,55	0,5	220	3,4	3,0	750
	0,75	0,675	110	9,0	8,1	1 000
			220	4,5	4,0	
	1,3	1,17	110	15,2	13,8	1 500
			220	7,6	6,9	
	1,5	1,35	110	17,0	15,3	2 200
			220	8,5	7,6	
	2,2	2,0	110	24,0	21,6	3 000
220			12,0	10,8		
4ПБ112М2	1,0	0,9	110	11,6	10,4	1 000

Окончание табл. 4.10

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт		Номинальное напряжение, В	Ток якоря, А		Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>
	УХ4	04		УХЛ4	04	
4ПБ112М2	1,0	0,9	220	5,8	5,2	1 000
	1,5	1,35	110	16,5	14,85	1 500
			220	8,0	7,2	
	2,2	2,0	110	23,2	20,8	2 200
			220	11,6	10,5	
	3,0	2,7	220	16,2	14,6	3 000

Таблица 4.11. Общие положения по выбору электродвигателей

Характер среды или помещения	Требование к исполнению электродвигателя	Дополнение и пояснение
Нормальная	Электродвигатели должны иметь исполнение открытое или защищенное	В местах, где возможно попадание в электродвигатель пыли и других веществ, разрушающих изоляцию, должны применяться электродвигатели защищенного исполнения
Открытый воздух	Электродвигатели должны иметь исполнение защищенное или специальное, соответствующее условиям работы	Электродвигатели со специальным исполнением требуются, например, для открытых химических установок, для работы при особо низких температурах и т. п.
Пыльное помещение	Электродвигатели должны иметь пылезащищенное исполнение, обдуваемое или продуваемое с подводом чистого воздуха	Корпус электродвигателей, воздухопроводы и все сопряжения и стыки должны быть тщательно уплотнены для предотвращения присоса воздуха в систему вентиляции
Сырое и особо сырое помещения	Электродвигатели должны иметь влагостойкое исполнение	К такому виду относятся электродвигатели, имеющие специальную обмотку и влагостойкую изоляцию

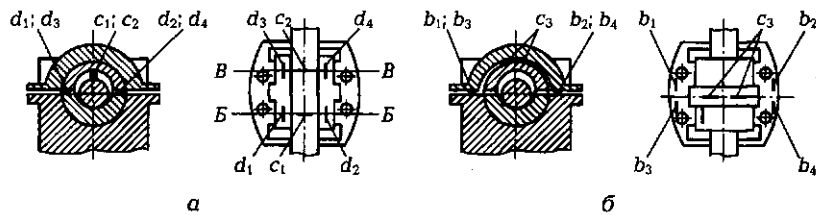
Характер среды или помещения	Требование к исполнению электродвигателя	Дополнение и пояснение
Едкие пары или газы	Электродвигатели должны иметь герметичное исполнение	Допускаются защищенные электродвигатели с химически стойкой изоляцией и закрытием открытых (голых) токоведущих частей колпаками или другими защитными средствами

### **4.3. МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, ПРИБЫВАЮЩИХ С ЗАВОДОВ-ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ В СОБРАННОМ ВИДЕ**

Объем работ и последовательность выполнения операций по монтажу средних и крупных электрических машин зависят от того, в каком виде они поступают с завода-изготовителя — в собранном или разобранном. Электрические машины, поступившие в собранном виде, обычно на месте монтажа не разбирают.

Подготовка таких машин к монтажу включает в себя следующие технологические операции:

- внешний осмотр;
- очистку фундаментных плит и лап станин;
- промывку фундаментных болтов уайт-спиритом и проверку качества резьбы (прогонкой гаек);
- осмотр выводов, щеточного механизма, коллекторов или контактных колец, маслоуказательной и другой арматуры;
- осмотр состояния подшипников, промывку подшипниковых стояков и картеров;
- проверку зазора между крышкой и вкладышем подшипника скольжения, валом и уплотнением подшипников, измерение зазора между вкладышем подшипника скольжения и валом;
- вскрытие подшипников качения и проверку заполнения их консистентной смазкой;
- проверку воздушного зазора между активной сталью ротора и статором;
- проверку свободного вращения ротора и отсутствие задеваний вентиляторов за крышки торцовых щитов;



**Рис. 4.6.** Схемы измерения зазоров в подшипниках скольжения с разъемными вкладышами:  
*а* — между шейкой вала и верхним вкладышем; *б* — между крышкой подшипника и вкладышем

проверку мегомметром сопротивления изоляции всех обмоток, щеточной траверсы и изолированных подшипников.

Зазоры в подшипниках с разъемными вкладышами определяют методом оттисков. Для этого применяют свинцовые пластинки или проволоку диаметром 1 ... 1,5 мм и длиной 10 ... 20 мм. Для измерения зазора между шейкой вала и верхним вкладышем (рис. 4.6) на плоскость разъема последнего в двух местах (с обеих сторон), а также на вал укладывают кусочки свинцовой проволоки, после чего устанавливают вкладыш и крышку подшипника и затягивают болты до отказа. Затем, разобрав подшипники, измеряют микрометром толщину сплюсненных проволочек.

Определяют зазоры  $a_1$  и  $a_2$  в плоскостях *ББ* и *ВВ*:

$$a_1 = c_1 - (d_1 + d_2) / 2;$$

$$a_2 = c_2 - (d_3 + d_4) / 2,$$

где  $c_1, c_2, d_1, d_2, d_3, d_4$  — толщина соответствующих проволочек.

Разность между зазорами  $a_1$  и  $a_2$  не должна превышать 10 %.

В неразъемных подшипниках (втулках) небольших машин с кольцевой смазкой посадку вала во втулках обычно делают широкоходовой (Ш) по 2, 3 или 4-му классу точности. Лишь при скорости вращения менее 1 000 мин<sup>-1</sup> некоторые заводы применяют легкоходовую посадку (Л) по 2-му классу точности. Ориентировочные величины пределов диаметральных (верхних) зазоров между шейкой вала и вкладышем в неразъемных вкладышах подшипников с кольцевой смазкой приведены в табл. 4.12. Этой таблицей можно пользоваться для машин до 1 000 кВт при скорости вращения до 1 500 мин<sup>-1</sup> включительно и для машин до 200 кВт при 3 000 мин<sup>-1</sup>.

Измерение сопротивления изоляции электродвигателей постоянного тока производят между якорем и катушками возбуждения

Таблица 4.12. Зазоры в неразъемных вкладышах подшипников

Диаметр вала, мм	Скорости вращения, мин <sup>-1</sup>		
	до 1000	от 1000 до 1500	свыше 1500
	Пределы верхнего (вертикального) зазора, мм		
18...30	0,04...0,093	0,060...0,130	0,14...0,280
30...50	0,05...0,112	0,075...0,160	0,170...0,340
50...80	0,065...0,135	0,095...0,195	0,200...0,400
80...120	0,080...0,160	0,120...0,235	0,230...0,460
120...180	0,100...0,195	0,150...0,285	0,260...0,530

(полюсами), проверяют сопротивление изоляции якоря, щеток и катушек возбуждения по отношению к корпусу. При измерении сопротивления изоляции подсоединенного к сети электродвигателя необходимо отсоединить все провода, подведенные к электродвигателю от сети и реостата. Между щетками и коллектором при измерении помещают изолирующую прокладку из миканита, электрокартона, фибры, резиновой трубки и т. п.

У электродвигателей трехфазного тока с короткозамкнутым ротором производят измерение сопротивления изоляции только обмоток статора по отношению к земле (корпусу) и друг к другу. Это возможно при выведенных шести концах обмотки. Если выведены только три конца обмотки, измерение производят только по отношению к земле (корпусу).

У электродвигателей с фазным ротором кроме определения сопротивления изоляции обмоток статора по отношению к земле и друг к другу измеряют сопротивление изоляции между ротором и статором, а также сопротивление изоляции щеток по отношению к корпусу (между кольцами и щетками должны быть проложены изолирующие прокладки).

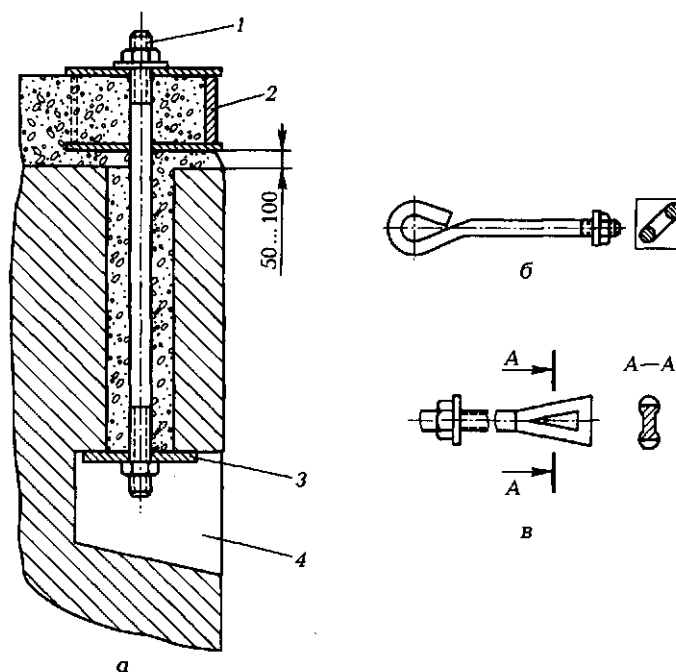
Изоляцию обмоток электрических машин измеряют мегомметром на 1 кВ для машин напряжением до 1 кВ и на 2,5 кВ — для машин напряжением выше 1 кВ. Если результаты измерения сопротивления изоляции обмоток электрических машин до 1 кВ удовлетворяют нормативным показателям, электрические машины могут быть включены без сушки изоляции обмоток.

Такие электродвигатели доставляют к месту монтажа, устанавливают непосредственно на полу, на специальных конструкциях или на фундаменте. Подъем электродвигателей массой до 50 кг можно осуществлять вручную при установке их на низкие фундаменты.

При монтаже электрических машин руководствуются ПУЭ, СНиП и специальными инструкциями заводов-изготовителей. Одной из основных операций подготовительных работ перед началом монтажа является проверка фундаментов. Проверяют бетон, используемый для фундаментов; главные осевые размеры и высотные отметки опорных поверхностей; осевые размеры между отверстиями для анкерных болтов; глубину отверстий и размеры ниш в стенах фундаментов для затяжки болтов (рис. 4.7).

При проверке фундаментов размеры сверяют с данными машины: продольной осью вала машины, поперечными осями станин, реперами высоты. Проверку производят нивелиром и натянутыми визирными струнами стальных проволок.

Если при проверке обнаружится, что фундамент занижен по высоте, строительная организация обязана нарастить фундамент до требуемых размеров.



**Рис. 4.7.** Фундаментные болты:

*а* — с плитками; *б* — крюкообразные; *в* — для крепления салазок; 1 — болт; 2 — плита машины; 3 — анкерная плитка; 4 — ниша



При заниженных фундаментах и общей массе агрегата до 20 т допускается устанавливать машины на отрезках двутавровых балок высотой не более 100 мм; при этом следует применять только тонкие прокладки (регулируемые).

Монтаж электрических машин, поступивших в собранном виде, выполняют в такой последовательности: устанавливают на металлическое основание или фундамент; выверяют; монтируют полумуфты и центрируют валы; проверяют пригонку вкладышей подшипников; подливают фундаментные плиты и болты бетонной смесью; проверяют центровку валов после подливки; подсоединяют внешние кабели; монтируют заземление; устанавливают защитные кожухи, щиты и ограждения.

Соединение электродвигателя с приводимым им во вращение механизмом выполняют с помощью муфт или через ту или иную передачу (зубчатую, ременную). При всех способах соединения требуется проверка положения двигателя уровнем в горизонтальной плоскости в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Для этого удобнее всего пользоваться «валовым» уровнем, т. е. таким, который в основании имеет выемку в виде «ласточкина хвоста»; его удобно накладывать непосредственно на вал электродвигателя.

Электродвигатели, устанавливаемые непосредственно на бетонном полу или фундаменте, выверяют, подкладывая под лапы электродвигателей металлические подкладки (клинья) для регулирования положения их в горизонтальной плоскости. Деревянные подкладки для этой цели не пригодны, так как при заливке фундаментных болтов цементным раствором они набухают и сбивают произведенную выверку, а при затяжке болтов спрессовываются.

При ременной и клиноременной передачах необходимо соблюдать параллельность валов электродвигателя и вращаемого им механизма, а также совпадение средних линий по ширине шкивов. Если ширина шкивов одинакова, а расстояние между центрами валов не превышает 1,5 м, выверку производят стальной выверочной линейкой (рис. 4.8, а). Для этого линейку прикладывают к торцам шкивов и подгоняют электродвигатель так, чтобы линейка касалась двух шкивов в четырех точках. Если расстояния между центрами валов более 1,5 м, а выверочная линейка отсутствует, выверку электродвигателя производят с помощью струны и временно устанавливаемых на шкивы скоб (рис. 4.8, б). Центры валов подгоняют до получения одинакового расстояния от скоб до струны. Выверку можно производить также тонким шнурком, натягиваемым от одного шкива к другому (рис. 4.8, в).

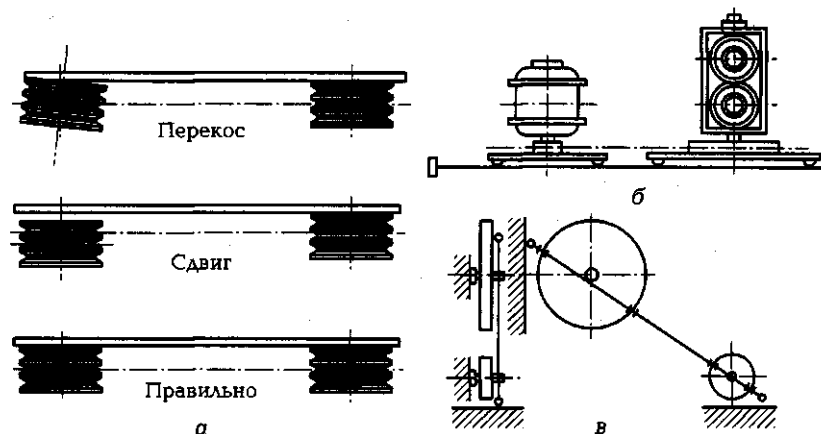


Рис. 4.8. Способы выверки установки электродвигателя при ременной и клиноременной передачах и одинаковой ширине шкивов с помощью линейки (а), скоб и струны (б), шнура (в)

При ременной и клиноременной передачах на вал электродвигателя часто приходится насаживать шкив, а также снимать его. Снятие шкива производят специальными скобами. Наиболее удобными являются универсальные съемники. Съемник с регулируемым раскрытием тяг производит захват детали с наружной или внутренней стороны и развивает тяговое усилие до 20 кН, съемник с самоустанавливающимися тягами — до 30 кН, с гидравлическим приводом — до 100 кН. Если шкив, полумуфту или шестерню не удастся снять с вала, их подогревают до 250...300 °С пламенем газовой горелки. При этом вал охлаждают водой или сжатым воздухом.

Для снятия подшипников качения, как правило, применяют простые съемники. Снятие производят вращением рукоятки центрального винта, упирающегося концом в торец вала. Если подшипник снять не удастся, его подогревают до 100 °С, поливая горячим минеральным маслом.

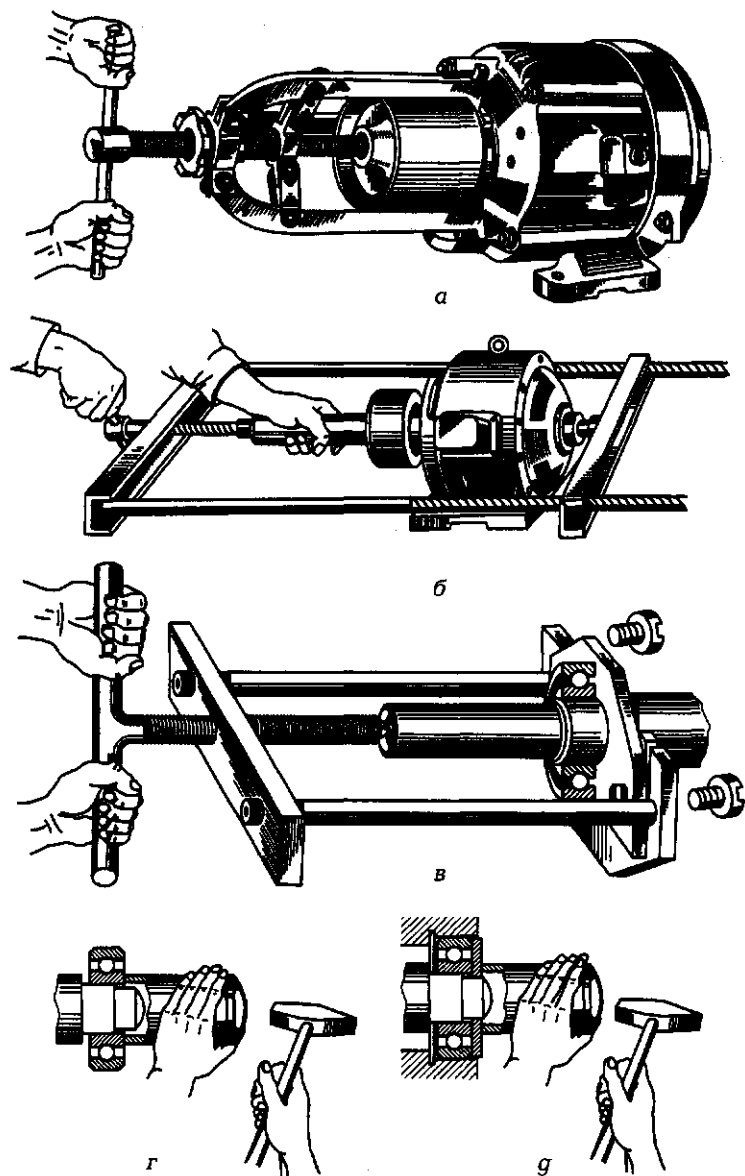
Новый подшипник перед посадкой на вал тщательно промывают бензином. Место посадки на валу тщательно очищают, промывают бензином и смазывают минеральным маслом (табл. 4.13). Подшипник перед посадкой прогревают в чистом минеральном масле температурой 80...100 °С. Посадку производят отрезком трубы (желательно медной), упираемой во внутреннее кольцо подшипника. Шкив, полумуфту, шестерню насаживают на вал специальным винтовым приспособлением (рис. 4.9, а...г).

Таблица 4.13. Номинальные и допускаемые диаметры посадочных мест под подшипники на валах электродвигателя

Серия или тип электродвигателя	Размеры, мм	
	номинальный	допускаемый в сопряжении с подшипником
4AA56	12±0,006	11,99
4AA63	15±0,006	14,99
4A71	20 <sup>+0,017</sup> <sub>±0,002</sub>	20,0
4A80, 4A90	25 <sup>+0,017</sup> <sub>±0,002</sub>	25,00
4A100	30 <sup>+0,017</sup> <sub>±0,002</sub>	30,00
4A112	35 <sup>+0,020</sup> <sub>±0,003</sub>	35,00
4A132	45 <sup>+0,020</sup> <sub>±0,003</sub>	45,00
4A160	55 <sup>+0,020</sup> <sub>±0,003</sub>	50,00
4A180	60 <sup>+0,023</sup> <sub>±0,003</sub>	60,00
4A200	65 <sup>+0,023</sup> <sub>±0,003</sub>	65,00
4A225	70 <sup>+0,023</sup> <sub>±0,003</sub>	70,00
4A250	85 <sup>+0,025</sup> <sub>±0,003</sub>	85,00
4A280	85 <sup>+0,026</sup> <sub>±0,003</sub>	85,00
4A315	95 <sup>+0,026</sup> <sub>±0,003</sub>	95,00

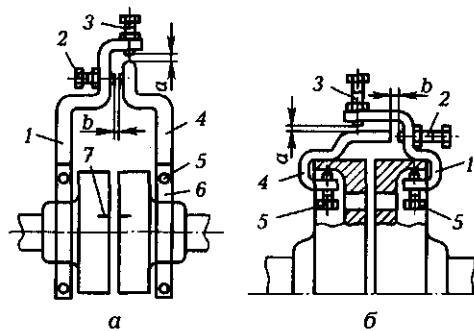
Применение этого приспособления позволяет все горизонтальные усилия передавать на вал, а не на подшипники. Сначала снимают крышку подшипника с противоположной от привода стороны и конец вала упирают в шкворень приспособления, а затем вращением рукоятки центрального винта надвигают шкив на вал. Для насадки шкивов, полумуфт, шестерен на более крупные машины применяют винтовой домкрат, в который упирают конец вала, противоположный приводу.

Насадку шкива, полумуфты или шестерни на вал электродвигателя производят после смывания керосином с вала грязи и ржавчины. После очистки вала в канавку (выемку в валу) закладывают шпонку, конец вала слегка смазывают минеральным маслом и только после этого производят насадку.



**Рис. 4.9.** Приемы и способы разборки электродвигателей:

*а* — снятие шкивов и полумуфт с помощью универсального съемника с регулируемым раскрытием тяг; *б* — насадка шкивов и полумуфт с помощью нажимного устройства; *в* — снятие и насадка подшипников с помощью специального съемника; *г* — посадка на вал; *д* — посадка одновременно на вал и расточку подшипникового щита



**Рис. 4.10.** Центровочные скобы:

*a* — центровка по втулкам полумуфт; *b* — центровка по ободам полумуфт; 1, 4 — скобы; 2, 3 — болты для измерения зазоров; 5 — крепежные болты; 6 — хомут; 7 — риски

Центровку валов соединяемых между собой машин и механизмов выполняют для устранения их боковых или угловых смещений.

Центровка заключается в измерении зазоров *a* и *b* в четырех положениях валов, поворачиваемых последовательно на  $90^\circ$ . Разность зазоров *a* и *b* (рис. 4.10) в диаметрально противоположных положениях должна быть меньше допустимых отклонений, приведенных в табл. 4.14.

Затяжку гаек фундаментных болтов производят в два приема. При центровке валов выполняют предварительную затяжку стандартными гаечными ключами без надставок. Через 30 мин после окончания подливки бетонной смесью повторно контролируют выверенное положение электрических машин. При достижении под-

**Таблица 4.14. Наибольшие допустимые отклонения центровки вала для различных муфт**

Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Допустимые отклонения, мм, при диаметре муфты до 600 мм				
	жесткой (фланцевой)	упругой втулочно-пальцевой	упругой с пластинами из прорезиненной ткани	переменной жесткости с ленточными пружинами	зубчатой МЗН или МЗУ
3 000	0,04	0,20	0,20	0,25	0,25
1 500	0,04	0,30	0,30	0,40	0,40
750	0,04	0,40	0,40	0,50	0,50
500	0,04	0,50	0,50	0,60	0,60

ливкой прочности не менее 12 000 кПа, но не ранее, чем через 4 сут, с помощью надставок окончательно затягивают гайки фундаментных болтов.

Затяжку производят равномерно в два-три обхода в требуемой последовательности. Начинают с фундаментных болтов, расположенных на осях симметрии опорной части, после чего затягивают ближайшие к ним болты, а затем, постепенно удаляясь от оси симметрии, остальные.

Крутящий момент, прилагаемый при затяжке фундаментных болтов, зависит от их диаметра. Зависимость крутящего момента от диаметра резьбы фундаментного болта приведена ниже.

Для ручной затяжки гаек фундаментных болтов применяют одно- и двусторонние гаечные ключи с открытым зевом или накидные на соответствующие размеры гаек, а также динамометрические ключи с предельным крутящим моментом до 1 200 Н·м или трещоточные с моментом до 1 400 Н·м, для механизированной затяжки — электро- или пневмогайковерты с регулируемым предельным крутящим моментом.

#### Технические данные затяжки

Диаметр резьбы фундаментного болта, мм .....	16	20	24
Крутящий момент, Н·м .....	30...60	600...950	1 000...1 500
Диаметр резьбы фундаментного болта, мм .....	30	36	42
Крутящий момент, Н·м.....	300...550	600...950	1 000...1 500

#### 4.4. МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, ПРИБЫВАЮЩИХ С ЗАВОДОВ-ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ В РАЗОБРАННОМ ВИДЕ

Монтаж электрических машин, поступивших в разобранном виде, значительно сложнее монтажа машин, собранных на заводе-изготовителе, и включает следующие основные операции: установку и выверку фундаментной плиты и подшипниковых стояков; заводку ротора в статор; установку нижних вкладышей подшипников; установку статора вместе с ротором на фундаментную плиту; установку полумуфт и центровку валов; проверку зазоров в подшипниках и пригонку последних; выверку воздушных зазоров и совмещение магнитных осей статора и ротора; подливку фундаментных плит и болтов бетонной смесью, проверку центровки

валов после подливки фундаментных плит; окончательную сборку подшипников и проверку их уплотнения; установку щеточной траверсы и регулировку щеток и щеткодержателей; подсоединение внешних кабелей, воздухоохладителей маслопроводов и заземления; установку защитных кожухов, щитов и ограждений.

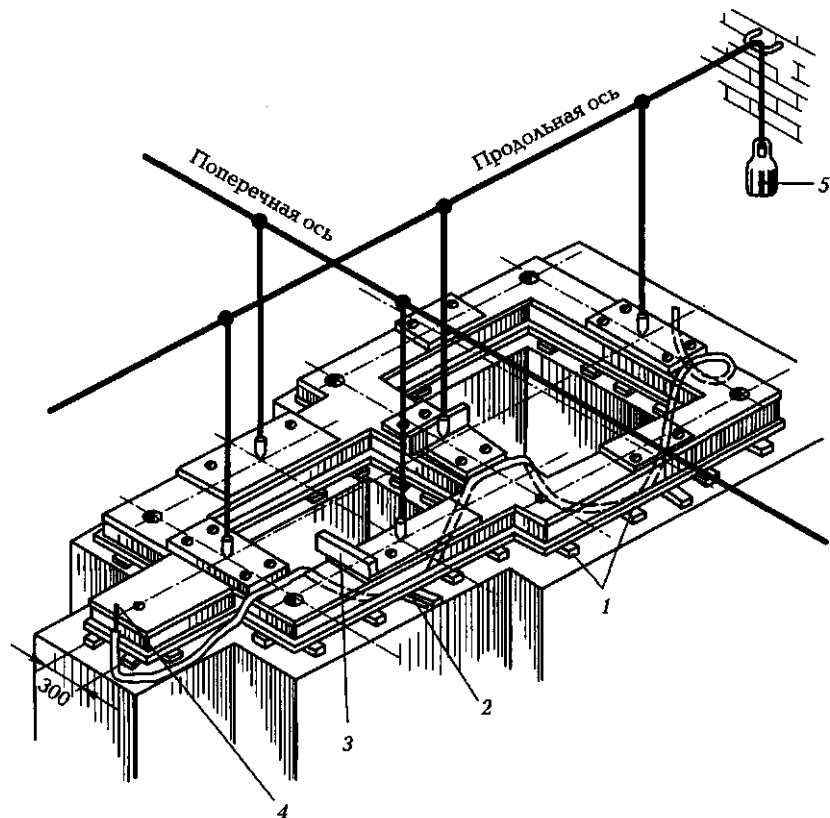
При монтаже менее тяжелых машин можно установить статор, затем ротор, а после этого произвести центровку. Такую же последовательность монтажных операций соблюдают при монтаже машины с одним подшипниковым стояком, а также приводных двигателей средней мощности.

Перед началом монтажа машин по акту производят приемку фундаментов от строительной организации. Очищают резьбовые отверстия фундаментных плит, проверяют качество резьбы и при необходимости исправляют ее. В отверстия фундамента закладывают фундаментные болты, а по периметру фундаментной плиты укладывают стальные или чугунные подкладки. Плиты, имеющие нижние полки, устанавливают на подкладки и клинья, которые размещают в местах сосредоточенных нагрузок.

Плиты, не имеющие нижних полок, устанавливают на подкладки и клинья, укладываемые под ребра жесткости, расположенные в непосредственной близости от фундаментных болтов, под подшипниковые стояки, лапы станин и остальные ребра так, чтобы расстояние между осями соседних подкладок было не более 1 м. Подкладки из-под плиты должны выступать на 35...50 мм. Подготовленную к монтажу плиту устанавливают краном на подкладки, уложенные на фундамент. Плиту ориентируют по осям фундамента визирными струнами (рис. 4.11). Далее фундаментную плиту выверяют по уровню, добиваясь горизонтальности тонкими стальными подкладками. Подкладки размещают под плиту, приподнимая ее клиновыми или гидравлическими домкратами. При выверке плиты применяют длинную линейку и обычный или гидростатический уровень. После выверки плиты производят ее крепление затяжкой фундаментных болтов.

Если при сооружении фундамента анкерные болты не были установлены, электрическую машину устанавливают на приклеенных анкерных болтах, размещаемых в пробуренных в фундаменте колодцах (рис. 4.12).

При бесподкладочном способе монтажа зазор между поверхностью бетонного фундамента и основанием плиты оставляют 30...60 мм. Площадку под установку домкратов выверяют в горизонтальной плоскости по уровню. Домкраты устанавливают у фундаментных болтов и в местах сосредоточенных нагрузок. Суммарная

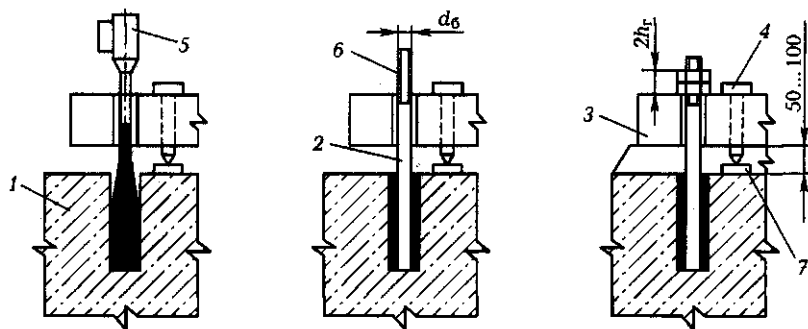


**Рис. 4.11.** Разметка осей и установка фундаментной плиты электрических машин большой мощности:

1 — подкладки; 2 — стальной клин; 3 — строительный уровень; 4 — гидростатический уровень; 5 — груз

грузоподъемность домкратов должна быть не менее 1,5-кратной монтажной массы оборудования. После окончательной выверки плиты, установленной на домкратах, производят подливку плиты, за исключением мест установки домкратов, которые выгораживают временной опалубкой. Подливку вибрационным способом производит строительная организация, наблюдение за тщательностью подливки ведут ответственные представители электромонтажной организации. После затвердевания подливки снимают домкраты и производят окончательную подливку фундаментной плиты в этих местах. Подливку принимают по акту, в котором должны быть указаны: состав бетонной смеси, количество пластифицирующих до-





**Рис. 4.12.** Установка анкерных болтов на эпоксидном клее для крепления электрических машин:

1 — фундамент; 2 — штанга перфоратора с коронкой; 3 — опорная плита машины; 4 — отжимный болт; 5 — воронка для заливки эпоксидным клеем; 6 — анкерный болт; 7 — бетонная подливка

бавок, температура бетонной смеси и воздуха во время подливки и вибрирования.

Далее затягивают фундаментную плиту и устанавливают подшипниковые стояки, предварительно прошедшие ревизию. Под подшипниковые стояки помещают металлические (регулируемые) и в необходимых случаях изоляционные прокладки.

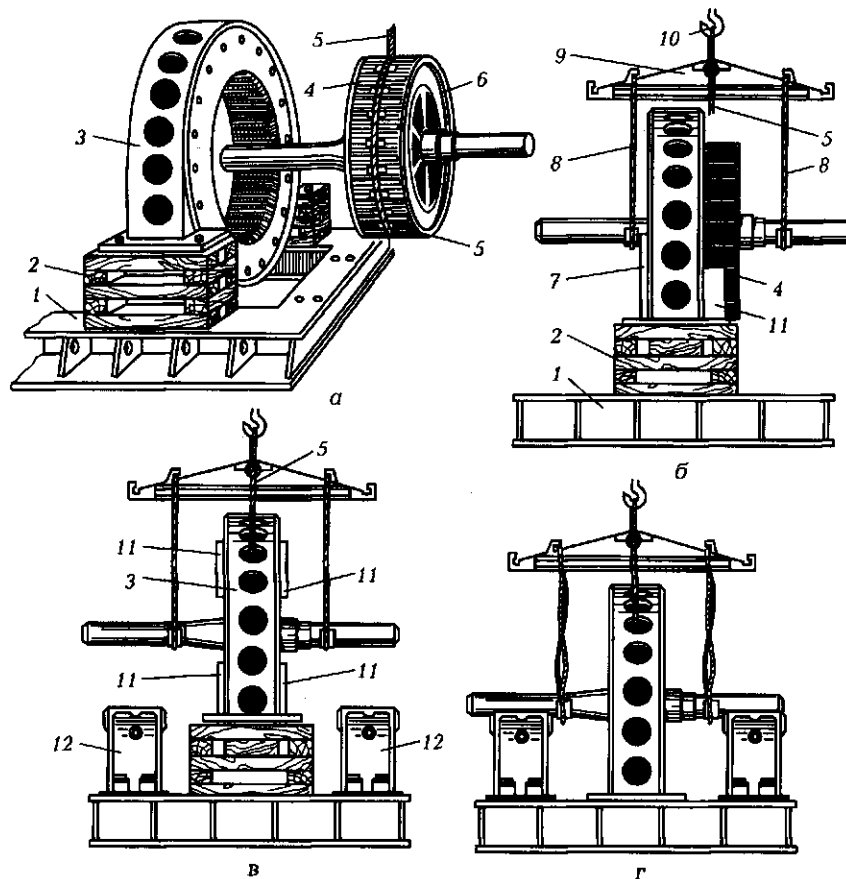
Сопротивление изоляции подшипниковых стояков по отношению к плите должно составлять не менее 0,5 МОм; при этом болты крепления стойки к плите должны быть затянуты до укладки валов в подшипники.

После установки вала ротора в подшипники специальным инструментом — шабером, которым удаляют выступающие неровности с поверхности баббитового вкладыша подшипника, подгоняют рабочую поверхность подшипникового вкладыша к шейке вала.

Для ввода ротора массой до 5...6 т в неразъемные статоры применяют приспособление, которое показано на рис. 4.13.

Ответственной операцией монтажа является центровка валов. Несоосность валов характеризуется относительным смещением их осей в радиальном и угловом направлениях. В крупных машинах валы имеют естественный прогиб, поэтому трудно добиться строгой параллельности торцовых плоскостей соединительных полумуфт.

При центровке валов допускают отклонения в радиальном и угловом направлениях в пределах 0,03...0,6 мм в зависимости от конструкции соединительной муфты.



**Рис. 4.13.** Ввод ротора большого диаметра в статор:

*а* — строповка ротора средним стропом; *б* — ввод ротора с перестроповкой; *в* — строповка и подъем статора и ротора; *г* — установка вала в подшипники и лап на плиту; 1 — плита; 2 — шпальная клетка; 3 — станина статора; 4 — ротор; 5 — средний строп; 6 — деревянная подкладка; 7 — временный упор вала; 8 — крайний строп; 9 — траверса; 10 — крюк грузоподъемного устройства; 11 — пакет электрокартона; 12 — подшипниковый стяжок

Выверку и регулировку воздушного зазора выполняют после окончательной центровки валов, а у машин постоянного тока с разъемным статором — после установки его верхней половины и скрепления последней болтами с нижней половиной. Для этого используют специальные и клиновые щупы (рис. 4.14). Воздушный зазор измеряют с обеих сторон ротора или якоря в следующих местах: у машин с неявно выраженными полюсами — в четырех

точках (при большом диаметре ротора — в восьми); у машин с явно выраженными полюсами — под каждым полюсом против середины полюсного башмака.

Допустимая разность между наибольшим и наименьшим значениями воздушных зазоров в процентах от среднеарифметического не должна превышать у машин: асинхронных и синхронных тихоходных — 10 %, быстроходных — 5 %, постоянного тока с петлевой обмоткой — 10 % (при зазоре до 3 мм) и 5 % (при зазоре более 3 мм), с волновой обмоткой эту разность увеличивают в 2...2,5 раза. Зазоры между якорем и добавочным полюсом не должны отличаться более чем на 5 %. Неравномерность воздушного зазора для всех электрических машин не должна превышать 10 %.

Воздушный зазор регулируют подбором соответствующих подкладок под лапы станины статора и его разворотом в поперечном направлении относительно продольной оси ротора или якоря.

Сушку обмоток машины производят в том случае, если при ревизии установлен низкий уровень изоляции, не допускающий включения ее без сушки.

Сушка обмоток может быть выполнена их нагревом: постоянным или переменным током от постороннего источника; горячим воздухом (обдув); потерями в стали (индукционным способом); током КЗ при пониженном напряжении (для генераторов).

Перед сушкой обмотки продувают чистым и сухим воздухом для того, чтобы осевшая пыль после разогрева и размягчения изоляции не прилипла к ее лаковой покровной пленке.

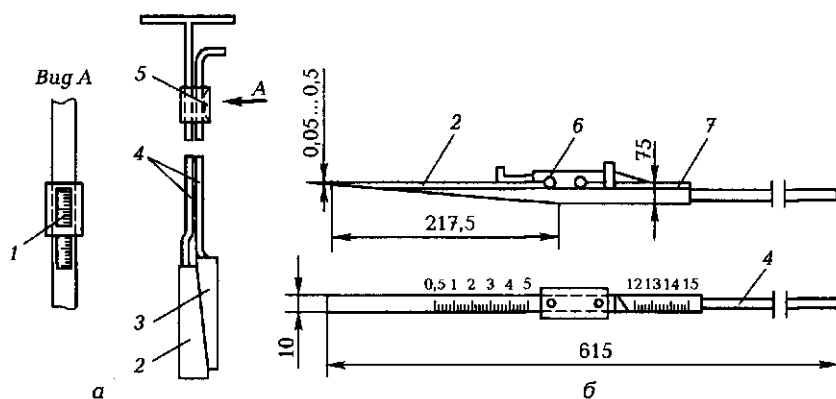


Рис. 4.14. Щупы:

а — специальный; б — клиновой; 1 — нониус; 2, 3 — клинья; 4 — стержни; 5 — обойма; 6 — движок; 7 — указатель

В процессе сушки термометром или термопарой непрерывно измеряют температуру обмоток и стали, не допуская повышения ее выше 75 °С. Температуру нагрева увеличивают постепенно — быстрый нагрев может вызвать разрывы в изоляции: при сушке крупных машин температуру увеличивают до 50 °С в течение 20 ч; наивысшая температура должна быть достигнута не ранее, чем через 30...40 ч.

Сушку обмоток считают законченной, если при установившейся температуре сопротивление изоляции и коэффициент абсорбции обмоток не изменяются в течение 6...7 ч.

Технологическая последовательность монтажных работ при установке машин большой мощности заключается: в распаковке и размещении частей машины на монтажной площадке в машинном зале; очистке частей машины от грязи и ржавчины, очистке поверхности фундамента; выверке в горизонтальной плоскости основания фундаментной плиты; установке подшипниковых стояков и изоляции от фундаментной плиты тех из них, для которых она предусмотрена предприятием-изготовителем; установке статора и ротора; сопряжении валов; подгонке подшипников и вкладышей, уплотнении подшипников; выполнении внутренних соединений машины; обработке коллектора и контактных колец; монтаже коммутирующих устройств (суппорта, траверс, щеток); проверке состояния изоляции и при необходимости контрольном прогреве или сушке; установке контрольных шпилек (конических штифтов) для надежного фиксирования положения станин и подшипниковых стояков; монтаже систем смазки и принудительной вентиляции.

Набор инструмента для монтажа электрических машин, поступающих в собранном или разобранном виде, приведен в табл. 4.15.

**Таблица 4.15. Механизмы, инвентарные приспособления, специальные инструменты и приборы для монтажа крупных и средних электрических машин (набор для бригады)**

Наименование	Число
Индикатор валовой с точностью измерений до 0,01 мм	1 шт.
Щуп клиновой для замера воздушных зазоров в электрических машинах	1 шт.
Щупы пластинчатые с длиной пластин:	
№ 1, 100 мм	1 шт.
№ 2, 100 мм	1 шт.

Продолжение табл. 4.15

Наименование	Число
№ 3, 100 мм	1 шт.
№ 4, 200 мм	1 шт.
№ 5, 100 мм	1 шт.
Линейка поверочная длиной 500 ... 750 мм	1 шт.
Линейка поверочная двутавровая длиной 1 000 ... 4 000 мм	1 шт.
Уровень гидростатический	1 шт.
Уровень рамный прецизионный с ценой деления 0,08 мм/м	1 шт.
Уровень с микрометрическим винтом с ценой деления 0,1 мм/м	1 шт.
Ключ со сменными головками (для больших гаек)	2 шт.
Набор инструмента 2216Б слесаря-монтажника	1 компл.
Нутромеры микрометрические с пределами измерений 50... 75, 75... 175 и 175... 600 мм	1 компл.
Микрометр МК с пределом измерений 0 ... 25 мм	1 шт.
Скобы индикаторные с пределом измерения 0... 1 000 мм	1 компл.
Тахометр магнитный ручной ИО-30 для измерения частот вращения от 25 до 10 000 мин <sup>-1</sup>	1 шт.
Виброметр ВИП-2 для измерения вибрации электрических машин	1 шт.
Мегомметр М4100: на 500 В, 500 МОм	1 шт.
на 1 000 В, 1 000 МОм	1 шт.
на 2 500 В, 2 500 МОм	1 шт.
Милливеберметр М1119	1 шт.
Динамометр ДГУ-0,01 с ценой деления 0,01 кгс	1 шт.
Домкраты гидравлические ДГО-20 грузоподъемностью 220 кН	4 шт.
Домкраты гидравлические с опорным кронштейном грузоподъемностью 50 кН	4 шт.
Домкраты гидравлические грузоподъемностью 100 кН	4 шт.

Окончание табл. 4.15

Наименование	Число
Домкраты клиновые грузоподъемностью 50 кН	10 шт.
Домкраты клиновые грузоподъемностью 100 кН	10 шт.
Электрошарошка планетарная С-721 для выравнивания поверхности фундамента	1 шт.
Бучарда пневматическая С-381 для выравнивания поверхности фундамента	1 шт.
Приспособление для развертывания отверстий полумуфт	1 компл.
Приспособление для проворачивания валов	1 компл.
Приспособление для центровки валов (с электромагнитным прижимом)	1 компл.
Приспособление для центровки валов (с ленточным прижимом)	1 компл.
Приспособление для центровки валов при наличии промежуточного вала	1 компл.
Приспособление для выемки роторов электрических машин массой до 6 т	1 компл.
Скобы центровочные разные	1 компл.
Устройства винтовые М24 × 1; М27 × 1; М30 × 1,5; М36 × 1,5; М42 × 1,5 для бесподкладочного монтажа (соответственно отверстиям в полках фундаментных плит)	По 1 компл. каждого размера

## 4.5. МОНТАЖ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Как правило, взрывозащищенные электродвигатели поступают с заводов-изготовителей в собранном виде вместе с технологическим оборудованием. Каждый электродвигатель поставляют с техническим паспортом и инструкцией по монтажу и эксплуатации.

Разборку электродвигателей при монтаже проводят в том случае, если обнаружен обрыв обмоток, или сопротивление их изоляции по отношению к корпусу, измеренное мегаомметром на 1 000 В,

ниже  $R = U / (1000 + 0,01N)$ , где  $U$  — номинальное напряжение, В,  $N$  — мощность электродвигателя, кВт.

Если сопротивление изоляции обмоток электродвигателя ниже нормы, осуществляют сушку обмоток со снятием вводного устройства для циркуляции воздуха независимо от срока отгрузки с завода-изготовителя.

После сушки проверяют плотность прилегания сопрягаемых деталей взрывонепроницаемых оболочек. Зазор должен быть не более указанного в заводской инструкции по монтажу и эксплуатации электродвигателя. Если электродвигатель не удовлетворяет этим требованиям, его нельзя использовать как взрывозащищенный.

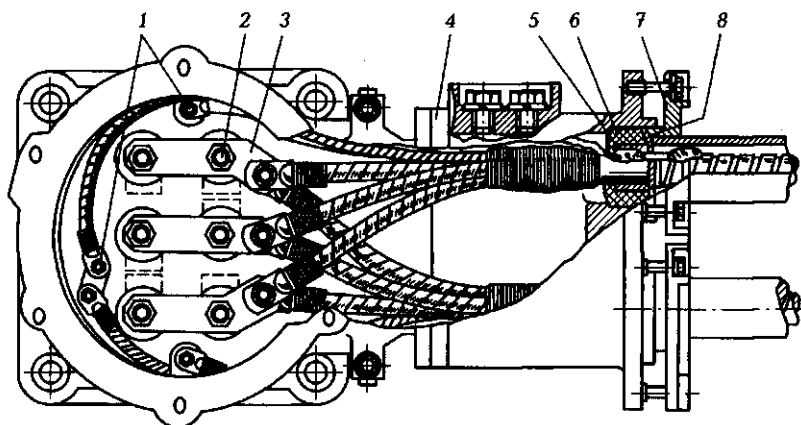
Электродвигатели серии ВАО на напряжение 380/660 В мощностью до 315 кВт имеют шесть типов вводных устройств К1... К6, которые допускают непосредственный ввод бронированных кабелей с бумажной изоляцией, кабелей и проводов в трубах с изоляцией жил из резины и поливинилхлоридного пластиката.

Устройства К5 и К6 электродвигателей ВАО 315... 450 имеют отверстия для ввода двух кабелей и отличаются друг от друга только диаметрами вводных отверстий (табл. 4.16). Вводные устройства крепят к фланцам электродвигателей четырьмя болтами и могут быть повернуты на 90°, т. е. установлены вводными отверстиями влево, вправо, вверх и вниз.

Внутри корпусов вводных устройств электродвигателей 0... 9-го габаритов установлено по три силовых проходных контактных зажима и один заземляющий зажим, у электродвигателей 315... 450-го габаритов — шесть силовых и два заземляющих зажима (рис. 4.15). Силовые зажимы соединены попарно контактными пластинами с отверстиями диаметром 10 мм, что позволяет присоединять к одной фазе по одной жиле каждого из двух вводимых кабелей. При этом контактные плоскости наконечников фазных жил одного

Таблица 4.16. Трубная резьба ввода электродвигателей серии ВАО

Габариты электродвигателя	Вводное устройство	Трубная резьба ввода, мм	Габариты электродвигателя	Вводное устройство	Трубная резьба ввода, мм
0, 1	К1	19	9	К4	65
2, 3	К1	25	315...354	К5	50 × 50
4...6	К2	32	355... 450	К6	50 × 65
7, 8	К3	50			



**Рис. 4.15.** Смонтированное вводное устройство электродвигателей ВАО 315 ... 450-го габаритов:

1 — заземляющий зажим; 2 — силовой зажим; 3 — контактная пластина; 4, 6 — кабельная и нажимная муфты; 5 — уплотнительное кольцо; 7, 8 — упорная и нажимная шайбы

кабеля должны быть повернуты на  $180^\circ$  по отношению к контактным плоскостям наконечников другого кабеля для присоединения наконечников одной фазы с двух сторон контактной пластины.

При вводе одного кабеля в электродвигатели серии ВАО315... 450 категорически запрещается снимать из второго вводного отверстия заводскую заглушку во избежание нарушения взрывозащищенных свойств вводного устройства. Вводные устройства электродвигателей серии ВАО маркировки В4Г и В4Д с 0-го по 9-й габариты — стальные сварные, расположены сверху электродвигателей и могут быть повернуты на  $90^\circ$ . Для электродвигателей 0...5-го габаритов используют вводное устройство типа К1; 6...9-го габаритов — К3. Ниже приведены трубные резьбы в нажимных муфтах вводных устройств для различных габаритов электродвигателей с маркировкой В4Г и В4Д:

Габариты электродвигателя .....	0...1	2...5	6...7	8...9
Трубная резьба ввода, мм .....	19	25	50	65

Перед вводом проводов и кабелей в электродвигатели сначала с корпуса вводного устройства снимают нажимную муфту, затем из гнезда кабельной муфты вынимают нажимную шайбу и удаляют надрезанные слои резинового кольца или сверлят в кольце отверстие по диаметру оболочки кабеля. Диаметр отверстия не должен превышать диаметра оболочки кабеля более, чем на



1 ... 1,5 мм (кольцо надевают на наружную оболочку кабелей марок ВВВ и АВВВ).

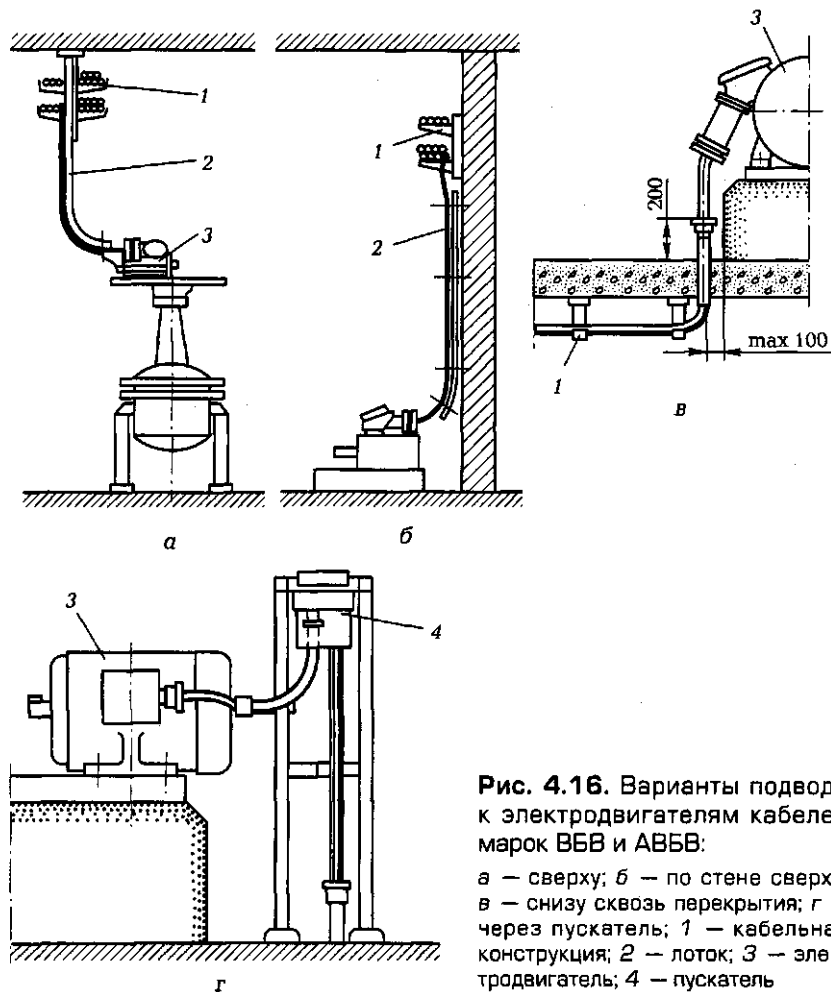
При вводе проводов в резиновое кольцо по меткам сверлят четыре отверстия диаметром, равным диаметру вводимого провода, и снимают крышку, отвернув торцовым ключом болты, крепящие ее к корпусу вводного устройства. При подводе к электродвигателям кабелей марок ВВВ и АВВВ от основной трассы их прокладывают открыто на перфорированных лотках или монтажных профилях без дополнительной защиты от возможных механических воздействий и независимо от высоты прокладки. Если расстояние от нижней муфты вводного устройства электродвигателя до места крепления кабеля на лотке не более 0,7 м, дополнительных креплений кабеля не делают, а при больших расстояниях ставят перфорированный лоток с прокладкой по нему кабеля. Варианты подвода кабелей марок ВВВ и АВВВ к электродвигателям приведены на рис. 4.16.

Открыто прокладываемые бронированные и небронированные кабели других марок с поливинилхлоридной, резиновой и бумажной изоляциями (например, ВВБГ; ВРБГ; СБГ и др.) при подводе к электродвигателям защищают от возможных механических воздействий на высоте не ниже 2 м от пола или площади обслуживания. Защиту кабеля осуществляют монтажными профилями, стальными коробами, водогазопроводными трубами. Длина жил кабелей, присоединяемых к зажимам электродвигателей, приведена в табл. 4.17.

При подводе к электродвигателям проводов или кабелей в трубах, выходящих из пола, трубы должны иметь привязку, указанную в проекте. После установки электродвигателей на место трубы доводят до вводного устройства и вводят на короткой резьбе в нажимную муфту. Защиту бронированных кабелей на участке между трубами, выходящими из пола, и вводным устройством электродвигателя можно выполнять монтажным профилем или стальным коробом.

При замере трубы нажимную муфту притягивают болтами до отказа к кабельной муфте (или корпусу вводного устройства у электродвигателей до 3-го габарита). Болты затягивают равномерно во избежание перекоса нажимной муфты и повреждения резьбы болтов.

Если диаметр подводимой трубы меньше диаметра отверстия в нажимной муфте вводного устройства, в нажимную муфту ввертывают переходную футорку. При выводе труб из пола они имеют разъемные соединения. Если кабель затянут в трубу до установки электродвигателя, разъемное соединение не собирают.



**Рис. 4.16.** Варианты подвода к электродвигателям кабелей марок ВВВ и АВВВ:

*а* — сверху; *б* — по стене сверху; *в* — снизу сквозь перекрытия; *г* — через пускатель; 1 — кабельная конструкция; 2 — лоток; 3 — электродвигатель; 4 — пускатель

К электродвигателям, которые установлены на основаниях, подверженных вибрации, подвод выполняют так:

во взрывоопасных зонах всех классов — гибкими переносными кабелями с резиновой изоляцией от пусковых аппаратов, установленных как у электродвигателей, так и в электропомещениях (без дополнительной защиты от механических повреждений);

во взрывоопасных зонах классов В-1б, В-1г — гибкими проводами в водогазопроводных трубах с переходом на резиновые напорные рукава при условии их соответствия окружающей среде (пары бензина, бензола и т.п.);

Таблица 4.17. Длина секторных жил (мм) для присоединения к электродвигателям серии ВАО 315...450-го габаритов

Площадь сечения жил, мм <sup>2</sup> (тип жил)	Крайняя жила			Средняя жила			Нулевая жила		
	Наконечник								
	мед-ный	медно-алюми-ниевый	алю-мини-евый	мед-ный	медно-алюми-ниевый	алю-мини-евый	мед-ный	медно-алюми-ниевый	алю-мини-евый
25 (С, СО)	280	270	275	270	260	265	260	250	255
35 (С, СО)	275	270	270	265	260	265	255	250	255
50 (С, СО)	265	255	270	255	245	260	245	235	250
70 (С)	260	250	255	250	240	245	240	230	235
70 (С)	—	255	260	—	245	250	—	235	240
95 (С, СО)	255	245	250	245	235	240	235	225	230
120 (С, СО)	255	240	245	245	230	235	235	220	225
150 (С)	—	240	245	—	230	235	—	220	225

Примечание. Буквенные обозначения: С — секторная многопроволочная, СО — секторная однопроволочная.

во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1 — гибкими проводами в водогазопроводных трубах с переходом на герметичные металлорукава типа Р1-Ц-А и Р11-Ц-А.

Для соединения герметичных металлорукавов с электродвигателями и аппаратами в отверстие вводного устройства ввинчивают штуцеры или к трубе привинчивают накидную гайку металлорукава.

## 4.6. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Наиболее распространенными видами подъемно-транспортного оборудования в цехах промышленных предприятий являются мостовые краны.

Краткие сведения и технические характеристики некоторых из них приведены ниже.

### Краны мостовые электрические опорные грузоподъемностью 80/20 т с нормальной и увеличенной высотой подъема

Краны предназначены для операций по перемещению штучных грузов в заготовительных, механических и сборочных цехах.

Режимы работы — легкий, средний и тяжелый.

Основные узлы крана (рис. 4.17): мост, механизм передвижения, тележка, передвигающаяся на рельсах по верхнему поясу моста, кабина. Кран с увеличенной высотой подъема имеет удлиненные барабаны, увеличенные колею тележки, базу и ширину.

Питание кранов и тележек — от сети переменного тока троллейми. Управление — из кабины.

#### Технические характеристики крана

Режим работы .....	Легкий	Средний	Тяжелый
Грузоподъемность крюков, т:			
главного .....	80	80	80
вспомогательного .....	20	20	20
Пролет, $L_k$ , м .....	10...34	10...34	16...34
Высота подъема, м:			
главного .....	25; 32	25; 32	20
вспомогательного .....	27; 34	27; 34	22
Скорость, м/с (м/мин):			
подъема:			
главного .....	0,027(1,6)	0,075(4,5)	0,1(6)
вспомогательного .....	0,2(12,5)	0,2(12,5)	0,2(11,5)
передвижения:			
тележки .....	0,2(12,5)	0,53(32)	0,74(44,5)
крана .....	0,53(32)	1,33(80)	1,28(74)
Мощность электродвигателей механизмов, кВт:			
подъема:			
главного .....	40	80	100
вспомогательного .....	45	45	60
передвижения:			
тележки .....	5	15	15
крана .....	15	32	44
Масса, т .....	80...150	85...155	100...145

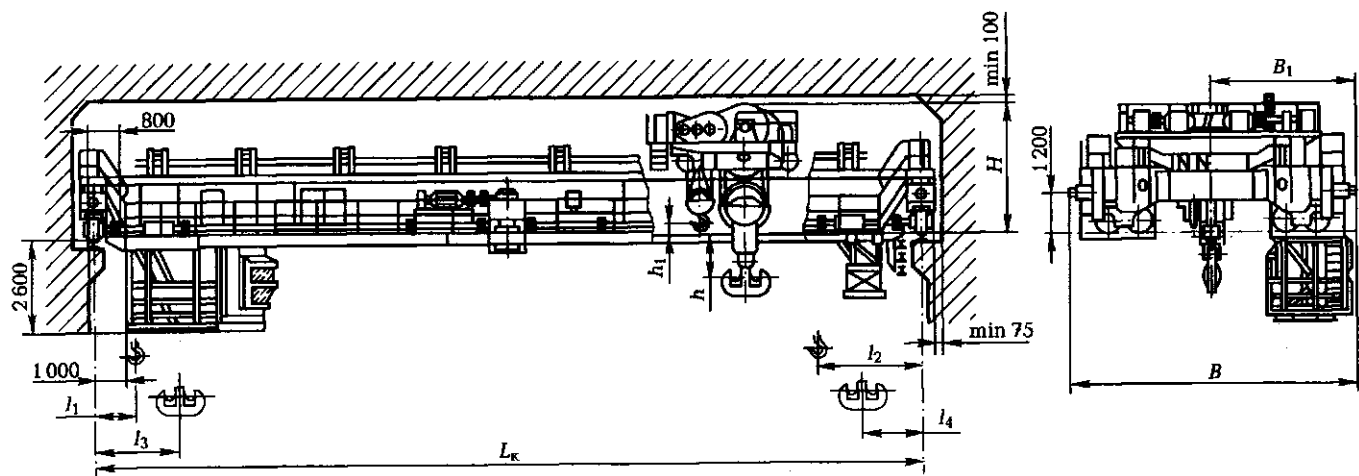
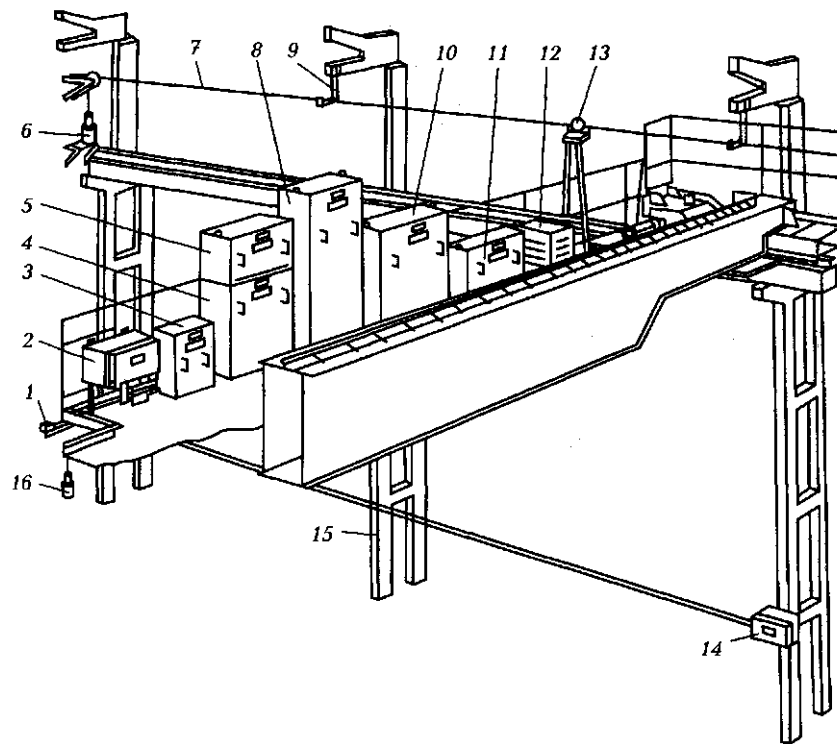


Рис. 4.17. Краны мостовые электрические опорные грузоподъемностью 80/20 т с нормальной и увеличенной высотой подъема

## Краны мостовые электрические грузоподъемностью 5...50 т с дистанционным управлением

Дистанционным управлением могут быть оснащены краны мостового типа для работы в разных отраслях промышленности независимо от их назначения, имеющие три, четыре и пять механизмов грузоподъемностью 5...50 т.

Установки дистанционного управления используются для управления кранами, работающими в цехах с окружающей средой не



**Рис. 4.18.** Размещение аппаратуры дистанционного управления на мостовом электрическом кране общего назначения:

1 — антенна приемная; 2 — радиоприемник команд управления; 3 — блок питания и переключения; 4 — блок коммутации; 5 — блок приемников; 6 — груз натяжения; 7 — линия связи; 8 — магнитный контроллер; 9 — поддерживающий крюк; 10 — блок коммутации силовой; 11 — блок реверсоров; 12 — ящик резисторов; 13 — съемник сигналов управления; 14 — блок питания и усиления; 15 — пост подключения; 16 — сигнальная лампа

взрывоопасной, не содержащей агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, в цехах с загазованной и запыленной средой, не насыщенной токопроводящей пылью.

Размещение аппаратуры дистанционного управления на мостовом электрическом кране общего назначения показано на рис. 4.18.

### **Краны мостовые электрические опорные грузоподъемностью 5, 10 и 16 т во взрывобезопасном исполнении**

Краны предназначены для работы во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб и В-Iг, в которых имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси категории 1 группы Т1.

Температура окружающей среды должна быть не выше 35 °С.

Режим работы — легкий.

Конструкции моста, тележки, механизма передвижения и кабины принципиально не отличаются от обычного исполнения (рис. 4.19). Оборудование изготавливается таким, чтобы при эксплуатации избежать возникновения искр. В рамах тележки окна в настиле для прохода канатов облицованы по всему периметру листовой латунью; щитки для сбрасывания посторонних предметов с подкрановых и подтележечных рельсов окаймлены текстолитом; рабочие поверхности буферов крана и тележек облицованы текстолитом; головки заклепок, соединяющих тормозные обкладки с тормозными колодками, углублены в обкладку на половину ее толщины. Все это сделано для предотвращения образования искры при трении металла о металл.

Электрооборудование выполнено так, что при взрыве внутри аппаратов взрыв не сможет распространиться наружу.

Заземление осуществлено при помощи специальной жилы в гибком кабеле токоподвода, заземление корпусов электрооборудования — при помощи стальных или медных мостиков.

Реле максимального тока и плавкие вставки предохранителей выбраны на наименьший возможный ток. Концы трубопроводов при вводе в корпус электрооборудования заливают слоем компаундной массы. Все жилы кабелей и проводов не имеют спаек.

Питание током крана и тележки осуществляют гибким подвесным кабелем. Управление производят из кабины.

## **4.7. МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ**

---

До начала работ по монтажу электрооборудования мостовых и других кранов, цеховых троллейных токопроводов, а также до начала производства электромонтажных работ, выполняемых с действующего мостового крана, мастер (прораб) обязан провести текущий инструктаж, в котором должен разъяснить и показать:

- порядок прохода к крану и подъем на него;
- порядок подъема и спуска электрооборудования, изделий и материалов на кран;
- характер и безопасные методы выполнения электромонтажных работ;
- наличие опасных зон, открытых проемов и т. п.;
- наличие действующих кранов и меры предосторожности;
- наличие важнейших плакатов по технике безопасности;
- порядок производства работ на высоте;
- места и порядок подключения электросварочного трансформатора, рабочего освещения, электроинструмента;
- порядок подачи сигналов при опробовании и передвижении кранов;
- устройство настила и ограждений на мосту крана;
- порядок прохода в подвесную люльку и работы с нее;
- месторасположение телефона и порядок вызова скорой медицинской помощи, пожарной охраны, начальника участка (управления).

Для сокращения объема работ на высоте при монтаже электрооборудования крана необходимо максимальный объем работ выполнить на земле (первый этап). К выполнению работ по первому этапу можно приступить лишь после того, как мост будет надежно установлен на выкладки и механомонтажная организация даст разрешение на выполнение электромонтажных работ (ЭМР) параллельно с механомонтажниками. Без разрешения механомонтажной организации производство электромонтажных работ на мосту крана не допускается. После подъема и установки крана на подкрановые пути разрешается приступить ко второму этапу ЭМР, при этом кабину крана со смонтированным электрооборудованием механомонтажная организация должна подвесить и закрепить на мосту, а также закончить монтаж всех постоянных ограждений, переходов, лестницы, мостиков, настилов и т. п.

Подмости и вышки, временно устанавливаемые на мосту крана, а также люльки, подвешиваемые к мостовым кранам, должны быть



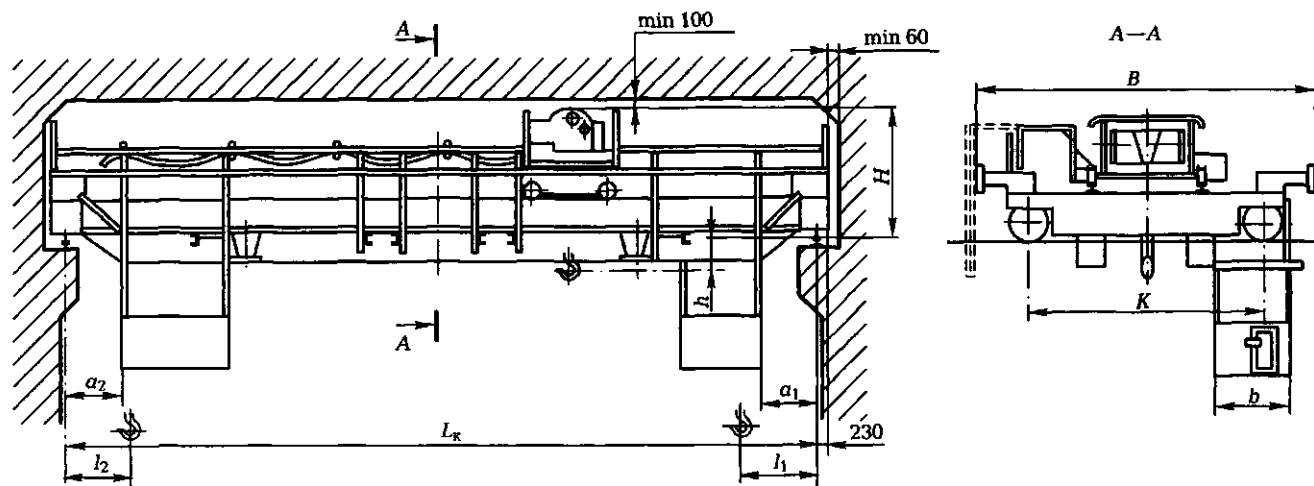


Рис. 4.19. Краны мостовые электрические опорные грузоподъемностью 5, 10 и 16 т во взрывобезопасном исполнении

типовыми и закреплены так, чтобы возможность смещения или падения их при передвижении крана была исключена.

Расстояние от установленных на мосту крана подмостей, вышек или люлек до ферм, колонн и других выступов строительных конструкций должно быть не менее 100 мм.

Подъем грузов на кран производится только механизмами, поднимать груз на веревке запрещается. Мелкие грузы следует поднимать в контейнерах. Поднятый груз укладывают на сплошной настил так, чтобы не загромождать проходы. Опасную зону под краном ограждают и вывешивают плакаты: «Путь закрыт! Работают люди». Категорически запрещается допускать к месту монтажа посторонних лиц.

Особенно опасна работа в пролетах цехов с действующими кранами, где возможен наезд их на людей в зоне монтажа. Поэтому бригаде монтажников разрешается приступать к работе только после получения наряда-допуска. С обоих концов выделенного участка кранового пролета на подкрановых путях вывешиваются знаки безопасности и устанавливаются упоры и линейки, действующие на остановку эксплуатируемых кранов. Главные цеховые троллеи отключают или ограждают сплошными козырьками, исключающими возможность прикосновения к токоведущим частям. Категорически запрещается членам монтажной бригады выходить за ограждения на подкрановые пути и фермы, самовольно отлучаться из бригады или расширять границы рабочей зоны.

При монтаже троллеев с передвижной лестницы-площадки, закрепляемой к подкрановым путям, рабочим часто приходится подниматься на подкрановые пути и передвигать площадку на новое место. Чтобы избежать падения, следует на все время работы прикрепляться карабином предохранительного пояса к страховочному тросу.

Электрифицированный инструмент, применяемый в монтажных операциях, должен быть напряжением не выше 42 В, переносные электролампы — не выше 12 В. Не допускается использовать для временного электропитания монтируемые цеховые троллеи.

Аппараты управления грузоподъемной машиной должны быть выполнены и установлены таким образом, чтобы управление было удобным и не затрудняло наблюдение за грузозахватным органом и грузом, а направление движения рукояток, рычагов и маховиков было рациональным и по возможности соответствовало направлению движений.

Направление вызываемых движений должно быть указано на этих механизмах и аппаратах в виде штампованных (литых) надписей и стрелок.

Отдельные положения рычагов, рукояток или маховиков управления должны фиксироваться и иметь обозначения.

Кнопки для реверсивного пуска каждого механизма должны иметь блокировку, исключающую одновременное включение реверсивных контакторов.

Пусковые аппараты ручного управления (контроллеры, рубильники), применяемые на грузоподъемных машинах, управляемых с пола, должны иметь устройство для самовозврата в нулевое положение. При использовании в этих случаях контакторов удержание их во включенном положении должно быть возможным только при непрерывном нажатии на пусковую кнопку.

Подвеска аппаратов управления должна производиться на стальном тросике такой длины, которая позволяла бы лицу, управляющему механизмом, находиться на безопасном расстоянии от поднимаемого груза. При расположении аппарата управления ниже 0,5 м от пола его следует подвешивать на крючок, укрепленный на тросике, на высоте от 1 до 1,5 м.

У грузоподъемных машин с электрическим приводом при контроллерном управлении включение контактора защитной панели должно быть возможно только в том случае, если все контроллеры находятся в нулевом положении.

Контакты нулевой блокировки магнитных контроллеров с индивидуальной нулевой защитой могут не включаться в цепь контактора защитной панели (вводного устройства).

В этом случае в кабине управления должна быть установлена световая сигнализация, указывающая о включении или отключении магнитного контроллера.

Кабина управления краном, аппаратные кабины и машинное помещение должны иметь электрическое освещение.

Освещение на грузоподъемных машинах с электрическим приводом при отключении электрооборудования грузоподъемной машины должно оставаться включенным.

Цепи освещения и сигнального прибора, включенные до вводного устройства, должны иметь собственный выключатель.

Электрические отопительные приборы, устанавливаемые в кабине грузоподъемной машины, должны быть безопасны в пожарном отношении, а их токоведущие части ограждены. Электрические отопительные приборы должны присоединяться к электрической сети после вводного устройства. Корпус отопительного прибора должен быть заземлен.

Установка в кабине управления грузоподъемной машины пусковых реостатов электродвигателей не разрешается.

Краны с электрическим приводом при питании от внешней сети металлоконструкции, а также все металлические части электрооборудования (корпуса электродвигателей, кожухи аппаратов, металлические оболочки проводов и кабелей, защитные трубы и т. п.), не входящие в электрическую цепь, но могущие оказаться под напряжением вследствие порчи изоляции, должны быть заземлены в соответствии с Правилами устройства электроустановок.

Корпус кнопочного аппарата управления грузоподъемной машины, управляемой с пола, должен быть выполнен из изоляционного материала либо заземлен не менее чем двумя проводниками.

Концевой выключатель механизма подъема должен быть установлен так, чтобы после остановки грузозахватного органа при подъеме без груза зазор между грузозахватным органом и упором был у электроталей не менее 50 мм, а у всех других грузоподъемных машин — не менее 200 мм.

Концевой выключатель механизма передвижения должен быть установлен таким образом, чтобы отключение его двигателя происходило на расстоянии до упора, равном не менее половины пути торможения механизмов, а у козловых кранов и мостовых перегружателей — не менее полного пути торможения. При установке взаимных ограничителей хода механизмов передвижения мостовых и консольных передвижных кранов, работающих на одном пути, указанное расстояние может быть уменьшено до 0,5 м. Путь торможения механизма должен быть указан заводом-изготовителем в его паспорте.

Краны мостового типа должны быть оборудованы устройством для автоматического снятия напряжения с крана при выходе его на галерею. У кранов, работающих в помещении, троллейные провода напряжением не более 36 В при этом могут не отключаться.

У мостовых кранов, вход на которые предусмотрен через галерею моста, такой блокировкой должна быть оборудована дверь входа на галерею.

Дверь для входа в кабину управления грузоподъемной машины с посадочной площадки должна быть снабжена электрической блокировкой, не позволяющей начать передвижение при открытой двери.

Краны мостового типа должны быть оборудованы ограничителями грузоподъемности, когда возможна их перегрузка по технологическим причинам. Необходимость оборудования крана ограничителем должна указываться при заказе на кран.

Ограничитель грузоподъемности крана мостового типа не должен допускать перегрузку его более чем на 25 %.

У кранов с электроприводом переменного тока при обрыве любой из трех фаз должен отключаться привод механизма подъема груза и стрелы.

При отключении электродвигателя подъема груза или стрелы должно сниматься напряжение с катушек электромагнита тормоза или обмоток двигателя гидротолкателя.

Контакты приборов и устройств безопасности (концевых выключателей, блокировки люка, двери кабины, аварийного выключателя и т. п.) должны работать на разрыв электрической цепи.

Краны, грузоподъемность которых изменяется с изменением вылета, должны быть снабжены указателем грузоподъемности, соответствующей установленному вылету. Шкала указателя грузоподъемности должна быть отчетливо видна с рабочего места крановщика.

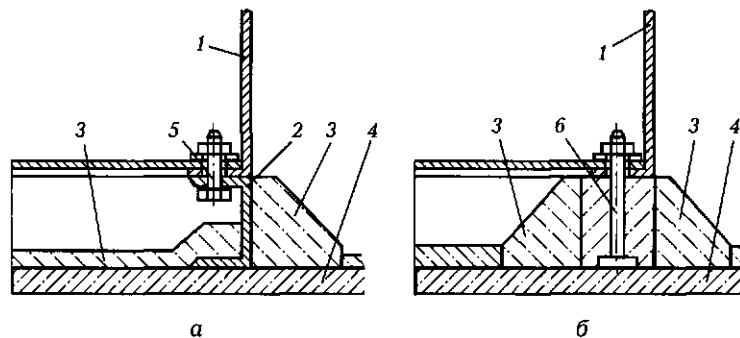
При градуировании шкалы указателя грузоподъемности необходимо замер вылета производить на горизонтальной площадке с грузом на крюке, соответствующем данному вылету, а нанесение отметки на шкале производить после снятия груза.

## МОНТАЖ АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ, ЗАЩИТЫ И КОММУТАЦИИ

### 5.1. МОНТАЖ ПУСКРЕГУЛИРУЮЩИХ АППАРАТОВ

Монтаж устройств управления. Шкафы автоматизации и устройств управления можно монтировать на бетонном основании и металлическом перекрытии. Шкафы устанавливают на специальных опорных стальных рамах, которые изготавливают из швеллеров № 10...14. Размер опорных рам определяется размерами и формой основания шкафа. Опорные рамы устанавливают горизонтально по уровню, а монтируемые на них шкафы выверяют по отвесу.

При установке опорных рам на бетонном основании (рис. 5.1, а) осуществляют подливку одной полки швеллера бетоном. Шкаф крепится к верхней полке швеллера с помощью сквозных болтов с гайками. В ряде случаев основание шкафа крепится к опорной



**Рис. 5.1.** Пример установки шкафа устройства управления:  
а — на опорной раме; б — с помощью анкерных болтов; 1 — шкаф; 2 — опорная рама; 3 — бетон; 4 — бетонное основание; 5 — болт; 6 — анкерный болт

раме с помощью загнутых (крюкообразных) шпилек, исключающих необходимость сверления и подгонки установочных отверстий в раме.

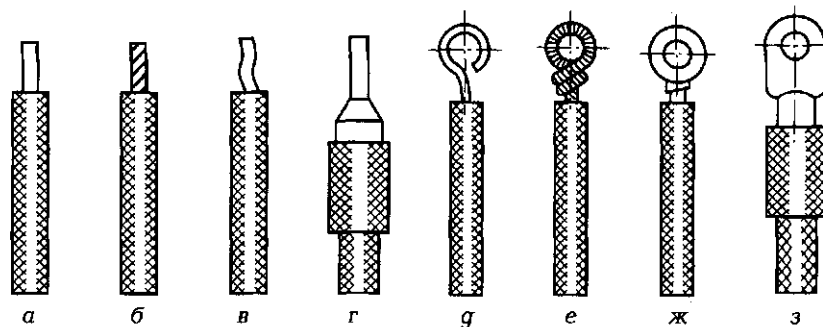
Есть вариант крепления шкафов на бетонном основании с помощью анкерных болтов (рис. 5.1, б). В этом случае анкерный болт устанавливается головкой на бетонном основании и по разметке периметра шкафа производится подливка бетонного бордюра высотой 80...100 мм. После затвердевания бетона на него устанавливается шкаф и производится затяжка гаек.

Электрические аппараты в шкафу нужно устанавливать таким образом, чтобы любая их часть была расположена не ниже 400 мм и не выше 2 000 мм от уровня пола, на котором в нормальных условиях должен находиться обслуживающий персонал. Исключения составляют аппараты и устройства, к которым не требуется систематического доступа, например клеммники и тому подобные аппараты, которые можно устанавливать не ниже 200 мм от уровня пола.

Однотипные аппараты группируют в горизонтальные ряды в порядке возрастания их позиционных обозначений на принципиальной электрической схеме слева направо и сверху вниз. Группировку аппаратов, особенно при сложной схеме управления, можно производить также по признакам их функциональной принадлежности. Чувствительные аппараты (например, слаботочные и тепловые реле и др.) во избежание их разрегулирования или самоотключения нельзя устанавливать рядом с мощными пускателями, контакторами и автоматами, так как включение или отключение последних сопровождается появлением значительных сил и ударов, вызывающих нежелательную вибрацию соседних аппаратов. Аппараты, чувствительные к ударам и вибрации, можно устанавливать на отдельных панелях.

Монтаж проводов в шкафах защиты и устройств управления может осуществляться следующими способами: в коробах, рядовой укладкой, жгутом и перекрестным способом. Наибольшее применение на промышленных предприятиях получил монтаж жгутом, позволяющий изготавливать жгут до его укладки на панели.

В целях обеспечения надежного присоединения проводов к зажимам электроаппаратов, клеммных наборов и других устройств или для качественной пайки проводов к контактными лепесткам слаботочной и электронной аппаратуры, определяющей надежный электрический контакт, концы проводов соответствующим образом обрабатывают, т. е. оконцовывают (рис. 5.2).



**Рис. 5.2.** Оконцевание проводов:

*а...г* — под плоский зажим в виде стержня (*а* — жесткого провода; *б* — гибкого провода с лужением жилы; *в* — то же, с опрессовкой жилы; *г* — с помощью кабельного наконечника в точного исполнения); *д...з* — под винтовой зажим в виде кольца (*д* — жесткого провода; *е* — гибкого провода; *ж* — с применением кольцевого наконечника; *з* — с помощью кабельного наконечника кольцевого исполнения)

Способ оконцевания проводов зависит от их сечения и метода присоединения к электрическим аппаратам. Жесткие провода сечением до  $6 \text{ мм}^2$  и гибкие провода сечением до  $2,5 \text{ мм}^2$  могут быть оконцованы без применения кабельных наконечников. В этом случае под плоский зажим провод оконцовывают в виде стержня — с конца провода снимают изоляцию на длине 10 мм от края, жилу гибкого провода скручивают в стержень и лудят или опрессовывают. Опрессовку можно производить с помощью пресс-клещей, в которых закреплены гребенчатая матрица и пуансон (см. подразд. 3.5).

Гибкие провода сечением  $\geq 4 \text{ мм}^2$ , а также жесткие провода сечением  $\geq 10 \text{ мм}^2$  необходимо оконцовывать кабельными наконечниками, тип которых выбирается в зависимости от конструкции зажима.

Для присоединения проводов пайкой к контактным лепесткам или штырям разъема провод оконцовывают в виде стержня. При этом изоляцию снимают на длине 6...8 мм от края, жилу гибкого провода скручивают и лудят (см. подразд. 3.6).

Кабели с медными и алюминиевыми жилами применяют в основном для цепей управления и сигнализации и силовых цепей.

В соответствии с технологическими инструкциями к кабельным проводкам предъявляют определенные требования. Радиусы внутренней кривой изгиба кабелей должны иметь кратность по отношению к наружному диаметру кабеля не менее: кабели с бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке, бронированные и небронированные — 15; кабели с резиновой изо-



ляцией в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке бронированные — 10, небронированные — 6.

Кабели с нормально пропитанной бумажной изоляцией на вертикальной или круто наклоненной трассе без применения специальных устройств допускается прокладывать с разностью уровней между высшей и низшей точками расположения кабеля не более, м: со свинцовой оболочкой бронированные — 25; со свинцовой оболочкой небронированные — 20; с алюминиевой оболочкой бронированные и небронированные — 25. Для кабелей с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией жил разность уровней не регламентируется.

## **5.2. МОНТАЖ КОММУТАЦИОННЫХ И ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ**

При подготовке к монтажу электроаппаратов проводят их ревизию. Аппараты полностью расконсервируют, очищают и протирают от пыли, труднодоступные места продувают сжатым воздухом. После этого добиваются одновременного касания подвижных и неподвижных контактов и плотности прилегания контактных поверхностей, проверяют начальное и конечное контактные нажатия, растворы и провалы контактов, измеряют переходное сопротивление контактов.

Результаты проверок сравнивают с техническими данными, указанными в паспортах аппаратов или инструкциях по монтажу. При получении данных, отличающихся от заводских, выполняют необходимую регулировку.

С помощью мегомметра на 500 ... 1 000 В измеряют сопротивление изоляции, которое должно быть не ниже 0,5 МОм.

Приводы автоматов и контакторов проверяют многократным включением при номинальном и пониженном до 90 % напряжении. Перед отключением аппаратов напряжение снижают до 80 %, кратность отключения увеличивают до 10.

В процессе проверок не должно быть отказов и других нарушений работы аппаратов.

Контактное нажатие регулируют изменением сжатия контактных пружин. Во многих аппаратах для этого изменяют длину пружин с помощью регулировочных винтов или гаек. В аппаратах врубного типа контактное нажатие, оцениваемое усилием вытягивания ножей из губок, регулируют подбором пружин с различным усили-

ем и отчасти величиной изгиба губок и изменением толщины ножа в допустимых пределах.

Начальное контактное нажатие измеряют в отключенном состоянии аппарата. Для этого с помощью петли и динамометра оттягивают контакт от контактодержателя, сжимая контактную пружину.

Плотность соприкосновения контактов проверяют щупом толщиной 0,05 мм. При точечном контакте щуп не должен проникать между контактами. Глубина проникновения щупа в линейный контакт должна быть не более 1/3 длины контактной линии. В плоскостный контакт щуп не должен проникать глубже чем на 1/3 ширины контактной площадки. Малое нажатие влечет за собой перегрев контактов, большое — препятствует их включению.

## Переключатели, рубильники, предохранители и блоки

Переключатели, рубильники, предохранительные блоки монтируют на распределительных щитах и распределительных пунктах (шкафах). Эти аппараты устанавливают по уровню и отвесу. Затяжку гаек и винтов производят до отказа усилием не более 150 Н и без рывков.

Плотность соприкосновения контактного ножа со стойкой проверяют щупом толщиной 0,05 мм.

В случае прохода щупа более чем на 1/3 контактной поверхности необходимо устранить причины перекоса. Контактные ножи аппаратов при включении должны касаться контактных стоек с обеих сторон по всей линии. При этом подпружинивание контактных губок стоек при входе в них ножа должно быть хорошо заметно на глаз.

Все трущиеся части смазывают техническим вазелином или специальной смазкой.

При монтаже *закрытые патроны предохранителей* ПН-2, установленные в вертикальном положении, не должны выпадать из контактных стоек при приложении к ним усилия, равного 30 Н для предохранителей на 40 А; 40 Н — 100 А; 45 Н — 250 А; 50 Н — 400 А; 60 Н — 600 А.

При установке патрона-предохранителя в контактные стойки плотность их соприкосновения проверяют щупом толщиной 0,05 мм между колпачком патрона и губками стоек.

## Магнитные пускатели, автоматические выключатели, контакторные станции управления

Магнитные пускатели предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором напряжением до 500 В, а также для защиты электродвигателей от перегрузок и минимального напряжения (ниже 85 % номинального). Управление пускателем осуществляется кнопками.

В зависимости от мощности подключаемого электродвигателя магнитные пускатели напряжением 380 В делят на шесть величин соответственно: на 2; 10; 17; 30; 55 и 75 кВт. Кроме того, они бывают реверсивные и нереверсивные.

Защита двигателей от перегрузок осуществляется тепловыми реле: с самовозвратом или с ручным возвратом.

Магнитные пускатели выпускают различных серий и исполнений.

Основные технические данные пускателей наиболее распространенных серий приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Магнитные пускатели

Тип	Размеры, мм			Масса, кг	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
	Высота	Глубина	Ширина			Высота	Глубина	Ширина	
ПМЕ021	150	132	190	1,5	ПМЕ111	68	86	84	0,55
ПМЕ051	150	132	190	1,5	ПМЕ113	68	86	84	0,55
ПМЕ081	150	132	190	1,5	ПМЕ211	102	90	118	1,15
ПМЕ022	150	132	190	1,75	ПМЕ212	195	126	126	1,7
ПМЕ052	150	132	190	1,75	ПМЕ213	205	155	130	3,2
ПМЕ082	150	132	190	1,75	ПМЕ214	205	155	180	2,6
ПМЕ031	150	136	290	2,0	ПМЕ221	143	153	210	2,1
ПМЕ061	150	136	290	2,0	ПМЕ222	155	153	285	2,7
ПМЕ091	150	136	290	2,0	ПМЕ223	255	181	275	5,0
ПМЕ032	150	136	290	2,3	ПМЕ224	255	181	275	5,4
ПМЕ062	150	136	290	2,3	ПМЕ231	163	160	200	2,3
ПМЕ092	150	136	290	2,3	ПМЕ232	175	163	275	3,0

Окончание табл. 5.1

Тип	Размеры, мм			Масса, кг	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
	Высота	Глубина	Ширина			Высота	Глубина	Ширина	
ПМЕ233	275	188	275	5,2	ПАЕ511	200	160	330	6,4
ПМЕ234	275	191	275	5,6	ПАЕ512	200	160	330	7,2
ПМА2100	91	118	162	1,3	ПАЕ513	390	170	310	12,8
ПМА2101	91	148	162	1,8	ПАЕ514	390	170	335	13,6
ПМА2200	98	118	162	1,75	ПАЕ611	230	180	345	8,9
ПМА2201	98	148	162	2,2	ПАЕ612	230	180	345	9,7
ПМА3100	91	118	162	1,5	ПАЕ613	435	185	340	18,3
ПМА4100	110	138	162	2,4	ПАЕ614	435	185	355	19,3
ПМА5100	125	138	220	3,1	П6111	64	85	74	0,56
ПМА6100	143	158	230	4,8	П6112	92	93	138	1,1
ПАЕ311	120	120	195	2,2	П6113	96	97	182	1,6
ПАЕ312	120	120	265	2,7	П6115	182	95	225	3,0
ПАЕ313	245	120	195	4,5	П6121	100	108	146	1,1
ПАЕ314	245	120	265	5,0	П6122	127	141	235	1,7
ПАЕ411	190	132	265	4,5	П6123	96	120	220	2,6
ПАЕ412	190	132	265	5,3	П6131	135	119	238	1,8
ПАЕ413	345	132	265	9,4	П7132	133	135	235	2,7
ПАЕ414	345	132	270	10,2	П6133	230	128	236	3,8

Магнитные пускатели устанавливают вертикально по отвесу в силовых распределительных сборках, распределительных щитах или отдельно на конструкциях, прикрепляемых к стенам, колоннам и т. п. При этом отклонения по вертикали допускаются не более 5°. Поверхность контактов пускателя осматривают после опробования его под нагрузкой, а в случае появления на ней наплывов обрабатывают напильником. Смазывать контакты пускателя маслом не допускается.

Размеры раствора, провала и нажатия главных и вспомогательных контактов проверяют и регулируют в соответствии с указаниями предприятий-изготовителей.

Перед включением в работу у реверсивных магнитных пускателей тщательного проверяют работу блокировки, предотвращающей возможность одновременного включения силовых контактов прямого и обратного хода.

## Автоматические выключатели серий А, АЕ, Э, АВМ, ВА51, ВА51Г

Автоматические выключатели предназначены: для установки в электрических цепях напряжением до 600 В переменного тока частотой 50, 60 Гц, до 380 В переменного тока частотой 400 Гц и до 440 В постоянного тока, в том числе для встраивания в комплектные устройства; проведения тока в нормальном режиме и отключения тока при коротких замыканиях и перегрузках, при недопустимых снижениях напряжения; оперативных включений и отключений электрических цепей с частотой до 30 циклов в час; защиты от токов перегрузки, короткого замыкания; отключения при недопустимых снижениях напряжения; пусков и отключений асинхронных двигателей с частотой до 30 циклов в час (табл. 5.2, 5.3).

Таблица 5.2. Автоматические выключатели

Серия	Тип	Номиналь- ный ток, А	Число полюсов	Размеры, мм		
				Ширина	Длина	Высота
А3700 (стационар- ное исполнение)	А3720	250	3	150	160	320
	А3730	400	3	225	165	400
	А3740	630	3	225	190	500
А3700 (выдвижное исполнение)	А3710В	160	3	186	350	346
	А3720В	250	3	224	350	346
	А3730В	400	3	300	395	416
	А3740В	630	3	300	395	518
АЕ1000	АЕ1111	25	1	90	21	77
	АЕ1121	25	1	90	21	77
	АЕ1211	25	1	90	21	77
	АЕ1221	25	1	90	21	77
	АЕ1311	25	1	90	21	77
	АЕ1321	25	1	90	21	77
АЕ2000	АЕ2010	10	3	56	102	102
	АЕ2030	25	3	75	145	107,5
	АЕ2040	63	3	75	207	115
	АЕ2050	100	3	112	211	122
«Электрон» (стационарное исполнение)	Э06	630	3	314	366	470
	Э10	1 000	3	448	567	595
	Э16	1 600	3	448	567	595
	Э25	2 500	3	448	567	595
	Э40	4 000	3	748	567	595

Окончание табл. 5.2

Серия	Тип	Номиналь- ный ток, А	Число полюсов	Размеры, мм		
				Ширина	Длина	Высота
«Электрон» (выдвижное исполнение)	Э06В	630	3	450	700	562
	Э10В	1 000	3	600	830	750
	Э16В	1 600	3	600	830	750
	Э25В	2 500	3	600	830	750
	Э40В	4 000	3	900	830	900
АВМ (стационар- ное исполнение)	АВМ4	400	3	445	350	488
	АВМ10	1 000	3	445	350	518
	АВМ15	1 500	3	688	333	645
	АВМ20	2 000	3	838	333	645
АВМ (выдвижное исполнение)	АВМ4В	400	3	555	480	575
	АВМ10В	1 000	3	555	480	575
	АВМ15В	1 500	3	855	550	690
	АВМ20В	2 000	3	1 005	550	690

При монтаже автоматических выключателей следят за тем, чтобы между токоведущими частями сохранялись достаточные электрические зазоры. Если автоматический выключатель имеет пластмассовый кожух, то конструкция, на которой крепится автоматический выключатель, должна быть хорошо выправлена, иначе при затяжке крепежных болтов может произойти поломка пластмассового основания автоматического выключателя. Для крепления автоматического выключателя с передним присоединением проводов используют отверстия, расположенные между выводами. Автоматические выключатели с задним присоединением проводов должны закрепляться на изоляционных панелях специальными токоведущими соединительными винтами.

*Контакторные станции управления (КСУ)* представляют собой металлическую конструкцию из универсальных сборных электро-монтажных конструкций (УСЭК), на которой размещают контакторы и реле управления. Контакторные станции устанавливают в проектное положение и проверяют все крепления. Далее производят присоединение проводов внешней схемы к аппаратам, размещенным на КСУ. Затем удаляют смазку с контактов и неокрашенных торцов магнитных систем контакторов и реле переменного тока и наносят на неокрашенные торцы тонкий слой жидкой смазки.

Величины растворов, провалов и нажатий главных контактов и блок-контактов должны быть в пределах норм. Малое нажатие

Таблица 5.3. Автоматические выключатели серий ВА51 и ВА51Г

Показатель	Тип							
	ВА51-25	ВА51Г-25	ВА51-29	ВА51-31	ВА51Г-31	ВА52-31	ВА51-33	ВА51Г-33
Номинальный ток, А	25	25	63	100	100	100	160	160
Номинальное напряжение, В:								
переменного тока	660	660	380	660	660	660	660	660
постоянного тока	220	—	110	220	—	440	220	—
Предельная коммутационная способность, кА, в цепях:								
переменного тока	3,8	3	5	6	6	25	12,5	12,5
постоянного тока	3,6	—	8	20	—	25	25	—
Габаритные размеры, мм:								
длина	52,5	52,5	25	75	75	75	112	112
ширина	100	100	110	110	110	150	150	150
высота	70	70	75	75	75	75	75	75
Масса, кг	0,4	0,4	0,26	0,79	0,79	1,58	1,81	1,81

контактов влечет за собой их перегрев, большое — препятствует их включению. Сопротивление изоляции, измеренное мегомметром напряжением 500 В, должно быть не менее 1 МОм.

При неисправной магнитной системе (плохая затяжка винтов, крепящих сердечник, повреждение короткозамкнутого витка, чрезмерное нажатие контактов, неплотное прилегание якоря к сердечнику вследствие загрязнения поверхностей прилегания или наличия на них остатков смазки) наблюдается сильное гудение.

Контакторы имеют высокую механическую и электрическую износоустойчивость, позволяющую гарантировать несколько миллионов срабатываний при отключении контактором номинального тока, что обуславливается особенностями этого вида аппаратов. Вакуумные электромагнитные контакторы предназначены для включения и отключения силовых цепей переменного тока на напряжение до 660 В, частотой 50 Гц. Напряжение втягивающей катушки переменного тока 127, 220 и 380 В, постоянного — 110 и 220 В.

Таблица 5.4. Контакторы серии КТ6000

Тип	Номинальный ток, А	Число полюсов	Размеры, мм		
			Ширина	Глубина	Высота
КТ6002	63	2	380	215	190
КТ6003	63	3	380	215	190
КТ6012	100	2	380	177	209
КТ6013	100	3	380	177	209
КТ6014	100	4	480	177	209
КТ6022	160	2	380	177	216
КТ6023	160	3	380	177	216
КТ6024	160	4	480	177	216
КТ6032	250	2	480	198	235
КТ6033	250	3	480	198	235
КТ6034	250	4	580	198	235
КТ6042	400	2	480	280	293
КТ6043	400	3	580	280	293
КТ6044	400	4	780	280	293
КТ6052	630	2	580	278	335
КТ6053	630	3	580	278	335
КТ6054	630	4	880	278	335

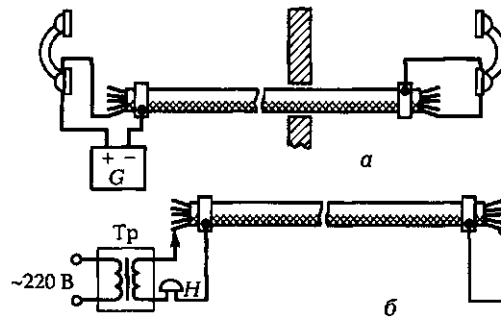


Основные технические данные контакторов серии КТ6000 приведены в табл. 5.4.

При прокладке кабелей к пускорегулирующим, коммутационным и защитным аппаратам необходимо выполнять следующие условия: расстояние между кабелями с металлическими оболочками не нормируется; расстояние в свету между кабелями с неметаллическими оболочками, несущими измерительные цепи, и другими кабелями должно быть не менее 50 мм; расстояние в свету между кабелями управления, сигнализации и силовыми кабелями должно быть не менее 100 мм. При монтаже кабелей параллельно трубопроводам и сооружениям расстояние в свету между ними должно быть: до технологических трубопроводов — не менее 100 мм, до трубопроводов горючих жидкостей и газов — не менее 250 мм. Пересечения трубопроводов кабельными проводниками должны выполняться на расстоянии не менее 50 мм от них, а от трубопроводов с горючими жидкостями и газами — не менее 100 мм. При невозможности выполнения этих условий кабельные проводки прокладывают в коробах, в изоляционных либо металлических трубах. Расстояние между опорными конструкциями как при горизонтальной, так и при вертикальной прокладке для кабелей бронированных и небронированных с диаметром более 18 мм должно быть не более 1 м, а для небронированных кабелей с диаметром до 18 мм — не более 0,5 м.

Электрические цепи проверяют одним из следующих методов: визуальным прослеживанием проводников, прозвонкой цепей, импульсным методом для магнитно-связанных цепей, опробованием коммутации с помощью контрольной лампы (вольтметра), опробованием работы и взаимодействия всех элементов схемы управления. Метод проверки определяется сложностью схем и целесообразностью. Однако прозвонка цепей обязательна после окончания монтажных работ.

Длинные отрезки кабеля наиболее просто прозванивать с помощью двух телефонных трубок и батареи (рис. 5.3, а). В прозвонке участвуют два наладчика. Один из них, свободным концом вывода телефонной трубки поочередно касаясь свободных жил кабеля, добивается появления в телефоне характерного щелчка и устанавливает телефонную связь. Чтобы убедиться, что эта связь не случайная, наладчик прикасается выводом телефонной трубки и к остальным жилам прозваниваемого кабеля. Лишь после этого ведущий наладчик вешает бирку на жилу кабеля и сообщает ее номер второму наладчику. Так же отыскивается следующая жила. Недостаток этого способа — участие в прозвонке кабеля двух наладчиков.



**Рис. 5.3.** Схемы прозвонки кабелей:  
*a* — двумя наладчиками; *б* — одним наладчиком

Прозвонку жил кабеля, оба конца которого расположены в одном помещении, может осуществлять и один наладчик при использовании понижающего трансформатора и звонка, омметра, мегомметра (рис. 5.3, б).

### 5.3. КОММУТАЦИОННАЯ И ЗАЩИТНАЯ АППАРАТУРА ВО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ

#### Пускатель электромагнитный взрывозащищенный ПМ-32

Пускатель предназначен для дистанционного или местного управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором и защиты от перегрузки отходящих соединений во взрывоопасных зонах предприятий химической, нефтеперерабатывающей, газовой и других отраслей промышленности. Маркировка взрывозащиты пускателя 2ExedIICT5.

Расшифровка условного обозначения ПМ-32ХХ(Х—Х)Х:

П — пускатель; М — электромагнитный; 32 — номинальный ток продолжительного режима, А; ХХ — климатическое исполнение (У, Т) и категория размещения (4); (Х—Х) — пределы регулирования установки тока несрабатывания защиты от перегрузки, А (1,5... 2,6; 2,4... 4,0; 3,8... 6,0; 5,5... 8,0; 7... 10; 9,5... 14; 13... 19; 18... 25); Х — номинальная частота тока сети, Гц.

### Технические данные ПМ-32

Номинальное напряжение, В:	
для общего исполнения при частоте тока 50 Гц .....	380; 660
Предельная коммутационная способность, А:	
включающая (мгновенное значение) .....	1 600
отключающая (действующее значение) .....	1 000

Условия эксплуатации: высота над уровнем моря не более 1 000 м, температура окружающего воздуха от  $-40$  до  $+40$  °С, относительная влажность окружающего воздуха 80 % при температуре 25 °С; рабочее положение — вертикальное с отклонением до 5° в любую сторону.

Пускатель состоит из двух отделений: взрывозащищенного коммутационного и отделения вводов с защитой вида «е» (повышенная надежность против взрыва). В коммутационном отделении расположены два контактора, соединенные последовательно.

В отделении вводов установлены взрывозащищенные кнопки местного управления. Отделение предназначено для ввода, уплотнения и присоединения силовых кабелей диаметром до 29 мм, транзитного вывода и вывода к токоприемнику, а также кабелей цепей управления.

Электрическая схема пускателя обеспечивает местное (от встроенных кнопок), дистанционное (от отдельно установленного поста) и автоматизированное (от другого пускателя или датчика) управление, а также допускает работу двух пускателей по реверсивной схеме, обеспечивает нулевую защиту и блокировку последовательности включения пускателей. Пускатель со встроенным электро-тепловым токовым реле осуществляет также защиту от перегрузки отходящих присоединений.

### Взрывозащищенные посты управления (ПВК) и выключатели путевые (ВПВ)

Взрывозащищенные посты и выключатели предназначены для дистанционного и автоматизированного контроля и сигнализации положения и управления электроприводами машин и механизмов в тяжелых режимах работы, в условиях повышенной влажности и запыленности, где требуется гарантия безопасности, надежности, долговечности. Они применяются в стационарных установках и приводятся в действие оператором (посты ПВК) или управляющими упорами (выключатели ВПВ).

Посты и выключатели имеют единую базовую конструкцию и унифицированные контактные блоки и предназначены для мон-

тажа во взрывоопасных зонах производств, средств транспорта и хранения продуктов химической, нефтеперерабатывающей, газовой и других отраслей промышленности.

Посты управления ПВК предназначены для эксплуатации с маркировкой взрывозащиты: РВ 1В (ExdI) — в подземных помещениях угольных и сланцевых шахт; 1ExdIIAT6 — на поверхности шахт; 1ExdIIВТ6, 1ExdIIСТ6 и 2ExedIIСТ6 — во взрывоопасных зонах.

Выключатели путевые ВПВ предназначены для эксплуатации с маркировкой взрывозащиты: РВ 2В (ExdI) — в подземных помещениях угольных и сланцевых шахт; РП П1В (ExedI) — на углеобогатительных фабриках, в околоствольных выработках и на поверхности шахт; 1ExdIIAT6, 1ExdIIСТ6, 2ExedIIСТ6 — во взрывоопасных зонах.

Расшифровка условных обозначений. Пост ПВК-Х Х ХХ:

П — пост управления; В — взрывозащищенный; К — кнопочный; Х — исполнение по количеству толкателей (1, 2 или 3); Х — исполнение с маркировкой взрывозащиты (1—РВ 1В (ExdI); 1ExdIIAT6; 2 — 1ExdIIВТ6; 3 — ExdIIСТ6); ХХ — климатическое исполнение (У, ХА, ОМ или Т).

Выключатели ВПВ-1Х Х ХХ, ВПВ-4АХ Х ХХ:

В — выключатель; П — путевой; В — взрывозащищенный; 1 и 4 — исполнение по числу контактов (1Р и 1З, 2Р и 2З); А — модернизированный; Х — исполнение по виду привода для (1 — рычаг с роликом; 2 — рычаг с тросом; 3 — рычаг с педалью; 4 — рычаг с пазом); Х — исполнение с маркировкой взрывозащиты для ВПВ-1 (1 — 1ExdIIВТ6, 1ExdIIAT6; 2 — 1ExdIIСТ6; 3 — 1ExdIIAT6, 2ExedIIСТ6); ХХ — климатическое исполнение (У, ХА, ОМ или Т).

Основным исполнительным органом постов и выключателей являются контактные блоки. Блоки имеют один размыкающий (Р) и один замыкающий (З) контакты и выполняются с приводом в виде толкателя с самовозвратом в начальное положение. Блоки имеют механизм мгновенного действия, обеспечивающий минимальное время включения или переключения контактов и постоянное контактное давление, независимое от положения привода. Собственное время срабатывания механизма не превышает 0,04 с. Усилие контактного давления составляет 0,3 Н на контакт. Контактные зажимы блоков допускают присоединение двух проводов сечением до 2,5 мм<sup>2</sup> каждый или одного провода сечением до 4 мм<sup>2</sup>. Номинальное напряжение и ток приведены в табл. 5.5.

Взрывонепроницаемая металлическая оболочка поста ПВК и выключателя ВПВ-4А состоит из корпуса и крышки. Внутри оболочки поста на крышке установлены один, два или три (соответственно

Таблица 5.5. Технические характеристики ВПВ

Показатели	Норма для маркировки взрывозащиты		
	РВ 1В РВ 2В (ExdI)	2ExedIICT6 РП П1В (ExedI)	1ExdIIAT6 1ExdIIBT6 1ExdIICT6
Номинальное напряжение, В: переменного тока постоянного тока	127 110	380 220	660 440
Номинальный ток, А: для постов для выключателей	— —	10 16	— —

для одно-, двух- или трехкнопочных постов) контактные блоки, обеспечивающие коммутацию электрических цепей.

Привод кнопки СТОП выполнен в грибовидной форме.

Взрывонепроницаемая оболочка выключателя ВПВ-1 состоит из пластмассового корпуса, имеющего два отделения: коммутационное, где установлен контактный блок, и вводное, предназначенное для подведения гибкого или бронированного кабеля диаметром 8...12 мм.

Внутри корпуса выключателя ВПВ-4А установлены два контактных блока с приводным устройством, состоящим из закрепленного на валу поворотного рычага с роликом, тросом, педалью или пазом. На валу расположены два кулачка, которые посредством скоб с роликами воздействуют на приводные элементы контактных блоков.

### Посты управления кнопочные взрывозащищенные КУ-90

Кнопочные посты предназначены для работы в электрических цепях управления во взрывоопасных зонах всех классов предприятий химической, нефтеперерабатывающей, газовой и других отраслей промышленности (маркировка взрывозащиты IExdIIBT5). Применяются для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (пускателями, контакторами) переменного и постоянного тока, а также в цепях сигнализации.

Условия эксплуатации: высота над уровнем моря до 2 000 м; температура окружающей среды от -40 до +40 °С; относительная влажность воздуха 98% при температуре 35 °С.

Таблица 5.6. Основные технические данные КУ-90

Тип поста	Переменный ток		Постоянный ток		Число кнопочных элементов	Число вводов	Диаметр вводного кабеля, мм	Размеры поста, мм		Масса, кг
	Напряжение, В	Номинальный ток, А	Напряжение, В	Номинальный ток, А				<i>b</i>	<i>h</i>	
КУ-91-1ExdIIВТ5	220	10	110	5	1	1	10s24	112	169	0,97
КУ-92-1ExdIIВТ5	380	10	220	5	2	2	10s24	126	172	1,7
КУ-93-1ExdIIВТ5	380	10	220	5	3	2	10s24	126	172	2,1

Расшифровка условного обозначения КУ-9Х-ХХ-ХХ:

К — кнопочный пост; У — управление; 9 — серия; Х — число кнопочных элементов; ХХ — исполнение по взрывозащите РВ 1В (ExdI); ХХ — климатическое исполнение (У, ХЛ, Т). Основные технические данные приведены в табл. 5.6.

Габаритные и установочные размеры постов КУ-90 приведены на рис. 5.4.

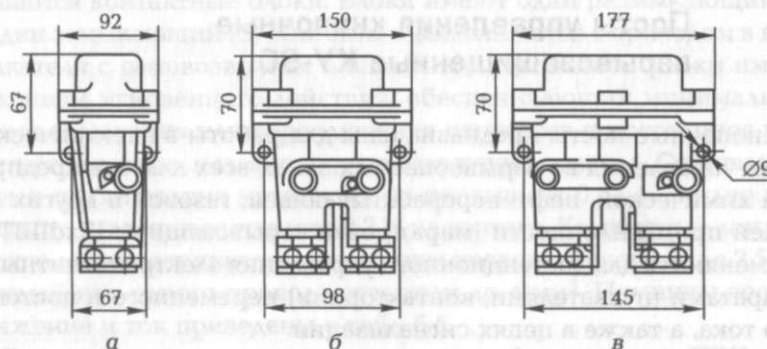


Рис. 5.4. Габаритные и установочные размеры постов управления:  
*a* — КУ-91; *б* — КУ-92; *в* — КУ-93

Пост состоит: из оболочки, вводного устройства с уплотнением, привода управления и кнопочных элементов. Вводное устройство предусматривает возможность подсоединения гибкого или бронированного кабелей, а также кабелей и проводов, прокладываемых в стальных трубах с условным диаметром провода 20 ... 25 мм и с уплотнением резиновыми кольцами.

Привод управления имеет валик управления с пластмассовой рукояткой, на котором закреплен нажимный рычаг, передающий усилие на толкатель. На рукоятках управления в зависимости от типа поста нанесены следующие надписи:

- на однокнопочном — СТОП;
- на двухкнопочном — ПУСК и СТОП;
- на трехкнопочном — ВПЕРЕД, НАЗАД и СТОП.

По требованию заказчика посты КУ-91 поставляются с устройством, предусматривающим принудительную фиксацию и самофиксацию рукоятки управления в положении СТОП.

### Соединители электрические силовые серии «С»

Силовые соединители предназначены для быстрого соединения и разъединения отрезков кабельной сети, различных элементов электроустановок между собой и источниками питания в наземных стационарных и передвижных электроустановках напряжением до 660 В переменного тока частотой до 400 Гц и напряжением до 440 В постоянного тока. Выпускаются в двух исполнениях: линейные (рис. 5.5, а) и панельные (рис. 5.5, б).

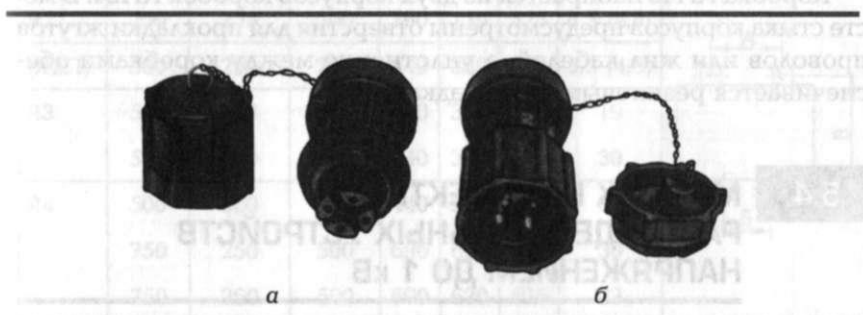


Рис. 5.5. Соединители серии «С»:

а — линейные; б — панельные

## Коробки соединительные (КП) и разветвительные (КРН)

Эти коробки предназначены для соединения и разветвления кабелей и проводов с медными и алюминиевыми жилами в силовых цепях напряжением до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц и в цепях управления постоянного и переменного тока во взрывоопасных зонах (коробки КП) и на горнорудных предприятиях черной и цветной металлургии (коробки КРН).

Коробки имеют маркировку взрывозащиты: КП — 2ExeIIТ5; КРН — РН2.

Расшифровка условного обозначения КП24:

К — коробка соединительная; П — повышенная надежность против взрыва; 24 — количество зажимов.

Условия эксплуатации КП: высота над уровнем моря не более 2000 м; температура воздуха для климатических исполнений:

У — от -45 до +40 °С; ХЛ — от -60 до +40 °С; Т — от -10 до +45 °С; ОМ — от -40 до +45 °С; относительная влажность воздуха до 100 % при температуре 35°С с конденсацией влаги.

Коробки КП6 и КП12А, КП24 и КП48 имеют унифицированную конструкцию и различаются по количеству зажимов, кабельных вводов и диаметру их проходных отверстий. Коробки представляют собой конструктивный модуль, состоящий из корпуса, крышки, блоков зажимов, кабельных вводов. Крепление крышки к корпусу и уплотнение кабелей осуществляют винтами. На крышке коробки имеется маркировка взрывозащиты, предупредительная надпись ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ и маркировочные данные (наименование и тип изделия, степень защиты, номинальные напряжения и ток).

Коробка КП48 набирается из двух корпусов коробок КП24. В месте стыка корпусов предусмотрены отверстия для прокладки жгутов проводов или жил кабелей, а уплотнение между коробками обеспечивается резиновыми прокладками.

### 5.4. МОНТАЖ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ

В цехах промышленных предприятий для распределения электроэнергии, защиты электроустановок и цепей при перегрузках,



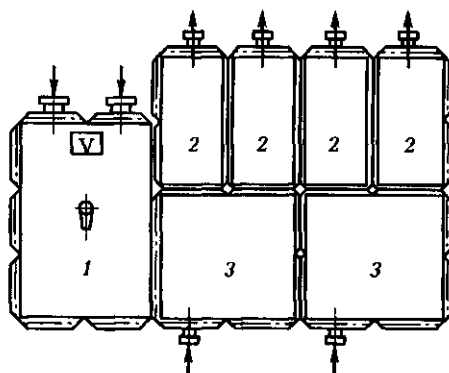
а также редких включений и отключений электрических цепей широко применяют *комплектные распределительные устройства* серии РУС-Е (табл. 5.7). Ящики с электрическими аппаратами, приборами и сигнальными устройствами собирают в типовые блоки (рис. 5.6). Эти устройства разделяют: по номинальному току и напряжению, электрическим схемам, напряжению цепи управления, конструктивному исполнению, току уставки выключателя, степени защиты и климатическому исполнению. Электрический монтаж между блоками осуществляют через соединительные окна, расположение которых зависит от схемы сборки (рис. 5.7). Блоки в сборках соединяют болтами. Сборки монтируют непосредственно на стене или металлическом каркасе. Если длина сборки не превышает 4 м, ее поставляют на одном каркасе, если превышает 4 м — отдельными секциями.

Для приема и распределения электроэнергии в промышленных установках трехфазного тока на напряжение до 380 В с защитой отходящих линий предохранителями ПН2 и НПН2 применяют *распределительные силовые шкафы ШРС* (рис. 5.8, табл. 5.8). В этих шкафах предусмотрен ввод (вывод) проводов и кабелей снизу и сверху. Максимальное количество и сечение жил проводов или кабелей, присоединяемых к одному вводному зажиму, для шка-

Таблица 5.7. Габаритные и установочные размеры ящиков, входящих в устройство РУС-Е

Тип	Размеры, мм			Размеры между осями крепления, мм			Масса, кг	Эскиз
	Длина	Глубина	Высота	А	Б	В		
Я1	250	250	250	190	130	275	7	
Я2	250	250	500	190	130	525	8,5 (4,8)	
(Я2П)	500	250	250	440	380	275	8,5 (4,8)	
Я3	500	250	500	440	380	525	19	
	500	250	750	440	380	775	30	
Я4	500	360	750	440	380	775	33	
	750	250	500	690	630	525	30	
	750	360	500	690	630	525	33	

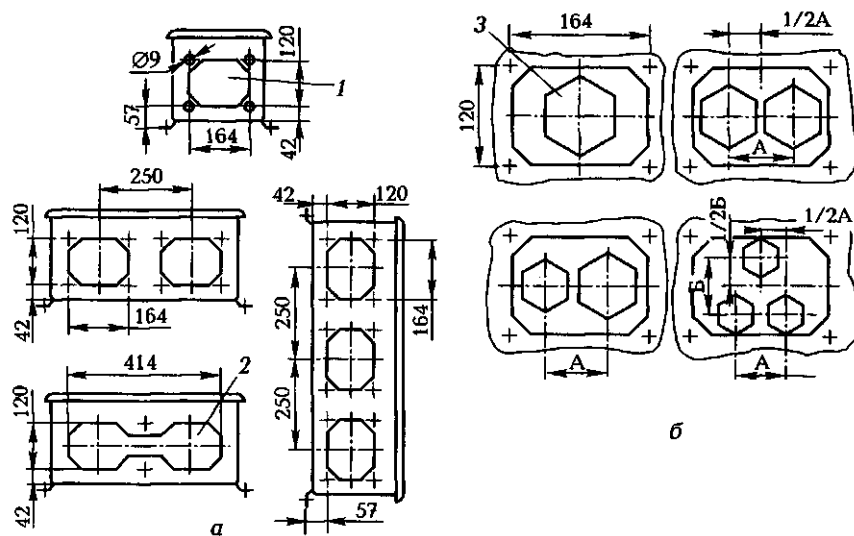
Примечание. Отверстия, пробиваемые в корпусе ящиков, имеют диаметр 11 мм.



**Рис. 5.6.** Сборное распределительное устройство РУС-Е:  
 1 – РУС 8116-6300-А54У; 2 – РУС 8102-2300-А54У1; 3 – РУС 8102-4300-А54У1

фа на номинальный ток 250 А составляет  $2 \times 95 \text{ мм}^2$ , на 400 А —  $2 \times 150 \text{ мм}^2$ .

Для защиты силовых и осветительных сетей напряжением 380 и 220 В в настоящее время применяется новая серия распреде-



**Рис. 5.7.** Размеры и расположение соединительных окон и проходных отверстий для ящиков РУС-Е:

а — окно малое 1 и окно большое 2; б — отверстие 3

**Рис. 5.8.** Силовой распределительный шкаф серии ШРС

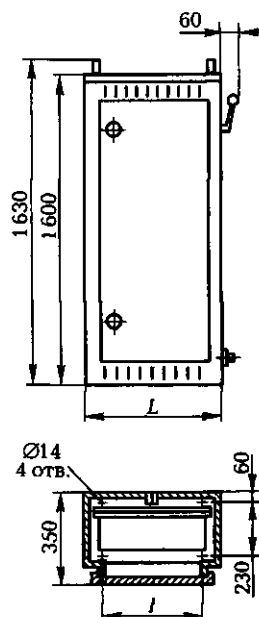
тельных пунктов ПР8501 и ПР8701, предназначенная для замены распределительных пунктов серий: ПР11; ПР22; ПР22Д; ПР24; ПР24Д; ПР24Н; ПР24Г.

Распределительные пункты серии ПР8501 используют для распределения электроэнергии напряжением до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц, а пункты серии ПР8701 — до 220 В постоянного тока и для обеспечения защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях.

Условия эксплуатации пунктов:  
 номинальные значения климатических факторов:  
 температура окружающего воздуха для климатического исполнения, °С:

- УЗ ..... от -40 до +40
- УХЛ ..... от -60 до +40
- Т2 ..... от -10 до +45

рабочее положение пунктов — вертикальное, с отклонением от него 5° в любую сторону;  
 группа условий эксплуатации — М3;  
 номинальный режим работы — продолжительный.



**Таблица 5.8. Распределительные силовые шкафы ШРС**

Тип	Номинальный ток, А, для шкафа со степенью защиты IP22	Количество отходящих линий и номинальный ток предохранителей, А	Размеры, мм	
			L	l
ШРС1-20УЗ	250	5 × 60	500	380
ШРС1-50УЗ		5 × 60		
ШРС1-21УЗ		5 × 100		
ШРС1-51УЗ		5 × 100		
ШРС1-22УЗ		2 × 60 + 3 × 100		
ШРС1-52УЗ		2 × 60 + 3 × 100		

Окончание табл. 5.8

Тип	Номинальный ток, А, для шкафа со степенью защиты IP22	Количество отходящих линий и номинальный ток предохранителей, А	Размеры, мм	
			L	I
ШРС1-23УЗ	400	80 × 60	700	580
ШРС1-53УЗ		80 × 60		
ШРС1-25УЗ		80 × 100		
ШРС1-54УЗ		80 × 100		
ШРС1-24УЗ		40 × 60+4 × 100		
ШРС1-55УЗ		40 × 60+4 × 100		
ШРС1-26УЗ		5 × 250		
ШРС1-56УЗ	400	5 × 250	700	580
ШРС1-27УЗ		5 × 100+2 × 250		
ШРС1-57УЗ		5 × 100+2 × 250		
ШРС1-28УЗ		2 × 60+4 × 100+2 × 250		
ШРС1-58УЗ		2 × 60+4 × 100+2 × 250		

По виду установки пункты изготавливают следующих исполнений:

утопленные — для установки в нишах;

навесные — для установки на стенах, колоннах и других подобных конструкциях;

напольные — для установки на полу.

Степень защиты пунктов:

IP20 — при открытых дверях для всех исполнений;

IP21 — при закрытых дверях для утопленного исполнения;

IP21 и IP54 — при закрытых дверях для напольного и навесного исполнений.

Для пунктов напольного исполнения степень защиты со стороны свободного проема обеспечивается потребителем при установке.

Пункты ПР8501 и ПР8701 укомплектованы однополюсными линейными нетокоограничивающими выключателями ВА51-31-1 с расцепителями на токи 6,3... 100 А и трехполюсными ВА51-31

и ВА51-35 — с расцепителями на токи 6,3... 100 А и 100... 250 А соответственно.

Пункты изготовляют без выключателей ввода (с вводными зажимами) и с выключателями ввода. Используют следующие выключатели ввода:

ВА51-33, ВА51-35, ВА51-37, ВА51-39 — нетокоограничивающие с тепловыми и электромагнитными расцепителями тока;

ВА55-37 и ВА55-39 — селективные с полупроводниковыми максимальными расцепителями тока;

ВА56-37, ВА56-39 — без максимальных расцепителей тока.

Встраиваемые в пункты выключатели на отходящих линиях устанавливают в любом сочетании по номинальному току расцепителя.

При этом надо иметь в виду: одновременная суммарная нагрузка выключателей по току не должна превышать номинальный рабочий ток пункта.

Пункты насчитывают 157 схем для переменного тока (табл. 5.9) и 65 схем для постоянного тока (табл. 5.10).

Распределительные пункты изготовляют со следующим расположением вводного выключателя или вводных зажимов (для пунктов без вводного выключателя): в верхней части пункта — при вводе питающих проводников сверху; в нижней части пункта — при вводе питающих проводников снизу.

Пункты с вводными выключателями или без них снабжены зажимами, которые обеспечивают втычное присоединение (без пайки и кабельных наконечников) медных или алюминиевых проводников.

При монтаже пунктов следует учитывать, что их конструкция обеспечивает ввод и вывод проводов в трубах или кабелях с бумажной, резиновой или пластмассовой изоляцией через съемные верхние и нижние крышки.

В пунктах напольного и навесного исполнений, допускающих ввод кабеля с бумажной изоляцией, предусмотрено место для эпоксидной заделки кабеля и его крепления.

Пункты напольного и навесного исполнений можно параллельно соединять между собой на вводе (в «цепочку»). Для этого в них устанавливают транзитные зажимы.

Закладные части можно устанавливать вертикально и горизонтально в плоскости основания (см. эскизы, табл. 5.11). При расчете прочности закладных частей и их заделки приняты материалы: сталь марки Ст3 (полоса), сталь марки Ст5 (анкеры), бетон марки 150 (основания).

Таблица 5.9. Распределительные пункты серии ПР8501

Номер схемы шкафа	Номиналь- ный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество выключателей			Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21У3	IP54, УХЛ2, Т2	однополюс- ных ВА51-31 (6,3... 100 А)	трехполюсных		Навесное IP21, IP54	Напольное IP21, IP54	Утопленное IP21
					ВА51-31 (6,3... 100 А)	ВА51-35 (100... 250 А)			
<i>С зажимами на вводе</i>									
001	160	128	120	3	—	—	+	—	+
002				6	—	—	+	—	+
003				3	1	—	+	—	+
004				—	2	—	+	—	+
005				12	—	—	+	—	+
006				6	2	—	+	—	+
007				—	4	—	+	—	+
008				18	—	—	+	—	+
009				12	2	—	+	—	+
010				6	4	—	+	—	+
011				—	6	—	+	—	+
012	250	200	188	12	—	—	+	—	+

013	250	200	188	6	2	—	+	—	+
014				—	4	—	+	—	+
015				18	—	—	+	—	+
016				12	2	—	+	—	+
017				6	4	—	+	—	+
018				—	6	—	+	—	+
019				24	—	—	+	—	+
020				18	2	—	+	—	+
021				12	4	—	+	—	+
022				6	6	—	+	—	+
023				—	8	—	+	—	+
024				30	—	—	+	—	+
025				24	2	—	+	—	+
026				18	4	—	+	—	+
027				12	6	—	+	—	+
028				6	8	—	+	—	+
029				—	10	—	+	—	+
030	400	320	300	18	—	—	+	—	+

243

Номер схемы шкафа	Номиналь- ный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество выключателей			Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21УЗ	IP54, УХЛ2, Т2	однополюс- ных ВА51-31 (6,3... 100 А)	трехполюсных		Навесное IP21, IP54	Напольное IP21, IP54	Утопленное IP21
					ВА51-31 (6,3... 100 А)	ВА51-35 (100... 250 А)			
031	400	320	300	12	2	—	+	—	+
032				6	4	—	+	—	+
033				—	6	—	+	—	+
034				24	—	—	+	*	+
035				18	2	—	+	*	+
036				12	4	—	+	*	+
037				6	6	—	+	*	+
038				—	8	—	+	*	+
039				30	—	—	+	*	+
040				24	2	—	+	*	+
041				18	4	—	+	*	+
042				12	6	—	+	*	+
043				6	8	—	+	*	+



044	400	320	300	—	10	—	+	*	+
149	630	504	473	—	6	—	+	—	+
150				—	8	—	+	*	—
151				—	10	—	+	*	—
152				—	12	—	+	+	—
153				—	—	4	+	—	—
154				—	2	2	+	—	—
155				—	4	2	+	—	—
156				—	6	2	+	*	—
157				—	8	2	+	+	—
<i>С выключателем ВА51-33 на номинальный ток до 160 А на вводе</i>									
045	160	128	120	3	—	—	+	—	+
046				6	—	—	+	—	+
047				3	1	—	+	—	+
048				—	2	—	+	—	+
049				12	—	—	+	—	+
050				6	2	—	+	—	+
051				—	4	—	+	—	+

245

Продолжение табл. 5.9

Номер схемы шкафа	Номиналь- ный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество выключателей			Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21УЗ	IP54, УХЛ2, Т2	однополюс- ных ВА51-31 (6,3... 100 А)	трехполюсных		Навесное IP21, IP54	Напольное IP21, IP54	Утопленное IP21
					ВА51-31 (6,3... 100 А)	ВА51-35 (100... 250 А)			
052	160	128	120	18	—	—	+	—	+
053				12	2	—	+	—	+
054				6	4	—	+	—	+
055				—	6	—	+	—	+
<i>С выключателем ВА51-35 на номинальный ток до 250 А на вводе</i>									
056	250	200	188	12	—	—	+	—	+
057				6	2	—	+	—	+
058				—	4	—	+	—	+
059				18	—	—	+	—	+
060				12	2	—	+	—	+
061				6	4	—	+	—	+
062				—	6	—	+	—	+
063				24	—	—	+	—	+
064				18	2	—	+	—	+

065				12	4	—	+	—	+
066				6	6	—	+	—	+
067				—	8	—	+	—	+
068				30	—	—	+	—	+
070	250	200	188	18	4	—	+	—	+
071				12	6	—	+	—	+
072				6	8	—	+	—	+
073				—	10	—	+	—	+
<i>С выключателем ВА51-37 на номинальный ток до 400 А на вводе</i>									
074	400	320	300	—	4	—	+	•	+
075				18	—	—	+	•	+
076				12	2	—	+	•	+
077				6	4	—	+	•	+
078				—	6	—	+	•	+
079				24	—	—	+	•	+
080				18	2	—	+	+	+
081				12	4	—	+	+	+
082				6	6	—	+	+	+
083				—	8	—	+	+	+

Номер схемы шкафа	Номиналь- ный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество выключателей			Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21У3	IP54, УХЛ2, Т2	однополюс- ных ВА51-31 (6,3... 100 А)	трехполюсных		Навесное IP21, IP54	Напольное IP21, IP54	Утопленное IP21
					ВА51-31 (6,3... 100 А)	ВА51-35 (100... 250 А)			
<i>С выключателем ВА55-39 на номинальный ток до 630 А на вводе</i>									
115	630	504	473	—	6	—	+	+	—
116				—	8	—	+	+	—
117				—	10	—	+	+	—
118				—	12	—	+	+	—
119				—	—	4	+	*	—
120				—	2	2	+	*	—
121				—	4	2	+	+	—
122				—	6	2	+	+	—
123				—	8	2	+	+	—
<i>С выключателем ВА56-37 на номинальный ток до 400 А на вводе</i>									
124	400	320	300	—	4	—	+	*	—
125				18	—	—	+	+	—

251

126	400	320	300	12	2	—	+	—	—
127				6	4	—	+	+	—
128				—	6	—	+	+	—
129				24	—	—	+	+	—
130				18	2	—	+	+	—
131				12	4	—	+	+	—
132				6	6	—	+	+	—
133				—	8	—	+	+	—
134				30	—	—	+	+	—
135				24	2	—	+	+	—
136				18	4	—	+	+	—
137				12	6	—	+	+	—
138				6	8	—	+	+	—
139				—	10	—	+	+	—
<i>С выключателем ВА56-39 на номинальный ток до 630 А на вводе</i>									
140	630	504	473	—	6	—	+	+	—
141				—	8	—	+	+	—

Номер схемы шкафа	Номиналь- ный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество выключателей			Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21УЗ	IP54, УХЛ2, Т2	однополюс- ных ВА51-31 (6,3...100 А)	трехполюсных		Навесное IP21, IP54	Напольное IP21, IP54	Утопленное IP21
					ВА51-31 (6,3...100 А)	ВА51-35 (100...250 А)			
142	630	504	473	—	10	—	+	+	—
143				—	12	—	+	+	—
144				—	—	4	+	*	—
145				—	2	2	+	*	—
146				—	4	2	+	+	—
147				—	6	2	+	+	—
148				—	8	2	+	+	—

Примечание. Знак «+» означает наличие исполнения, знак «—» — его отсутствие, знак «\*» — наличие исполнения для ввода снизу кабеля с бумажной изоляцией.

Таблица 5.10. Распределительные пункты серии ПР8701

Номер схемы шкафа	Номинальный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество трехполюсных выключателей		Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21У3	IP54, УХЛ2, Т2	ВА51-31	ВА51-35	Навесное IP21 и IP54	Напольное IP21 и IP54	Утопленное IP21
<i>С зажимами на вводе</i>								
001	160	128	120	2	—	+	—	+
002				4	—	+	—	+
003				6	—	+	—	+
004	250	200	188	4	—	+	—	+
005				6	—	+	—	+
006				8	—	+	—	+
007				10	—	+	—	+
008	400	320	300	6	—	+	—	+
009				8	—	+	•	+
010				10	—	+	•	+
057	630	504	473	6	—	+	—	—
058				8	—	+	•	—
059				10	—	+	•	—
060				12	—	+	+	—

Продолжение табл. 5.10

Номер схемы шкафа	Номинальный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество трехполюсных выключателей		Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21Y3	IP54, УХЛ2, Т2	ВА51-31	ВА51-35	Навесное IP21 и IP54	Напольное IP21 и IP54	Утопленное IP21
061	630	504	473	—	4	+	—	—
062				2	2	+	—	—
063				4	2	+	—	—
064				6	2	+	*	—
065				8	2	+	+	—
<i>С выключателем ВА51-33 на номинальный ток до 160 А на вводе</i>								
011	160	120	120	2	—	+	—	+
012				4	—	+	—	+
013				6	—	+	—	+
<i>С выключателем ВА51-35 на номинальный ток до 250 А на вводе</i>								
014	250	200	188	4	—	+	—	+
015				6	—	+	—	+
016				8	—	+	—	+
017				10	—	+	—	+



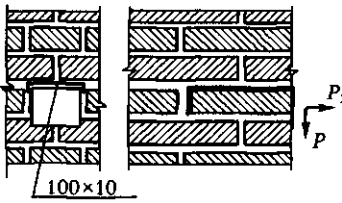
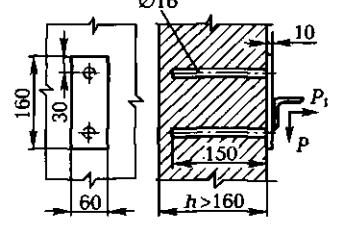
<i>С выключателем ВА51-37 на номинальный ток до 400 А на вводе</i>								
018	400	320	300	4	—	+	*	+
019				6	—	+	*	+
020				8	—	+	+	+
021				10	—	+	+	+
<i>С выключателем ВА51-39 на номинальный ток до 630 А на вводе</i>								
022	630	504	473	6	—	+	*	—
023				8	—	+	+	—
024				10	—	+	+	—
025				12	—	+	+	—
026				—	4	+	*	—
027				4	2	+	+	—
028				6	2	+	+	—
029				8	2	+	+	—
030				10	2	+	+	—
<i>С выключателем ВА55-37 на номинальный ток до 400 А на вводе</i>								
031	400	320	300	4	—	+	*	—
032				6	—	+	+	—

Номер схемы шкафа	Номинальный ток, А	Номинальный рабочий ток, А, для исполнения		Количество трехполюсных выключателей		Исполнение по способу установки и степени защиты		
		IP21Y3	IP54, УХЛ2, Т2	ВА51-31	ВА51-35	Навесное IP21 и IP54	Напольное IP21 и IP54	Утопленное IP21
033				8	—	+	+	—
034				10	—	+	+	—
<i>С выключателем ВА55-39 на номинальный ток до 630 А на вводе</i>								
035	630	504	473	6	—	+	+	—
036				8	—	+	+	—
037				10	—	+	+	—
038				12	—	+	+	—
039				—	4	+	*	—
040				2	2	+	*	—
041				4	2	+	+	—
042				6	2	+	+	—
043				8	2	+	+	—

<i>С выключателем ВА56-37 на номинальный ток до 400 А на вводе</i>								
044	400	320	300	4	—	+	*	—
045				6	—	+	+	—
046				8	—	+	+	—
047				10	—	+	+	—
<i>С выключателем ВА56-39 на номинальный ток до 630 А на вводе</i>								
048	630	504	473	6	—	+	+	—
049				8	—	+	+	—
050				10	—	+	+	—
051				12	—	+	+	—
052				—	4	+	*	—
053				2	2	+	*	—
054				4	2	+	+	—
055				6	2	+	+	—
056				8	2	+	+	—

Примечание. Знак «+» означает наличие исполнения, знак «—» — его отсутствие, знак «\*» — наличие исполнения для ввода снизу кабеля с бумажной изоляцией.

Таблица 5.11. Заделка закладных частей в стены или колонны

Материал строительной конструкции	Эскиз	Размер закладной части, мм	Допускаемая нагрузка, кН	
			Вид	Значение
Кирпич		Полоса 100 × 10	Срезающая $P$	5
			Отрывающая $P_1$	2
Бетон		Полоса 60 × 10	Срезающая $P$	5
			Отрывающая $P_1$	2

# МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ

## 6.1. ВНУТРИЦЕХОВЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ

Совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплением, поддерживающими, защитными конструкциями и деталями называют *электропроводкой*.

Согласно Правилам устройства электроустановок это определение распространяется на электропроводки силовых, осветительных и вторичных цепей напряжением до 1 кВ переменного и постоянного тока, выполненные внутри зданий и сооружений с применением изолированных установочных проводов всех сечений, а также небронированных силовых кабелей в резиновой или пластмассовой оболочках с сечением фазных жил до 16 мм<sup>2</sup> (при сечении более 16 мм<sup>2</sup> — кабельные линии).

Электропроводки разделяют на следующие виды:

1. *Открытая электропроводка* — проложенная по поверхности стен, потолков, по фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений, по опорам и т. п.

При открытой электропроводке применяют следующие способы прокладки проводов и кабелей:

непосредственно по поверхности стен, потолков и т. п.,  
на струнах, полосах, тросах, изоляторах,  
в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках,  
в электротехнических плинтусах и наличниках,  
свободной подвеской и т. п.

Открытая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной.

2. *Скрытая электропроводка* — проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях), а также по перекрытиям в подготовке пола, непосредственно под съемным полом и т. п.

При скрытой электропроводке применяют следующие способы прокладки проводов и кабелей:

в трубах, гибких металлических рукавах, коробах, замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, кроме того, провода и кабели могут прокладывать замоноличиванием в строительные конструкции при их изготовлении.

По территориальному расположению электропроводки делят на наружные и внутренние.

*Наружной электропроводкой* называют электропроводку, проложенную по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами и т. п., а также между зданиями на опорах (не более четырех пролетов длиной до 25 м каждый) вне улиц, дорог и т. п.

Наружная электропроводка может быть открытой и скрытой.

*Внутренней электропроводкой* называют проводку, проложенную внутри здания; она может быть скрытой или открытой.

*Вводом от воздушной линии электропередачи* называют электропроводку, соединяющую ответвление от воздушной линии электропередачи с внутренней электропроводкой, считая от изоляторов, установленных на наружной поверхности (стене, крыше) здания или сооружения, до зажимов вводного устройства.

*Струной* как несущим элементом электропроводки называют стальную проволоку, натянутую вплотную к поверхности стены, потолка и т. п., предназначенную для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

*Полосой* как несущим элементом электропроводки называют металлическую полосу, закрепленную вплотную к поверхности стены, потолка и т. п., предназначенную для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

*Тросом* как несущим элементом электропроводки называют стальную проволоку или стальной канат, натянутые в воздухе, предназначенные для подвески к ним проводов, кабелей или их пучков.

*Коробами* называют закрытые полые конструкции прямоугольного или другого сечения, предназначенные для прокладки в них проводов и кабелей.

Короб служит защитой от механических повреждений проложенных в нем проводов и кабелей.

Короба могут быть глухими или с открываемыми крышками, со сплошными или перфорированными стенками и крышками. Глухие короба должны иметь только сплошные стенки со всех сторон и не иметь крышек.

Таблица 6.1. Выбор видов электропроводок, способов прокладки и характеристик проводов и кабелей

Способ прокладки	Характеристика проводов и кабелей	Условия окружающей среды
<i>Открытые электропроводки</i>		
На изолирующих опорах: на клицах	Провода незащищенные одножильные	В сухих и влажных помещениях
То же	Провода скрученные двухжильные	В сухих помещениях
На изоляторах, а также на клицах, предназначенных для применения в сырых местах	Провода незащищенные одножильные	В помещениях всех видов и наружных установках. В наружных установках ролики для сырых мест (больших размеров) допускается применять только в местах, где исключена возможность непосредственного попадания на электропроводку дождя или снега (под навесами)
Непосредственно на поверхности стен, потолков и на струнах, полосах и других несущих конструкциях	Кабели в неметаллической и металлической оболочках	В наружных установках
То же	Провода незащищенные одно- и многожильные, кабели в неметаллической и металлической оболочках	В помещениях всех видов
На лотках и в коробах с открываемыми крышками	То же	В помещениях всех видов и наружных установках

Способ прокладки	Характеристика проводов и кабелей	Условия окружающей среды
На тросах	Специальные провода с несущим тросом. Провода незащищенные и защищенные одно- и многожильные. Кабели в неметаллической и металлической оболочках	В помещениях всех видов. В наружных установках — только специальные провода с несущим тросом для наружных установок или кабели
<i>Открытые и скрытые электропроводки</i>		
В металлических гибких рукавах. В стальных трубах (обыкновенных и тонкостенных) и глухих стальных коробах. В неметаллических трубах и неметаллических глухих коробах из трудногораемых материалов. В трубах изоляционных с металлической оболочкой	Провода незащищенные и защищенные, одножильные и многожильные. Кабели в неметаллической оболочке	В помещениях всех видов и наружных установках. Исключения: 1. Запрещается применение изоляционных труб с металлической оболочкой в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках. 2. Запрещается применение стальных труб и стальных глухих коробов с толщиной стенок 2 мм и менее в сырых, особо сырых помещениях и в наружных установках
<i>Скрытые электропроводки</i>		
В неметаллических трубах изгораемых материалов (несамозатухающий полиэтилен и т.п.). В замкнутых каналах строительных конструкций. Под штукатуркой	Провода незащищенные и защищенные, одножильные и многожильные. Кабели в неметаллической оболочке	В помещениях всех видов и наружных установках. Исключения: 1. Запрещается применение изоляционных труб с металлической оболочкой в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках



<i>Скрытые электропроводки</i>		
В неметаллических трубах из сгораемых материалов (несамозатухающий полиэтилен и т. п.). В замкнутых каналах строительных конструкций. Под штукатуркой	Провода незащищенные и защищенные, одножильные и многожильные. Кабели в неметаллической оболочке	В помещениях всех видов и наружных установках. Исключения: 1. Запрещается применение изоляционных труб с металлической оболочкой в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках. 2. Запрещается применение стальных труб и стальных глухих коробов с толщиной стенок 2 мм и менее в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках
Замоноличенная в строительных конструкциях при их изготовлении	Провода незащищенные	В сухих, влажных и сырых помещениях

Таблица 6.2. Выбор электропроводок по условиям пожарной безопасности

Электропроводка	Прокладка по основаниям и конструкциям		
	из сгораемых материалов	из трудносгораемых материалов	из негоряемых материалов
<i>Открытые электропроводки</i>			
Незащищенные провода	На изоляторах или с подкладкой под провода негоряемых материалов <sup>1</sup>	Непосредственно	Непосредственно

Электропроводка	Прокладка по основаниям и конструкциям		
	из сгораемых материалов	из трудносгораемых материалов	из негоряемых материалов
Защищенные провода и кабели в оболочке:	На изоляторах или с подкладкой под провода негоряемых материалов <sup>1</sup>	Непосредственно	Непосредственно
из негоряемых материалов	Непосредственно То же	То же »	То же »
Трубы и короба:			
из сгораемых материалов	Запрещается	Запрещается	Запрещается
из трудносгораемых материалов	То же	Непосредственно	Непосредственно
из негоряемых материалов	Непосредственно	То же	То же
<i>Скрытые электропроводки</i>			
Незащищенные провода	С подкладкой негоряемых материалов <sup>1</sup> и последующим опуткуатуриванием или защитой со всех сторон сплошным слоем других негоряемых материалов	Непосредственно	Непосредственно

<p>Защищенные провода и кабели в оболочке:</p> <p>из сгораемых материалов</p> <p>из трудносгораемых материалов</p> <p>из негораемых материалов</p>	<p>То же</p> <p>С подкладкой негораемых материалов<sup>1</sup></p> <p>Непосредственно</p>	<p>То же</p> <p>»</p> <p>»</p>	<p>То же</p> <p>»</p> <p>»</p>
<p>Трубы и короба:</p> <p>из сгораемых материалов</p> <p>из трудносгораемых материалов</p> <p>из негораемых материалов</p>	<p>Запрещается</p> <p>С подкладкой под трубы негораемых материалов<sup>1</sup> и последующим заштукатуриванием<sup>2</sup></p> <p>Непосредственно</p>	<p>Замоноличено, в бороздах и т. д. — в сплошном слое негораемых материалов<sup>3</sup></p> <p>Непосредственно</p> <p>То же</p>	<p>Непосредственно</p> <p>То же</p>

<sup>1</sup> Прокладка из негораемых материалов должна выступать с каждой стороны провода, кабеля, трубы или короба не менее чем на 10 мм.

<sup>2</sup> Заштукатуривание трубы осуществляется сплошным слоем штукатурки, алебастра и т. п. толщиной не менее 10 мм над трубой.

<sup>3</sup> Сплошным слоем негораемого материала вокруг трубы (короба) может быть слой штукатурки, алебастрового, цементного раствора или бетона толщиной не менее 10 мм.

Короба могут применяться в помещениях и наружных установках.

*Лотком* называют открытую конструкцию, предназначенную для прокладки по нему проводов и кабелей.

Выбор видов электропроводок и способов их прокладки приведен в табл. 6.1... 6.2.

Электропроводки силовых сетей выполняют незащищенными изолированными проводами, защищенными проводами и кабелями (табл. 6.3).

**Таблица 6.3. Основные технические данные установочных проводов**

Марка, число жил	Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Характеристика конструкции	Область применения
<i>На переменное напряжение 660 В или постоянное напряжение 1 000 В</i>			
ПРТО 1 2; 3 7	1...120 1,5...10 1,5...2,5	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Для прокладки в нестогреваемых трубах
АПРТО 1; 2 3; 4	2,5...10 2,5	То же, с алюминиевой жилой	То же
ПРН 1	1,5...120	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в нестогреваемой резиновой оболочке	Для прокладки в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах нестогреваемых конструкций, а также на открытом воздухе
АПРН 1	2,5...120	То же, с алюминиевой жилой	То же
ПРГН 1	1,5...120	То же, с медной жилой	Для прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях, а также на открытом воздухе

Продолжение табл. 6.3

Марка, число жил	Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Характеристика конструкции	Область применения
ПРИ 1	0,75... 120	С медной жилой, с резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	Для прокладки в сухих и сырых помещениях
АПРИ 1	2,5... 120	То же, с алюминиевой жилой	То же
ПРГИ 1	0,75... 120	То же, с медной жилой	Для прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях
АППР 2; 3; 4	2,5... 10	С алюминиевой жилой, с резиновой изоляцией, не распространяющей горение, с разделительным основанием	Для прокладки по деревянным поверхностям и конструкциям жилых и производственных помещений, включая животноводческие и птицеводческие помещения
РКГМПР 1	0,75... 120	Провод выводной с изоляцией из кремнийорганической резины повышенной теплостойкости в оплетке из стекловолокна, пропитанной эмалью или лаком	Для работы на номинальное переменное напряжение 660 В частоты до 400 Гц, при отсутствии воздействия агрессивных сред и масел. Класс нагревостойкости Н
АПВ 1	2,5... 120	Провод с алюминиевой жилой с поливинилхлоридной изоляцией	Для монтажа вторичных цепей прокладки в трубах, пустотных каналах негорючих строительных конструкций и для монтажа силовых и осветительных цепей. Номинальное напряжение переменного тока 380 и 660 В

Окончание табл. 6.3

Марка, число жил	Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Характеристика конструкции	Область применения
ПВ1 1	0,5...95	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией	То же
ПВ2 1	2,5...95	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, гибкий	Для монтажа вторичных цепей, для гибкого монтажа при скрытой и открытой прокладках
ПВ3 1	0,5...95	То же, с повышенной гибкостью	То же
ПВ4 1	0,5...6	То же, особо гибкий	Для особо гибкого монтажа вторичных цепей при скрытой и открытой прокладках. Номинальное напряжение переменного тока 380 и 660 В
АППВ 2; 3	2,5...6	Провод с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией плоский с разделительным основанием	Для монтажа силовых, осветительных цепей в машинах и станках и для неподвижной открытой прокладки. Напряжение 380 В переменного тока
ППВ 2; 3	0,75...4	То же, но с медными жилами	То же
АППВС 2; 3	2,5...6	Провод с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией без разделительного основания	Для неподвижной скрытой прокладки под штукатуркой, для прокладки в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций. Номинальное напряжение 380 В переменного тока
ППВС 2; 3	0,75...4	То же, но с медными жилами	То же

Незащищенные изолированные провода, наиболее часто используемые в электропроводах, показаны на рис. 6.1.

Таблица 6.4. Электромонтажные изделия общего применения для всех видов электропроводок

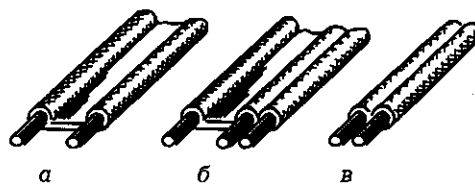
Название	Марка	Размеры, мм			Назначение
		Длина	Ширина	Диаметр	
Перфорированные швеллеры	K225... K347	2 000	80... 30	Глубина 40... 20	Изготовление каркасов и других деталей и крепление к ним кабелей, проводов, труб и аппаратов
Перфорированные стальные полосы	K106... K202	2 000	40... 20	—	Крепление кабелей, проводов, труб и аппаратов к электроконструкциям
Профили:					
С-образные	K101/1	1 000	25	—	Изготовление металлоконструкций при производстве электромонтажных работ и крепление к ним проводов, кабелей, труб и аппаратов
	K101/2	2 000	25	—	
	K108/1	1 000	40	—	
	K108/2	2 000	40	—	
	K110/1	1 000	80	—	
	K110/2	2 000	80	—	
Z-образные	K238	2 000	67,5	—	То же
	K239	2 000	97,0	—	
Перфорированный уголок	K236	2 000	56 × 40	—	»
Закладные гайки для профиля:					
K101	K605... K609	21	6	—	Крепление аппаратов, кабелей, проводов и труб к С-образным профилям

Продолжение табл. 6.4

Название	Марка	Размеры, мм			Назначение
		Длина	Ширина	Диаметр	
К108	К610...К613	34	14	—	Крепление аппаратов, кабелей, проводов и труб к С-образным профилям То же
К110	К663...К666	70	30	—	
Держатель шин заземления	К188	100	25	—	Крепление заземляющих круглых проводов диаметром 10...12 мм и пластин размером 40×4 и 25×3 мм к стенам и металлоконструкциям пристрелкой
Полиэтиленовые колпачки	К440...К442	45	—	9...15	Изоляция мест соединения проводов сечением до 4 мм <sup>2</sup>
Маркировочные оконцеватели	А671	25	12	6	Оконцевание проводов сечением до 6 мм <sup>2</sup>
	У541	20	8	3,5	То же, сечением до 4 мм <sup>2</sup>
Ответвительные сжимы	У731...734	44	44	—	Ответвления от магистрали без ее разрезания, сечение магистральных проводов 4...10 и 16...35 мм <sup>2</sup> , ответвительных — 4...10 и 16...25 мм <sup>2</sup>
Ответвительные сжимы	У739	45	32	—	Магистральные провода сечением 4...10 мм <sup>2</sup> , ответвительные — 1,5...2,5 мм <sup>2</sup>



	У859	79	64	—	Магистральные провода сечением 50...70 мм <sup>2</sup> и ответвительные — 16...35 мм <sup>2</sup>
Пластмассовые дюбели	У656...У678	25...45	—	6...10	Крепление изделий и деталей к строительным основаниям
Фарфоро-вые втулки	ВТК9...ВТК30 В12...В30	20...50 90...150	— —	9...30 12...30	Дополнительная электрическая изоляция проводов



**Рис. 6.1.** Вид плоских проводов:

*а* — двужильные типов АППВ; ППВ, АППР; *б* — то же, трехжильные; *в* — двужильные типов АППВС, ППВС

Защищенные провода марок АПРН, ПРН, ПРГН, ПРВД, АВТ, АВТУ, АВТВ, АВТВУ, АПРФ и ПРФ используют в электропроводках с учетом способа прокладки, характера помещений и зон окружающей среды (см. табл. 6.1 и 6.2).

Сведения об электромонтажных изделиях общего применения для всех видов электропроводок приведены в табл. 6.4.

## 6.2. МОНТАЖ ОТКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

Монтаж открытых электропроводок, выполняемых плоскими проводами АППР, АППВ, ППВ, проводят в определенной технологической последовательности. Сначала размечают места установки приемников, выключателей и штепсельных розеток, линий электропроводки, крепления провода, т. е. точек забивки гвоздей, установки скоб и мест прохода провода через стены и перекрытия, начиная от группового щитка с постепенным переходом к отдельным потребителям.

Если заранее не были оставлены отверстия в кирпичных, бетонных и железобетонных основаниях, их выполняют электротехническим, пневматическим или пиротехническим инструментами (см. подразд. 2.5).

Проходы проводов через негорючие стены выполняют в резиновых или поливинилхлоридных трубках, а через сгораемые — в отрезках стальных труб, с обоих концов которых надеты изоляционные втулки. Трубку в отверстии заделывают цементным раствором. Изоляционная трубка должна выходить из втулки на 5...10 мм.

В монтажную зону плоские провода поставляют в бухтах. Перед прокладкой их разматывают, разрезают на отрезки и выправляют. Для этого один конец провода закрепляют, а сам провод протягивают через специальное приспособление для правки или рукавицу,

надетую на руку. Протягивать провод следует очень аккуратно, чтобы не повредить оболочку. Правку плоских проводов можно производить только при температуре не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ .

У плоских проводов с разделительным основанием при изгибе их на ребро (при повороте трассы на  $90^{\circ}$ ) в месте изгиба вырезают основание на длине 40...60 мм (рис. 6.2).

При разделке плоских проводов часто используют клещи КУ-1 или МБ-241, с помощью которых можно разрезать пленку, выкусывать ее, снимать изоляцию с концов проводов, зачищать жилы и изгибать колечки на концах проводов для подсоединения их под контактный винт (рис. 6.3).

Прокладку незащищенными проводами на изоляторах применяют в производственных и складских помещениях по стенам, потолкам и нижнему поясу ферм в сухих, влажных, сырых и особо сырых помещениях, а также снаружи (рис. 6.4).

На месте монтажа или в МЭЗ заготавливают провода и прокладывают их по подготовленным трассам, причем от проводов до поверхности стен и перекрытий минимальное расстояние должно быть не менее 10 мм.

Спуски проводов от механических повреждений защищают на высоте от пола или площадки обслуживания не менее 1,5 м, закрывая их угловой сталью или прокладывая в трубах.

Провода закрепляют на штыревых изоляторах вязальной оцинкованной проволокой, на троллейбусных — промежуточными и концевыми держателями.

Электропроводки, выполненные изолированными и защищенными проводами и кабелями, подвешенными к стальному тросу

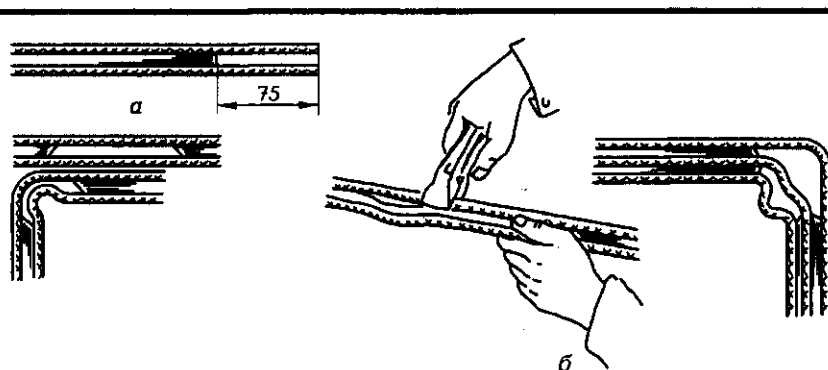
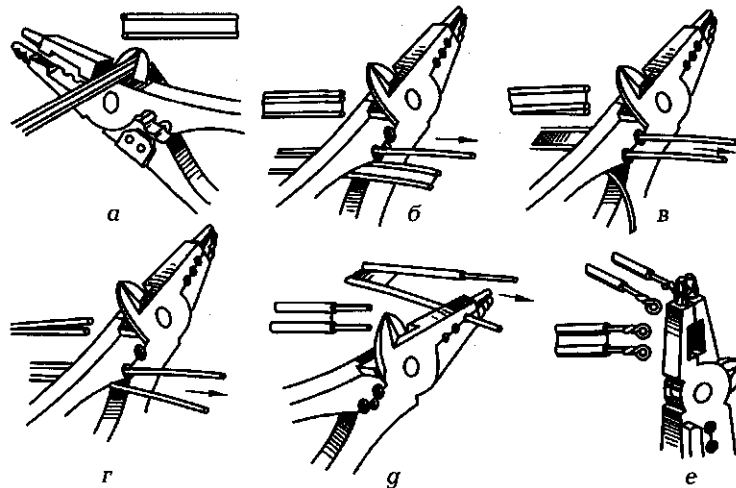


Рис. 6.2. Операции подготовки плоского провода перед монтажом:  
а — присоединение; б — изгибание на ребро в плоскости стены

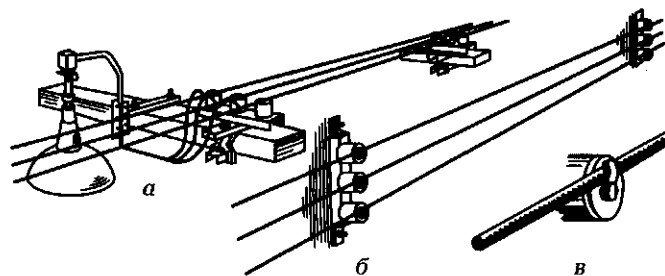


**Рис. 6.3.** Универсальные клещи КУ-1 и выполняемые с их помощью монтажные операции:

*а* — отрезание провода; *б...г* — удаление перемычки; *д* — снятие изоляции; *е* — изготовление колец

диаметром 3...8 мм или специальными проводами АВТ, АВТУ, АВТВ, АВТВУ, которые имеют между тремя или четырьмя свитыми жилами собственный несущий стальной оцинкованный трос, называют *тросовыми электропроводами* (табл. 6.5, рис. 6.5).

Этот вид электропроводок является наилучшим для промышленного монтажа. Его применяют в любых условиях среды, включая взрывоопасные зоны отдельных классов. При пролетах между подвесками троса 6 и 12 м стрелы провеса троса должны быть соответственно 100...150 и 200...250 мм.



**Рис. 6.4.** Примеры выполнения электропроводки на изоляторах:

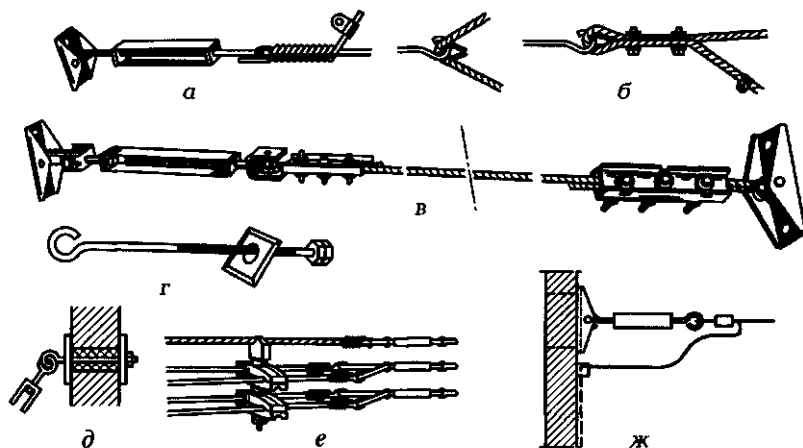
*а* — по фермам; *б* — по стенам; *в* — держателями

Таблица 6.5. Провода со стальным оцинкованным несущим тросом

Марка	Число жил	Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Номинальное напряжение, В	Элементы конструкции			Область применения
				Жила	Изоляция	Другие элементы	
АРТ	2 3 4	2,5 и 4 4 и 6 4...35	660	Алюминиевая	Резиновая	Несущий трос	В помещениях, где требуется повышенная механическая прочность
АВТ	2 3 4	2,5 и 4 2,5 и 4 4...16	380	То же	Поливинилхлоридная	То же	В не помещений (для ввода в жилые дома и хозяйственные постройки) для I и II районов гололедности
АВТУ	3	2,5 и 4	380	»	То же	Несущий усиленный трос	То же, для III и IV районов гололедности
АВТВ	4	4...16	380	»	»	Несущий трос	В помещениях (в том числе животноводческих)
АВТВУ	4	4...16	380	»	»	Несущий усиленный трос	То же, где требуется повышенная механическая прочность

В тросовой электропроводке в основном применяют элементы, изготавливаемые на заводах. К торцовым стенам тросы крепят на проходных анкерах или анкерах, прикрепляемых к сквозным штырям, болтам или дюбелям (см. рис. 6.5, а).

На конце троса делают петлю и устанавливают тросовый зажим и муфты, позволяющие регулировать натяжение троса. При электропроводах тросовыми проводами применяют специальные ответ-



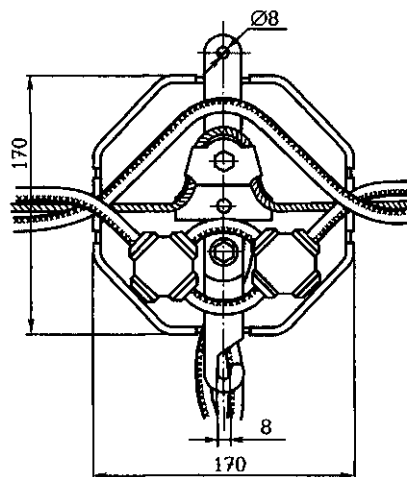
**Рис. 6.5.** Монтаж элементов тросовых электропроводок:

*а* — анкер с натяжной муфтой; *б* — концевая заделка троса с помощью коуша и плашечных зажимов; *в* — несущий трос; *г* — натяжной сквозной болт с крюком; *д* — натяжной сквозной болт с кольцом; *е* — прокладка изолированных проводов на тросовых подвесках с заглушкой проводов на изоляторах орешкового типа; *ж* — заземление троса провода АРТ с помощью свободного конца петли

вительные коробки, которые одновременно используют для подвески тросового провода и светильников (рис. 6.6). Внутри коробки имеется устройство для крепления троса.

Монтажные изделия для тросовых электропроводок приведены в табл. 6.6.

Электропроводки небронированными защищенными проводами и кабелями сечением до 16 мм<sup>2</sup> с резиновой и пластмассовой изоляцией прокладывают непосредственно по поверхности стен. Такие электропроводки крепят скобами, пряжками (рис. 6.7) или на полосах, лентах к струнам (рис. 6.8), что резко уменьшает трудоемкость дыропробивных работ.



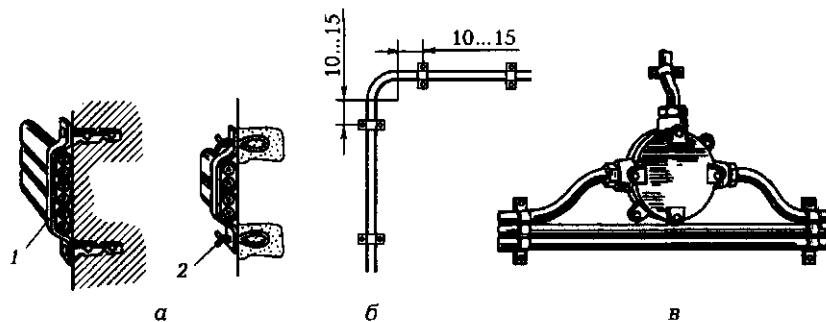
**Рис. 6.6.** Тросовая ответвительная коробка с крюком для подвески светильников

Таблица 6.6. Монтажные изделия для тросовых электропроводок

Название	Марка	Размеры, мм		Назначение
		Длина	Ширина	
Коробки: тросовые	У245	150	100	Ответвление сечением 1,5... 2,5 мм <sup>2</sup> от тросовой линии (трех- или четырехпроводной) сечением 4... 10 мм <sup>2</sup> , количество сжимов 2
	У246	200	150	То же, сечением 16... 35 мм <sup>2</sup> , количество сжимов 7
	У230	180	160	То же, от тросовой линии АРТ сечением 4... 10 мм <sup>2</sup>
	У231	228	200	То же, сечением 16... 35 мм <sup>2</sup> (ответвление 1,5... 4 мм <sup>2</sup> )
ответви- тельные	У257	200	165	Разъемные присоединения светильников к магистральной сети освещения сечением до 25 мм <sup>2</sup> через трехполосную штепсельную розетку 10 А
Крюк	У247	50	20	Подвешивание светильников массой до 5 кг к тросовым коробкам У245 и У246
Серьга	К1016	175	—	Крепление троса или стальной проволоки к металлическим фермам
Натяжная муфта	К798... ...К805	150...850	—	Натяжение стальных канатов или стальной проволоки диаметром 4...6 и 6...8 мм
Анкер	К675	72	80	Концевое крепление стальных тросов или проволоки диаметром 6...8 мм к строительным конструкциям здания приваркой или сквозными штырями (болтами)

Название	Марка	Размеры, мм		Назначение
		Длина	Ширина	
Анкер	К809	700	40	Концевое крепление стальных канатов или проволоки к стенам
Зажим	К296	90	30	Соединение проволочных подвесов, растяжек, оттяжек с несущим тросом. Диаметр проволоки до 8 мм
	К676	170	40	Скрепление петли, выполняемой на конце стального троса диаметром 6...8 мм

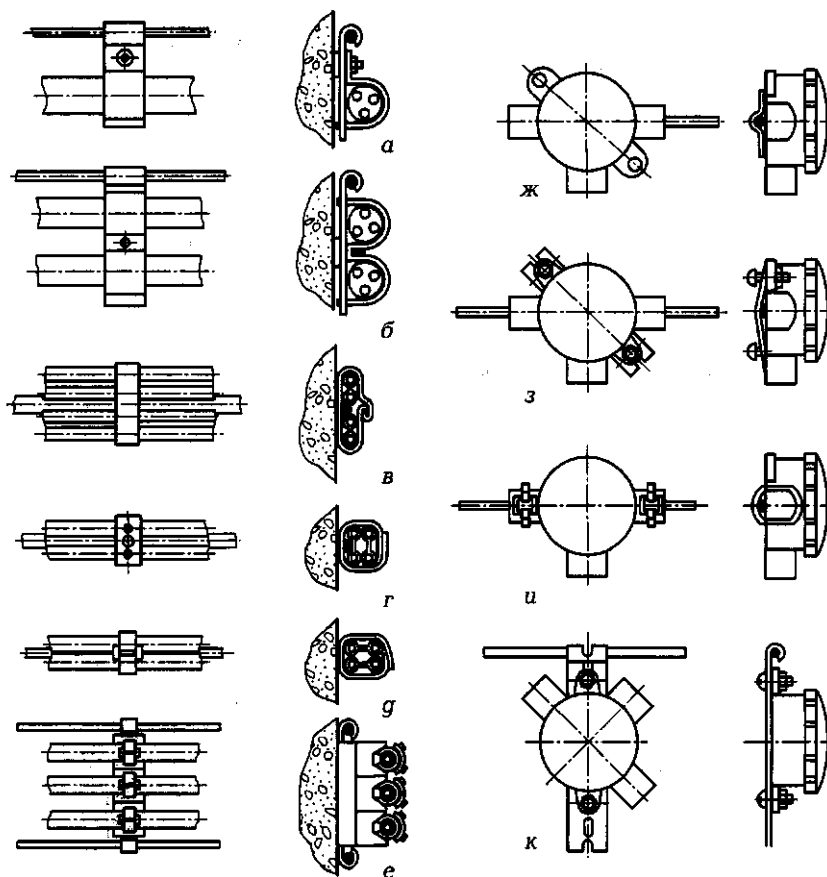
Монтажные перфорированные полосы и ленты шириной 16 и толщиной 0,8 мм, холодно- или горячекатаную ленту шириной 20...30 и толщиной 1...1,5 мм используют в качестве несущих конструкций. Ленты и полосы крепят непосредственно к основанию с расстоянием между точками крепления 0,8...1 м, а от конца полосы — не более 70 мм. Оцинкованную проволоку диаметром 3...4 мм, натянутую вплотную к основанию и закрепленную на концах натяжными устройствами, используют в качестве несущей струны.



**Рис. 6.7.** Монтаж электропроводок проводами и кабелями с резиновой и пластмассовой изоляцией:

*а* — способы крепления кабеля: 1 — скобами; 2 — пряжками; *б* — устройство поворота под углом 90°; *в* — устройство ответвления при нескольких параллельно проложенных кабелях





**Рис. 6.8.** Прокладка кабеля и проводов по стене с креплением к струнам: а — подвеской У954; б — подвеской У957; в — полоской Лоскутова; г — лентой К226; д — полоской с пряжкой ПИ; е, и — полоской ПЛ с пряжкой; ж — полоской 20×1 с «усами»; з, к — монтажной полоской К-200

Защищенные провода АПРФ (ПРФ, ПРФл) выпрямляют на верстаке или вручную.

Провода и кабели крепят металлическими или пластмассовыми бандажами на расстоянии 10... 15 мм от мест изгиба трассы и 100 мм — от их ввода в ответвительные коробки. Расстояние между точками крепления 500 мм. Несущие полосы, ленты и струны заземляют так же, как и тросовые проводки. Металлические оболочки проводов АПРФ, ПРФ, ПРФл заземляют у питающих щитков или пунктов гибкой медной перемычкой, припаянной к металлической оболочке кабеля, провода.

### 6.3. МОНТАЖ СКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ

Скрытую прокладку проводов выполняют, соблюдая следующие требования: провода в тонкостенных перегородках до 80 мм или под слоем штукатурки прокладывают параллельно архитектурно-строительным линиям; между горизонтально проложенными проводами и плитами перекрытия расстояние не должно превышать 150 мм; в строительных конструкциях толщиной более 80 мм провода прокладывают по кратчайшим трассам.

В помещениях кирпичных зданий, а также в крупноблочных зданиях с перегородками, изготовленными из плит небольших размеров, скрытые электропроводки плоскими проводами выполняют так: в кирпичных и шлакобетонных оштукатуренных стенах — непосредственно под слоем штукатурки; в стенах из крупных бетонных блоков — в швах между блоками, а отдельные участки — в штробах; в гипсобетонных перегородках из отдельных плит — в бороздах; в перекрытиях из сборных многопустотных плит — в пустотах плит или в неметаллических трубах, уложенных поверх плит перекрытия в подготовке пола.

К монтажу электропроводок приступают после окончания строительных работ и работ по укладке чистого пола.

Технологические операции монтажа скрытых электропроводок выполняют в определенной последовательности. Сначала размечают трассу электропроводки, места установки ответвительных ко-

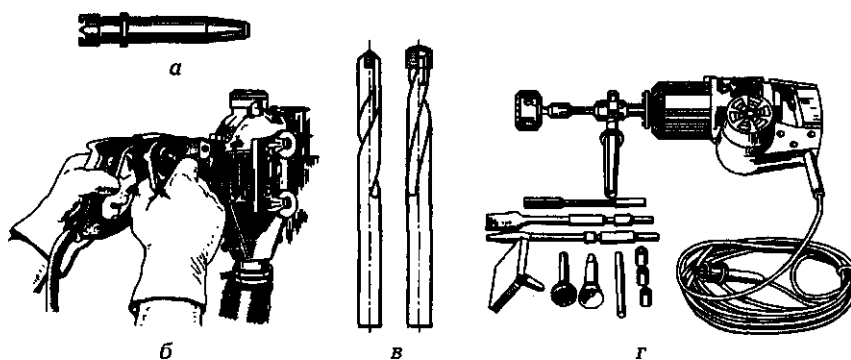


Рис. 6.9. Инструмент, механизмы и приспособления для пробивных работ:

а — шлямбур; б — бороздорез; в — бурик; г — электрический молоток с набором рабочего инструмента

робок под выключатели и штепсельные розетки, крюки под светильники. Разметку начинают с мест установки по проекту щитков, светильников, выключателей и штепсельных розеток. Далее размечают трассы прокладки проводов. Плоские провода в горизонтальном направлении прокладывают на расстоянии 100... 150 мм от потолка или 50... 100 мм от балки или карниза. Провода можно укладывать в щели между перегородкой и перекрытием или балкой. Линии к штепсельным розеткам прокладывают на высоте их установки (800 или 300 мм от пола) или в углу между перегородкой и верхом плиты перекрытий.

Отверстия в бетоне и кирпиче делают электро- и пневмоинструментом. В гипсобетонных перегородках и кирпичных стенах борозды изготовляют механизмом МВБ-2МУ1. Пробивные работы по кирпичу и бетону выполняют пневматическими рубильными молотками, а сверления под ответвительные коробки, штепсельные розетки и выключатели — коронками КГС (рис. 6.9).

В практике электромонтажных работ широкое распространение получили беструбные скрытые электропроводки, выполняемые проводами АППВС и АПВ.

Заготовку мерных отрезков плоских проводов производят непосредственно на месте монтажа. На концах проводов вырезают разъединительную пленку длиной 75 мм, а на изгибах — 40... 60 мм. У трехжильных проводов после вырезки пленки в местах изгиба одну жилу отводят полупетлей внутрь угла. Гвоздями скрытую проводку крепить нельзя. Крепление проводов осуществляют «примораживанием» алебастровым раствором, пластмассовыми скобами, хлопчатобумажной лентой. Далее провода вводят в коробки, делают соединения, ответвления и изолируют их концы.

При прокладке проводов и кабелей в каналах сборных строительных конструкций разметку трасс и мест установки приборов производить не требуется. Перед затягиванием проводов калибром проверяют пригодность каналов. Диаметр калибра должен быть не менее 0,9 проектного диаметра канала. При этом особое внимание обращают на наличие натеков и острых граней в местах сопряжения строительных элементов здания. Затем проверяют состояние соединительных ниш соседних стеновых панелей. Нишу выполняют полукруглой формы радиусом 70 мм, гнезда для электроустановочных изделий — с конусностью диаметрами 72... 74 мм при установке без коробок и 85 мм — с коробками. Затягивание проводов в каналы производят от прибора к коробкам и нишам. Усилие затягивания не должно превышать 20 Н на 1 мм<sup>2</sup> суммарного сечения жил. При диаметре канала 20 мм можно затягивать до пяти

проводов, при 25 мм — до восьми проводов сечением до 2,5 мм<sup>2</sup>. При ограниченном числе проводов и небольшой длине прямых каналов затягивание производят вручную, при большом числе — стальной проволокой, предварительно затянутой в канал, или приспособлением.

#### 6.4. МОНТАЖ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ НА ЛОТКАХ И В КОРОБАХ

Лотки для электропроводок выпускают секциями длиной 2 м: сварные — шириной 200 и 400 мм, перфорированные — 50 и 100 мм.

Лотки устанавливают на высоте не менее 2 м от уровня пола или площадки обслуживания, в помещениях, обслуживаемых специально обученным персоналом; высота расположения лотков и коробов не нормируется.

Металлические лотки (рис. 6.10, табл. 6.7) устанавливают: на сборных кабельных конструкциях, элементах строительных и тех-

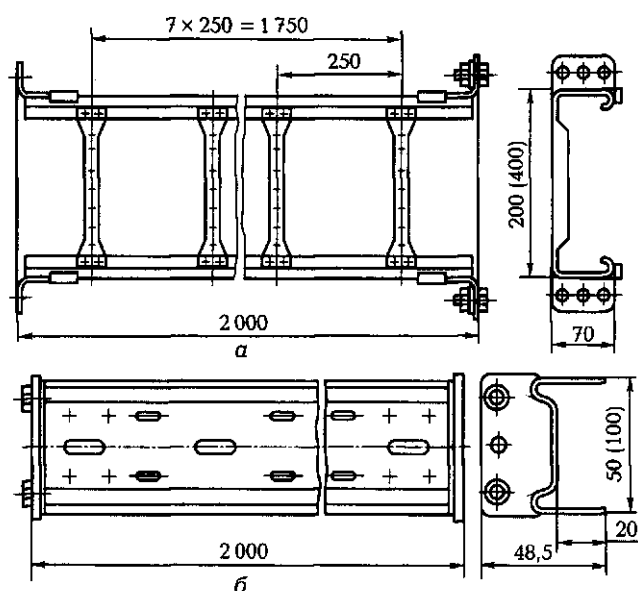


Рис. 6.10. Металлические прямые лотки:  
 а — НЛ40-П2 и НЛ20-П2; б — НЛ5-П2 и НЛ10-П2

Таблица 6.7. **Металлические лотки**

Изделие	Обозначение (тип)	Назначение
Сварные лотки	К420, К422	Несущая металлоконструкция для прокладки проводов и кабелей
Перфорированные лотки	К60у, К61у	То же
Прямые лотки	НЛ5-П2, НЛ10-П2, НЛ20-П2, НЛ40-П2	То же, на трассах с поворотами и разветвлениями в горизонтальной и вертикальной плоскостях
Угловые лотки	НЛ-У45, НЛ-У95	Разветвление и повороты трассы
Переходной соединитель	НЛ-СП	Переход с лотка НЛ40-П2 на лоток НЛ20-П2
Шарнирный соединитель	НЛ-СШ	Соединение лотков всех типов под углом 0...90° в вертикальной плоскости
Прижим	НЛ-ПР	Крепление лотков к опорным конструкциям
Подвеска	НЛ-ПВ	Подвешивание лотков всех типов к потолкам
Огнестойкие перегородки	НЛ40-ПО	Предотвращение переброски огня с одного ряда лотков на другой

нологических конструкций, кронштейнах и подвесках. Шаг крепления кабелей — 250 мм.

Все соединения при монтаже выполняют резьбовыми деталями крепления. Для надежного электрического контакта в местах соединения прямых окрашенных лотков фланцы имеют гальваническое покрытие. Электрический контакт вспомогательных элементов с прямыми окрашенными лотками обеспечивается стопорными шайбами либо зачисткой мест контакта.

Стальные электротехнические коробки серии У (рис. 6.11, табл. 6.8) усовершенствованной конструкции допускают увеличенную нагрузку, обеспечивают прокладку трассы с необходимыми поворотами; их используют для вертикальной прокладки сетей. Надежную электрическую связь секций коробки осуществляют соединением элементов болтами.

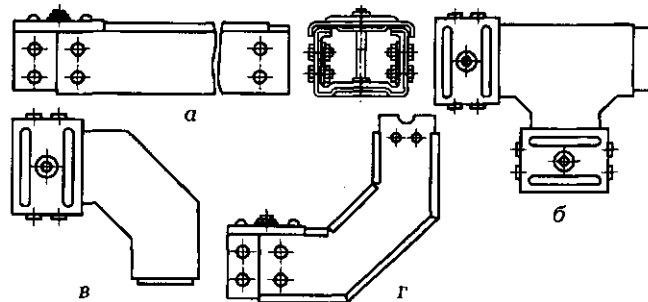


Рис. 6.11. Стальные электротехнические коробки серии У:

а — прямой; б — тройниковый; в — угловой для изменения трассы в горизонтальной плоскости; г — угловой для изменения трассы в вертикальной плоскости

Таблица 6.8. Стальные электротехнические коробки серии У

Изделие (короба)	Обозначение	Сечение, мм	Назначение
Прямые	У1050	70 × 60	Прокладка проводов и кабелей, защита от механических повреждений
	У1051*	70 × 60	
	У1079	150 × 100	
	У1080*	150 × 100	
	У1098	200 × 100	
	У1090*	200 × 100	
	У1105	100 × 50	
У1106*	100 × 50		
Крестообразные	У1056	70 × 60	Разветвление на четыре направления
	У1085	150 × 100	
	У1095	200 × 100	
	У1111	100 × 50	
Тройниковые	У1055	70 × 60	То же, на три направления
	У1084	150 × 100	
	У1094	200 × 100	
	У1110	100 × 50	
Угловые для изменения направления трассы в горизонтальной плоскости	У1054	70 × 60	Соединение трассы любой длины и формы
	У1083	150 × 100	
	У1093	200 × 100	
	У1109	100 × 50	
Угловые для изменения направления трассы в верхней плоскости	У1052	70 × 60	То же
	У1081	150 × 100	
	У1091	200 × 100	
	У1107	100 × 50	

Примечание. Длина короба 2000 мм, а обозначенных «\*» — 3000 мм.

Операции монтажа электропроводок в лотках и коробах выполняют в определенной технологической последовательности.

Сначала разметочным шнуром размечают трассу с соблюдением мест установки опорных и поддерживающих конструкций и точек их крепления к строительным элементам здания. Расстояние между точками крепления лотков принимают равным 2...2,5 м, коробов — не более 3 м. Затем устанавливают или подвешивают опорные конструкции на кронштейнах или консолях, перфорированных полосках и профилях, закрепляя их распорными или пристреливаемыми дюбелями.

Далее готовят мерные отрезки проводов, в местах их соединений и на концах снимают изоляцию, прозванивают, скручивают жилы, контролируют правильность соединений, в нужных местах устанавливают коробки или сжимы, собирают в пучки, бандажируют, маркируют бирками. Число проводов в пучке должно быть не более 12, наружный диаметр пучка — 0,1 м. Расстояние между бандажами на горизонтальных пучках 4,5 м, на вертикальных — не более 1 м.

При прокладке проводов и кабелей в лотках (рис. 6.12) рядами, пучками и пакетами выдерживают промежуток: при однослойной прокладке — в свету 5 мм; при прокладке пучками — 20 мм; между проводами при многослойной прокладке — без промежутков.

При прокладке проводов и кабелей в коробах высота слоя в одном коробе не должна превышать 0,15 м. Мерные отрезки с барабанов или бухт разматывают и укладывают на лотки с помощью приспособлений, роликов и желобов.

В местах поворотов трасс, на ответвлениях, при вертикальной и горизонтальной прокладках лотков плашмя провода и кабели крепят через 1 м, при прокладке коробов крышкой вниз их крепят

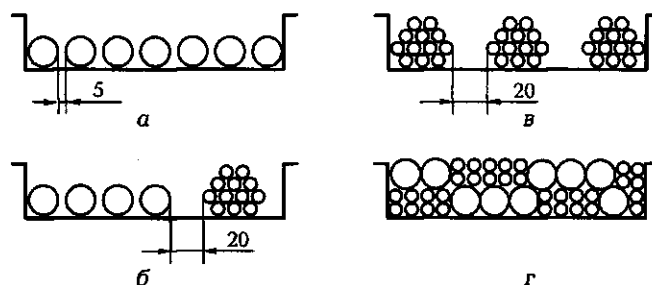


Рис. 6.12. Способы прокладки проводов и кабелей на лотках:  
а — рядами; б — пучками; в — пакетами; г — многослойная

через 1,5 м, в сторону — через 3 м. На прямых горизонтальных участках крепить провода в коробах не следует.

На концах лотков и коробов, поворотах трассы и ответвлениях, а также в местах подключения проводов к электрооборудованию устанавливают маркировочные бирки. Соединенные в магистраль лотки или короба заземляют не менее чем в двух удаленных друг от друга местах с противоположных сторон линии и дополнительно в конце ответвления. При этом проверяют непрерывность цепи «фаза — нуль», контактных соединений и измеряют мегомметром сопротивление изоляции.

## 6.5. МОНТАЖ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ В ТРУБАХ

При монтаже труб из пластика и стальных труб как при открытой, так и при скрытой прокладке, как правило, выполняют предварительную заготовку труб в МЭЗ. На месте монтажа выполняют лишь сборку элементов трубной трассы. Заготовку труб выполняют по проектным чертежам, трубозаготовительным ведомостям или по эскизам, выполненным монтажниками на основе проектных чертежей планов и разрезов электропроводок или по замерам трубной трассы в натуре на месте монтажа.

Таблица 6.9. Область применения стальных труб для электропроводок

Вид труб	Область применения
Стальные водогазопроводные (обыкновенные и легкие)	Во взрывоопасных зонах; в пожароопасных зонах (на участках выхода труб из пола, фундаментов и т. п.)*
Стальные и электросварные прямошовные	В пожароопасных зонах всех классов при скрытой прокладке*; на чердаках промышленных зданий; в вычислительных центрах; в сложных фундаментах под оборудование; за непроходными подвесными потолками из сгораемых материалов <sup>1</sup> ; в горячих цехах (литейных, кузнечнопрессовых и т. п.), где производится работ с горячим металлом

\* Толщина стенок труб должна быть не менее 2,5 мм.



В трубозаготовительной ведомости для каждой трубы указывают: номер (маркировку), диаметр, расчетную длину, концевые точки начала и конца трубы по трассе, а также длину прямых участков трубы между концами или точками пересечения осевых линий труб в местах изгиба и значения углов изгиба в градусах.

Стальные трубы для электропроводок применяют только в тех случаях, когда по условиям среды и категории помещений (например, взрывоопасные) другие виды электропроводок запрещены (табл. 6.9).

*При монтаже трубных электропроводок* работы выполняют в следующем порядке: удаляют заглушки с концов участка, на котором предполагается затягивать провода; продувают участок трубы сжатым воздухом; при сильном загрязнении протягивают по трубам стальные ерши, а затем продувают; продувают трубу тальком; при сложной трассе натирают провода тальком, разматывают заготовку трубной проводки в положение, удобное для протяжки, правят провода и соединяют их с зажимом или другим приспособлением для захвата головных концов провода; оконцовывают трубу предохранительной втулкой и крепят зажим к протяжной проволоке, заложенной в трубу при ее заготовке; затягивают провода в трубу; разделяют концы проводов, прозванивают их и выполняют соединения и ответвления в коробках; оконцовывают и присоединяют провода к электроприемникам; присоединяют проводку к питающей магистрали; испытывают и сдают проводку в эксплуатацию.

В местах соединений, ответвлений и на концах провода маркируют в соответствии с записями в кабельном журнале. Короткие и легкие провода затягивают в трубы вручную. Для облегчения протяжки один из монтажников направляет провода в приемный конец трубы. На сложных трассах с большим числом изгибов устанавливают дополнительные протяжные коробки и производят протяжку по частям участка, расположенным между этими коробками. Провода крупных сечений и большой длины затягивают в трубы с применением монтажных переносных лебедок или электромонтажных приводов. При вертикальном расположении проводов их затягивают снизу вверх. При этом провода периодически закрепляют в протяжных коробках изоляционными зажимами. Расстояние между точками вертикального крепления проводов зависит от их сечения и составляет 30 м при сечении до 50 мм<sup>2</sup> и 15 м при сечении 240 мм<sup>2</sup> и выше.

В табл. 6.10 приведен сортамент стальных труб, применяемых для электропроводок, в табл. 6.11 — металлорукава, в табл. 6.12 —

изделия для монтажа в стальных трубах, а на рис. 6.13 показаны примеры применения изделий для монтажа электропроводок в стальных трубах.

Таблица 6.10. Стальные трубы

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Условный проход, мм	Масса 1 м, кг
<i>Легкие водогазопроводные (газовые) трубы</i>			
21,3	2,5	15	1,16
26,8	2,5	20	1,50
33,5	2,8	25	2,12
42,3	2,8	32	2,73
48,0	3,0	40	3,33
60,0	3,0	50	4,22
75,5	3,2	70	5,71
88,5	3,5	80	7,34
<i>Обыкновенные водогазопроводные (газовые) трубы</i>			
21,3	2,8	15	1,28
26,8	2,8	20	1,66
33,5	3,2	25	2,39
42,3	3,2	32	3,09
48,0	3,5	40	3,84
60,0	3,5	50	4,88
75,5	4,0	70	7,05
88,5	4,0	80	8,34
<i>Электросварные трубы для соединения на накатной резьбе</i>			
20	1,6	—	0,72
26	1,8	—	1,07
32	2,0	—	1,48
47	2,0	—	2,21
59	2,0	—	2,82
<i>Электросварные трубы для безрезьбового соединения</i>			
18	1,6	—	0,647
25	1,6 и 1,8	—	0,925 и 1,03
30 и 33	1,8 и 2,0	—	1,25 и 1,53
45 и 48	2,0	—	2,12 и 2,27
57 и 60	2,0	—	2,71 и 2,86

Таблица Б.11. Металлорукава

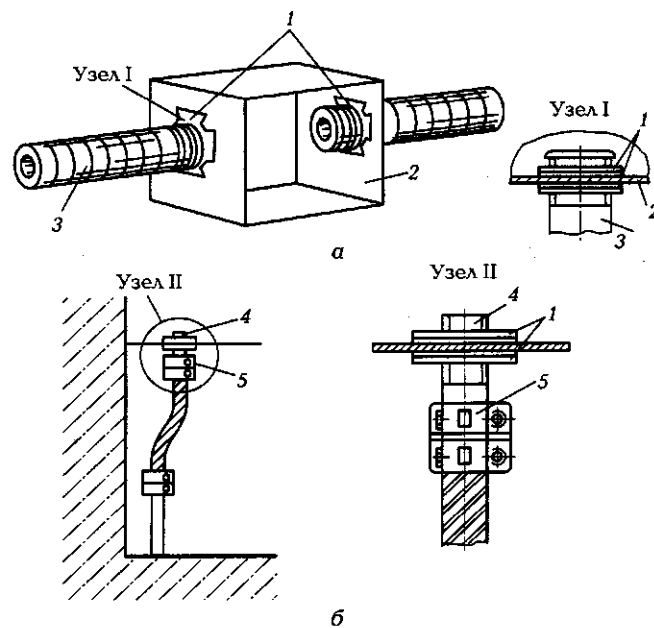
Диаметр, мм		Минимальный радиус изгиба, мм	Условный проход, мм
минимальный внутренний	максимальный наружный		
РЗ-Ц, РЗ-Х, РЗ-Ц-А, РЗ-Ц-Ш, РЗ-Ц-Х-Ш, РЗ-Ц-А-Ш			
13,9	18,9	100	15
16,9	21,9	100	18
18,7	24,0	100	20
20,7	26,0	130	22
23,7	30,8	130	25
30,4	38,0	250	32
36,4	44,0	250	38
46,5	48,7	250	50
56,5	70,3	300	60
РЗ-Н, РЗ-Н-Х, РЗ-Н-П, РЗ-Н-А-Ш			
13,9	19,9	100	15
16,9	22,9	100	18
18,7	25,1	100	20
20,7	27,7	130	22
23,7	30,7	130	25
30,4	38,0	250	32
36,4	44,0	250	38
41,5	49,5	300	42
46,5	58,7	250	50
56,5	68,7	300	60

Соединение труб электропроводок, используемых в качестве заземляющих проводников, должно иметь надежный электрический контакт. При открытой прокладке труб в сухих (нормальных) помещениях соединение выполняют муфтами с контргайками, а при скрытой и открытой прокладках в остальных помещениях — муфтами на резьбе с уплотнением мест соединений. Допускается осуществлять электрические соединения приваркой металлических перемычек достаточной проводимости (круглая сталь диаметром не менее 5 мм).

Наименьший допустимый радиус изгиба трубы диаметром 50 мм при открытой прокладке равен четырехкратному диаметру трубы; при большем диаметре — шестикратному; при прокладке труб в бетонных массивах — десятикратному. Нормализованными являются углы поворота 90, 105, 120, 135 и 150° и радиусы изгиба 200, 400 и 800 мм. Концы мерных отрезков труб нарезают. Каждая труба в соединении должна иметь не менее пяти полных неповреж-

Таблица 6.12. Изделия для монтажа электропроводок в стальных трубах

Название	Марка	Размеры, мм			Назначение
		Длина	Ширина	Диаметр	
<i>Изделия для прокладки труб</i>					
Гибкие вводы	K1080...K1088	425...940	—	25...61	Криволинейные участки трубных электропроводок при вводе в оболочку электрооборудования
Муфты	TP-2... TP-10	44...125	58...160	20...90	Безрезьбовое соединение стальных труб с гибкими металлорукавами и тонкостенных труб через вводные патрубки
Вводные патрубки	У476...У479	55...90	—	25...61	Ввод проводов в оболочки электрических устройств в трубах
Установочные заземляющие гайки	K480...K486	Толщина 3...6	27...90	Условный проход 15...70	Создание электрического контакта
Полиэтиленовые втулки	B17...B82	10...30	—	15...82	Защита изоляции проводов и кабелей от механических повреждений
Полиэтиленовые заглушки	У467...У470	16...30	—	15...42	Временное закрывание концов труб

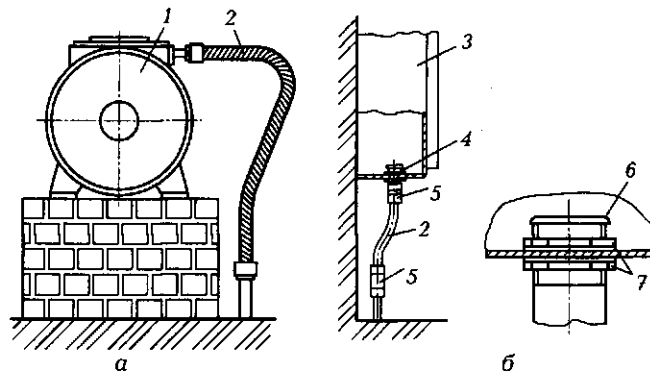


**Рис. 6.13.** Примеры монтажа электропроводок в трубах:

*а* — установочными заземляющими гайками; *б* — муфтами У211 сУ219; 1 — гайки; 2 — стенки коробки; 3 — стальная труба; 4 — вводный патрубок; 5 — муфты ТР

денных витков резьбы. Для труб с условным проходом 15...80 мм длина резьбы может быть короткой (14...30 мм) или длинной (50...100 мм).

Скрыто прокладываемые трубы в бороздах «примораживают» алебастровым раствором с последующей заделкой штукатуркой. В полах и фундаментах трубы крепят к стальной арматуре или специальным опорам. Обход препятствий и подвод труб к двигателям и аппаратам осуществляют гибкими вводами (рис. 6.14). На технологических линиях МЭЗ, используя механизмы (см. подразд. 2.5), заготавливают и обрабатывают провода и кабели. Далее их затягивают в трубы с помощью стальной проволоки, предварительно на концах труб устанавливают втулки. Провода сечением до 50 мм<sup>2</sup> крепят через 30 м, сечением 70...150 мм<sup>2</sup> — через 20 м, сечением 185...240 мм<sup>2</sup> — через 15 м. Завершающей операцией монтажа трубной электропроводки является заземление труб, которое выполняют приваркой — не менее чем в двух точках обходными перемычками достаточной проводимости. При параллельной прокладке нескольких труб их заземляют, приваривая поперечные стальные полосы.



**Рис. 6.14.** Примеры применения гибких вводов:

*а* — ввод в двигатель; *б* — ввод в пусковой ящик; 1 — двигатель; 2 — гибкий ввод; 3 — пусковой ящик; 4 — патрубок; 5 — муфта; 6 — втулка; 7 — установочная гайка

*Заготовка пластмассовых труб* (табл. 6.13...6.15) состоит из следующих операций: разметки, резки, правки, гибки труб и колен, выпрессовки раструбов, соединения винипластовых труб склеиванием, соединения полиэтиленовых и полипропиленовых труб сваркой и горячей посадкой, соединения труб с ящиками и коробками, а также комплектования и маркировки трубных заготовок.

**Таблица 6.13. Пропиленовые трубы**

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм	
	легкой	средней
20	2,0	2,0
25	2,0	2,0
32	2,0	2,0
40	2,0	2,3
50	2,0	2,8
63	2,0	3,6
75	2,4	4,3
90	2,8	5,1

Таблица 6.14. Полиэтиленовые трубы

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм			
	легкой	среднелегкой	средней	тяжелой
<i>Трубы из полиэтилена низкой плотности высокого давления</i>				
10	—	—	—	2,0
12	—	—	—	2,0
16	—	—	2,0	2,7
20	—	—	2,0	3,3
25	—	2,0	2,7	4,2
32	2,0	2,4	3,4	5,3
40	2,0	3,0	4,3	6,7
50	2,4	3,7	5,4	8,3
63	3,0	4,7	6,7	10,5
75	3,6	5,6	8,0	12,5
90	4,3	6,7	9,6	15,0
<i>Трубы из полиэтилена высокой плотности низкого давления</i>				
10	—	—	—	2,0
12	—	—	—	2,0
16	—	—	—	2,0
20	—	—	—	2,0
25	—	—	2,0	2,3
32	—	—	2,0	2,9
40	—	2,0	2,3	3,6
50	—	2,0	2,8	4,5
63	2,0	2,5	3,6	5,7
75	2,0	2,9	4,3	6,8
90	2,2	3,5	5,1	8,2

Таблица 6.15. Винипластовые трубы

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм			
	легкие	среднелегкие	средние	тяжелые
10	—	—	—	1,0
12	—	—	—	1,0
16	—	—	—	1,2

Окончание табл. 6.15

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм			
	легкие	среднелегкие	средние	тяжелые
20	—	—	—	1,5
25	—	—	1,5	1,9
32	—	—	1,8	2,4
40	—	1,8	2,0	3,0
50	—	1,8	2,4	3,7
63	—	1,9	3,0	4,7
75	1,8	2,2	3,6	5,6
90	1,8	2,7	4,3	6,7

Для производства этих операций применяют: станки для мерной резки и правки труб, устройства для нагрева труб, приспособления для изготовления раструбов и формовки втулок, электрические нагреватели для сварки.

Трубы легкого и среднего типа с внутренним диаметром до 25 мм, особенно трубы, поставляемые в бухтах, можно заготавливать и обрабатывать непосредственно на монтажной площадке.

Для гибки труб и выпрессовки из них раструбов применяют нагрев, облегчающий деформации.

Для нагрева полиэтиленовых труб до 100 °С, винилпластовых до 130 °С и полипропиленовых до 165 °С применяют малые и большие газовые нагревательные печи. Концы труб можно нагревать с помощью газозадушной пропан-бутановой горелки ГПВМ-0,1, оборудованной трубной насадкой с щелями для всасывания нагреваемого воздуха, а также с помощью сушильных шкафов.

При диаметре трубы 20 мм расстояние между точками их крепления 500 мм, при 25 — 700 мм, при 32 — 900 мм, при 40 — 1 100 мм, при 50 — 1300 мм, при 63 — 1 500 мм; при диаметре 25 мм расстояние между осями параллельно прокладываемых труб 65 мм, при 50 — 105 мм, при 70 — 140 мм, при 80 — 150 мм. При скрытой прокладке пластмассовых труб глубина замоноличивания труб бетонным раствором должна быть не менее 50 мм. Если нагрузка на полы незначительна, толщина слоя может быть уменьшена до 20 мм. В местах пересечения труб на них надевают стальную гильзу большего диаметра. Полиэтиленовые трубы прокладывают только скрыто.



Таблица 6.16. Изделия и детали для монтажа электропроводок в пластмассовых трубах

Название	Марка	Размеры, мм			Назначение
		Длина	Ширина	Диаметр	
Трубы с фаской	У41...У45	3000	—	20...50	Прокладка прямых участков трассы трубопроводов. Соединение муфтами У276 и др.
Соединительные муфты	У297...У279	54...110	—	20...50	Соединение участков трубопровода, труб между собой, труб с уголками У294 и др.
Соединительные уголки:					
на угол 90°	У294...У283	—	—	20...50	Поворот трассы трубопровода на 90 и 135°
на угол 135°	У382...У386	—	—	20...50	
Уплотнительные втулки	У292	48	26	20	Уплотнение мест ввода труб в коробки
	У293	72	37	50	
Протяжные коробки	У272...У275	Высота 65...91	116...216	20...50	Протяжка, соединение и разветвление проводов. Количество присоединяемых труб 4 либо до 8

Трасса их прокладки не должна совпадать или пересекаться с горячими поверхностями. Пластмассовый электротрубопровод нужно прокладывать ниже теплопровода.

Виниловые трубы при изгибании предварительно нагревают, пропиленовые — можно изгибать без нагрева, если температура окружающей среды выше 0 °С.

Полиэтиленовые трубы соединяют между собой полиэтиленовыми муфтами или муфтами из термоусаживающихся материалов; виниловые трубы — виниловыми муфтами или муфтами с раструбом (табл. 6.16), применяя клей БМК-5 или ПКФ-147.

## 6.6. МОНТАЖ ШИНОПРОВОДОВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ

В цехах промышленных предприятий наиболее часто применяют закрытые токопроводы (шинопроводы) напряжением до 1 кВ, которые разделяются на *магистральные* с алюминиевыми шинами серий ШМА до 2,5 кА (табл. 6.17, 6.18) и *распределительные* ШРА до 0,6 кА (табл. 6.19). Кроме того шинопроводы бывают осветительные — ШОС (табл. 6.20) и троллейные (табл. 6.21).

Таблица 6.17. Магистральные шинопроводы переменного тока

Секция	ШМА-68Н	ШМА-68Н	ШМА-16	ШМА-4	ШМА-4
	Номинальный ток, А				
	2500	4000	1600	1600	1250
Прямая длиной, мм:					
750	У1730	У1760	У3330	У3330М	У3130
1500	У1731	У1761	У3331	У3131М	У3131
3000	У1762	У1762	У3332	У3332М	У3132
4500	У1733	У1763	—	—	—
6000	—	—	У3333	У3333М	У3133
Угловая:					
вертикальная	У1738	У1768	У3338	У3338М	—
горизонтальная	У1739	У1769	У3339	У3139М	У3139

Окончание табл. 6.17

Секция	ШМА-68Н	ШМА-68Н	ШМА-16	ШМА-4	ШМА-4
	Номинальный ток, А				
	2 500	4 000	1 600	1 600	1 250
Тройниковая:					
вертикальная	У1740	У1770	У3340	У3340М	—
горизонтальная	У1751	У1781	У3341	У3341М	—
Присоединительная	У1757	У1773	У3342	У3342М	У3144
Присоединительная универсальная	—	—	У3344	У3344М	—
Присоединительная фазировочная универсальная	—	—	У3345	У3345М	У3145
Фазировочная	—	—	У3343	У3343М	—
С компенсатором	У1746	У1776	У3346	У3346М	У3146
Подгоночная	У1747	У1777	У3347	У3347М	У3147
Ответвительная	—	—	—	—	—
Разделительная	—	—	У3349	У3349М	—

Таблица 6.18. Магистральные шинопроводы постоянного тока

Наименование секции и других элементов	ШМАД-70				ШМАД	
	Номинальный ток, А					
	1 60	2 500	4 000	6 300	1 600	2 500
Прямая длиной, мм:						
600	У1689К	—	—	—	—	—
750	У1690К	У1790К	У1890К	У2090К	У4200	У4220
1 500	У1691К	У1791К	У1891К	У2091К	У4201	У4221
3 000	У1692К	У1792К	У1892К	У2092К	У4202	У4222
4 500	У1693К	У1793К	У1893К	У2093К	—	—
Подгоночная	У1694К	У1794К	У1894К	У2094К	У4204	У4224

Окончание табл. 6.18

Наименование секции и других элементов	ШМАД-70				ШМАД	
	Номинальный ток, А					
	160	2500	4000	6300	1600	2500
Угловая:						
вертикальная	У1695К	У1795К	У1895К	У2095К	—	—
горизонтальная	У1696К	У1796К	У1896К	У2096К	У4206	У4226
Ответвительная:						
вертикальная, 630 А	У1697К	У1797К	У1897К	У2097К	—	—
горизонталь- ная, 630 А	У1698К	У1798К	У1898К	У2098К	—	—
Крышка:						
торцевая	У1699К	У1799К	У1899К	У2099К	У4209	У4228
угловая	—	—	—	—	У4208	У9224

Магистральные шинопроводы устанавливают по фермам, колоннам и стенам; они могут быть также подвешены на тросах. Расстояния между точками крепления шинопроводов определяют рабочими чертежами или согласовываются с заводом-поставщиком.

Монтаж магистральных шинопроводов выполняют по специальной инструкции с максимальным использованием средств механизации. Пример монтажа тяжелого шинопровода с помощью автогидроподъемника показан на рис. 6.15.

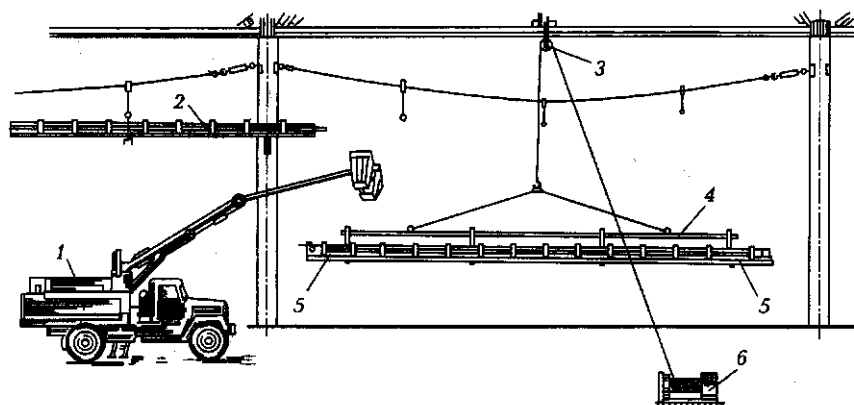
Секции шинопровода длиной 12 м собирают в длиномерные плети (100 м и более) до подъема их на проектную отметку. Предварительно их раскладывают автомобильным краном на «кóзлах», установленных на черновом полу цеха или на временных кронштейнах, закрепленных на колоннах по оси подъема. Стыки стягивают шпильками, сваривают сверху и снизу, изолируют и закрывают крышками. После этого плеть поднимают на проектную отметку лебедкой с использованием монтажных блоков, подвешенных к нижней полке подкрановой балки.

Продолжительность монтажа шинопроводов при этом способе сокращается более чем в 2 раза, уменьшаются трудовые затраты, значительно улучшаются условия и качество монтажа.

Таблица 6.19. Распределительные шинопроводы

Наименование секции и других элементов	Число присоединений (ответвлений)	ШРА-4	ШРА-73	ШРА-4	ШРА-75	ШРА-4	ШРП	ШРА-73В
		Номинальный ток, А						
		400	630	630	100	100	250	400
Секции:								
прямая длиной, мм:								
750	1	—	—	—	У2882	У2882М	—	—
1000	—	У2020М	У2060	У2060М	У2886	У2886М	У3232	У2040
1500	2	—	—	—	У2881	У2881М	—	У2907
2000	2	—	—	—	У2878	У2878М	—	У2916
3000	6	—	—	—	У2880	У2880М	—	—
3000	4	У2042М	У2062	У2062М	—	—	—	У2042
3000	3	—	—	—	У2879	У2877М	—	—
3000	2	У2054М	У2074	У2074М	—	—	—	—
3000	Без ответвлений	—	—	—	У2883	У2883М	У3231	—
прогончатая 3000	То же	—	У2061	—	—	—	У3233	—
междуэтажная	1500	—	—	—	—	—	—	У2915
угловая вертикальная:								
вверх	—	У2043М	У2063	У2063М	—	—	У3238	У2043

Наименование секции и других элементов	Число присоединений (ответвлений)	ШРА-4	ШРА-73	ШРА-4	ШРА-75	ШРА-4	ШРП	ШРА-73В
		Номинальный ток, А						
		400	630	630	100	100	250	400
вниз	—	У2044М	У2064	У2064М	—	—	У3239	У2044
угловая горизонтальная:								
правая	—	У2045М	У2065	У2065М	У2896	У2896М	У1340	—
левая	—	У2046М	У2066	У2066М	У2897	У2897М	У3241	—
гибкая	—	—	У2069	—	У2884	У2884М	—	—
вводная	—	У2056М	У2076	У2076М	У2885	У2885М	У3237	—
Торцевая заглушка	—	У2050М	У2070	У2070М	У2887	У2887М	У3242	—
Переходная муфта, А:								
400...250	—	—	—	—	—	—	—	—
630...400	—	—	У2073	—	—	—	—	—



**Рис. 6.15.** Монтаж шинопровода с автогидроподъемника АГП-12:

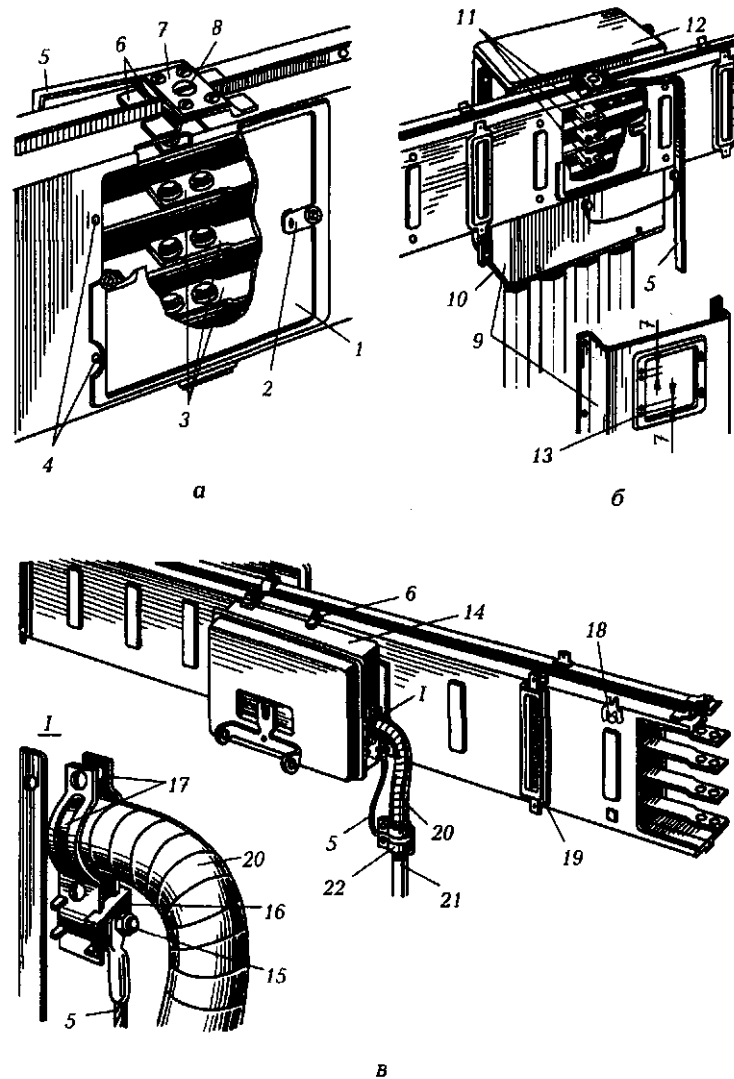
1 — автогидроподъемник; 2 — смонтированный шинопровод; 3 — монтажный ролик; 4 — траверса с блоком шинопровода; 5 — веревочная оттяжка для страховки блока от разворота; 6 — лебедка с электроприводом

*Распределительные шинопроводы* (рис. 6.16) монтируют над полом, на стенах и колоннах, на специальных опорных конструкциях: стойках-кронштейнах, подвесах. Опорные конструкции устанавливают заблаговременно, в период подготовки и комплектования секций. Расстояние между соседними опорными конструкциями составляет не более 3 м. Секции шинопровода тщательно осматривают, удаляют консервирующую смазку с контактных поверхностей токоведущих шин, коробов секций и ответвительных коробок в местах заземления.

Секции после подъема на опорные конструкции закрепляют болтами. При этом нулевая шина должна располагаться сверху. Соединение шин секций производят болтовыми контактами. Короба смежных секций соединяют винтами и соединительными планками.

Перед включением шинопровода под напряжение проверяют наличие крышек на не занятых коробками монтажных и штепсельных окнах, наличие торцевых крышек на концах шинопровода, надежность всех контактов в цепи заземления от электроприемника до корпуса и самого корпуса шинопровода с заземляющей сетью электроустановки.

*Осветительные шинопроводы* (табл. 6.20) крепят к металлоконструкциям здания на подвесках самостоятельно (рис. 6.17) или вместе с распределительным шинопроводом. Соединение смежных секций и подсоединение светильников выполняют штепсельным



**Рис. 6.16.** Монтаж распределительного шинопровода:

*а* — соединение секций; *б, в* — вводная и ответвительная коробки; 1 — съемная крышка монтажного окна; 2 — прижим; 3 — концы стыкуемых секций; 4 — отверстия для крепления корпуса вводной коробки; 5 — проводник сети заземления; 6 — лапки; 7 — соединительная планка; 8 — отверстия для приварки планки к лапкам; 9 — задняя стенка вводной коробки; 10 — съемное дно; 11 — присоединительные элементы вводной коробки; 12 — вводная коробка; 13 — отверстие для ввода кабеля сверху; 14 — ответвительная коробка; 15 — болт заземления; 16 — швеллерообразный элемент; 17 — скобы; 18 — вилка; 19 — заглушка; 20 — металло рукав; 21 — труба; 22 — муфта



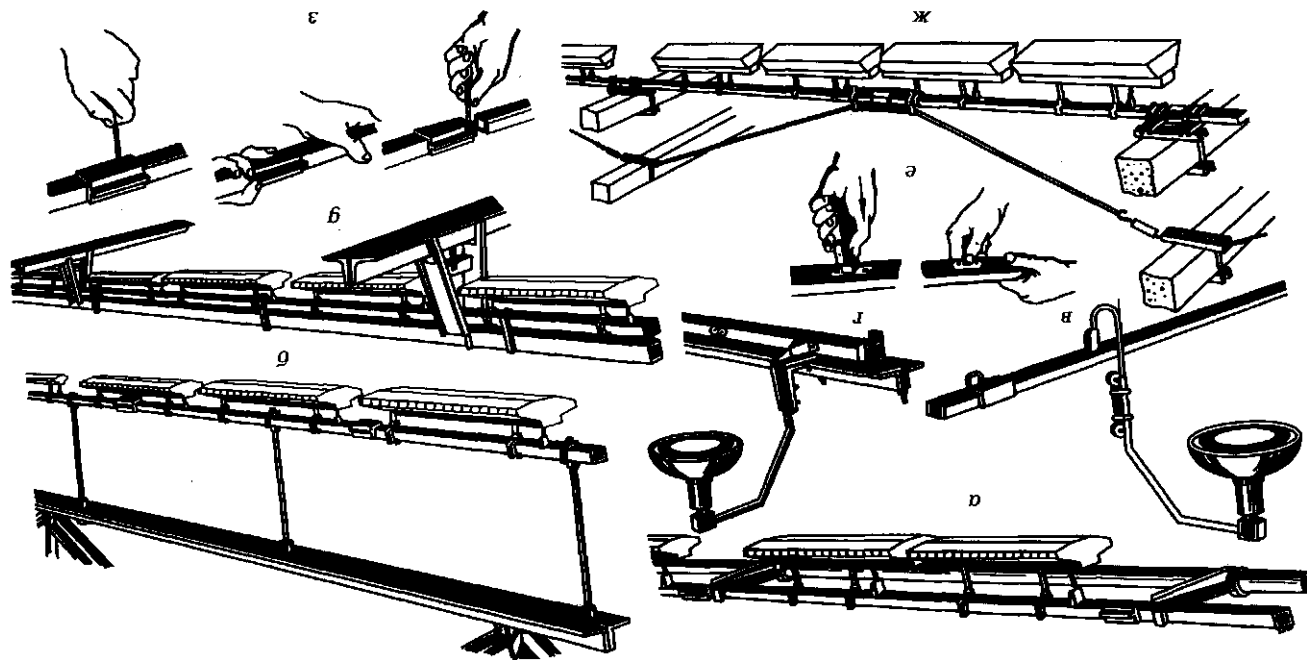
Таблица 6.20. Осветительные шинопроводы

Название секции и других элементов	Обозначение			
	ШОС-4	ШОС-2	ШОС-73	ШОС-80
Секции длиной, мм:				
прямые 6 000	У1627М	У1654М	—	—
6 000	У1628М	У1655М	—	—
3 000	У1630М	У1650М	—	У1904
3 000	У1642М	У1651М	У1962	—
1 500	У1936М	У1653М	—	У1903
1 000	—	—	У1960	У1902
600	—	—	—	У1901
500	У1637М	У1657М	—	У1900
вводные	У1641М	У1658М	У1967	У1914
гибкие 1 000	—	У1654М	—	—
гибкие 1 500	У1643М	—	У1965	—
угловые:				
левые	—	—	У1964	У1909
правые	—	—	У1963	У1908
тройниковые:				
левые	—	—	—	У1911
правые	—	—	—	У1910
Торцевая заглушка	У1635М	У1635М	У1969	У1917
Соединитель	—	—	—	У1907

контактом. Светильники подвешивают с помощью хомута с крючком или крепят к строительным конструкциям.

*Открытые троллейные шинопроводы* монтируют укрупненными блоками (обычно длиной 6 м). Троллей с конструкциями, изоляторами, крепежными деталями, отрихтованными шинами подпитки доставляют на место монтажа блоками.

Вдоль трассы троллейной линии блоки раскладывают. Затем их поднимают, крепят к подкрановым балкам и стыкуют. Укрупненные



**Рис. 6.17.** Монтаж осветительных шинопроводов ЩОС:

*а* — установка на кронштейнах, закрепленных на трубопроводе; *б* — подвеска шинопровода вдоль металлических ферм на полосовых подвесах; *в* — крепление шинопровода на кронштейне к стене; *г* — крепление шинопровода к ферме с помощью подвески; *д* — укладка шинопровода на несущей прямоугольной трубе поперек нижнего пояса металлических ферм с помощью стоек; *е* — подсоединение светильника через штепсельный соединитель; *ж* — укладка шинопровода поперек железобетонных ферм с промежуточным тросовым креплением; *з* — соединение секций шинопроводов

блоки троллеев поднимают мостовым краном, электролебедками или другими подъемными средствами.

Кронштейны к металлическим балкам крепят электросваркой, а к железобетонным — шпильками. Работы выполняют с монтажных люлек, подвешенных к мостовому крану или передвижным подмостям.

Между осями крепления кронштейнов расстояние не должно быть более 3 м. После окончательной выверки сваривают троллеи смежных блоков, приваривают температурные компенсаторы и подсоединяют питающие линии. К стальным троллеям алюминиевые провода подсоединяют через троллейные планки.

Выполняя операции по монтажу троллеев, соблюдают следующие требования: отклонения троллеев от основных осей по горизонтали допускаются не более 10 мм, по вертикали — не более 20 мм; зазор между торцами троллеев у температурных швов здания — не менее 50 мм; расстояние между токоведущими и неизолированными конструкциями должно быть не менее 50 мм. Торцы троллеев на стыках зашлифовывают так, чтобы был обеспечен свободный переход токоъемника.

Троллеи каждого участка между компенсаторами закрепляют жестко в средней точке, а в остальных местах креплений должна быть обеспечена возможность продольного перемещения. У троллеев ремонтного участка по длине стыка оставляют воздушный зазор не менее 50 мм, при этом по обе стороны стыка устанавливают держатели.

В цехах промышленных предприятий широкое применение находят троллейные шинопроводы заводского изготовления закрытого типа (табл. 6.21). Технология монтажа их аналогична описанной выше.

Таблица 6.21. Троллейные шинопроводы

Наименование секции и других элементов	Обозначение шинопроводов на токи					
	ШТА-75-400	ШМТАО-400	ШТМ-76-100	ШТР-4-100	ШМА-73-250	ШТМ-72-400
Секции длиной, мм:						
прямые 750	—	—	У2372	У2372М	У2301	—
1 500	У2703	—	У2371	У2371М	У2303	У2202

Продолжение табл. 6.21

Наименование секции и других элементов	Обозначение шинопроводов на токи					
	ШТА- 75-400	ШМТАО- 400	ШТМ- 76-100	ШТР-4- 100	ШМА- 73-250	ШТМ- 72-400
2 000	—	—	У2368	—	—	—
3 000	У2704	У3060М	У2370	У2330М	У2304	У2201
4 000	—	—	У2369	—	—	—
6 000	У2705	У3061М	—	—	У2305	У2209
угловые длиной, мм, и радиусом изгиба, °						
1 000 при 45	—	—	—	У2311	—	—
1 000 » 90	—	—	—	У2312	—	—
1 200 » 45	—	—	У2343	У2313	—	—
1 200 » 90	—	—	У2342	У2314	—	—
1 400 » 45	—	—	—	У2315	—	—
1 400 » 90	—	—	—	У2316	—	—
1 600 » 45	—	—	—	У2317	—	—
1 600 » 90	—	—	—	У2318	—	—
1 800 » 45	—	—	—	У2319	—	—
1 800 » 90	—	—	—	У2320	—	—
концевые:	У2706	—	У2397	У2397М	У2306	У2206
для ввода каретки	У2707	—	У2390	У2390М	У2307	У2204
разъедини- тельная	У2715	У3066М	У2390	У2394М	У2325	У2215
компенса- ционная	У2714 и У2717	У3065М	У2389	У2389М	У2326 и У2324	У2214 и У2215
вводная	—	—	У2391	У2391М	—	—

Окончание табл. 6.21

Наименование секции и других элементов	Обозначение шинопроводов на токи					
	ШТА- 75-400	ШМТАО- 400	ШТМ- 76-100	ШТР-4- 100	ШМА- 73-250	ШТМ- 72-400
Соединитель	—	У3063М	—	—	—	—
Вводный зажим	—	У3064М	—	—	—	—
Токосъемная каретка	У2211	—	У2360	У2362	У2328	У2211
Индикаторная коробка	У2718	—	—	—	У2329	У2218

## МОНТАЖ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПО ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВНУТРИ ЦЕХОВ

### 7.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЕЙ

Силовые кабели состоят из следующих основных элементов: токопроводящих жил, изоляции, оболочек и защитных покровов. Кроме основных элементов в конструкцию кабеля могут входить экраны, жилы защитного заземления и заполнители (рис. 7.1).

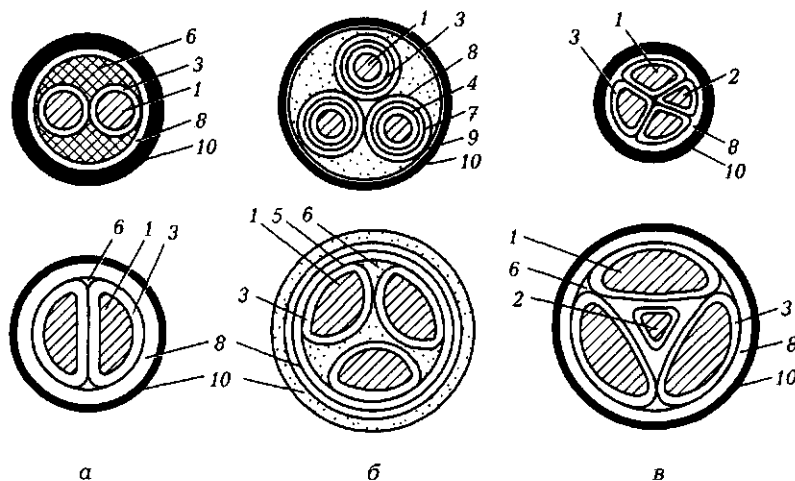


Рис. 7.1. Конструкция силовых кабелей:

*а* — двухжильные кабели с круглыми и сегментными жилами; *б* — трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками; *в* — четырехжильные кабели с нулевой жилой круглой, секторной или треугольной форм; 1 — токопроводящая жила; 2 — нулевая жила; 3 — изоляция жилы; 4 — экран на токопроводящей жиле; 5 — поясная изоляция; 6 — заполнитель; 7 — экран на изоляции жилы; 8 — оболочка; 9 — бронепокров; 10 — наружный защитный покров

Силовые кабели различают по следующим признакам: роду металла токопроводящих жил — кабели с алюминиевыми и медными жилами; роду материалов, которыми изолируют токопроводящие жилы — кабели с бумажной, пластмассовой и резиновой изоляцией; роду защиты изоляции жил кабелей от влияния внешней среды — кабели в металлической, пластмассовой и резиновой оболочках; способу защиты от механических повреждений — бронированные и небронированные; количеству жил — одно-, двух-, трех-, четырех- и пятижильные.

Каждая конструкция кабелей имеет свои обозначения и марку. Марка кабеля составляется из начальных букв слов, описывающих конструкцию кабеля.

Броня имеет следующие обозначения: из стальных лент — Б; из стальных оцинкованных плоских проволок — П; из стальных оцинкованных круглых проволок — К.

Например, маркировка кабеля ААБВГ расшифровывается таким образом: алюминиевая жила, алюминиевая оболочка, защитный покров ВВГ (В — броня из стальных лент, в — подушка, Г — без наружного покрова). К кабелям, работающим на ответственных объектах, например на атомных станциях или в местах массового пребывания людей, предъявляются особенно жесткие требования по пожарной безопасности.

В связи с этим актуальность приобретают изделия, которые снижают опасные факторы при пожарах, сохраняют работоспособность на протяжении длительного времени при воздействии на них открытого пламени.

ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод» в настоящее время серийно выпускает широкую линейку кабелей, не распространяющих горение, среди которых:

1. Кабели силовые и контрольные огнестойкие марок ВВГнг-FRLS, ВВГЭнг-FRLS и КВВГнг-FRLS, КВВГЭнг-FRLS. Кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии и электрических сигналов в стационарных электротехнических установках при переменном напряжении до 1 000 В частотой до 100 Гц или постоянном напряжении 1 000 В; для общепромышленного применения и на атомных станциях (АС) вне гермозоны в системах АС класса 2 по классификации ОПБ 88/97 (ПНАЭГ-01-011) при поставках на внутренний рынок и на экспорт, в том числе в страны с тропическим климатом. Кабели предназначены для прокладки в кабельных сооружениях и помещениях, в том числе во взрывоопасных зонах всех классов, кроме взрывоопасных зон класса В-1. Кабели не распространяют горение при прокладке в пучках. Кабели обе-

спечивают работу аварийного освещения, лифтов и другого оборудования, необходимого для эвакуации при пожаре.

2. Кабели силовые и контрольные с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов, марок ППГнг-НФ, ПББПнг-НФ, Пв-ППнг-НФ и марок КППГнг-НФ, КППГЭнг-НФ, КПББПнг-НФ.

Кабели предназначены для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках при номинальном переменном напряжении 0,66 и 1 кВ частотой до 100 Гц, в том числе для эксплуатации в системах АС класса 3Н по классификации ПНА-ЭГ-1-011—97; для прокладки в производственных офисных помещениях, в которых установлены компьютеры и другая микропроцессорная техника, а также в сооружениях метрополитена, жилых и общественных зданиях (в кинотеатрах, медицинских и учебных учреждениях, магазинах). Отсутствие галогенов уменьшает риск отравления людей при пожарах и убытков от коррозии оборудования.

3. Кабели силовые и контрольные огнестойкие, не распространяющие горение, с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов, марок ППГнг-FRHF, ППГЭнг-FRHF, ПвППнг-FRHF, ПвППЭнг-FRHF и марок КППГнг-FRHF, КПП-ГЭнг-FRHF.

Огнестойкость кабелей — не менее 180 мин. Кабели предназначены для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках при номинальном переменном напряжении 0,66 и 1 кВ частотой до 100 Гц; для эксплуатации в кабельных сооружениях и помещениях, в том числе для использования на АЭС вне гермозоны.

4. Кабели гибкие для подъемных и конвейерных систем марок КПГ1У, КПГ2У, КПГН1У ТУ 16. К01-58 — 2007.

КПГ1У изготавливают с медными жилами с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке, с упрочняющим, изолированным резиной, сердечником из арамидных волокон. КПГ2У — то же, с защитой от скручивания.

КПГН1У — кабель гибкий с медными жилами с резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение, с упрочняющим, изолированным резиной, сердечником из арамидных волокон.

Кабели предназначены для присоединения передвижных механизмов, работающих в условиях изгиба при постоянно действующем растягивающем усилии, к электрическим сетям. Преимущественная область применения указанных выше марок кабелей — при изгибах с радиусом изгиба не менее пяти диаметров кабеля



и допустимой температуре нагрева токопроводящих жил до 75 °С.

Выбор кабелей для монтажа следует производить с учетом рекомендаций, приведенных в табл. 7.1.

**Таблица 7.1. Требования, предъявляемые к кабелям для монтажа**

Объект требования	Требование	Дополнение и пояснение
Бронированные кабели	Должны применяться для кабельных линий, прокладываемых в земле и воде	Металлические оболочки должны иметь внешний покров для защиты от химических воздействий
Небронированные кабели	Допускается применять для прокладки в коллекторах, туннелях, каналах (в том числе на открытых подстанциях и в распределительных устройствах) и в других кабельных помещениях	Прокладка в помещениях, не относящихся к кабельным, возможна на недоступной высоте (не менее 2 м); на меньшей высоте прокладка допускается при условии защиты кабелей от механических повреждений
Покровы кабелей	При прокладке кабельных линий в кабельных сооружениях (помещениях), а также в производственных помещениях бронированные кабели не должны иметь поверх брони защитных покровов из сгораемых материалов	Небронированные кабели не должны иметь защитных покровов из сгораемых материалов поверх металлической оболочки
Кабели в помещениях с агрессивной средой	Должны применяться в поливинилхлоридной или другой соответствующей оболочке	Выбор оболочки производится в зависимости от характера агрессивности среды
Кабели в почве со смещениями	Должны применяться с проволочной броней или приниматься меры по устранению усилий, действующих на кабель при смещении почвы	К принимаемым мерам можно отнести запас кабеля по длине, укрепление грунта шпунтовыми или свайными рядами

Окончание табл. 7.1

Объект требования	Требование	Дополнение и пояснение
Гибкие кабели с резиновой изоляцией	Должны применяться для кабельных линий, питающих передвижные механизмы	Могут применяться с другой аналогичной изоляцией, хорошо противостоящей многократным изгибам
Кабели с нестекающей пропиточной массой или с обедненнопропитанной изоляцией	Должны применяться при прокладке кабельных линий напряжением до 35 кВ на вертикальных и наклонных участках трассы с разностью уровней, превышающей допустимую	С нормально пропитанной изоляцией допускается применять на указанных трассах кабели только со стопорными муфтами, которые препятствуют перемещению пропиточного состава бумажной изоляции вдоль кабеля
Четырехжильные кабели	Должны применяться для прокладки в четырехпроводных сетях. Прокладка нулевых жил отдельно от фазных не допускается	Допускается применение трехжильных силовых кабелей в алюминиевой оболочке на номинальное напряжение 1 кВ с использованием их оболочки в качестве нулевого провода (четвертой жилы) в четырехпроводных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью*

\* Допущение не распространяется на установки: с взрывоопасной средой; с током в нулевом проводе, превышающим при нормальных условиях эксплуатации 75 % тока в фазном проводе.

Допустимые длительные токовые нагрузки на кабели приведены в табл. 7.2 и 7.3.

Поправочные коэффициенты, учитывающие тепловое влияние проложенных рядом кабелей на токовую нагрузку, — в табл. 7.4, допустимые длительные температуры жил кабелей — в табл. 7.5, а допустимые кратковременные и аварийные перегрузки по току кабельных линий — в табл. 7.6 и 7.7 соответственно.

**Таблица 7.2. Допустимые длительные токовые нагрузки на кабели с медными алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной и нестекающей массами, в свинцовой или алюминиевой оболочках, прокладываемые в земле**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Токовые нагрузки, А, на кабели			
	одножильные до 1 кВ	двухжильные до 1 кВ	трехжильные до 3 кВ	четырёхжильные до 1 кВ
6	105/80	80/60	70/55	60/46
10	140/110	105/80	95/75	85/65
16	175/135	140/110	120/90	115/90
25	235/180	185/140	160/125	150/115
35	285/220	225/175	190/145	175/135
50	360/275	270/210	235/180	215/165
70	440/340	325/250	285/220	265/200
95	520/400	380/290	340/260	310/240
120	595/460	435/335	390/300	350/270
150	675/520	500/385	435/335	395/305
185	755/580	—	490/380	450/345
240	880/675	—	570/440	—
300	1 000/770	—	—	—
400	1 220/940	—	—	—
500	1 400/1 080	—	—	—
625	1 520/1 170	—	—	—
800	1 700/1 310	—	—	—

Примечания. 1. В числителе даны нагрузки для медных жил, в знаменателе — для алюминиевых.

2. Нагрузки на кабели даны из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7...1,0 м не более одного кабеля при температуре земли 15 °С.

3. Нагрузки на одиночные кабели, прокладываемые в трубах в земле без искусственной вентиляции, должны приниматься такими же, как и для кабелей, прокладываемых в воздухе.

4. При смешанной прокладке кабелей нагрузки должны приниматься для участка трассы с наихудшими тепловыми условиями, если длина участка более 10 м. Рекомендуется применять в указанных случаях кабельные вставки большего сечения.

5. При прокладке нескольких кабелей в одной траншее (включая прокладку в трубах) нагрузки должны быть уменьшены введением коэффициентов (см. табл. 7.4). Резервные кабели не учитываются.

6. Прокладка нескольких кабелей в земле с расстоянием в свету между ними менее 100 мм не рекомендуется.

**Таблица 7.3. Допустимые длительные токовые нагрузки на кабели с медными и алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслосиликоновой и нестекающей массами, в свинцовой или алюминиевой оболочках, прокладываемые в воздухе**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Токовые нагрузки, А, на кабели			
	одножильные до 1 кВ	двухжильные до 1 кВ	трехжильные до 3 кВ	четырёхжильные до 1 кВ
6	75/55	55/42	45/35	45/35
10	95/75	75/55	60/46	60/45
16	120/90	95/75	80/60	80/60
25	160/125	130/100	105/80	100/75
35	200/155	150/115	125/95	120/95
50	245/190	185/140	155/120	145/110
70	305/235	225/175	200/155	185/140
95	360/275	275/210	245/190	215/165
120	415/320	320/245	285/220	260/200
150	470/360	375/290	300/255	300/230
185	525/405	—	375/290	340/260
240	610/470	—	430/330	—
300	720/555	—	—	—
400	880/675	—	—	—
500	1020/785	—	—	—
625	1180/910	—	—	—
800	1400/1080	—	—	—

Примечания. Те же, что в табл. 7.2.

**Таблица 7.4. Поправочные коэффициенты на число работающих кабелей, лежащих рядом в земле**

Расстояние в свету, мм	Поправочные коэффициенты при числе кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблица 7.5. Допустимые длительные температуры жил кабелей

Изоляция жил	Допустимая температура жил кабеля, °С
Резиновая и поливинилхлоридная	65
Полиэтиленовая	60

Таблица 7.6. Допустимая кратковременная перегрузка по току кабельных линий

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка в течение времени, ч		
		1,5	2,0	3,0
0,6	В земле	1,35	1,30	1,15
	В воздухе	1,25	1,15	1,10
	В трубах (в земле)	1,20	1,10	1,00
0,8	В земле	1,20	1,15	1,05
	В воздухе	1,15	1,10	1,05
	В трубах (в земле)	1,10	1,05	1,00

Таблица 7.7. Допустимая перегрузка по току кабельных линий в течение 5 сут (при ликвидации аварии)

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка в течение времени, ч		
		1	3	4
0,6	В земле	1,50	1,35	1,25
	В воздухе	1,35	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,30	1,20	1,15
0,8	В земле	1,35	1,25	1,20
	В воздухе	1,30	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,20	1,15	1,10

Допустимая разность уровней между высшей и низшей точками расположения кабелей приведена в табл. 7.8, а кратность радиуса изгиба токоведущих жил — в табл. 7.9.

**Таблица 7.8. Наибольшая допустимая разность уровней между высшей и низшей точками расположения кабелей по трассе\***

Номинальное напряжение кабеля, кВ	Кабель	Разность уровней, м, не более
1 и 3	С бумажной пропитанной изоляцией:	
	бронированный	25
	небронированный в алюминиевой оболочке	25
1 и 3	небронированный в свинцовой оболочке	20
	С обедненно пропитанной изоляцией:	
	в алюминиевой оболочке	Без ограничения
	в свинцовой оболочке	100

\* Для кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, разность уровней не ограничивается.

**Таблица 7.9. Кратности радиуса изгиба токоведущих жил**

Жилы	Кратность радиуса изгиба жилы по отношению к ее наружным диаметрам, высоте сектора, эквивалентным диаметрам*
Кабелей с бумажной изоляцией	10... 12,5**
То же, с резиновой изоляцией	3
То же, с пластмассовой изоляцией	10
Отдельно освинцованные (или отдельно опрессованные алюминием) с нормально пропитанной и осушенной бумажной изоляцией	25

\* См. сноску к табл. 7.8.

\*\* Кратность 12,5 относится к сечениям жил, бóльшим 120 мм<sup>2</sup>.

## **7.2. ВИДЫ ПРОКЛАДОК КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

Кабельные линии прокладывают: в земляных траншеях, специальных кабельных сооружениях, на эстакадах, в галереях, открыто по стенам зданий и сооружений, в трубах, во внутрицеховых по-

мещениях промышленных предприятий, а также коллекторах — подземных сооружениях, предназначенных для прокладки в них кабелей совместно с линиями связи и другими коммуникациями (рис. 7.2...7.11).

Наиболее дешевый способ канализации электроэнергии — размещение кабелей в траншее (см. рис. 7.2). Такой способ не требует большого объема строительных работ и создает хорошие условия для охлаждения кабелей. Недостаток этого способа — возможность механических повреждений кабелей во время различных раскопок, проводимых при эксплуатации сооружений. В траншеях кабели прокладывают на глубине не менее 0,7 м на трассах, не загруженных другими подземными и надземными коммуникациями. В одной траншее размещают не более шести кабелей.

При пересечении с железнодорожными путями и проездами в стесненных местах, на участках вероятного разлива расплавленного металла и в районах с интенсивными блуждающими токами или грунтами с особой степенью агрессивности применяют прокладку кабелей в блоках.

На территории энергоемких промышленных предприятий при более 20 кабелей, идущих в одном направлении, применяют прокладку в туннелях. Такая прокладка обеспечивает надежную работу кабельных линий, но имеет самую высокую стоимость строительной части.

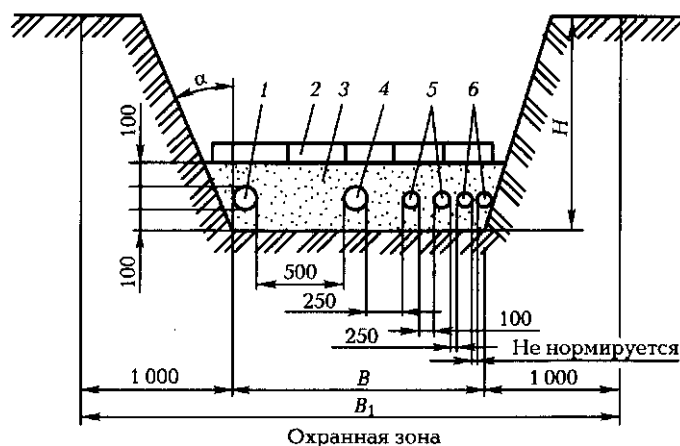
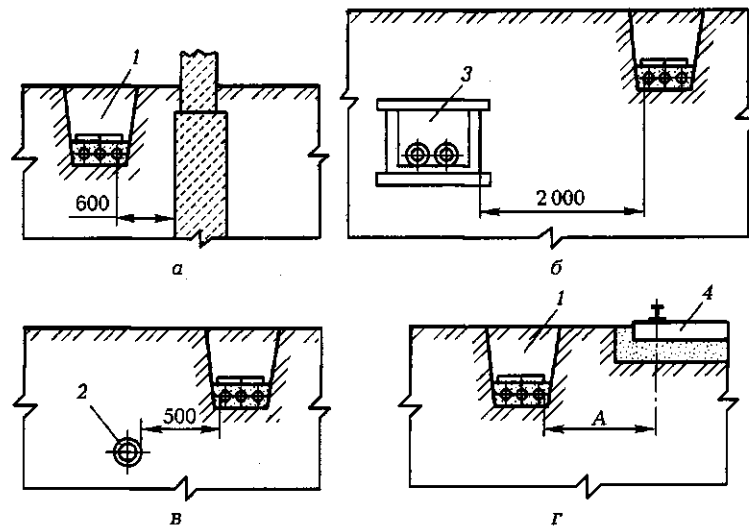


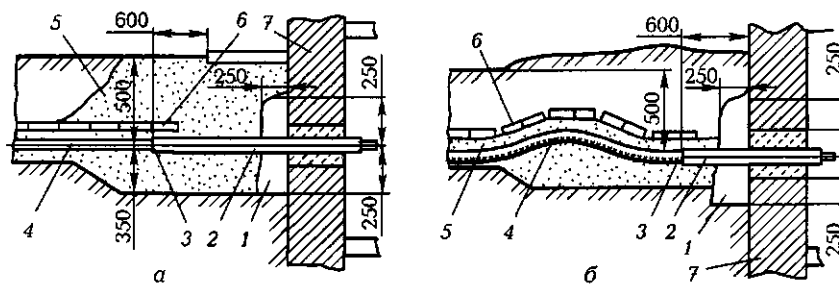
Рис. 7.2. Прокладка кабелей в траншее:

1 — кабель связи; 2 — кирпич для защиты от механических повреждений; 3 — мягкий грунт для подсыпки; 4 — кабели до 35 кВ; 5 — кабели до 10 кВ; 6 — контрольные кабели



**Рис. 7.3.** Нормативные расстояния от коммуникаций и параллельно прокладываемых кабелей в траншеях:

*а* — до фундамента здания; *б* — до трубопровода; *в* — до теплотрассы; *г* — до электрифицированной железной дороги; 1 — кабельная траншея; 2 — трубопровод; 3 — теплотрасса; 4 — электрифицированная железная дорога; А — нормируемое расстояние в зависимости от вида инженерного сооружения (трамвай, электричка и т. д.)

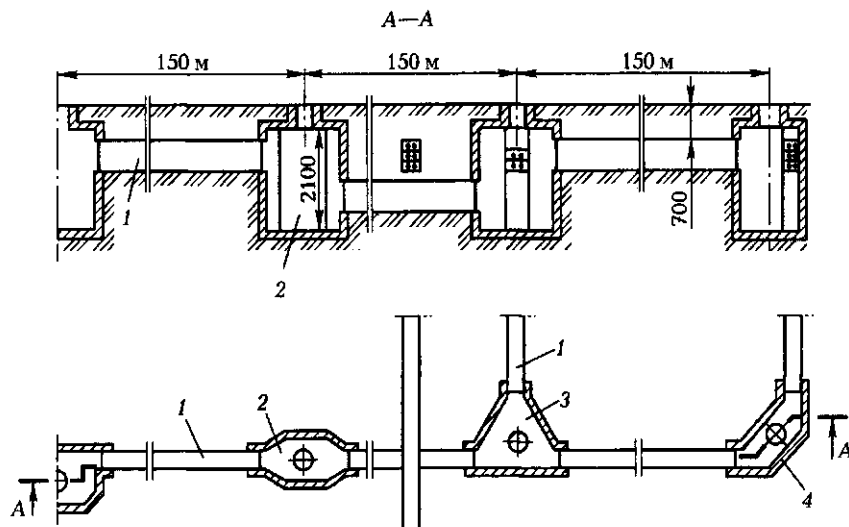


**Рис. 7.4.** Ввод кабелей из траншеи в здание или кабельное сооружение:

*а* — при непроседающем грунте; *б* — при проседающем грунте; 1 — гидроизоляция; 2 — труба; 3 — отверстие; 4 — кабель; 5 — грунт; 6 — кирпич; 7 — стена

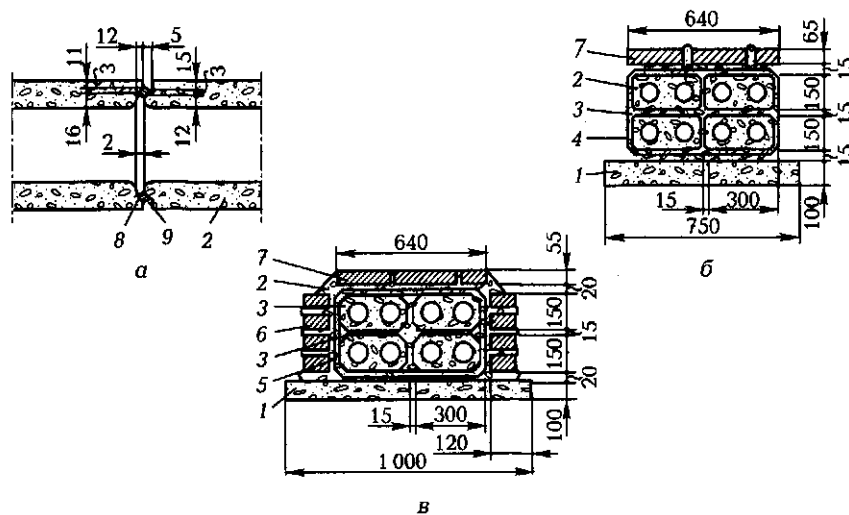
На предприятиях, насыщенных различными подземными коммуникациями, территориях с грунтовыми условиями, неблагоприятно действующими на кабели, в районах вечной мерзлоты прокладку кабелей производят на эстакадах или в галереях.





**Рис. 7.5.** Блочная кабельная канализация:

1 — прямой блок; 2 — колодец проходной; 3 — колодец ответвительный; 4 — угловой колодец



**Рис. 7.6.** Детали устройства блоков:

а — деталь стыка железобетонных панелей; б — деталь блока с окрашенной гидроизоляцией; в — то же, с оклеечной гидроизоляцией; 1 — бетонная подготовка; 2 — железобетонные панели; 3 — раствор; 4 — окрашенная гидроизоляция; 5 — оклеечная гидроизоляция; б — кирпичная стенка; 7 — кладка из кирпича плашмя; 8 — жгут из пакли, пропитанной горячим битумом; 9 — густой цементный раствор

Открыто по стенам сооружений и зданий кабели прокладывают в тех случаях, когда строительные конструкции выполнены из негорюемых материалов, а в помещениях нет пожаро- и взрывоопасных зон.

Нормируемые расстояния между коммуникациями и кабелями при прокладке их в траншее приведены на рис. 7.3. Ширина траншеи по дну для одного кабеля определяется удобством производства земляных работ и составляет 0,2 м при напряжении до 1 кВ. Ширина траншеи по верху зависит от ее глубины и угла естественного откоса грунта.

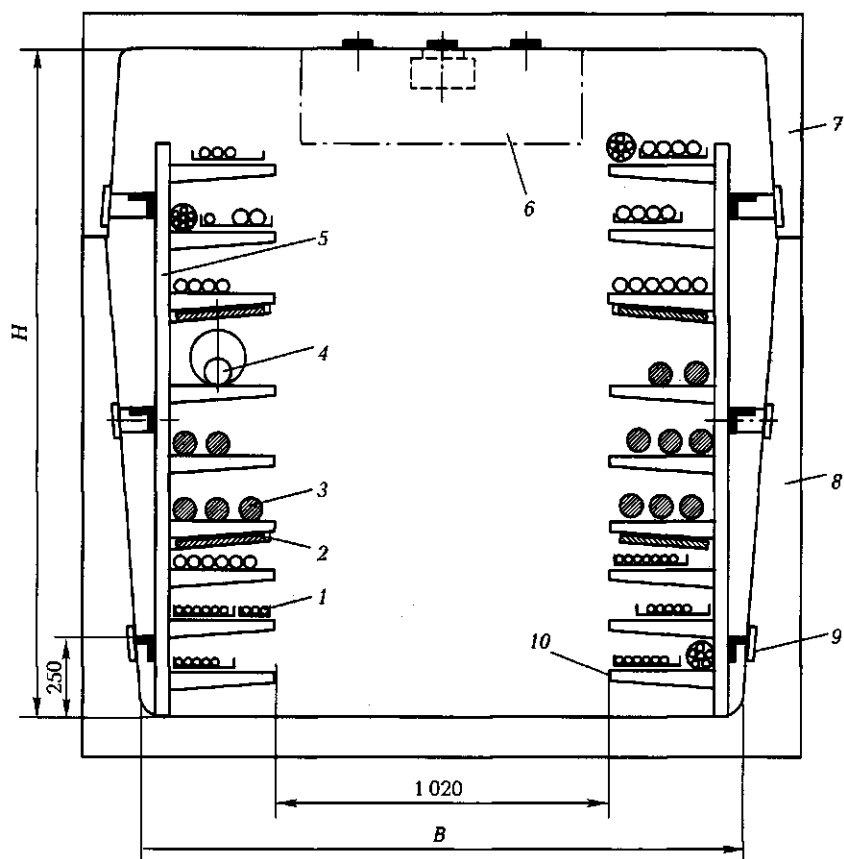
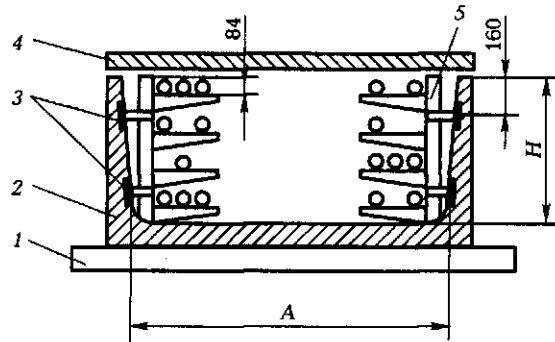
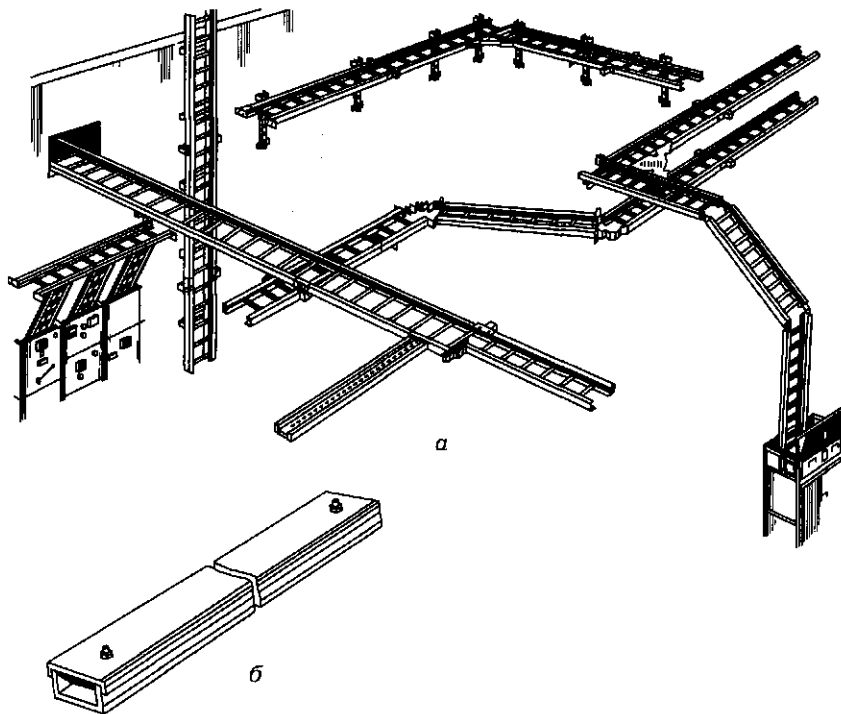


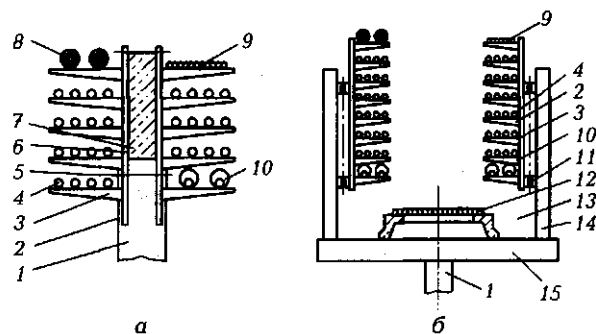
Рис. 7.7. Прокладка кабелей в туннеле из сборных лотковых элементов: 1 — контрольные кабели; 2 — перегородка; 3 — силовые кабели; 4 — муфта; 5 — СКК; 6 — освещение; 7, 8 — блоки; 9 — закладные детали; 10 — полки



**Рис. 7.8.** Прокладка кабелей в каналах из сборных лотковых элементов:  
 1 — основание; 2 — лоток; 3 — закладные детали; 4 — перекрытие; 5 — кабельная конструкция

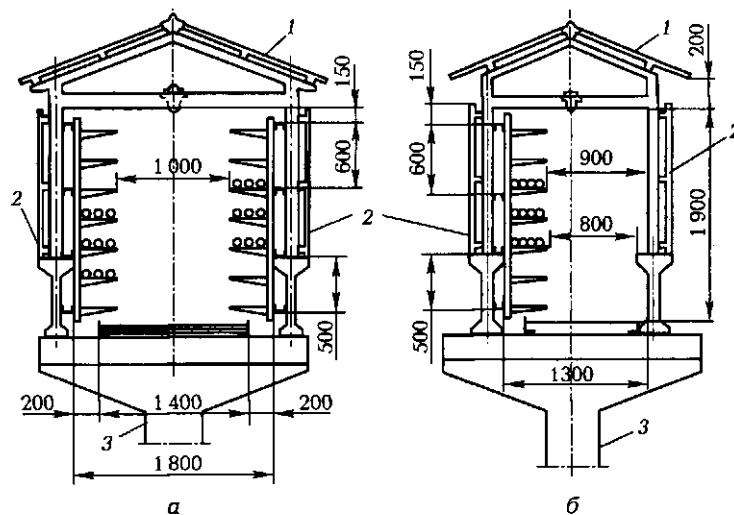


**Рис. 7.9.** Лотки серии НЛ (а) и короба (б)



**Рис. 7.10.** Прокладка кабелей на эстакадах:

*а* — непроходные на 40 условных кабелей; *б* — проходные на 64 условных кабеля с металлическими кабельными конструкциями; 1 — опора; 2 — кабельная стойка; 3 — кабельная полка; 4 — силовой кабель; 5 — шпилька; 6 — заземляющий проводник; 7 — закладная деталь; 8 — пучок кабелей сечением до 16 мм<sup>2</sup>; 9 — контрольный кабель; 10 — соединительная муфта; 11 — прогон несущей фермы; 12 — настил; 13 — железобетонная плита; 14 — железобетонная стойка; 15 — поперечная балка (траверса)



**Рис. 7.11.** Прокладка кабелей в галереях:

*а* — двусторонних; *б* — односторонних; 1 — крыша; 2 — боковая панель; 3 — стойка

Вводы кабелей в здания (см. рис. 7.4) и их проходы из траншей в кабельные сооружения выполняют в трубах (табл. 7.10), концы которых выступают из стены здания (сооружения) в траншею, а при

Таблица 7.10. Трубы для прокладки кабелей

Характеристика	Стальная обыкновенная с цилиндрической резьбой*	Асбестоцементная
Способ стыкования	Стальными или чугунными муфтами	Асбестоцементными муфтами, стальными манжетами или в опалубке
Длина труб**, м	4... 12 (черных) 4... 8 (оцинкованных)	2,5 и 3
Масса 1 м трубы без муфт, кг***	10,85	5,1
Масса одной муфты, кг	2,3	1,55

\* Защита от коррозии осуществляется асфальтобитумной изоляцией наружной и асфальтовым лаком внутренней поверхности труб.

\*\* Допускается в партии стальных труб до 5 % труб длиной 2... 4 м, а также производство и выпуск асбестоцементных труб длиной 2 м.

\*\*\* Оцинкованные трубы тяжелее неоцинкованных на 3... 4 %. Допустимые отклонения по весу для партии стальных труб +8 %, а для отдельной стальной трубы +12 %.

наличии отмотки — за линию последней не менее чем на 0,6 м. Для предохранения от проникновения воды из траншеи в местах прохода труб накладывают гидроизоляцию, после прокладки кабелей входные отверстия труб уплотняют кабельной пряжей, обмазанной водонепроницаемой глиной, а кабель засыпают грунтом и защищают кирпичами сверху.

На кабельных линиях в местах установки соединительных муфт траншею расширяют для образования котлована. Размеры котлована в плане определяют с учетом: установки компенсаторов с обеих сторон от муфт для их возможного ремонта при эксплуатации и разгрузки от тяжения кабеля при колебании температуры (запас кабеля в компенсаторе 350... 400 мм); допустимых расстояний в свету между корпусом муфты и ближайшим кабелем (не менее 250 мм), а также между муфтами на двух расположенных рядом кабелях (не менее 2 000 мм по длине трассы).

Для блочной кабельной канализации используют железобетонные панели марки ПК-2 или ПК-3 с внутренним диаметром отверстия в панели не менее 90 мм (табл. 7.11). Глубину заложения блоков в земле принимают по местным условиям. Кабельные колодцы (см. рис. 7.5, 7.6) позволяют осуществлять прокладку кабелей с однопро-

Таблица 7.11. Железобетонные панели

Обозначение блока	Марки кабельной панели	Число панелей в блоке, шт.		Общее число в блоке, шт.	
		по горизонтали	по вертикали	панелей	отверстий
ББ-1/3*	ПК-3**	1	1	1	3
ББ-2/2	ПК-2	1	2	2	4
ББ-2/3	ПК-2	1	3	3	6
ББ-2/4	ПК-2	1	4	4	8
ББ-2/6	ПК-2	1	6	6	12
ББ-2/8	ПК-2	1	8	8	16
ББ-3/3	ПК-3	1	3	3	9
ББ-3/4	ПК-3	1	4	4	12
ББ-3/5	ПК-3	1	5	5	15
ББ-3/6	ПК-3	1	6	6	18
ББ-3/8	ПК-3	1	8	8	24
ББ-4/4	ПК-2	2	4	8	16
ББ-4/5	ПК-2	2	5	10	20
ББ-4/6	ПК-2	2	6	12	24
ББ-5/5	ПК-2	1	5	10	25
	ПК-3	1	5	10	10
ББ-5/6	ПК-2	1	6	12	30
	ПК-3	1	6	12	30

\* Блок бетонный, одно отверстие по горизонтали, три отверстия по вертикали.

\*\* Панель кабельная на 3 и 2 отверстия, каждая длиной 6 м, армированная сеткой из холодноотянутой проволоки.

волочными жилами сечением до 240 мм<sup>2</sup> и установку на них кабельных муфт с защитными кожухами длиной 1 250 мм. Высота колодцев не превышает 2 100 мм. Различают (см. рис. 7.5): проходные прямые колодцы 2, угловые 4, ответвительные 3, тройниковые и крестовые (соответственно с выходом прямых блоков 1 с трех и четырех сторон). Снаружи кабельные колодцы закрывают люками, внутри

оборудуют металлическими лестницами или скобами для спуска людей. Расстояние между колодцами принимают не более 150 м.

Кабельные туннели (см. рис. 7.7) монтируют из верхних 7 и нижних 8 блоков различных размеров по высоте  $H$  и ширине  $B$ . Закладные детали 9 устанавливают в лотковых элементах для крепления сборных кабельных конструкций (СКК) 5 и размещения на их полках 10 контрольных 1, силовых 3 кабелей и соединительных муфт 4. Огнестойкие перегородки 2 предназначены для разделения групп кабелей. В специальной зоне 6 предусматривается устройство освещения.

Подземные туннели вне зданий располагаются так, чтобы верх их перекрытия был заглублен на 0,5 м (на охраняемых территориях не нормируется).

Кабельные каналы изготавливают из сборных железобетонных лотковых элементов 2 (см. рис. 7.8) различной ширины  $A$  и высоты  $H$ . Габариты каналов рассчитаны на прокладку кабелей сечением жил до 240 мм<sup>2</sup> включительно с радиусом изгиба кабелей до 1500 мм.

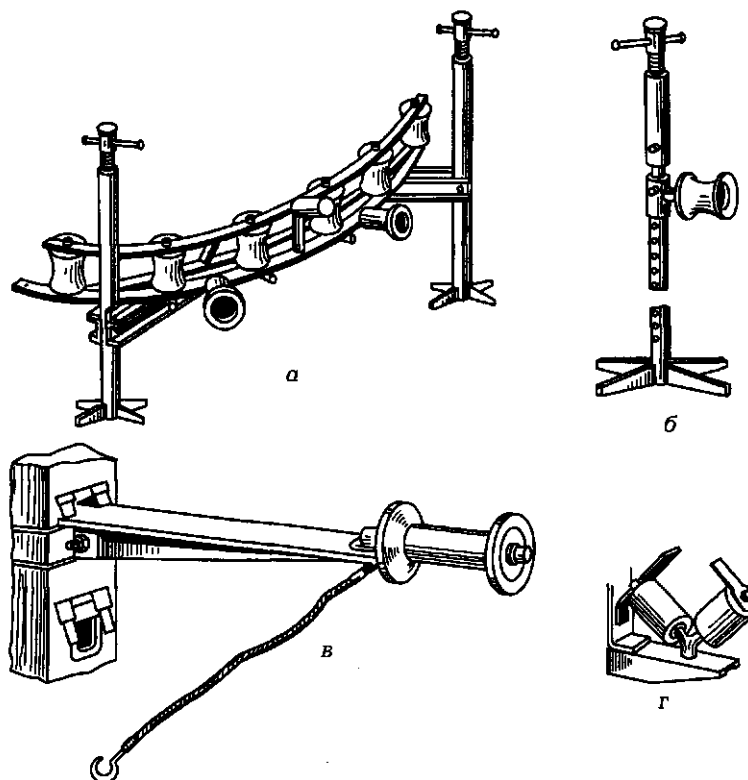
Прямые участки каналов сооружают из лотковых элементов длиной 6,3 и 0,75 м.

Ответвления от основной трассы выполняют с помощью углов поворотов марки УПК или УК. Для крепления в каналах кабельных конструкций 5 предусмотрены закладные детали 3, закрепляемые в стенах при изготовлении каналов. При сооружении кабельных трасс лотковые элементы 2 размещают на основаниях 1 и после прокладки кабелей перекрывают плитами 4. При расположении каналов вне зданий поверх плит перекрытия насыпают слой земли толщиной не менее 0,3 м (на охраняемых территориях толщина слоя нормируется).

Прокладку контрольных и силовых кабелей сечением 25 мм<sup>2</sup> и более, за исключением небронированных кабелей со свинцовой оболочкой, выполняют по кабельным конструкциям. Контрольные небронированные и силовые небронированные кабели сечением 16 мм<sup>2</sup> и менее прокладывают преимущественно на лотках (см. рис. 7.9).

Непроходные кабельные эстакады сооружают с пролетами между опорами 6 или 12 м, в которых можно прокладывать 16, 24 или 40 условных кабелей.

Кабельные проходные эстакады обеспечивают прокладку 64 и 128 условных кабелей. Непроходные и проходные эстакады (см. рис. 7.10) предусматривают двустороннее расположение кабельных полок. Проходные эстакады оборудуют входами с лестницами через каж-



**Рис. 7.13.** Приспособление для раскатки кабеля:  
*а* — угловой универсальный ролик; *б...г* — линейные ролики

При прокладке кабелей в траншеях с движущихся транспортных средств (кабельный транспортер, кран-трубоукладчик, специальная тележка) раскатку кабеля производят со скоростью до 3 км/ч, регулируя вращение барабана тормозом. При механизированной прокладке кабеля тяжение контролируют динамометром. Барабан на домкрате приподнимают над основанием на 15...20 см для свободного вращения вокруг оси.

На сложных трассах с многими поворотами и резкими перепадами высотных отметок тяжения кабеля используют универсальный индивидуальный привод ПИК-4У (рис. 7.14). Если длина трассы не превышает 180 м и имеет один угол поворота, используют один привод, при длине трассы 200...300 м с поворотами применяют два привода, а при длине трассы 500 м с поворотами — три-четыре привода. Кабели напряжением до 1 000 В защищают там, где воз-



можно механические повреждения: в местах частых раскопок, в местах перехода через улицы, дороги, вдоль проезжей части.

При прокладке кабелей в блоках до начала работ очищают каналы блока от цементного раствора и строительного мусора протяжкой контрольного цилиндра, соединенного с тремя ершами. Устройство легко проходит в чистых и исправных каналах, без стуков и задержек. Цементную пыль, оставшуюся после протягивания устройства через каналы, удаляют сжатым воздухом от компрессора.

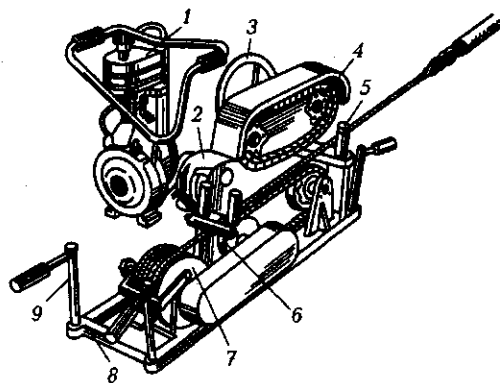
Минимальный диаметр блоков принимается равным 1,5-кратному наружному диаметру кабелей, но не менее 90 мм. Внутренний диаметр асбестоцементных труб, предназначенных для прокладки многожильных кабелей, принимают равным 1,5-кратному диаметру кабелей. Наименьший допустимый диаметр труб 50 мм при длине их до 5 м и 100 мм — при большей длине.

При прокладке кабелей в блоке необходимо обеспечить полную водонепроницаемость трубопровода. Для этого проводят следующие мероприятия:

после монтажа испытывают трубопровод давлением воздуха или воды;

герметизирующие уплотнения устраивают в местах выхода кабеля из трубопровода (заполнение пружей с битумом и т. п.).

Для прокладки в блоках и трубах применяют специальные небронированные кабели марки СГТ или АСГТ. На участках длиной



**Рис. 7.14.** Универсальный индивидуальный привод ПИК-4У для тяжения кабеля:

1 — двигатель; 2 — редуктор; 3 — прижимное устройство; 4 — движитель; 5 — направляющая; 6 — ролик; 7 — лебедка; 8 — рама; 9 — стойка

Таблица 7.12. Допустимые усилия тяжения кабелей при протягивании через блочную канализацию

Жилы небронированного кабеля со свинцовой оболочкой	Сечение жил кабеля, мм <sup>2</sup>	Допустимое усилие тяжения, кН	Требуемое усилие тяжения на 100 м кабеля, кН, на напряжение		
			1 кВ	6 кВ	10 кВ
Медные	50	6,4	1,7	2,3	2,7
	70	8,9	2,2	2,8	3,2
	95	12,0	2,8	3,5	4,0
	120	15,3	3,4	4,2	4,6
	150	19,0	4,2	5,3	5,5
	185	23,5	5,1	5,7	6,3
Алюминиевые	95	7,45	1,8	2,4	2,9
	120	9,4	2,1	2,9	3,3
	150	11,8	2,6	3,6	3,8
	185	14,5	3,1	3,7	4,3

не более 50 м, например в случаях перехода кабелей из траншеи в блок, применяют бронированные кабели со снятым верхним джутовым покровом. При этом броню промывают бензином и после красят асфальтовым лаком.

Предельно допустимое усилие тяжения за жилы на протягивание 100 м кабеля через блочную канализацию приведено в табл. 7.12.

Для уменьшения усилий тяжения при протягивании кабеля его покрывают смазкой, не содержащей веществ, вредно действующих на оболочку кабеля (тавот, солидол).

При прокладке небронированных кабелей с пластмассовой оболочкой предельно допустимые усилия тяжения принимают с поправочными коэффициентами для жил: медных — 0,7; из твердого алюминия — 0,5; из мягкого алюминия — 0,25.

Конец кабеля, отрезанный у барабана и опущенный в колодец, должен быть запаян. По обеим сторонам соединительных муфт (на расстоянии 1 м от муфты) концы кабеля закрепляют на опорных конструкциях колодца. В местах сближения кабелей на расстояние меньше допустимого на кабели необходимо надевать нарезанные из асбестоцементных труб кольца с вырезом вдоль оси щелей, равных по ширине 1,1 диаметра кабеля.

При прокладке кабелей в туннелях и каналах сначала готовят трассу. Для этого проверяют соответствие проекту строительной части, вентиляции, пожарной сигнализации, наличие огнестойких перегородок. Далее устанавливают сборные кабельные конструк-

ции, стойки которых приваривают к закладным элементам стеновых панелей. В местах спуска кабеля из вентиляционной шахты в туннель и на углах поворота размещают универсальные обводные устройства. По роликам раскатывают кабель, используя лебедку, транспортер или специальный автомобиль. Затем укладывают кабельные опорные конструкции с запасом 2 % и закрепляют кабель в конечных точках трассы, а также на изгибах, концевых заделках и у соединительных муфт.

Кабели к электродвигателям взаиморезервируемых пожарных насосов прокладывают по разным трассам.

Кабельные туннели, помещения, этажи должны быть разделены перегородками на отсеки, длина которых определяется технологией тушения пожаров, но не более 150 м.

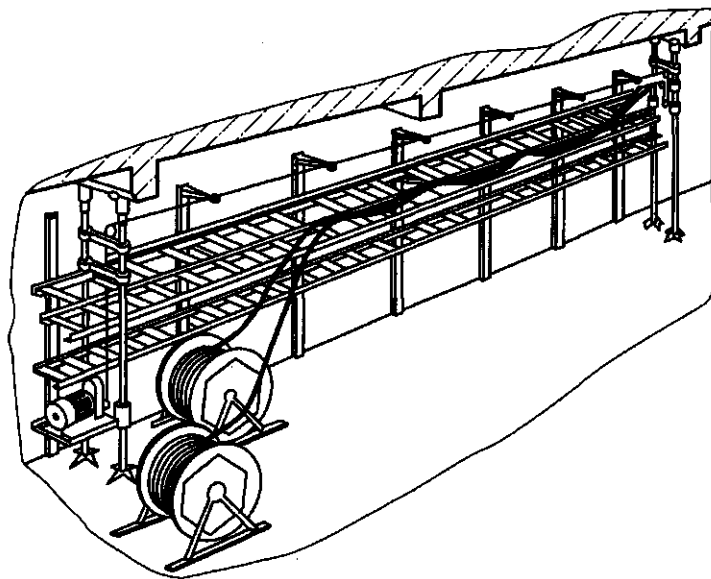
Кабельные эстакады и галереи должны быть отделены от кабельных туннелей, полуэтажей и других помещений негоряемыми перегородками, иметь перекрытия сверху и внизу, а также входные двери.

Кабели в кабельных сооружениях прокладывают таким образом, чтобы были обеспечены проходы для их монтажа, ремонта и замены (в том числе в местах входа и выхода кабелей). Пересечения кабелей должны происходить в разных плоскостях.

На эстакадах, в галереях при проверке строительной готовности сборных кабельных конструкций (СКК) их закрепляют шпильками. Крепить СКК можно также болтами или приваркой к закладным элементам. Для открытой прокладки кабелей способом «непрерывная нить» применяют специальное приспособление (рис. 7.15).

После прокладки кабелей их отсоединяют от тяговых канатов и укладывают на полки кабельных конструкций, на лотки или в короба, обеспечивая необходимые нормируемые расстояния между кабелями в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Затем заземляют конструктивные элементы кабельной линии: металлические кабельные конструкции, корпуса кабельных муфт и оболочки, броню силовых и контрольных кабелей; присоединяют стальные трубы к контуру заземления полосовой сталью сечением не менее 100 мм<sup>2</sup> или медными проводниками сечением 6 мм<sup>2</sup> для кабелей с жилами до 10 мм<sup>2</sup> и сечением 25 мм<sup>2</sup> — для кабелей с жилами 150...240 мм<sup>2</sup>. Проложенные кабели, муфты и заделки маркируют, размещая на них бирки прямоугольной, круглой или треугольной формы. Кабельные линии напряжением до 1 000 В испытывают мегомметром напряжением 500...2 500 В в течение 1 мин. Сопротивление изоляции не нормируется, но в исправном кабеле оно должно быть не менее 0,5 МОм.



**Рис. 7.15.** Приспособление для механизированной прокладки кабеля способом «непрерывная нить»

Кабели в холодное время года прокладывают без предварительного подогрева, если температура воздуха в течение 24 ч до начала работ не была ниже:

0 °С — для силовых бронированных и небронированных кабелей с бумажной изоляцией (низкой, нестекающей и обедненно пропитанной) в свинцовой или алюминиевой оболочке;

–7 °С — для контрольных и силовых кабелей напряжением до 35 кВ с пластмассовой или резиновой изоляцией и оболочкой с волокнистыми материалами в защитном покрове, а также с броней из стальных лент или проволок;

–15 °С — для контрольных и силовых кабелей напряжением до 10 кВ с поливинилхлоридной или резиновой изоляцией и оболочкой без волокнистых материалов в защитном покрове, а также с броней из профилированной стальной оцинкованной ленты;

–20 °С — для небронированных контрольных и силовых кабелей с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой без волокнистых материалов в защитном покрове, а также с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке.

Подогрев кабелей перед прокладкой производят внутри стационарных или передвижных помещений, а прокладку выполняют: при

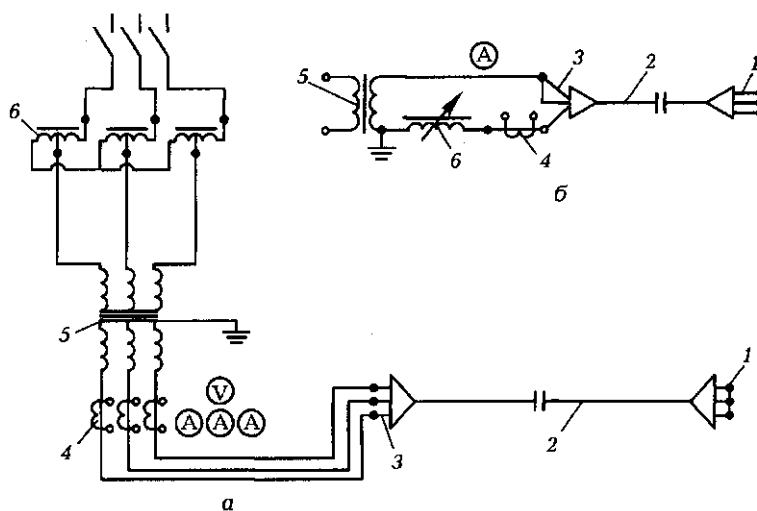
температуре от 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$  в течение не более 1 ч, от  $-10$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  — не более 40 мин, от  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже — не более 30 мин.

Небронированные кабели с алюминиевой оболочкой в поливинилхлоридной трубе, даже предварительно подогретые, не допускается прокладывать при температуре окружающего воздуха ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . При температуре окружающего воздуха ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  прокладка кабелей всех марок не допускается.

При температуре прокладки ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  кабели в течение всего периода раскатки прогревают (рис. 7.16). Электропитание для прогрева подводят к наружному концу кабеля, укладываемому в начале трассы и закрепляемому в непосредственной близости от источника подогрева (при этом прокладку кабеля осуществляют с барабана, перемещаемого вдоль трассы).

При прокладке предварительно прогретого кабеля создают повышенный запас 3...4% по длине вместо 1...2%, так как после охлаждения длина кабеля сокращается значительно, чем в обычных условиях.

Надежность и долговечность кабелей в эксплуатации во многом определяются качеством их прокладки. Состояние кабелей после



**Рис. 7.16.** Схема прогрева кабелей:

*а* — трехфазным током; *б* — однофазным сварочным трансформатором; 1 — токопроводящие жилы внутреннего конца кабеля; 2 — прогреваемый кабель; 3 — токопроводящие жилы наружного конца кабеля; 4 — трансформатор тока; 5 — трансформатор; 6 — регулируемый трансформатор

их прокладки оценивают по наличию повреждений наружных покровов, оболочек, изоляции и токопроводящих жил.

При незначительных повреждениях наружных покровов из волокнистых материалов выполняют защиту алюминиевых оболочек кабелей от почвенной коррозии покрытием (обмазкой) битумным составом МБ-70/60, разогретым до 130 °С, и последующим нанесением на поврежденное место двух слоев липкой поливинилхлоридной ленты с 50%-м перекрытием, а поверх нее — слоя смоляной ленты и покрытия асфальтовым лаком.

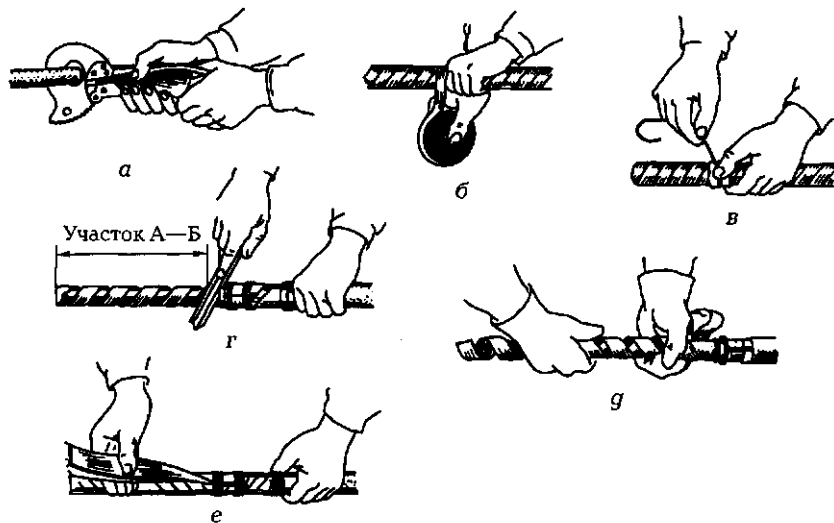
Поврежденный наружный покров пластмассовой трубы ремонтируют сваркой в струе горячего воздуха (присадкой служит поливинилхлоридный пруток диаметром 4...6 мм). При скрытой прокладке ремонт поврежденного места на трубе можно производить подмоткой не менее двух слоев липкой поливинилхлоридной ленты с 50%-м перекрытием и с промазкой каждого слоя поливинилхлоридным лаком.

## 7.4. РАЗДЕЛКА КОНЦОВ КАБЕЛЕЙ

Разделку концов кабелей производят до монтажа муфт и заделок (рис. 7.17). Она заключается в последовательном ступенчатом удалении на определенной длине защитных покровов, брони, оболочки, экрана и изоляции кабеля. Размеры разделки определяют по технической документации в зависимости от конструкции кабеля и монтируемой на нем муфты (заделки), напряжения кабеля и сечения его жил.

Приступая к разделке конца кабеля, проверяют отсутствие влаги в бумажной изоляции и жилах. При необходимости удаляют имеющуюся влажную изоляцию, лишнюю длину концов, участки под герметизирующими колпачками и концевыми кабельными захватами, а также участки, проходящие через щеки барабанов. Дефектные места кабеля отрезают секторными ножницами НС (см. рис. 7.17, а).

Разделку кабеля начинают с определения мест установки бандажей, которые рассчитывают по формуле:  $A=B+O+П+И+Г$ . На конце кабеля отмеряют расстояние  $A$  (рис. 7.18, а) и распрямляют этот участок. Далее подматывают смоляную ленту и накладывают бандаж (см. рис. 7.17, б, в) из двух-трех витков стальной оцинкованной проволоки вручную или с помощью специального приспособления (клетневки). Концы проволоки захватывают плоскогубцами, скручивают и пригибают вдоль кабеля.

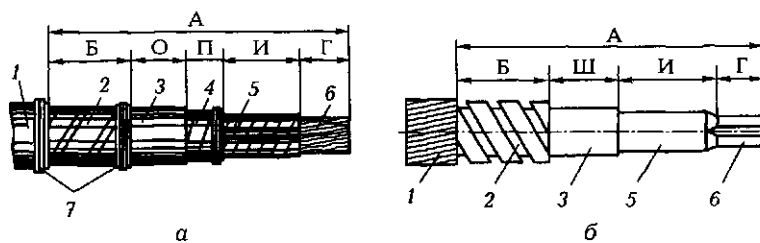


**Рис. 7.17.** Технология разделки концов кабелей:

*а* — резка конца кабеля ножницами НС; *б* — подмотка из смоляной ленты; *в* — наложение проволочного бандажа; *г* — нарезание брони; *д, е* — удаление брони, кабельной пряжи, подушки и кабельной бумаги

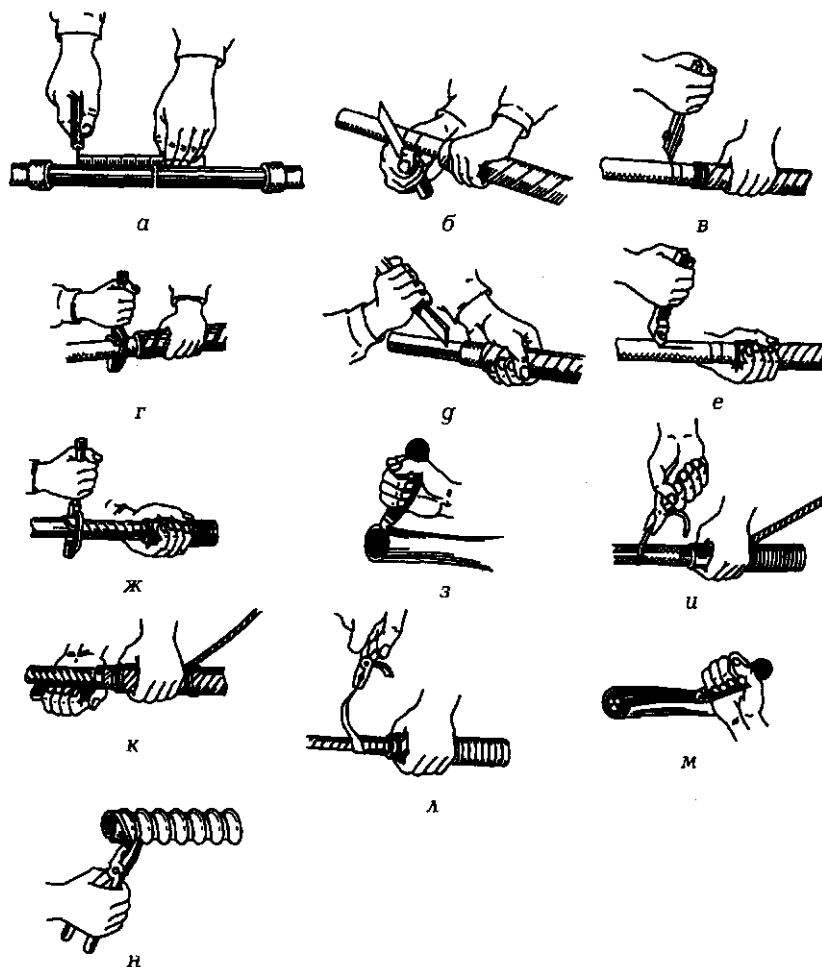
Наружный кабельный покров разматывают до установленного бандажа и не срезают, а оставляют его для защиты ступени брони от коррозии после монтажа муфты.

На броню кабеля на расстоянии *Б* (50...70 мм) от первого проволочного бандажа накладывают второй бандаж. При монтаже чугунных соединительных и ответвительных муфт и концевых заделок в стальных воронках участок брони используют для уплот-



**Рис. 7.18.** Разделка концов трехжильного кабеля:

*а* — с поясной бумажной изоляцией; *б* — с пластмассовой изоляцией; 1 — наружный покров; 2 — броня; 3 — оболочка; 4 — поясная изоляция; 5 — изоляция жилы; 6 — жила кабеля; 7 — бандаж; А, Б, И, О, П, Г и Ш — размеры разделки



**Рис. 7.19.** Операции по удалению оболочек кабеля:

а — разметка; б, в — круговые надрезы свинцовых оболочек; г — круговые надрезы алюминиевых оболочек; д, е — продольные надрезы свинцовых оболочек; ж — надрез алюминиевой оболочки по винтовой линии; з, м — надрезы пластмассовых оболочек; и, к — снятие свинцовых оболочек; л — снятие алюминиевых оболочек; н — удаление гофрированной алюминиевой оболочки

нения их горловин, поэтому размер Б увеличивают до 100... 160 мм. По внешней кромке второго банджа бронерезкой или ножовкой надрезают верхнюю и нижнюю ленты брони (не более половины их толщины), затем броню разматывают (см. рис. 7.17, г, г), обламывают и снимают.



Далее удаляют подушку (см. рис. 7.17, е). Для этого кабельную бумагу и битумный состав подогревают огнем пропановой горелки или паяльной лампы. Оболочку кабеля очищают салфеткой, смоченной в подогретом до 35...40 °С трансформаторном масле.

Для удаления оболочки на расстоянии 50...70 мм от среза брони делают кольцевые надрезы. В чугунных муфтах и концевых стальных воронках участок оболочки используют только для присоединения заземляющего проводника, поэтому указанное расстояние уменьшают до 20...25 мм.

При разметке свинцовых оболочек (рис. 7.19, а) кольцевые надрезы на половину глубины выполняют монтерским (рис. 7.19, б) или специальным ножом с ограничителем глубины резания (рис. 7.19, в). От второго кольцевого надреза на расстоянии 10 мм (рис. 7.19, г, е) полосу оболочки захватывают плоскогубцами и удаляют (рис. 7.19, и). Оставшуюся часть оболочки раздвигают (рис. 7.19, к) и отламывают у второго кольцевого надреза. Между первым и вторым кольцевыми надрезами оболочка временно остается. Она предохраняет изоляцию от повреждения при изгибе жил.

У кабелей с алюминиевой оболочкой надрезы выполняют стальным ножом НКА-1М с режущим диском (см. рис. 7.19, г). От второго кольцевого надреза делают винтовой надрез (рис. 7.19, ж). Удаление гофрированной алюминиевой оболочки производят после ее надрезания на расстоянии 10...15 мм у выступа гофр. Далее жилы кабеля освобождают от поясной изоляции и постепенно выгибают

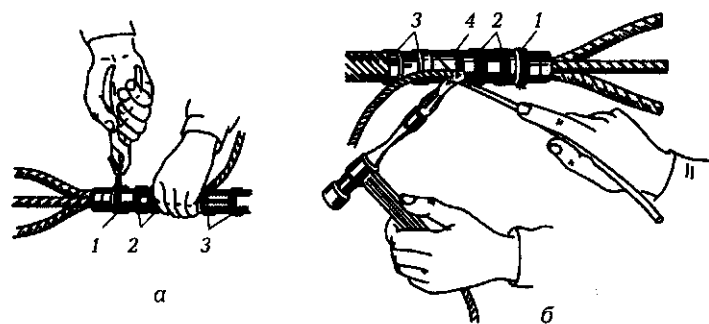
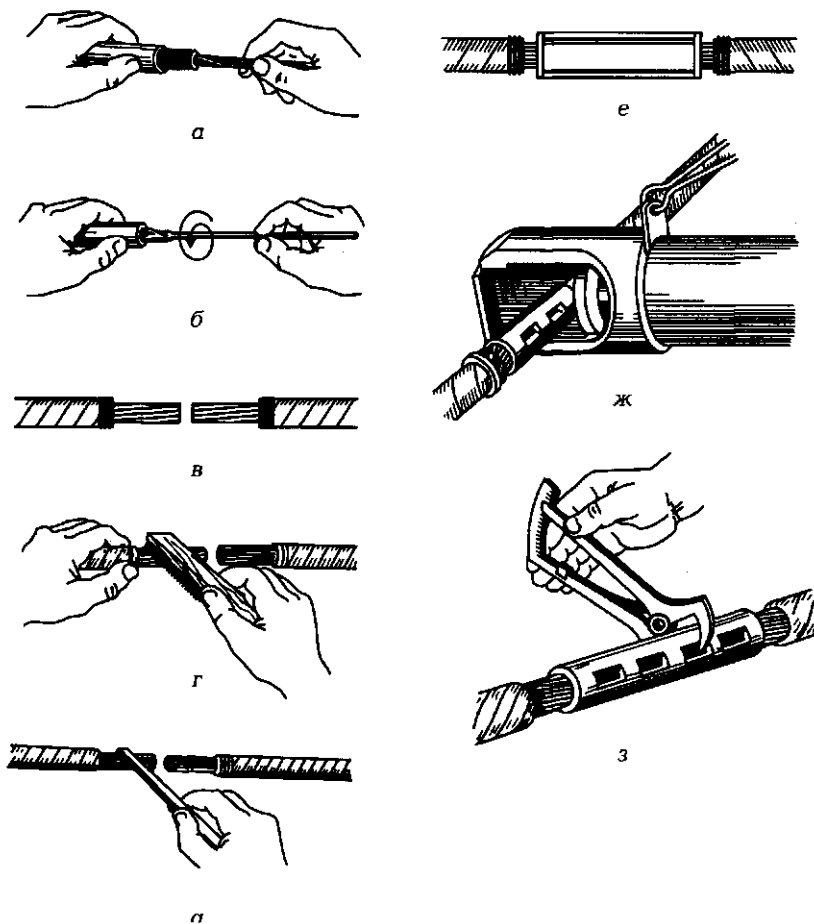


Рис. 7.20. Прикрепление проволочными бандажами проводника заземления к металлической оболочке (а) и припайка к ней (б):

1, 3 — бандаж у торцов оболочки и наружного покрова; 2, 4 — бандаж для припайки проводника заземления



**Рис. 7.21.** Технология соединения алюминиевых жил опрессовкой:

*а* — зачистка внутренней поверхности гильзы; *б* — смазка внутренней поверхности гильзы; *в* — концы жил со снятой изоляцией; *г* — зачистка концов жил; *д* — смазка жил кварцево-вазелиновой пастой; *е* — надевание гильзы на жилы; *ж* — опрессовка жилы; *з* — измерение остаточной толщины в месте опрессовки

по шаблону. Затем готовят место для присоединения заземления (рис. 7.20).

Для присоединения жил кабелей к контактным выводам электротехнических устройств их оконцовывают наконечниками, закрепляемыми на жилах опрессовкой, сваркой или пайкой. Оконцевание однопроволочных жил кроме того может быть выполнено формированием наконечника из конца жилы. Соединение жил кабелей

в муфтах выполняют в соединительных и ответвительных гильзах опрессовкой, сваркой или пайкой.

Технология соединения алюминиевых жил опрессовкой показана на рис. 7.21 и табл. 7.13.

Концы алюминиевых секторных жил перед опрессовкой скругляют: многопроволочные — универсальными плоскогубцами, однопроволочные и комбинированные — специальным инструментом, входящим в набор НИСО.

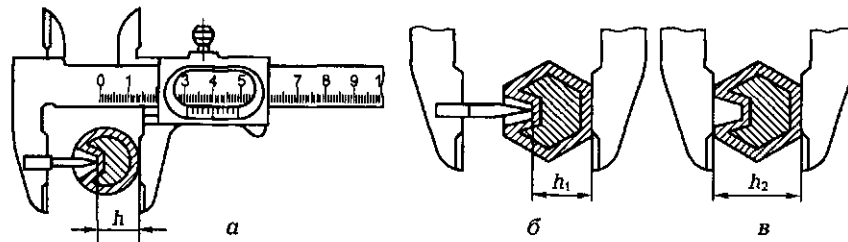
При опрессовке наконечник или гильзу надевают на жилу (жила должна входить в трубчатую часть наконечника до упора, а в гильзе торцы жил должны упираться друг в друга в середине ее), устанавливают в механизм для опрессовки, предварительно отводя пуансон.

Контроль качества опрессовки проверяют штангенциркулем (рис. 7.22).

Таблица 7.13. Остаточная толщина после местного вдавливания при оконцевании и соединении опрессовкой алюминиевых жил сечением 16...240 мм<sup>2</sup>

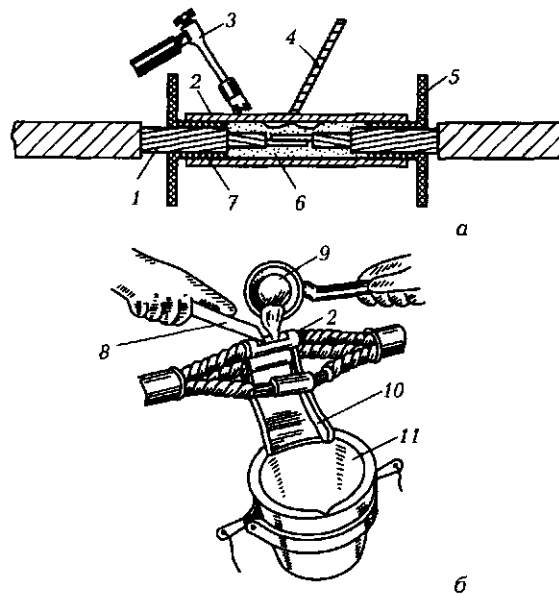
Сечение, мм <sup>2</sup> , и конструкция жил	Маркировка наконечников и гильз	Остаточная толщина $h$ в месте опрессовки, мм ( $\pm 0,3$ )
16Н	5,4	4
25Н; 25СО	7	6
35Н; 35СО	8	7
50Н; 50СО; 70СО	9	8
70Н; 95СО	11	9
70С	12	9
95Н; 120СО	13	10
95С; 120Н	14	11
120С; 120СК; 150Н	16	12
150С; 150СК	17	12
185Н; 185СК	18	13
185С	19	13
240Н	20	15
240С	22	16

Примечание. Условные обозначения: Н — нормальная многопроволочная круглая; С — многопроволочная секторная; СО — секторная однопроволочная; СК — секторная комбинированная (монокристаллический сердечник с наружным покровом проволок).



**Рис. 7.22.** Контроль качества опрессовки при местном вдавливании:  
*а, б* — штангенциркулем с насадкой; *в* — при шестигранном обжатии штангенциркулем

Операции соединения и ответвления непосредственным сплавлением припоем обработанных концов жил показаны на рис. 7.23, *а*. В формы (гильзы) 2 жилы 1 вводят так, чтобы их стык находился в середине формы (для жил со срезанными под



**Рис. 7.23.** Технология соединения многопроволочных алюминиевых жил пайкой:

*а* — сплавление припоем; *б* — способом полива; 1 — жила; 2 — гильза; 3 — горелка; 4 — припой; 5 — экран; 6 — расплав; 7 — шнур; 8 — мешалка; 9 — ковшик; 10 — лоток; 11 — тигель

углом  $55^\circ$  концами зазор между торцами оставляют около 2 мм). Разъемные формы скрепляют бандажами или замками, а зазоры между жилой и формой уплотняют асбестовым шнуром 7. Для более полной заливки припоем формы располагают в горизонтальном положении, на жилы надевают защитные экраны 5. При соединении жил сечением 120...240 мм<sup>2</sup> дополнительно устанавливают охладители.

Форму (гильзу) нагревают пламенем горелки 3. Одновременно вводят в пламя палочку припоя 4, расплав 6 которой перемешивают мешалкой 8 до полного заполнения формы и удаления шлаков. После этого нагрев прекращают. Легким постукиванием по форме уплотняют припой.

Тигель 11 (рис. 7.23, б) при пайке поливом из ковшика 9 предварительно расплавленным припоем устанавливают на некотором расстоянии, чтобы исключить дополнительный нагрев изоляции жил. Между тигелем и местом пайки размещают лоток 10, по которому будут стекать излишки (лоток не должен касаться изоляции жил).

## 7.5. МОНТАЖ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ НА КАБЕЛЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ

Кабели соединяют чугунными и эпоксидными муфтами (табл. 7.14).

*Чугунные соединительные муфты СЧ* (рис. 7.24) состоят из нижней 1 и верхней 2 половин корпуса. Фарфоровые распорки 7 обеспечивают необходимые изоляционные расстояния между жилами кабеля и соединительными гильзами 10. Кабельный состав 12 служит основной изоляцией в муфтах. Подмотку 3 из смоляной ленты делают на участках кабеля длиной 100 мм в местах соприкосновения горловины муфты с кабелем.

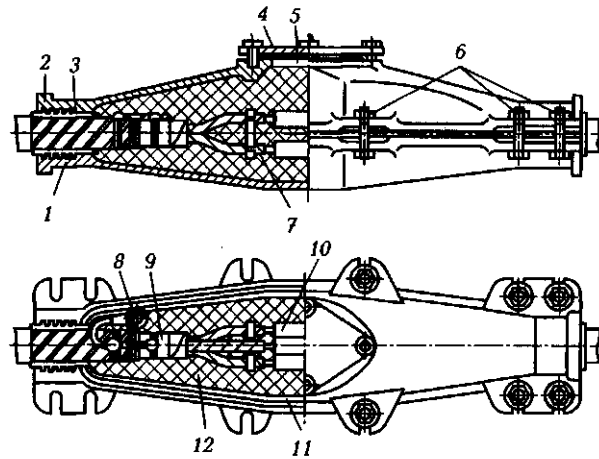
В нижнюю половину корпуса муфты симметрично стенкам укладывают разделку и заполняют паз уплотнителем 11.

К контактным площадкам нижней половины муфты болтами 8 присоединяют провод заземления 9. На нижнюю часть корпуса накладывают верхнюю часть и соединяют их болтами 6, затягивая их равномерно. Огнем газовой горелки подогревают корпус муфты до 50...60 °С и в три-четыре приема заливают ее битумным составом. При первом заполнении покрывают составом всю поверхность разделки кабеля в муфте, после усадки ее заполняют до верха, а за-

Таблица 7.14. Область применения концевых заделок и муфт внутренней установки для кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 1 кВ

Наименование и марка заделки или муфты	Указание по применению в помещениях							
	для разности уровней 10 м и более (для нижней заделки)	сухих (относительная влажность не более 60 %)	влажных (относительная влажность 61 ... 75 %)	сырых и особо сырых (относительная влажность более 75 %)	жарких, сухих	с проводящей пылью	с химически активной средой (кроме взрывоопасных)	пожароопасных
Эпоксидная с термоусаживаемыми поливинилхлоридными трубками КВЭтв	Следует применять	Следует применять	Следует применять	Допускается	Рекомендуется	Рекомендуется при условии периодической чистки	Рекомендуется при условии предохранения от контакта с химически активными веществами	Рекомендуется
Эпоксидная с трехслойными трубками КВЭт	То же	То же	То же	Рекомендуется	То же	То же	То же	Допускается
Сухая из самоклеящихся лент КВсл	Не следует применять	Следует применять	Не следует применять	Не следует применять	Рекомендуется	Не следует применять	Рекомендуется при условии предохранения от контакта с	Допускается

							химически активными веществами в жидком состоянии	
Эпоксидная с переходом на жилы кабеля с пластмассовой изоляцией КВЭп	Следует применять	Допускается	Рекомендуется	Следует применять	Допускается	Рекомендуется	То же	То же
То же, но без заполнения КВР	Следует применять	Следует применять	Рекомендуется	То же	То же	Допускается при условии периодической чистки	»	»
Термоусаживаемая полиэтиленовая КВТп (КВТпс)	Допускается	Допускается	Допускается	То же	»	Допускается	»	Не следует применять
Свинцовая перчатка КВС	То же	То же	То же	Допускается	»	Не следует применять	»	Допускается
Стальная воронка с битумным составом КВБ	Не следует применять	»	»	То же	Не следует применять	То же	»	Не следует применять



**Рис. 7.24.** Чугунная соединительная муфта СЧ:

1 — нижняя половина корпуса; 2 — верхняя половина корпуса; 3 — подмотка; 4 — крышка; 5 — отверстие; 6 — болт; 7 — распорка; 8 — болт заземления; 9 — провод; 10 — гильза; 11 — уплотнитель; 12 — кабельный состав

тем окончательно доливают 1 ... 2 раза. После остывания битумного состава заливочное отверстие 5 закрывают крышкой 4, предварительно уложив в канавку прокладку из резины или пенки. Болты и швы муфты покрывают антикоррозийным составом.

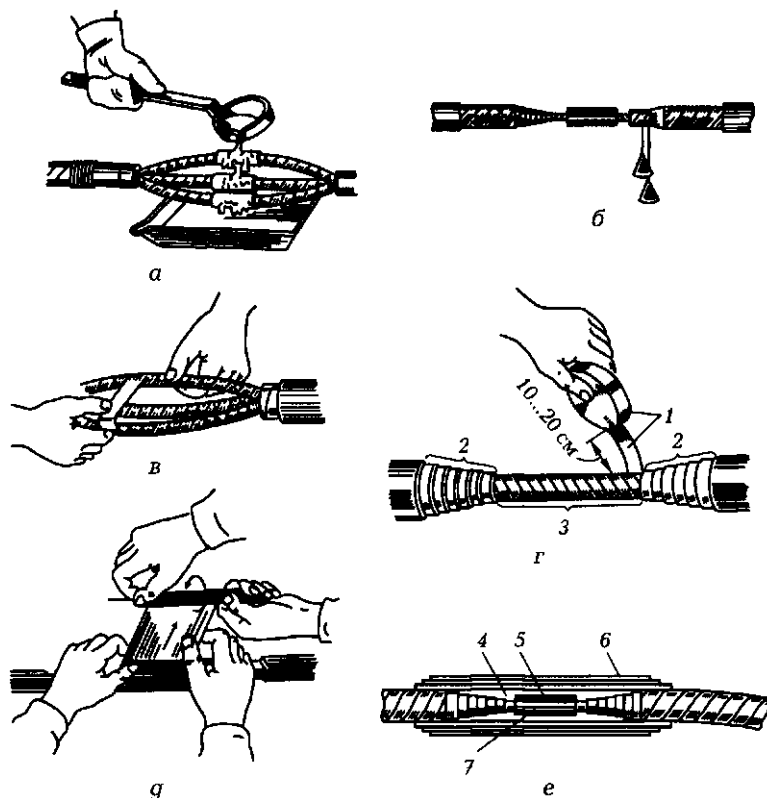
Последовательность выполнения основных технологических операций монтажа соединительных эпоксидных муфт показана на рис. 7.25.

Подготовленные полумуфты покрывают чистым материалом. На концы кабелей надевают резиновые уплотнительные кольца, в которых на предприятии-изготовителе выполняют кольцевые надрезы, позволяющие увеличивать внутренний диаметр кольца удалением лишней части. После этого монтируют соединительные гильзы, устанавливают эпоксидные распорные звездочки в местах перехода с криволинейной части жилы на прямолинейную и закрепляют их бандажом из сухих и чистых ниток.

Оболочку до резинового уплотнительного кольца зачищают щеткой и обезжиривают бензином. Поливинилхлоридную трубу небронированного кабеля ААШв обрабатывают плоским драчевым напильником на длине 20 мм от среза шланга и покрывают клеем ПЭД-Б. Резиновые уплотнительные кольца сдвигают так, чтобы они находились на расстоянии 10 мм от среза оболочки, и зажимают хомутом.



На ступени брони до диаметра, равного внутреннему размеру горловины муфты, выполняют кольцевую подмотку поливинилхлоридной лентой шириной 20 мм.



**Рис. 7.25.** Технология изолирования мест соединения кабеля и оконцевания:

**а** — промывание гильз и бумажной изоляции разогретым составом прошпательной массы; **б** — ступенчатая разделка бумажной изоляции в месте соединения жил; **в** — положение ролика и ленты при намотке; **г** — положение ролика и ленты в начале намотки второго слоя; **д** — наложение рулонной подмотки; **е** — комбинированная изоляция, выполненная бумажными роликами и рулонами; **1** — положение ролика и ленты при повороте; **2** — ступени разделки заводской изоляции жил; **3** — слой подмотанной изоляции; **4, 5** — подмотка бумажными роликами с шириной ленты соответственно 5 и 10 мм; **6** — подмотка бумажными роликами; **7** — соединительная гильза

Обе половины муфты сдвигают на место и окончательно устанавливают в рабочее положение. Для предохранения от вытекания при заливке компаунда в местах ввода кабелей в муфтах делают дополнительную подмотку из поливинилхлоридной ленты с заходом 30 мм на наружную поверхность полумуфт. Щели между полумуфтами в месте их стыкования уплотняют герметиком УС-65.

Провода заземления соединяют опрессованием. На место соединения проводов накладывают трехслойную подмотку из поливинилхлоридной ленты с заходом на изоляцию (трубку). Провод заземления укладывают вдоль корпуса муфты и закрепляют бандажом.

Эпоксидный компаунд заливают в корпус муфты непрерывной струей шириной 10... 15 мм по лотку с переходом струи на стенку корпуса.

Компаунд заливают в два приема: сначала на 2/3 объема корпуса, затем, через 10 мин после первой заливки, до полного заполнения литника. По мере усадки компаунд в муфту доливают.

# МОНТАЖ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

## 8.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОСВЕЩЕНИИ

Рациональное освещение рабочих мест, производственных помещений и территорий предприятий и установок способствует повышению производительности труда, качеству работ, снижает вероятность производственных травм и имеет весьма важное гигиеническое значение. Существуют три вида освещения: естественное, искусственное и совмещенное. Искусственное подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное. Рабочее освещение — это основной вид освещения, обеспечивающий необходимую освещенность рабочих поверхностей и может быть общим, местным или комбинированным. Аварийное освещение предусматривают во всех случаях, если действия людей в темноте могут явиться причиной взрыва, пожара, отравления, массового травматизма или привести к длительному нарушению технологического процесса, нарушению работы таких объектов, как электростанции, узлы радиопередачи и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, установки вентиляции и других, в которых недопустимо прекращение работ. Эвакуационное освещение следует предусматривать: в местах, опасных для прохода людей; в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей при числе эвакуируемых более 50; в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма. Выходы из производственных помещений без естественного света, где могут одновременно находиться более 50 чел., и из помещений, имеющих площадь более 150 м<sup>2</sup>, должны быть отмечены световыми указателями, присоединенными к сети аварийного освещения.

## 8.2. ИСТОЧНИКИ СВЕТА

В качестве источников света широко применяют лампы накаливания и газоразрядные лампы (люминесцентные, дуговые ртутные и ксеноновые). Лампы накаливания общего назначения мощностью до 40 Вт выполняются вакуумными. Лампы накаливания с криптоновым наполнителем имеют световую отдачу на 12... 20 % выше, чем лампы с аргоновым наполнителем. Кроме ламп накаливания общего назначения применяют специальные лампы: миниатюрные типа (МН) для освещения шкал измерительных приборов и пультов и местного освещения типа МО на 12 и 36 В мощностью от 15 до 100 Вт (табл. 8.1).

Таблица 8.1. Основные технические данные ламп накаливания

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Диаметр лампы, мм	Полная длина лампы, мм
<i>Лампы общего назначения</i>						
В	220	15	105	78	61	107
		25	220		61	107
Б	220	40	400	10	61	114
		60	715	11,9	61	114
		100	1 350	13,6	81	129
		150	2 100	14	81	175
Г	220	250	2 920	14,6	81	175
		200	2 800	14	81	175
		300	4 600	15,5	112	240
		500	8 300	16,6	152	240
		750	13 100	16,2	152	345
БК	220	1 000	18 500	18,6	152	345
		1 500	20 000	18,1	167	345
		<i>Лампы криптоновые</i>				
БК	220	40	460	11,5	46	90
		60	700	13,2	51	96
		100	1 450	14,5	61	105
<i>Лампы миниатюрные</i>						
МН26	1,25	0,313	0,8	50	12	24
МН25	2,3	3,22	22	75	16	30

Окончание табл. 8.1

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Диаметр лампы, мм	Полная длина лампы, мм
MН4	2,5	0,725	4	250	16	30
MН7	2,5	1,35	6,25	500	16	30
MН11	2,5	2,8	12	100	16	30
MН24	36	5,4	18	100	11	30

Люминесцентные трубчатые лампы по цветности излучаемого ими света разделяются на лампы белого (ЛБ), холодно-белого (ЛХБ), темно-белого (ЛТБ), дневного (ЛД) света и дневного света правильной цветопередачи (ЛДЦ) (табл. 8.2). Для включения люминесцентных ламп в светильники встраивают пускорегулирующие аппараты (ПРА), стартеры (для стартерного зажигания) и конденсаторы (для снижения радиопомех и повышения коэффициента мощности). По способу зажигания ПРА делятся на бесстартерные и стартерные. Бесстартерные ПРА обеспечивают надежное зажигание и устойчивое горение ламп.

Лампы дуговые ртутные (ДРЛ) выпускают двух- и четырех-электродными (табл. 8.3). Наиболее современными источниками света являются металлогалогенные лампы типа ДРИ (дуговые ртутные иодидные), в ртутный разряд которых вводятся различные добавки, например иодидов натрия, таллия и индия. Введением этих добавок значительно увеличивается световая отдача разряда (табл. 8.4). Для освещения больших территорий применяют мощные ксеноновые трубчатые безбалластные лампы типа ДКсТ (табл. 8.5).

Таблица 8.2. Основные технические данные люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение, В	Сила тока, А	Длина лампы между штырьками, мм	Диаметр лампы, мм	Световой поток, лм				
					ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ
15	54	0,33	437,4	27	500	590	675	700	760
20	57	0,37	589,8	40	820	920	935	975	1 180
30	104	0,36	894,6	27	1 450	1 040	1 720	1 720	2 100
40	103	0,43	1 199,4	40	2 100	2 340	2 600	2 580	3 000
60	110	0,67	1 500	40	3 050	3 570	3 820	3 980	4 550
80	102	0,865	1 500	40	3 560	4 070	4 440	4 440	5 220

Таблица 8.3. Основные технические данные дуговых ртутных ламп

Тип	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток, А	Световой поток, лм	Размеры, мм		Срок службы, ч
					Диаметр	Полная длина	
<i>Четырехэлектродные</i>							
ДРЛ-80	80	115	0,8	3 200	81	165	6 000
ДРЛ-125	125	125	1,15	5 200	91	184	6 000
ДРЛ-250	250	130	2,13	11 500	91	227	8 000
ДРЛ-400	400	135	3,25	20 000	122	292	8 000
ДРЛ-700	700	140	5,4	36 000	152	368	10 000
ДРЛ-1000	1 000	145	7,5	52 000	181	410	10 000
<i>Двухэлектродные</i>							
ДРЛ-250М	250	140	2,13	10 500	125	320	5 000
ДРЛ-500М	500	140	3,5	21 000	145	360	5 000
ДРЛ-750М	750	140	5,45	33 000	170	390	5 000
ДРЛ-1000М	1 000	140	7,5	46 000	200	440	5 000

Примечания. 1. Цоколь у лампы ДРЛ мощностью 80 и 125 Вт — типа Ц27, у остальных — Ц40.

2. Для ламп ДРЛ изготавливаются ПРА типа АПИ для двухэлектродных ламп и ДБИ для четырехэлектродных ламп на напряжение 220 В.

Таблица 8.4. Основные технические данные ламп типа ДРИ

Тип	Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, калм	Срок службы, ч
ДРИ-400	400	220	30	4 500
ДРИ-700	700	220	56	3 000
ДРИ-1000	1 000	220	85	1 000
ДРИ-3000	3 000	380	180	1 000

Таблица 8.5. Основные технические данные ламп трубчатых ксеноновых типа ДКсТ

Тип	Мощность, Вт	Сила тока, А	Напряжение, В		Световой поток, клм	Размеры лампы, мм		Средняя продолжительность горения, ч
			рабочее	зажигания		Наружный диаметр трубки	Полная длина	
ДКсТВ-2000	2 000	31	60	195	37	22,0	376	500
ДКсТ-2000	2 000	52	40	50	33	28,0	356	300
ДКсТВ -3000	3 000	48	90	100	88	10,2	285	100
ДКсТ-5000	5 000	48	110	100	220	25,0	646	300
ДКсТВ -5000	5 000	56	150	360	600	10,2	315	100
ДКсТВ-8000	8 000	55	240	100	130	10,2	375	800
ДКсТВ-10000-1	10 000	47	220	200	210	35,0	1 270	800
ДКсТ-20000-1	20 000	56	220	200	550	35,0	2 000	500
ДКсТ-50000	50 000	140	380	360	2 000	42,0	2 600	500

Примечание. Обозначение ламп: Д — дуговая; Кс — ксеноновая; Т — трубчатая; В — водяное охлаждение; Б — балластная.

## Осветительные приборы

Осветительные приборы по назначению делят на две группы: приборы ближнего действия — светильники (табл. 8.6) и приборы дальнего света — прожекторы (табл. 8.7). По конструкции светильники различают: открытые, защищенные, закрытые, пылезащищенные, влагозащищенные и взрывозащищенные. Прожекторы используют в основном для освещения открытых пространств.

Для ламп накаливания наиболее распространенными являются светильники прямого (П) («Астра», УПД, УПМ-15), преимущественно прямого (Н) и рассеянного (Р) света (НСП-07 и ПО-02 — шаромолочного стекла). В качестве примера светильника для взрывоопасных помещений можно привести ВЗГ (взрывобезопасные), конструкция которых предусматривает локализацию взрыва внутри светильника.

Таблица 8.6. Основные технические данные взрывозащищенных светильников

Тип	Напряжение, В	Область применения	Размеры, мм	
			Высота	Диаметр или длина
ВЗГ-200АМ с отражателем и сеткой, ВЗГ-200А	127, 220	Во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, в зонах класса В-Iг под навесом	360	398
ВЗГ/В4А-200М с отражателем и сеткой	127, 220	То же	425	378
Н4БН-150	127, 220	Во взрывоопасных зонах классов В-Ia, В-Iб, В-Iг	400	400
Н4Т2Н-300 с отражателем и сеткой	220	Во взрывоопасных зонах класса В-Ia	450	525
НОДЛ-1×40	220	Во взрывоопасных зонах класса В-Ia	390	1 355
НОДЛ-1×80	220	То же	390	1 655
НОГЛ-2×80	220	»	390	1 655
ВЗГ-100	127, 220	Во взрывоопасных зонах класса В-I, В-Ia	305	300
В4А-60	127	То же	220	285

Таблица 8.7. Основные технические данные прожекторов

Тип прожектора	Лампа			Масса, кг
	Тип	Мощность, Вт	Напряжение, В	
ПЗМ-35	Общего назначения	500	220	10
			127	10
ПЗМ-25	То же	200	200	8
			127	8
ПСМ-50-1	ДРА-1000	1 000	220	9
	ДРА-700	700	220	9



Окончание табл. 8.7

Тип прожектора	Лампа			Масса, кг
	Тип	Мощность, Вт	Напряжение, В	
	ДРА-400	400	220	9
ПСМ-50-2	ПЖ-220-1000-3	1 000	220	9

При применении люминесцентных ламп используют открытые светильники ЛОУ, ЛСП, а при большом содержании пыли — влаго-, взрывозащищенные светильники ПВАП, НОГЛ, РВАМ.

### 8.3. МОНТАЖ СВЕТИЛЬНИКОВ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Перед началом монтажа светильники проверяют в МЭЗ. При этом определяют и маркируют фазные и нулевые провода, производят зарядку или перезарядку светильников, собирают блоки люминесцентных светильников и комплектные световые линии. Операции по монтажу светильников состоят из установки деталей крепления и конструкций, подвески и крепления светильников, присоединения к электросети и сети заземления (табл. 8.8).

При монтаже участков групповых линий с лампами ДРА подсчитывают: активную мощность каждой группы с потерями в ПРА, коэффициент мощности с подключенным к группе конденсатором, ток в компенсированных и некомпенсированных участках линии. Ток расцепителя автомата выбирают с учетом пускового тока ламп ДРА. Минимально допустимое сечение линии определяется по расчетному току и току расцепителя автомата.

Приведенная ниже табл. 8.9 облегчает выполнение указанных работ. В таблице приняты следующие обозначения:  $P$  — мощность лампы, Вт;  $Q$  — реактивная мощность подключенного к группе конденсатора, квар; потери мощности в ПРА приняты в размере 10 % мощности ламп.

Светильники, их рассеиватели и защитные сетки должны быть прочно закреплены. Крюки и другие приспособления для подвесных светильников массой до 100 кг испытывают в течение 10 мин пятикратной массой, а светильники (люстры) массой более 100 кг — двукратной массой плюс 80 кг. При креплении светильников к потолку на дюбелях, забиваемых монтажным пистолетом, каждую точку подвеса испытывают тройной массой светильника плюс 80 кг.

Таблица 8.8. Электромонтажные изделия для установки светильников и монтажа цеховых электросетей

Название	Марка	Размер, мм			Назначение
		Длина	Ширина	Диаметр	
Коробка: потолочная	Л246	92	—	112	Установка потолочного светильника в панелях перекрытия и подвод к нему проводов сети
установочная	Л250	61	—	75	Встраивание выключателей, переключателей и штепсельных розеток в стеновые панели и межкомнатные перекрытия
осветительная	Л251	74	164	—	Соединение проводов при переходе электропроводок с панели перекрытия на стеновую панель
Уплотнительная штука	Л247	50	—	36	Уплотнение мест ввода проводов в коробки (с трубами наружным диаметром 32 мм)
	Л255	50	—	29	Уплотнение мест ввода проводов в коробки (с трубами наружным диаметром 25 мм)
Декоративные крышки	Л248	—	—	120	Декоративное оформление отверстий в потолочной коробке
	Л252	170	150	—	То же, в двух ответвительных коробках после выполнения электропроводок
Ответвительные установочные коробки:					

стальные	У197	Высота 46,0	—	70	Протяжка, соединения и ответвления проводов при скрытой электропроводке
	У198	45,5	—	38,8	Установка выключателей, переключателей и штепсельных розеток
	У196	36	—	69	
пластмассовые	У191М... ...У195М	20,5...35,5	—	96...70	Протяжка, соединения и ответвления проводов сечением до 4 мм <sup>2</sup> при скрытой и открытой электропроводках
Крышка	КОН-1-04	Высота 106	—	200	Декоративное закрытие ниш в стеновых панелях
<i>Изделия для замоноличивания</i>					
Пластмассовые закладные:					
кольца	Л90	35	—	69,0	Установка выключателей, переключателей и штепсельных розеток при скрытой электропроводке (замоноличивание в панели)
	Л91	35	—	69,2	
стаканы	Л92	78	—	68	То же

Таблица 8.9. Основные параметры групповых линий с лампами ДРЛ

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
$P = 125, Q = 0$							
3	0,41	0,5	—	1,25	15	2,5	2,5
5	0,82			2,5			
9	1,24			3,75			
12	1,65			5	15	2,5	2,5
15	2,06			6,25			
18	2,48			7,5			
21	2,80			8,75			
24	3,3			10	20	4	4
27	3,71			11,25			
30	4,12			12,5			
33	4,54			13,75	25	6	6
36	4,94			15			
39	5,36			16,25	30	10	
42	5,78			17,5			
45	6,19			18,75	40	16	16
48	6,6			20			
51	7,01			21,25			
54	7,42			22,5			
57	7,84			23,75			
60	8,25			25			

Продолжение табл. 8.9

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
$P = 125, Q = 18$							
60	8,25	0,91	13,8	25	25	6	6
$P = 250, Q = 0$							
3	0,82	0,5	—	2,5	15	2,5	2,5
6	1,65			5			
9	2,48			7,5			
12	3,3			12,5	20	4	
15	4,12						
18	4,95			15	25	6	6
21	5,78			17,5	30	10	
24	6,6			20	40	16	
27	7,42			22,5			
30	8,25			25	40		
33	9,07			27,5	50	16	16
36	9,9			30			
39	10,73			32,5			
42	11,55			35			
45	12,36			37,5			
48	13,2			40			
51	14,02	42,5	63	25	25		
54	14,84	45	63	25	25		
57	15,68	47,5					
60	16,5	50					

Продолжение табл. 8.9

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расщепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
<i>P</i> = 250, <i>Q</i> = 18							
30	8,25	0,91	13,8	25	25	6	6
33	9,07	0,97	14,2	27,5			
36	9,9	0,99	15,2	30			
39	10,73	1,0	16,3	32,5	30	10	10
42	11,55	0,98	17,9	35	40	16	16
45	12,36	0,96	19,6	37,5			
48	13,2	0,94	21,4	40			
51	14,02	0,91	23,4	42,5	40	16	16
54	14,84	0,89	25,4	45			
57	15,68	0,86	27,7	47,5			
60	16,5	0,84	29,9	50			
<i>P</i> = 250, <i>Q</i> = 25							
45	12,36	0,95	19,6	37,5	40	10	10
48	13,2	0,99	20,3	40	40	16	16
51	14,02	1	21,3	42,5			
54	14,84	1	22,6	45			
57	15,68	0,99	24,1	47,5			
60	16,5	0,98	25,6	50			
<i>P</i> = 400, <i>Q</i> = 0							
3	1,32	0,5	—	4	15	2,5	2,5

Продолжение табл. 8.9

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ГРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
6	2,64	0,5	—	8	15	2,5	2,5
9	3,95			12	20	4	4
12	5,28			25	6	6	
15	6,6			20	30	10	6
18	7,92			24	40		
21	9,24			28	50	16	16
24	10,56			32			
27	11,88			35			
30	13,2			40			
33	14,52			44			
36	15,84	0,5	—	48	63	25	25
39	17,16			52			
$P = 400, Q = 18$							
18	7,92	0,88	13,7	24	25	6	6
21	9,24	0,98	14,3	28			
24	10,56	1	16,1	32	25	10	10
27	11,88	0,98	18,4	36	30		
30	13,2	0,94	21,5	40	40		
33	14,52	0,9	24,5	44			
36	15,84	0,86	28	48			
39	17,16	0,83	31,4	52	50		

Продолжение табл. 8.9

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
42	18,48	0,8	35,1	56	50	16	16
45	19,8	0,77	39,1	60			
48	21,12	0,75	42,8	64	63	25	25
51	22,44	0,72	46,7	68			
54	23,76	0,72	50,2	72			
<i>P</i> = 400, <i>Q</i> = 25							
27	11,88	0,94	19,2	36	30	10	10
30	13,2	0,99	20,3	40	60		
33	14,52	1	22,1	44	40	16	16
36	15,84	0,99	24,3	48			
39	17,16	0,96	27,2	52			
42	18,48	0,94	29,9	56			
45	19,8	0,9	33,5	60	50	25	25
48	21,12	0,88	36,5	64			
51	22,44	0,85	40,1	68			
54	23,76	0,83	43,5	72	63	35	35
57	25,08	0,81	47,1	76			
60	26,4	0,79	50,8	80			
<i>P</i> = 400, <i>Q</i> = 36							
30	17,16	0,94	27,8	52	40	16	16
42	18,48	0,98	28,7	56			
45	19,8	0,99	30,4	60		25	25



Продолжение табл. 8.9

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
48	21,12	1	32,1	64	50	25	25
51	22,44	0,99	34,5	68			
54	23,76	0,98	35,9	72		35	35
57	25,08	0,96	39,7	76			
60	26,4	0,94	42,7	80	63		
<i>P</i> = 700, <i>Q</i> = 0							
3	2,31	0,5	—	7	15	2,5	2,5
6	4,62			14	25	6	6
9	6,93			21	40	16	16
12	0,24			28	50	16	16
15	11,55			35			
18	13,86			42	63	25	25
21	16,17			49			
<i>P</i> = 700, <i>Q</i> = 18							
12	9,24	0,98	14,3	28	25	6	6
15	11,55	0,99	17,7	35	30	10	10
18	13,86	0,92	22,9	42	40	16	16
21	16,17	0,85	28,9	49	50	25	25
24	18,48	0,8	35,1	56			
27	20,79	0,76	41,6	63	63		
<i>P</i> = 700, <i>Q</i> = 25							
18	13,86	1	21,1	42	40	16	16

Продолжение табл. 8.9

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>		
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе	
21	16,17	0,99	24,8	49	40	16	16	
24	18,48	0,94	29,9	56	40	25	25	
27	20,79	0,88	35,9	63	50			
30	23,1	0,84	41,8	70	63	35	35	
33	25,41	0,8	48,3	77				
<i>P</i> = 700, <i>Q</i> = 36								
21	16,17	0,9	27,3	49	40	16	16	
24	18,48	0,98	28,7	56	40	25	25	
27	20,79	1	31,6	63	50			
30	23,1	0,98	35,6	70		35		
33	25,41	0,95	40,7	77				
36	27,72	0,92	45,8	84	63	50	35	
39	30,03	0,88	51,9	91	63	50	50	
<i>P</i> = 700, <i>Q</i> = 50								
27	20,79	0,83	38,1	63	50	25	25	
30	23,1	0,92	38,2	70		35	35	
33	25,41	0,97	39,8	77		50	50	50
36	27,72	1	42,2	84	63			
39	30,03	1	45,7	91	63			
<i>P</i> = 1000, <i>Q</i> = 0								
3	3,3	0,5	—	10	20	4	4	

Продолжение табл. 8.9

Число светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток расщепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
6	6,6	0,5	—	20	40	16	16
9	9,9			30	50		
12	13,2			40			
15	16,5			50	63		
<i>P = 1 000, Q = 18</i>							
6	6,6	0,71	14,1	20	25	6	6
9	9,9	1	15	30		10	
12	13,2	0,94	21,3	40	40	16	16
15	16,5	0,84	29,3	50	50	25	25
18	19,8	0,77	39,1	60			
<i>P = 1 000, Q = 25</i>							
12	13,2	0,99	20,3	40	40	16	16
15	16,5	0,98	25,6	50			
18	19,8	0,91	33,1	60	50	25	25
21	23,1	0,84	41,8	70	63	35	35
24	26,4	0,79	50,8	80			
<i>P = 1 000, Q = 36</i>							
15	16,5	0,91	27,4	50	40	16	16
18	19,8	1	30,1	60	40	25	25
21	23,1	0,98	35,8	70	50	35	
24	26,7	0,94	42,7	80	63	35	35
27	29,4	0,98	50,7	90		50	50

Окончание табл. 8.9

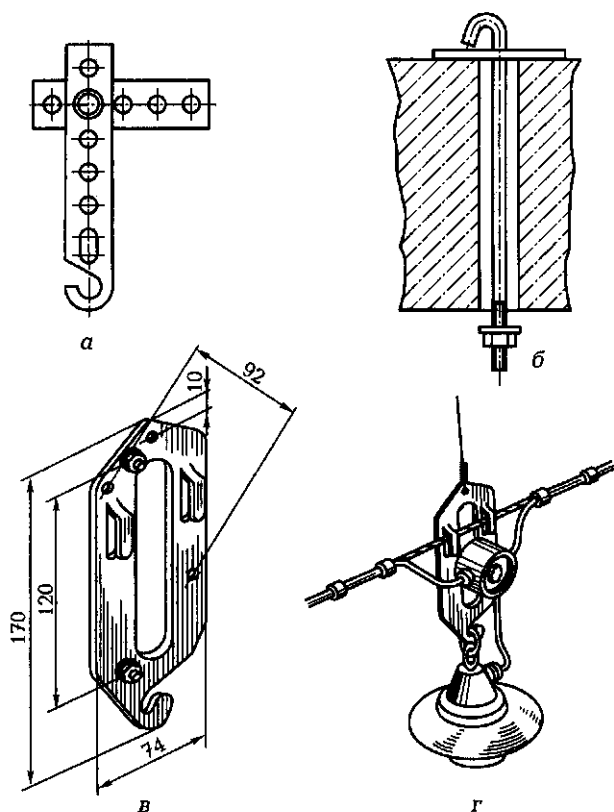
Число светиль- ников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе, А, на участке		Наименьший допустимый ток распределителя автомата, А	Наименьшее допусти- мое сечение алюми- ниевых жил, мм <sup>2</sup>	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
<i>P</i> = 1 000, <i>Q</i> = 18							
24	26,4	0,99	40,6	80	50	35	35
27	20,7	1	45,2	90	63	50	50
30	33	0,98	51,2	100			
<i>P</i> = 2 000, <i>Q</i> = 0							
3	6,6	0,5	—	20	40	16	16
6	13,2			40	50		
<i>P</i> = 2 000, <i>Q</i> = 18							
3	6,6	0,71	14,1	20	25	6	6
6	13,2	0,94	21,4	40	40	16	16
9	19,8	0,77	39,1	60	50	25	25
<i>P</i> = 2 000, <i>Q</i> = 25							
6	13,2	0,99	20,3	40	40	16	16
9	19,8	0,9	33,5	60	50	25	25
12	26,4	0,79	50,8	80	63	35	35
<i>P</i> = 2 000, <i>Q</i> = 36							
9	19,8	0,99	30,4	60	40	25	25
12	26,4	0,94	42,7	80	63	35	35
<i>P</i> = 2 000, <i>Q</i> = 50							
9	19,8	0,78	38,6	60	50	25	25
12	26,8	0,99	40,6	80	50	35	35
15	33	0,98	51,2	100	63	50	50

Если масса светильника не превышает 10 кг, его подвешивают на крюках с помощью колец или скоб блока крепления. Крюки У623, У625 и У629 длиной 60, 155 и 215 мм (рис. 8.1, а) устанавливают в железобетонных потолках. Их изолируют, а блок подвески снабжают изолирующим кольцом.

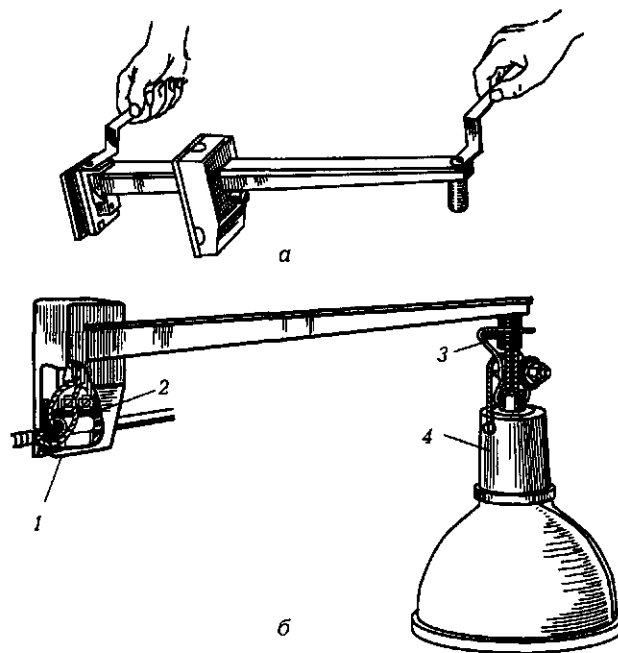
Если светильник устанавливают на шпильку (рис. 8.1, б) с резьбой, ее закрепляют на основании.

Светильники с резьбой и кольцом устанавливают на стенах, колоннах и фермах с помощью кронштейнов У116, К290 и У25М, закрепляемых дюбелями или приваркой.

К металлическим и железобетонным фермам, а также к ограждениям технологических площадок светильники крепят с помощью подвесов различной длины или трубчатыми кронштейнами. При



**Рис. 8.1.** Конструктивные элементы для установки светильников:  
 а — крюк; б — шпилька; в — подвес; г — подвеска светильника



**Рис. 8.2.** Сборка кронштейна (а), установка светильника на держателе (б):  
1 — патрубок светильника; 2, 4 — винты заземления; 3 — держатель У25М

**Таблица 8.10. Выбор осветительных проводов по условиям среды**

Вид прокладки и электропроводки	Характерные марки проводов и кабелей <sup>1</sup>	Характеристика				
		Сухие с нормальной средой	Влажные	Сырые <sup>2</sup>	Особо сырые <sup>2</sup>	С химически активной средой <sup>2,3</sup>
На изоляторах, изолированными проводами <sup>8</sup>	АПВ (ПВ)	+	+	+	+	+
	АПРИ (ПРИ)	+	+	—	—	—
На тросе (катанке), кабелями <sup>11</sup>	АВВГ (ВВГ), АВРГ (ВРГ), АНРГ (НРГ)	+	+	—	—	—
На скобах непосредственно по	АВВГ (ВВГ), АВРГ (ВРГ)	+	+	+	+	+

установке светильников на монтажном профиле К108 их крепят двумя винтами М6.

Люминесцентные светильники подвешивают на коробах КЛ1 и КЛ2 с помощью специальных держателей, перемещающихся вдоль короба в щели (в его нижней части). Заземляющий провод присоединяют к приваренному внутри короба зажиму. Магистральные короба КЛ закрепляют на тросовых подвесках, потолочных скобах и кронштейнах.

На шинопроводах ШОС светильники крепят хомутом с крючком К470. Предельная нагрузка на 1 м шинопровода 12 кг. При прокладке шинопровода по стенам и нижним поясам ферм светильники устанавливают на кронштейнах, прикрепленных к этим строительным основаниям (рис. 8.2).

При креплении на тросе светильники устанавливают: на тросовых подвесках с обоями (рис. 8.1, г) на крюке, приваренном к металлической пластинке с ответвительной коробкой (загнутые края пластинки обжимают вокруг троса); к скобе в разъемной ответвительной коробке при тросовом проводе АРТ.

При установке на шинопроводах ШРА, прокладываемых по одной трассе с ШОС, светильники крепят на боковых поверхностях ШРА симметрично по обе стороны с помощью специальных кронштейнов.

Светильники заряжают медными проводами сечением 0,5... 1,5 мм<sup>2</sup>. Провода пропускают через подвесные штанги, кронштейны, подвесы и стойки; соединение проводов внутри них запрещено. Провода для сетей освещения следует выбирать по табл. 8.10.

помещений и зон по условиям среды												Наружные установки <sup>2,3</sup>		
Пыльные	Жаркие <sup>4</sup>	Пожароопасные <sup>5</sup>						Взрывоопасные <sup>6</sup>						
		П-I	П-II	П-IIa	П-III	В-I <sup>7</sup>	В-Ia <sup>7</sup>	В-II	В-IIa	В-III				
+	+	-	+ <sup>9</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
+	+	-	+ <sup>9</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+

Вид прокладки и электропроводки	Характерные марки проводов и кабелей <sup>1</sup>	Характеристика				
		Сухие с нормальной средой	Влажные	Сырые <sup>2</sup>	Особо сырые <sup>2</sup>	С химически активной средой <sup>2,3</sup>
строительным основаниям, в лотках и т. п., кабелями и изолированными проводами <sup>11</sup>	АНРГ (НРГ), АПРФ (ПРФ)	+	+	—	—	—
Изолированными проводами в стальных трубах	АПВ (ПВ)	+	+	+	+	+
	АПРТО (ПРТО)	+	+	+	+	+
Изолированными проводами в поливинилхлоридных трубах	АПВ (ПВ)	+	+	+	+	+
	АПРТО (ПРТО)	+	—	+	+	+
Изолированными проводами в полиэтиленовых и полипропиленовых трубах (скрытая)	АПВ (ПВ)	+	+	+	+	+
	АПРТО (ПРТО)	+	+	+	+	+
Тросовыми проводами	АРТ (АВТ)	+	+	—	—	—
Плоскими проводами	АПВ (ПВ)	+	+	+	—	—
Шинпроводами	ШОС-67	+	+	—	—	—
	ШОС-80	+	+	—	—	—
	ШРМ-75	+	+	—	—	—
В лотках, изолированными проводами	АПВ (ПВ)	+	+	—	—	—
	АПРТО (ПРТО)	+	+	—	—	—
В коробах, изолированными проводами	АПВ (ПВ)	+	+	—	—	—
	АПРТО (ПРТО)	+	+	—	—	—

Примечание. Условные обозначения: «+» — разрешается; «—» — запрещается.

<sup>1</sup> Указаны характерные, наиболее часто применяемые марки проводов и кабелей.

<sup>2</sup> В сырых, особо сырых помещениях, в том числе в помещениях с сырой химически активной средой, наружных установках провода, кабели, трубы, короба, опорные, несущие конструкции должны быть влагостойкими.

<sup>3</sup> В помещениях с химически активной средой трубы, опорные, несущие конструкции должны быть защищены от коррозии.



Окончание табл. 8.10

помещений и зон по условиям среды												
Пыльные	Жаркие <sup>4</sup>	Пожароопасные <sup>5</sup>						Взрывоопасные <sup>6</sup>				Наружные установки <sup>2,3</sup>
		П-I	П-II	П-IIa	П-III	В-I <sup>7</sup>	В-Ia <sup>7</sup>	В-1б	В-II	В-IIa	В-1г	
+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>4</sup> В жарких помещениях следует в основном применять провода и кабели с обычной (нетеплостойкой) изоляцией при условии, что температура токопроводящих жил не превышает допустимых значений (это достигается снижением токовых нагрузок на провода). Теплостойкие кабели и провода (ПВВТ, ПАЛ и т. д.) рекомендуется применять при температуре окружающей среды более 50 °С.

<sup>5</sup> В пожароопасных зонах расстояние от кабелей и изолированных проводов, прокладываемых открыто, до мест размещения горячих веществ должно быть не менее 1 м.

<sup>6</sup> На всей территории России защита кабелей с пластмассовым наружным покровом или с пластмассовой оболочкой от воздействия прямых солнечных лучей не требуется.

<sup>7</sup> В зонах В-I и В-Iа необходимо применять провода и кабели с медными жилами.

<sup>8</sup> Прокладка проводов на изоляторах разрешается по любым (в том числе сгораемым) основаниям.

<sup>9</sup> В пожароопасных зонах при открытой прокладке изолированных проводов на изоляторах используют провода с медными жилами.

<sup>10</sup> Открытая прокладка изолированных проводов в наружных установках не рекомендуется.

<sup>11</sup> Открытая прокладка кабелей АВВГ (ВВГ); АВРГ (ВРГ); АНРГ (НРГ) и проводов АПРФ (ПРФ) разрешается по любым основаниям, в том числе по сгораемым.

Светильники с лампами накаливания и ДРЛ подключают к электросети через вводный блок, двухполюсные штепсельные соединения, через колодки зажимов.

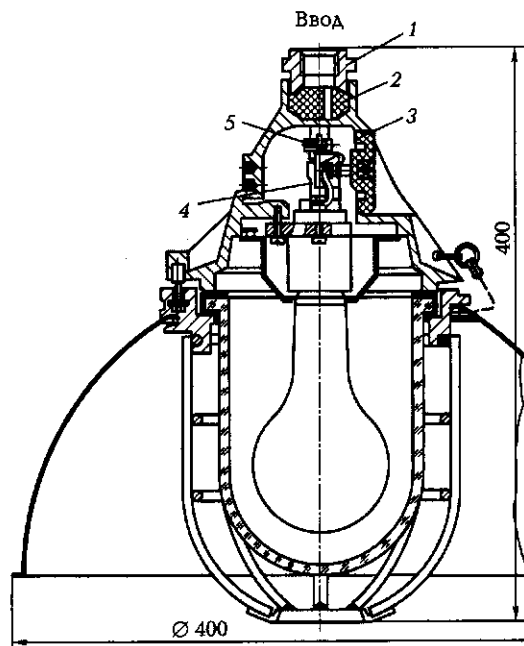
Металлические корпуса светильников заземляют отдельными ответвлениями от нулевого провода электропроводки, концы которого присоединяют к корпусам светильников заземляющими винтами.

При монтаже осветительного оборудования выполняют следующие основные требования: светильники в ряду и по высоте выравнивают так, чтобы отклонения их не были заметны на глаз; установочные изделия закрепляют по центру розеток, ниш, выверяют строго по вертикали и горизонтали положение их рукояток, кнопок и штепсельных гнезд.

Выключатели с рычажными и клавишными рукоятками устанавливают так, чтобы при включении цепи (освещения) рукоятка двигалась вверх (нажатие верхней части клавиши). Штепсельные розетки устанавливают так, чтобы гнезда располагались по горизонтали. Выключатели общего освещения, штепсельные розетки устанавливают у входа в помещение так, чтобы они не загораживались открывающейся дверью. Выключатели для санузлов и штепсельные розетки устанавливают вне этих помещений.

## **8.4. МОНТАЖ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ**

Во взрывоопасных зонах применяют светильники *взрывозащитного исполнения* (рис. 8.3). Светильники с трещинами на стеклянных защитных колпаках, в литых корпусах или сальниковых гайках вводных устройств, с неисправными патронами, раковинами



**Рис. 8.3.** Светильник Н4БН-150 с вертикальным вводом кабеля:  
 1 — нажимная муфта; 2 — резиновое уплотнительное кольцо; 3 — крышка вводного устройства; 4 — колодка; 5 — зажим

или углублениями на сопрягаемых поверхностях монтажу не подлежат.

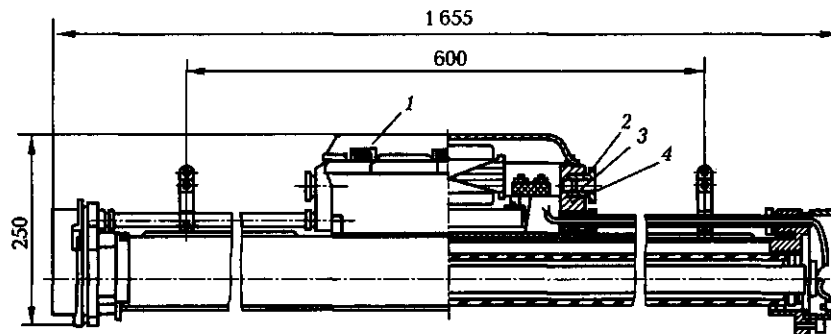
Светильники Н4БН-150; ВЗГ-200АМ; ВЗГ-100; В4А-60; НОГЛ 2 × 80; НОДЛ 1 × 80 к зажимам вводной коробки присоединяют с помощью кабеля от групповой сети. У светильников Н4БН-150; ВЗГ-200АМ; ВЗГ/В4А-200М ввод осуществляют как небронированными трехжильными кабелями, так и тремя проводами, размещенными в цельнотянутой трубе.

Светильники при открытой прокладке кабеля целесообразно монтировать в такой последовательности (см. рис. 8.3):

снять оболочку с одного конца кабеля длиной 130 мм;

отвинтить ключом крышку 3 из монтажного отверстия вводного устройства светильников (у светильника Н4БН-150 — два винта крепления контактной колодки) и вынуть ее;

надеть на оболочку конца кабеля нажимную муфту 1 (вперед фланцем) и резиновое кольцо, продвинув его по кабелю на расстояние 140 мм от конца;



**Рис. 8.4.** Светильник повышенной взрывозащищенности НОГЛ:

1 — крышка вводной коробки светильника; 2 — резиновая уплотнительная прокладка; 3 — нажимная муфта; 4 — стальная шайба

ввести во вводное устройство светильника разделанный конец кабеля и вывести концы жил через монтажное отверстие;

вставить резиновое кольцо 2 и нажимную муфту в гнездо ввода светильника и равномерным затягиванием двух болтов до отказа уплотнить место ввода;

подсоединить короткую жилу (длиной 100 мм) к заземляющему зажиму 5 и уложить запас жилы внутрь вводного устройства, подсоединить длинные жилы (длиной 130 мм): фазную — к левому, а нулевую — к правому зажимам контактной колодки 4;

снять оболочку с другого конца кабеля, прозвонить и отмаркировать жилы;

завинтить ключом крышку до упора;

для установки и проверки лампы светильника Н4БН-150 повернуть отражатель против часовой стрелки и снять его.

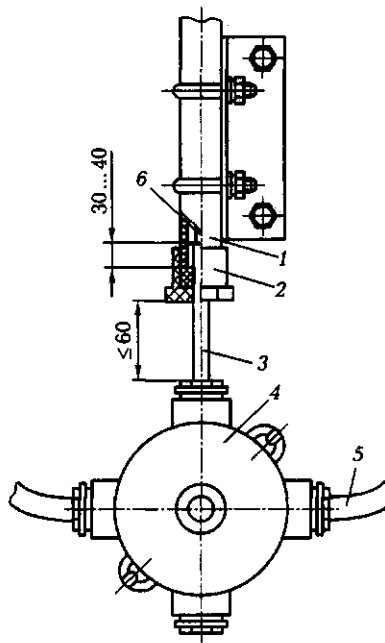
Ввод кабеля в светильники НОДЛ 1 × 80; НОГЛ 2 × 80 (рис. 8.4) выполняют в такой технологической последовательности:

открывают крышку вводного устройства светильника 1, снимают нажимную муфту 3, вынимают шайбу 4 и резиновое уплотнение 2 из гнезда;

отмеряют длину кабеля, необходимую для присоединения к контактным зажимам внутри вводного устройства и создания запаса на два-три присоединения, и отрезают излишек, снимают с конца кабеля оболочку на таком расстоянии, чтобы она входила внутрь вводного устройства на 10... 12 мм, удаляют изоляцию с концов жил на длину 25... 30 мм, достаточную для изгибания кольца, надевают на оболочку кабеля нажимную муфту, стальную шайбу и резиновое уплотняющее кольцо;

**Рис. 8.5.** Узел ввода проводов ПРКС в коробку У-409 от светильника с трубным кронштейном:

1 — трубный кронштейн; 2 — трубный сальник; 3 — поливинилхлоридная труба; 4 — ответвительная коробка; 5 — кабель; 6 — провод ПРКС



вводят кабель в светильник, установив резиновое уплотнительное кольцо и стальную шайбу во вводное отверстие, закрепляют двумя болтами нажимную муфту и затягиванием болтов уплотняют резиновым кольцом место ввода кабеля.

Подготовленные светильники устанавливают на строительных основаниях (стенах, колоннах, потолках) с жестким креплением подвесов или кронштейнов. От ответвительной коробки У-409 до трубного кронштейна или подвеса длина должна быть не менее 60 мм, а все три провода на этом участке должны быть заключены в общую поливинилхлоридную трубу внутренним диаметром 8... 10 мм.

Уплотнение ввода проводов в светильнике испытывают выборочно (через свободный конец кронштейна или подвеса) сжатым воздухом с избыточным давлением 50 кПа. Продолжительность испытания 3 мин; при этом давление не должно уменьшаться более чем на 50 %. Ввод проводов марки ПРКС в коробку У-409 показан на рис. 8.5.

При прокладке проводов в трубах светильники должны поступать на монтаж со спусками и предварительно заряженными. Длину проводов принимают равной расстоянию от светильника до ближайшей ответвительной коробки плюс 100 мм, необходимые для соединения в коробке.

Светильник, устанавливаемый последним в линии, должен укомплектовываться стандартным сгоном. Длина заряженных проводов должна равняться длине участка трубы от последнего светильника до ответвительной коробки этого светильника.

## 8.5. МОНТАЖ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫХ И ПУСКРЕГУЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

При скрытой установке выключателей и штепсельных розеток предварительно замоноличивают в строительные конструкции специальные пластмассовые стаканы и кольца. Закладной стакан представляет собой полый полипропиленовый цилиндр, состоящий из двух половинок переменного диаметра. По диаметру стакан имеет кольцевые выступы, перегородку для звуковой изоляции и сквозное отверстие для прохода каналаобразователя.

Выключатели и штепсельные розетки крепят распорными планками с винтами М4 к кольцевым выступам в закладных стаканах.

Выпускаемые заводами стаканы имеют различную длину. Это дает возможность замоноличивать их в железобетонные и гипсолитовые панели разной толщины. Установку выключателей и переключателей в помещениях с нормальной средой при открытом способе прокладки электроосветительной сети следует производить на высоте 1,5 м от пола (в школах и детских учреждениях — 1,8 м), по центру — на деревянных или пластмассовых подрозетниках диаметром 55...60 мм, толщиной не менее 10 мм, прикрепляемых к основанию шурупом. Штепсельные соединители (розетки) устанавливают на высоте 0,8...1 м от пола (в школах и детских учреждениях — 1,5 м). Расстояние от заземленных устройств должно быть не менее 0,5 м. Розетки устанавливают на деревянных и пластмассовых подрозетниках диаметром 55...60, толщиной не менее 10 мм. Брызгозащищенные розетки устанавливают на скобе или непосредственно на стене с вводом проводов снизу через сальниковое уплотнение.

При скрытой проводке розетки размещают в коробках диаметром 70 мм, вмазанных в стену или замоноличенных закладных пластмассовых стаканах. Гнезда штепсельных розеток располагают по горизонтали. Установку надплинтусных розеток производят на высоте 0,3 м и менее от пола с защитными устройствами, закрывающими гнезда при вынутых вилках.

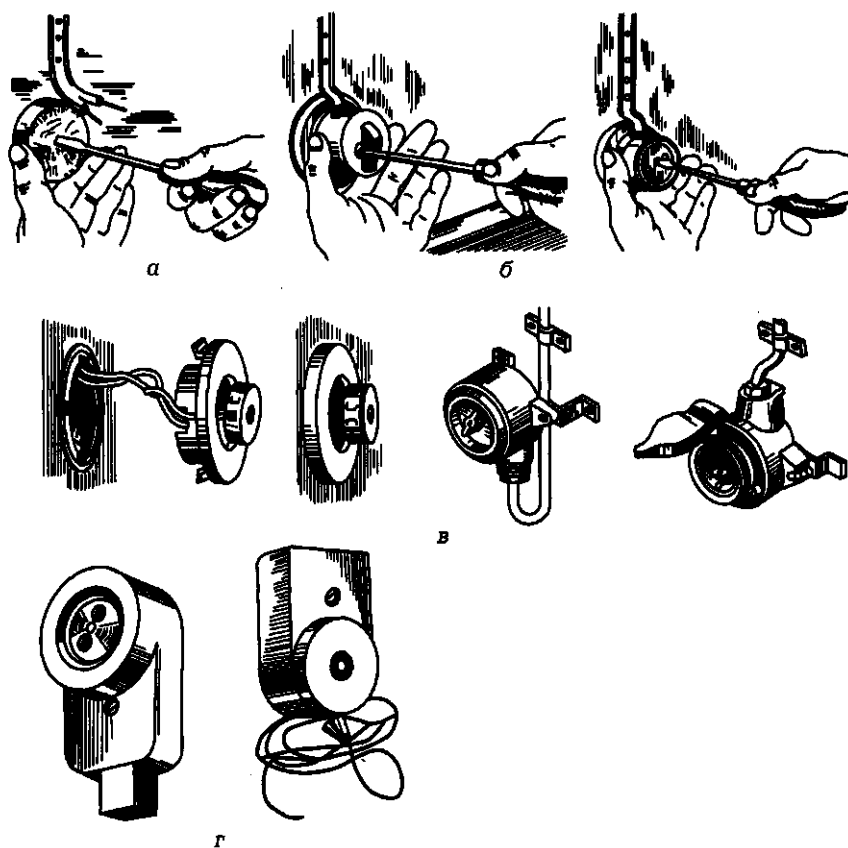
Различные виды монтажа электроустановочных приборов представлены на рис. 8.6.

Множество организаций ведет сегодня строительство зданий монолитным методом с высоким качеством, применяя различные виды опалубки, но это касается только строительных конструкций.

К сожалению, требования к вводу объектов в эксплуатацию снижены до минимума, т. е. объект может быть сдан в эксплуатацию

без отделки и электрических сетей. Не секрет, что будущий владелец квартиры или офиса вынужден самостоятельно делать проект энергоснабжения и проводить электромонтажные работы.

Монолитный бетон частично разрушают каналами для электропроводки или делают полые стены, забирая у себя драгоценную площадь, снижая высоту потолков с помощью пожароопасных отделочных материалов. Сегодня возможно строить красиво, надежно и безопасно. Для этого разработаны специальные электромон-



**Рис. 8.6.** Монтаж и вид электроустановочных приборов:

*а* — последовательность установки выключателя и штепсельной розетки для электропроводки, проложенной плоскими проводами открыто; *б* — выключатель и штепсельная розетка для установки в помещении; *в* — выключатель для скрытых электропроводок; *г* — надплинтусная штепсельная розетка и подпотолочный выключатель

тажные системы, представляющие собой различные виды распределительных и установочных коробок и приспособлений, которые монтируют внутри опалубки до начала монолитных работ. При этом методе существует различие между горизонтальной опалубкой, например потолочной с одной рабочей стороной, и вертикальной опалубкой с двумя сторонами — рабочей и встречной.

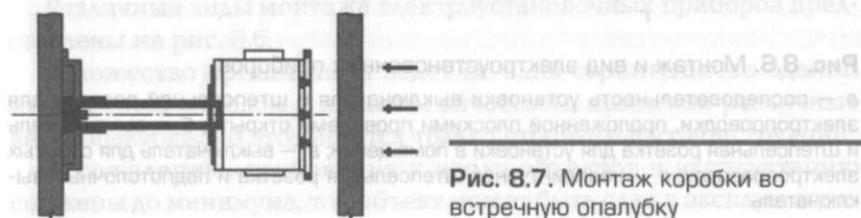
Наиболее простым является метод монтажа на рабочую опалубку. На рабочей стороне опалубки монтируют коробки и подрозетники, подсоединяют трубы, устанавливают железную арматуру. Затем монтируют встречную опалубку и производят заливку бетоном. После затвердевания бетона рабочую опалубку удаляют и одновременно выбивают крышки подрозетников и коробок.

Более сложен монтаж во встречную опалубку. При этом методе на рабочую опалубку крепятся опорные пластины, затем с помощью распорных труб устанавливают коробки и подрозетники. Определяющей величиной для расчета длины распорки является толщина стены минус 1 см (рис. 8.7).

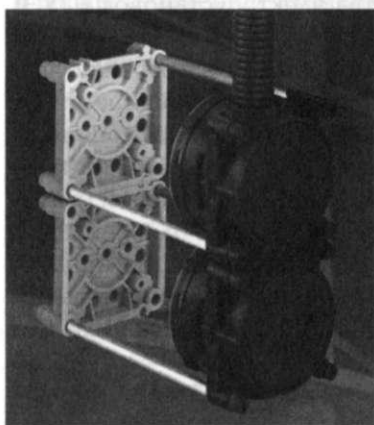
ООО «Энерготрейд» предлагает продукцию двух производителей бетонных систем для электропроводки — Dietzel Univolt (Австрия) и Spelsberg (Германия).

Система Dietzel Univolt представляет собой стандартный набор из сборных коробок (рис. 8.8), которые комбинируются в различных вариантах в зависимости от требований проекта. Система изготовлена из безгалогеновых ударопрочных материалов, монтируется в деревянной или стальной опалубке. Крепление в стальную опалубку производится с помощью магнитов. Резиновая оболочка магнита предотвращает проникновение бетонного молока между опалубкой и магнитом и легко извлекается из коробки.

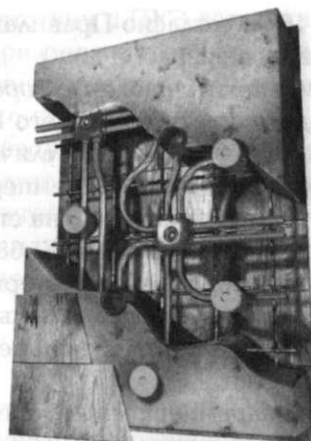
Одно из главных условий при монтаже бетонных систем — надежное и прочное соединение коробок трубами (рис. 8.9). Dietzel Univolt — один из основных европейских производителей гибких и жестких труб, имеющих прочность на сжатие до 1 250 Н и рабочую температуру от  $-45$  до  $+180$  °С, трубы двустенные, с продольным







**Рис. 8.8.** Стандартный набор сборных коробок



**Рис. 8.9.** Соединение коробок трубами

внутренним рифлением для облегчения протяжки кабеля, безгалогеновые, трубы для укладки в землю, на дерево и в бетон. Имеется российский сертификат качества.

«Spelsberg» производит более широкий ассортимент элементов ИВТ для электромонтажных систем, применяемых в монолитном строительстве. Универсальные коробки для установки приборов, подрозетники различной глубины и диаметров, соединительные коробки, потолочные, коробки для светильников, громкоговорителей и электронных компонентов, втулки, корпуса и распределительные щиты, потолочные крючки и крепежные приспособления создают неограниченные возможности для комбинирования различных вариантов систем энергоснабжения и слаботочных систем.

### **Рекомендуемые материалы для реконструкции электрических проводок в панельных домах и квартирах**

Электромонтажные коробки под штукатурку компании «КО-ПОС» изготавливают из самозатухающего PVC с температурной устойчивостью от  $-5$  до  $+60$  °С. Коробки отличаются устойчивостью по отношению к чрезмерно высокой температуре и процессу горения, подходят для монтажа проводки с напряжением 400 В (макси-

мум 16 А) согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) (6-е изд., перераб. и доп.).

*Электромонтажные коробки для полых стен* изготавливают из твердого самозатухающего PVC с температурой устойчивости от  $-5$  до  $+60$  °С. Коробки отличаются устойчивостью по отношению к чрезмерно высокой температуре и процессу горения. Они подходят для монтажа под/на строительные материалы разной степени горючести. Коробка KI 68 L/1 и ее модификации одобрены для монтажа под горючие материалы. Для всего ассортимента продукции, используемого для полых стен, рекомендуется применять поставляемые комплекты фрез, специально предназначенные для полых стен.

*Электромонтажные кабельные каналы* изготавливают из твердого самозатухающего PVC с температурной устойчивостью от  $-5$  до  $+60$  °С. Соответствуют проверке на устойчивость по отношению к распространению пламени огня. Каналы используются для всех материалов с категорией горючести от НГ до Г4. Кабельные каналы и аксессуары для ответвлений изготавливаются стандартного белого цвета RAL 9003. Все каналы (кроме LV 11X10) имеют на дне отверстия для крепления. Каналы поставляются в размерах 2 или 3 м.

*Безгалогенные кабельные каналы* изготавливают из специального самозатухающего материала с температурной устойчивостью от  $-20$  до  $+80$  °С.

В случае пожара происходит небольшое выделение дыма в помещении и не высвобождаются токсические вещества. Поэтому безгалогенный материал является пригодным для помещений, предназначенных для сбора большого количества людей и для запасных выходов.

*Гибкие электромонтажные трубы и аксессуары* изготавливают из самозатухающего PVC с температурной устойчивостью от  $-25$  ( $+5$ ) до  $+60$  °С и соответствуют проверке устойчивости по отношению к распространению пламени. Согласно ПУЭ возможно их использование для строительных материалов категории горючести от НГ до Г4.

*Трубы из полиэтилена типа LPE* с температурной устойчивостью от  $-25$  до  $+90$  °С, с низкой и крайне низкой механической устойчивостью можно использовать только для монтажа под/на негорючие материалы категории НГ.

*Жесткие электромонтажные трубы и аксессуары* изготавливают из самозатухающего PVC с температурной устойчивостью от  $-25$  до  $+60$  °С и соответствуют проверке устойчивости по отношению

к распространению пламени. В соответствии с ПУЭ возможно их использование для строительных материалов категории горючести от НГ до Г4. Данные материалы в обычных условиях укладки являются устойчивыми против химического повреждения.

*Безгалогенные жесткие электромонтажные трубы* изготавливают из самозатухающего РРО с температурной устойчивостью от  $-45$  до  $+90$  °С и соответствуют проверке устойчивости по отношению к распространению пламени. В случае пожара происходит небольшое выделение дыма в помещении и не высвобождаются токсические вещества. Трубки черного цвета — UV-стабильные. Подходят для помещений, предназначенных для сбора большого количества людей и для запасных выходов.

*Стальные трубы* подходят для механической защиты проводов и кабелей. Отличаются высокой механической устойчивостью и их поверхность можно обработать на высококоррозионную стойкость 4-й категории. Выдерживают температуру от  $-60$  до  $+250$  °С.

*Пожароустойчивые трассы* — кабельные несущие системы Е30...Е90, согласно стандарту DIN 4102 № 12, подходят для коридоров и лифтовых шахт, предназначенных в качестве запасных помещений.

### **Преимущества использования систем с кабельными каналами**

В число преимуществ входят:

*низкие расходы* — кабельные и парапетные каналы позволяют проводить быстрый и легкий монтаж в тех местах, где долбление или фрезерование не представляется возможным или требует больших финансовых затрат;

*эстетика* — кабельные и парапетные каналы являются современным дополнением современного интерьера;

*доступность* — изделия продаются в сети оптовой торговли электроматериалов в европейских странах и России;

*универсальность* — возможность дополнительной укладки других кабелей. В приборные носители и коробки можно вставить розетки и выключатели от большинства производителей;

*быстрота* — нетрудный и по времени быстрый монтаж;

*комплектность* — продуманный ассортимент для укладки проводки;

*безопасность* — широкий ассортимент самозатухающих изделий, безгалогенные изделия.

## Пускорегулирующие аппараты систем электрического освещения

Пускорегулирующие аппараты (ПРА) делят на три группы по способу зажигания: стартерного (условное обозначение УБ), быстрого и мгновенного зажигания (см. подразд. 8.2). Основные типы ПРА для ЛЛ, ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ приведены в табл. 8.11 и 8.12. Схемы зажигания ЛЛ импульсом напряжения с помощью стартеров показаны на рис. 8.10, а...в.

Бесстартерные ПАР быстрого зажигания тех же ламп (рис. 8.11) работают с помощью накальных трансформаторов НТ, которые предварительно нагревают катоды лампы. В момент возникновения разряда в лампе ток накала ПРА автоматически снижается. Для снижения напряжения зажигания вдоль лампы накладывается металлическая полоска. Иногда применяются бесстартерные ПРА мгновенного зажигания, осуществляемого с помощью импульса напряжения (500...600 В) при холодных катодах (автоэлектронная эмиссия). Пускорегулирующие аппараты для ламп ДРЛ могут быть с дросселем (рис. 8.12, а) либо с трансформатором, имеющим большее рассеяние (рис. 8.12, б).

Для включения ламп ДРИ и ДНаТ применяются ПРА (рис. 8.12, в) с унифицированными устройствами импульсного зажигания (ИЗУ), основными элементами которых являются динисторы (диодные тиристоры). При работе ламп с ИЗУ повторное включение погасшей лампы возможно только после ее остывания — через 10...15 мин. Для мгновенного повторного зажигания ламп суще-

Таблица 8.11. Параметры основных видов ПРА для ЛЛ

Тип	Рабочий ток, А	Коэффициент мощности	Потери мощности, %	Масса, кг	Габаритные размеры (Д × Ш × В), мм
1УБИ-40/220-ВП-580	0,43	0,5	23	0,9	170 × 42 × 43
1УБИ-80/220-ВП-590	0,865	0,5	20	1,85	205 × 54 × 52
1УБИ-80/220-ВП-700	0,865	0,5	16	1,65	150 × 60 × 52
2УБИ-20/220-ВПП-800	0,37	0,55	24	0,72	150 × 39,5 × 36,5
2УБИ-20/220-ВПП-900	0,37	0,55	25	0,72	150 × 39,5 × 36,5
1УБИ-40/220-ВПП-800	0,43	0,5	24	0,72	145 × 42 × 42
1УБИ-65/220-ВПП-930	0,67	0,5	22	1,1	150 × 50 × 42

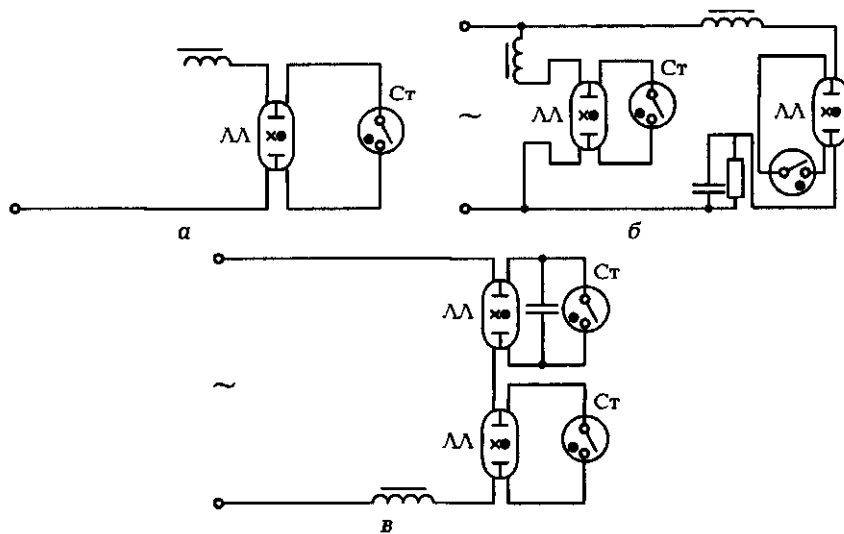
Таблица 8.12. Параметры основных видов ПРА для ламп типов ДРЛ, ДРИ, ДНаТ

Тип	Рабочий ток, А	Коэффициент мощности	Потери мощности, Вт, не более	Масса, кг, не более	Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм
1И70А36-000	1	0,4	15	1,45	105×82×70
1И70А36-007	1	0,4	15	1,56	115×70×60
1И80/50А36-200	0,8/0,62	0,5/0,4	10/9	1,4	105×82×70
1И80/50А36-207	0,8/0,62	0,5/0,4	10/9	1,56	115×70×60
1И80Н37-100	0,8	0,45	10	1,7	115×70×60
1И100А36-000	1,2	0,4	15	1,8	105×82×70
1И100А36-007	1,2	0,45	15	1,8	115×70×60
1И125А36-200	1,15	0,5	12	1,56	105×82×70
1И125А36-207	1,15	0,5	12	1,8	115×70×60
1И125А36-000	1,3	0,45	15	1,8	105×82×70
1И125А36-007	1,3	0,4	15	1,8	115×70×60
1И125А37-100	1,15	0,45	14	1,85	120×100×87
1И150А36-000	1,8	0,4	18	2,35	110×100×75
1И150А36-007	1,8	0,4	18	2,35	125×85×60
1И250А36-200	2,15	0,55	18	2,75	115×105×90
1И250А(Н)36-206	2,15	0,55	18	3,6	145×130×145

Э81

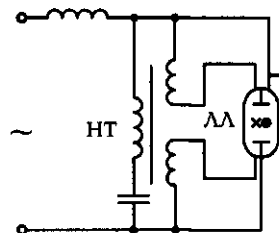
Тип	Рабочий ток, А	Коэффициент мощности	Потери мощности, Вт, не более	Масса, кг, не более	Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм
1И250А36-000	3,1	0,4	28	3,6	115×105×90
1И250П(Н)36-006	3,1	0,4	28	5,4	145×130×145
1И250А36-301	2,15	0,4	20	4	145×90×88
1И400А(П)36-200	3,25	0,55	26	3,4	115×105×80
1И400П(Н)36-206	4,6	0,55	26	5,4	145×130×145
1И400Н37-100	3,3	0,53	27	4,7	140×142×100
1И400А(П)36-000	4,6	0,4	35	5,4	155×120×90
1И400Н36-303	3,3	0,55	26	5,6	180×90×88
1И400Н36-304	3,3	0,55	26	7,5	180×120×205
1И700Н36-200	5,45	0,6	35	5,9	155×120×90
1И700Н36-303	4,7	0,4	37,5	8	180×90×100
1И700Н36-304	4,7	0,4	37,5	10,5	180×120×240
1И1000Н36-200	7,5	0,6	40	7,8	164×150×150
1И1000Н36-206	7,5	0,6	40	10	190×170×170

Примечание. Масса аппарата приведена без учета массы ИЗУ.



**Рис. 8.10.** Электрические схемы стартерных ПРА для люминесцентных ламп:

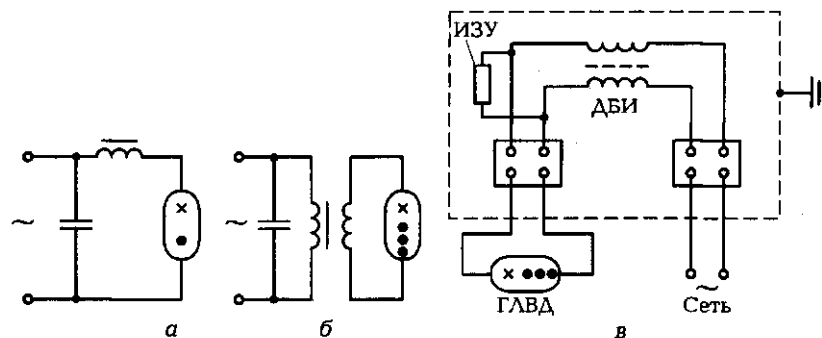
*а* — одноламповый, дроссели балластного типа; *б* — двухламповый антистробоскопический типа 2УБК; *в* — двухламповый типа 2УБИ; Ст — стартер; ЛЛ — люминесцентная лампа



**Рис. 8.11.** Резонансная бесстартерная схема включения ЛЛ (НТ — накальный трансформатор)

ствуют специальные блоки мгновенного перезажигания, посылающие импульс высокого напряжения (40...60 кВ).

Все ПРА имеют обозначения, состоящие из ряда цифр и букв. Порядок их следования такой: на первом месте цифра, указывающая, какое количество ламп включает аппарат, на втором — буква, характеризующая сдвиг фаз потребляемого аппаратом тока: И — индуктивный; Е — емкостный; К — компенсированный; на третьем — мощность. Следующий далее буквенный индекс указывает группу аппарата по уровню шума: И — нормальный, П — пониженный, А — особо низкий; С — очень низкий. Две цифры после



**Рис. 8.12.** Схемы включения газоразрядных ламп высокого давления:  
*а* — ДРЛ с дросселем; *б* — с трансформатором, имеющим большое магнитное рассеяние; *в* — ДРИ и ДНаТ; ДБИ — балластный дроссель; ИЗУ — импульсное зажигающее устройство; ГЛВД — газоразрядная лампа высокого давления

буквенного индекса указывают номер серии, а следующее далее трехзначное число указывает модификацию ПРА. Аппараты с номерами исполнения 000...046 предназначены для ламп ДНаТ, а с номерами 100, 107 и 301...304 — для ламп типа ДРИ (см. табл. 8.12).



# МОНТАЖ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

### 9.1. ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Электрический ток при прохождении через тело человека может вызвать тяжелые травмы, а в некоторых случаях — смерть.

Установлено, что для человека ток 15... 25 мА является опасным, а более 50 мА при длительном его прохождении через тело человека может вызвать смерть. Поражение человека электрическим током возможно при соприкосновении его с теми частями электроустановок, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции одной фазы. В этих случаях, чтобы защитить обслуживающий персонал от потенциалов опасной величины, выполняют защитные заземления, т. е. все части установки, нормально не находящиеся под напряжением, но могущие оказаться под напряжением при повреждении изоляции фазы, соединяют проводниками с землей. Заземляют следующие металлические части электроустановок:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п.;

- приводы электрических аппаратов;

- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;

- каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитов и шкафов;

- конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, корпуса кабельных муфт, оболочки и брони силовых и контрольных кабелей и проводов, стальные трубы электропроводки и т. п.

На воздушных линиях напряжением 6... 10 кВ заземляют железобетонные и металлические опоры, расположенные в населенных

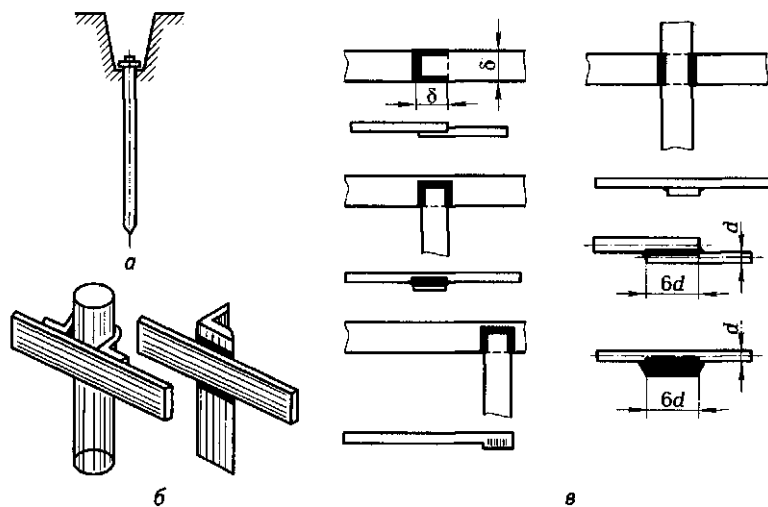
местностях, а также каркасы и корпуса электрооборудования (разъединителей, предохранителей, разрядников), установленного на деревянных, железобетонных или металлических опорах.

Заземлители бывают естественные и искусственные. К *естественным заземлителям* относятся электропроводящие части строительных и производственных конструкций и коммуникаций, имеющие хороший контакт с землей, например, арматура железобетонных конструкций, трубопроводы (кроме трубопроводов для транспортировки горючих и взрывчатых жидкостей и газов), металлические оболочки кабелей (за исключением алюминиевых), обсадные трубы и др. Искусственные заземлители — это специально устраиваемые для заземления металлоконструкции. В первую очередь для заземления необходимо использовать естественные заземлители. Для *искусственных заземлителей* используют сталь.

#### Наименьшие размеры стальных искусственных заземлителей

Диаметр круглых (прутковых) заземлителей, мм:	
неоцинкованных .....	10
оцинкованных .....	6
Прямоугольные заземлители:	
сечение, мм <sup>2</sup> .....	48
толщина, мм, .....	4
Толщина полки угловой стали, мм.....	4

Чаще всего искусственные заземлители выполняют в виде вертикальных электродов, связанных горизонтальным электродом. Вертикальные электроды выполняют в виде стержней диаметром 10... 14 мм длиной 5 м и более (рис. 9.1, а) или уголков (рис. 9.1, б). В качестве горизонтальных электродов для связи с вертикальными применяют стальную полосу (сечением не менее 4 × 12 мм) или прутки (диаметром не менее 10 мм), в качестве заземляющих проводников — полосовую или круглую сталь. Заземляющие проводники между собой и с заземлителями соединяют сваркой, а с корпусом заземляемого оборудования — сваркой или с помощью болтов. Заземляющую магистраль присоединяют к заземлителю в двух местах. Заземляемые объекты к магистрали заземления присоединяют параллельно. Последовательное присоединение корпусов оборудования к магистрали заземления запрещено. Схемы расположения заземлений промышленных цехов показаны на рис. 9.2, а. Заземлитель представляет собой вертикальные электроды 1, соединенные горизонтальной полосой 2. Обычно вертикальные электроды закладывают в котлован под фундамент здания.

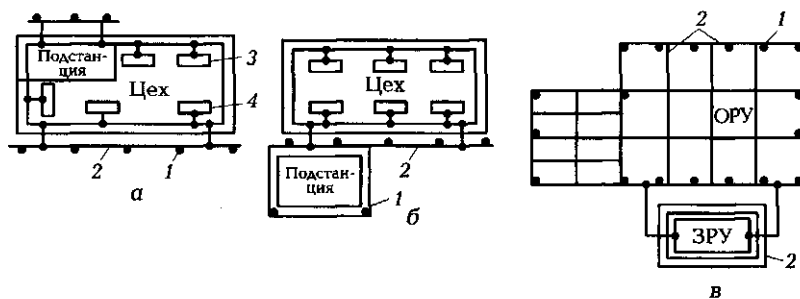


**Рис. 9.1.** Конструкция заземлителей:

*а* — вертикальный электрод в грунте; *б* — сварное соединение заземлителей с заземляющими проводниками; *в* — сварные соединения заземляющих проводников

В настоящее время в нашей стране активно ведется работа по повышению уровня электробезопасности в электроустановках жилых и общественных зданий.

Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный — *L*, нулевой рабочий — *N* и нулевой защитный — *PE*-проводники).



**Рис. 9.2.** Схема заземления:

*а, б* — промышленных цехов; *в* — открытого (ОРУ) и закрытого (ЗРУ) распределительных устройств; *1* — вертикальные электроды; *2* — горизонтальная полоса

Не допускается объединение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников различных групповых линий.

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускаются подключать под общий контактный зажим.

Выбор сечения проводников следует проводить согласно требованиям соответствующих глав ПУЭ.

Однофазные двух- и трехпроводные линии, а также трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании однофазных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих *N*-проводников, равное сечению фазных проводников.

Трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании трехфазных симметричных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих *N*-проводников, равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм<sup>2</sup> по меди и 25 мм<sup>2</sup> по алюминию, а при больших сечениях — не менее 50 % сечения фазных проводников, но не менее 16 мм<sup>2</sup> по меди и 25 мм<sup>3</sup> по алюминию.

Сечение *PEN*-проводников должно быть не менее сечения *N*-проводников и не менее 10 мм<sup>2</sup> по меди и 16 мм<sup>2</sup> по алюминию независимо от сечения фазных проводников.

Сечение *PE*-проводников должно равняться сечению фазных при сечении последних до 16 мм<sup>2</sup>, 16 мм<sup>2</sup> при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм<sup>2</sup> и 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях.

Сечение *PE*-проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее 2,5 мм<sup>2</sup> — при наличии механической защиты и 4 мм<sup>2</sup> — при ее отсутствии.

Система заземления является общей характеристикой питающей электрической сети и электроустановки здания.

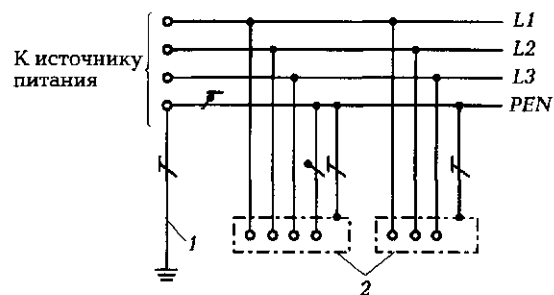
Классификация систем заземления представлена в п. 312.2 ГОСТ Р 50571.2—94.

В главе 1.7 ПУЭ 7-го издания (2002 г.) дана классификация электроустановок в отношении применяемых систем заземления, соответствующая указанному выше стандарту.

Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:

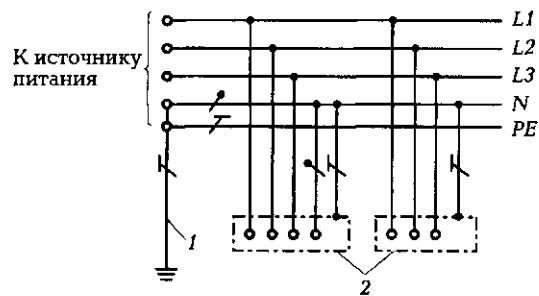
*система TN* — система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;

*система TN-C* — система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 9.3);



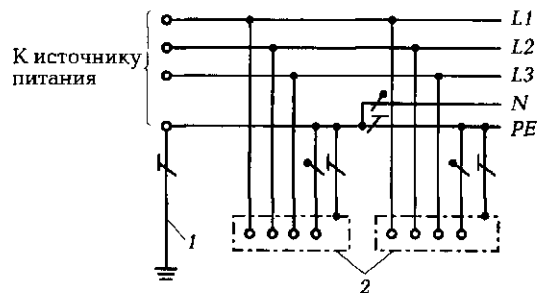
**Рис. 9.3.** Система *TN-C* переменного тока:

1 — заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания; 2 — открытые проводящие части



**Рис. 9.4.** Система *TN-S* переменного тока:

1 — заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 — открытые проводящие части



**Рис. 9.5.** Система *TN-C-S* переменного тока:

1 — заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 — открытые проводящие части

система *TN-S* — система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 9.4);

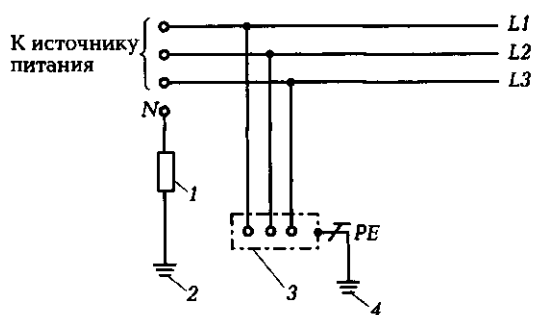
*система TN-C-S* — система *TN*, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рис. 9.5);

*система IT* — система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части заземлены (рис. 9.6);

*система TT* — система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены с помощью заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (рис. 9.7, 9.8).

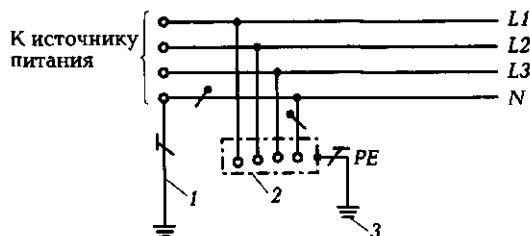
Условные обозначения систем расшифровываются следующим образом.

Первая буква — состояние нейтрали источника относительно земли:



**Рис. 9.6.** Система *IT* переменного тока:

1 — сопротивление заземления нейтрали источника питания (если имеется); 2 — заземлитель; 3 — открытые проводящие части; 4 — заземляющее устройство



**Рис. 9.7.** Система *TT* переменного тока. Вариант 1:

1 — заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 — открытые проводящие части; 3 — заземлитель открытых проводящих частей

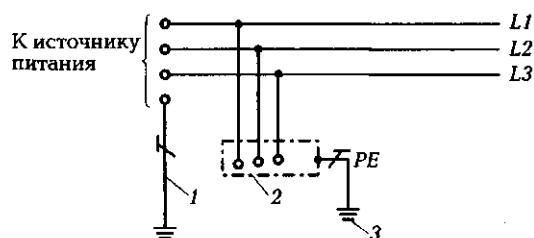


Рис. 9.8. Система  $TT$  переменного тока. Вариант 2:

1 — заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 — открытые проводящие части; 3 — заземлитель открытых проводящих частей

$T$  — заземленная нейтраль;  
 $I$  — изолированная нейтраль.

Вторая буква — состояние открытых проводящих частей относительно земли:

$T$  — открытые проводящие части заземлены независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

$N$  — открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после буквы  $N$ ) буквы — совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

$S$  — нулевой рабочий ( $N$ ) и нулевой защитный ( $PE$ ) проводники разделены;

$C$  — функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике ( $PEN$ -проводник).

Приняты следующие графические обозначения проводников:

$N$  —  $\text{—} / \text{—}$  нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

$PE$  —  $\text{—} \text{—} / \text{—}$  защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);

$PEN$  —  $\text{—} \text{—} \text{—} / \text{—}$  совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

## 9.2. МОНТАЖ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Монтаж заземляющих устройств производят в соответствии с технологической картой, основные положения которой приведены ниже.

1. Назначение и область применения карты.

Карта технологического и трудового процессов предназначена для выполнения заземляющих устройств в соответствии с требованиями нормативной документации и организации труда электро-монтажников.

2. Перечень нормативных документов.

1. СНиП 3.05.06—85. Электротехнические устройства / Госстрой СССР. — М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

2. СНиП 12-03—2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. — М. : ГУП ЦПП, 2001.

3. СНиП 12-04—2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. — М. : ГУП ЦПП, 2002.

4. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. Раздел 1. Главы 1.3, 1.4, 1.5, 1.6. Раздел 2. Главы 2.1, 2.2, 2.3. Раздел 3. Раздел 4. Глава 4.3. Раздел 5. Раздел 7. Главы 7.3, 7.4, 7.7. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1986.

5. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 7. Электрооборудование спец. установок. Главы 7.5, 7.6, 7.10. — 7-е изд. — М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. Утверждены приказом Минэнерго РФ 8 июля 2002 г. № 204, введены в действие 1 января 2003 г.

6. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Глава 1.8. Нормы приемо-сдаточных испытаний. — 7-е изд. — М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. Утверждены приказом Минэнерго РФ 9 апреля 2003 г. № 150, введены в действие 1 сентября 2003 г.

7. Правила безопасности при работе с инструментом и принадлежностями. — М. : Энергоатомиздат, 1988.

8. ГОСТ 10434—82\*. Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования (с изм. 1—3).

9. ГОСТ 12.1.030—81. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление (с изм. 1).

10. ВСН 139—83. Инструкция по оконцеванию и ответвлению медных и алюминиевых жил изолированных проводников и кабелей и соединению их с контактными выводами.

11. ВСН 123—90. Инструкция по оформлению приемо-сдаточной документации по электромонтажным работам.

3. Подготовка к выполнению работ.

3.1. До начала выполнения электромонтажных работ мастером (прорабом) обеспечивается выполнение следующих мероприятий.

3.1.1. Бригаде (звену) выдается:

- а) проектная документация (ПД);
- б) ППР;



- в) задание на выполнение работ;
- г) разрешение на проведение огневых работ (при работе в пожароопасных помещениях).

На чертежах ПД должен стоять штамп заказчика «К производству работ».

Внесенные изменения в ПД должны быть согласованы через заказчика с проектной организацией до начала или в процессе выполнения электромонтажных работ.

3.1.2. Строительная часть (траншеи, железобетонные фундаменты и т.д.) принимается под монтаж по акту с участием представителей от подрядчика и заказчика.

3.1.3. Бригада (звено) обеспечивается инструментом, приспособлениями и средствами малой механизации согласно ППР, материалами, средствами защиты, средствами оказания первой медицинской помощи, питьевой водой, противопожарным оборудованием.

3.1.4. До начала работ бригада (звено), совместно с мастером (прорабом), изучает ПД и ППР и с ней проводится инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

4. *Технология процесса. Методы и последовательность выполнения технологических операций.*

4.1. Монтаж наружного заземления.

4.1.1. Разгрузка элементов заземляющих устройств.

Инструмент и оборудование: автомобиль грузовой, автокран.

Приемы и методы труда: заготовленные элементы заземляющих устройств разгружаются автокраном или ручную, их доставка осуществляется в контейнерах либо в пакетах.

4.1.2. Разметка траншеи.

Инструмент и оборудование: нивелир, рулетка, молоток, колышки.

Приемы методы труда: разметка траншеи производится в соответствии с проектом, на территории действующих предприятий в присутствии представителя заказчика.

4.1.3. Рытье траншеи.

Инструмент и оборудование: экскаватор, отбойный молоток с компрессором, лопата, лом.

Приемы и методы труда: при выполнении данной операции необходимо соблюдать осторожность в местах пересечения с уже существующими коммуникациями. Траншея должна быть очищена от строительного мусора.

4.1.4. Разметка и пробивка проходов.

Инструмент и оборудование: рулетка, перфоратор.

Приемы и методы труда: с помощью рулетки размечаются места ввода в здание и проходов (если они не предусмотрены в строительных чертежах) и пробиваются с помощью перфоратора.

#### 4.1.5. Установка асбоцементных труб.

Инструмент и оборудование: производится вручную.

Приемы и методы труда: асбоцементные трубы устанавливаются в месте ввода шины заземления в здание, а также в местах пересечения с коммуникациями (кабели, трубопроводы, кабельные каналы и т.д.) и местах возможных повреждений. Расстояние в свету от пересекаемых коммуникаций до труб должно быть не менее 100 мм. Трубы должны выходить за габариты пересекаемых коммуникаций с двух сторон на величину не менее 500 мм.

#### 4.1.6. Разметка мест установки заземлителей.

Инструмент и оборудование: рулетка, молоток, колышки.

Приемы и методы труда: производится разметка мест заглубления электродов согласно проекту.

#### 4.1.7. Установка электродов заземления.

Инструмент и оборудование: ямобур, насадка к ямобуру ПЗД-12У1, кувалда.

Приемы и методы труда: электроды заземления, ввертываемые или забиваемые в дно траншеи, должны устанавливаться в соответствии с рис. 9.1. Погружение вертикальных электродов должно производиться, как правило, механизированным способом: с помощью копров, гидропрессов, методом ввертывания стержневых электродов автотрамбуром или с помощью ручных приспособлений. Один конец заземлителя из угловой стали должен быть заострен. Угол наклона заостренной части не более 30°. Концы заглубленных электродов должны выступать от дна траншеи на 100... 200 мм. Конструкция и количество вертикальных заземлителей определяется проектом.

#### 4.1.8. Прокладка полосы заземления в траншее.

Инструмент и оборудование: шлифмашинка.

Приемы и методы труда: шины заземления должны быть отрифтованы. Прокладку заземляющей полосы параллельно кабелям или трубопроводам следует выполнять на расстоянии в свету не менее 300... 350 мм, а при пересечениях — не менее 100 мм. Пересечение полосой заземления подземных коммуникаций (кабелей, трубопроводов, кабельных каналов и т.д.) должно выполняться в асбоцементных безнапорных трубах, выступающих за пересекаемые коммуникации с двух сторон на величину не менее 500 мм. Ввод в здание осуществляется через заложенные в стену патрубки из асбоцементных труб.

Место ввода обозначается опознавательным знаком.

#### 4.1.9. Сварка шин заземления.

Инструмент и оборудование: нормоконкомплект сварщика черных металлов, ключи газовые.

Приемы и методы труда: производится приварка полосы к электродам заземления (см. рис. 9.1). Сварные швы должны иметь чешуйчатую поверхность без наплывов и плавный переход к основному металлу. Швы не должны иметь трещин, непроваров длиной более 10 % длины шва, незаплавленных кратеров и подрезов глубиной более 0,1 толщины свариваемых полос или прутков. Величина сварочных швов должна быть не менее двойной ширины полосовой стали или шести диаметров круглой стали.

#### 4.1.10. Окраска мест соединения шин.

Инструмент и оборудование: щетка по металлу, кисть.

Приемы и методы труда: после сварки сварочные швы зачищают от окалины щеткой по металлу и покрывают битумным лаком.

#### 4.1.11. Составление акта на освидетельствование скрытых работ по монтажу заземляющих устройств.

После монтажа вертикальных и горизонтальных заземлителей перед засыпкой траншеи составляется акт освидетельствования скрытых работ (форма 24). Отступления от проекта должны быть согласованы и нанесены на чертеж. Акт подписывает представитель электромонтажной организации и представитель заказчика.

#### 4.1.12. Засыпка траншеи.

Инструмент и оборудование: бульдозер, лопата.

Приемы и методы труда: траншеи с уложенными в них заземлителями должны быть засыпаны однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора. Засыпка должна производиться с утрамбовыванием грунта.

#### 4.1.13. Контроль качества выполненных работ при монтаже наружного заземления. Осуществляют в соответствии с рекомендациями (табл. 9.1).

#### 4.2. Монтаж внутреннего заземления.

В первую очередь необходимо обратить внимание на наличие закладных элементов, используемых в качестве заземляющих проводников, а также наличие строительных конструкций, которые используются в качестве заземляющих устройств. При использовании железобетонных фундаментов в качестве заземлителей не требуется выполнения заземляющих контуров (магистралей заземления) внутри здания. Нулевые точки обмоток трансформатора и корпуса электрооборудования должны быть присоединены заземляющими проводниками к металлическим колоннам, установленным на железобетонных фундаментах, или к специальным за-

Таблица 9.1. Контроль качества выполненных работ при монтаже

Процесс, подлежащий контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля
Рытье траншеи	Геометрические размеры и привязки	Рулетка и визуально
Прокладка горизонтальных заземлителей в траншее	Глубина заложения и способ прокладки	Рулетка; в свету: параллельно коммуникациям — 300...350 мм перпендикулярно — 100 мм
Установка электродов заземления	Конструкция электродов заземления и расстояние между ними	Рулетка, визуально
Сварка шин заземления	Длина сварного шва	Рулетка, визуально
Окраска сварных швов	Места соединений	Визуально
Освидетельствование скрытых работ (акт, форма 24)	Конструкция заземляющего устройства и качество сварных швов	Рулетка, визуально
Засыпка траншеи	Качество грунта	Визуально

кладным изделиям, установленным на железобетонных колоннах и приваренным к арматуре колонн.

#### 4.2.1. Разгрузка элементов заземляющих устройств.

Инструмент и оборудование: автомобиль грузовой, автокран.

Приемы и методы труда: заготовленные элементы заземляющих устройств разгружаются автокраном или вручную, их доставка осуществляется в контейнерах либо в пакетах.

#### 4.2.2. Разметка и пробивка проходов, установка гильз.

Инструмент и оборудование: рулетка, перфоратор.

**наружного заземления**

Время контроля	Ответственный контролер	Критерии оценки качества
После завершения рытья траншеи	Генеральный подрядчик, мастер	Соответствие проекту с составлением акта готовности строительной части (форма 6)
После прокладки	Мастер, бригадир	Глубина должна быть в пределах 600... 700 мм
Перед сваркой	Мастер, бригадир, представитель заказчика	Количество электродов и расстояние между ними в соответствии с проектом
Перед засыпкой	Мастер, бригадир	Длина сварного шва для полосовой стали: не менее $2B$ , из круглой — не менее $6d$
Перед засыпкой	Мастер, бригадир	В земле швы должны быть покрыты битумным лаком
Перед засыпкой	Мастер, бригадир, представитель заказчика	Соответствие проекту
В процессе засыпки	Мастер, бригадир	Траншеи должны быть засыпаны однородным грунтом и утрамбованы, щебень и строительный мусор не допускаются

Приемы и методы труда: с помощью рулетки размечаются места проходов, с помощью перфоратора пробиваются проходы (если они не предусмотрены в строительных чертежах), в проходы устанавливаются патрубki.

**4.2.3. Разметка точек крепления шин заземления.**

Инструмент и оборудование: рулетка, шнур, отвес, уровень.

Приемы и методы труда: с помощью рулетки размечаются места крепления шин заземления.

**4.2.4. Прокладка шин заземления.**

Шины должны быть проложены горизонтально или вертикально, а также параллельно наклонным конструкциям помещения. Шины из полосовой стали должны быть проложены на «плоскость» по отношению к поверхности основания.

В местах, где возможны механические повреждения шин заземления, последние должны быть защищены (трубами, коробами и т.д.) согласно указаниям проекта.

В местах прохода шин заземления через стены, в подливке пола скрыто — шины заземления не должны иметь соединений и ответвлений.

4.2.5. Прокладка шин заземления в помещениях без агрессивных сред и повышенной влажности.

Инструмент и оборудование: перфоратор (электродрель), набор инструментов электромонтажника (НЭ), шлифмашинка.

Приемы и методы труда: прокладка шин заземления осуществляется непосредственно по стенам путем крепления полосы к строительному основанию (шины заземления из круглой стали с помощью крепов К-188) распорными дюбелями У-658.

4.2.6. Прокладка шин заземления в помещениях с агрессивной средой и повышенной влажностью.

Инструмент и оборудование: перфоратор (электродрель), НЭ, шлифмашинка.

Приемы и методы труда: прокладка шин заземления осуществляется на расстоянии не менее 10 мм от стен, поэтому перед прокладкой по разметке производится крепление крепов К-188, а затем полоса укладывается в паз крепепа и фиксируется в нем с помощью разворота язычка на 90°.

4.2.7. Прокладка и соединение заземляющего проводника через температурный или осадочный шов.

Инструмент и оборудование: НЭ, нормоконспект сварщика черных металлов.

Приемы и методы труда: в местах пересечения шин заземления с температурными и осадочными швами устанавливаются компенсаторы.

4.2.8. Сварка шин заземления.

Инструмент и оборудование: НЭ, нормоконспект сварщика черных металлов.

Приемы и методы труда: производится приварка полосы к электродам заземления. Сварные швы должны иметь чешуйчатую поверхность без наплывов и плавный переход к основному металлу. Швы не должны иметь трещин, непроваров длиной более 10 % длины шва, незаплавленных кратеров и подрезов глубиной более

0,1 толщины свариваемых полос или прутков. Величина сварочных швов должна быть не менее двойной ширины полосовой стали и шести диаметров круглой стали.

#### 5. Охрана труда.

5.1. Перед началом работ всем работающим должен быть проведен инструктаж на рабочем месте по следующим инструкциям:

1. Инструкция 01-ЭМ «По охране труда, по монтажу электрических силовых и осветительных сетей».

2. Инструкция 04-ЭМ «По охране труда при работе инструментом и приспособлениями».

3. Инструкция 05-ЭМ «По охране труда при работе ручными электрическими машинами».

4. Инструкция 06-ЭМ «По охране труда при выполнении работ на высоте».

5. Инструкция 08-ЭМ «По охране труда при выполнении электромонтажных работ на действующем предприятии».

6. Инструкция 09-ЭМ «По охране труда при выполнении работ по соединению и оконцеванию силовых кабелей».

7. Инструкция 11-ЭМ «По охране труда при монтаже вторичных цепей».

8. Инструкция 18-ЭМ «Охрана труда для рабочих, выполняющих погрузочно-разгрузочные и складские работы».

9. Инструкция 20-ЭМ «Техника безопасности при работе с пиротехническим инструментом».

10. Инструкция 24-ЭМ «По технике безопасности для электросварщиков при ручной дуговой сварке».

11. Инструкция 25-ЭМ «По охране труда для стропальщика».

5.2. Бригада должна иметь набор медицинских средств для оказания первой помощи.

5.3. Во время работы электромонтажный персонал обязан выполнять требования перечисленных ранее инструкций, работать в спецодежде, защитной каске, использовать исправные, испытанные инструменты, лестницы и технологическую оснастку.

Перечень механизмов, инструментов и приспособлений, используемых при монтаже заземляющего устройства, включает в себя:

1. Бульдозер — 1 шт.

2. Ямобур — 1 шт.

3. Приспособление для ввертывания электродов заземления ПЗД-12У1 — 1 шт.

4. Автокран — 1 шт.

5. Перфоратор — 1 шт.

6. Дрель электрическая — 1 шт.

7. Шлифмашинка — 1 шт.
  8. Нормокомплект сварщика черных металлов:  
сварочный трансформатор с устройством ограничения или отключения  $U_{хд}$ ;  
сварочный кабель медный, гибкий с резиновой изоляцией и резиновой оболочкой;  
электрододержатель;  
клемма заземления;  
щиток защитный с наголовным креплением — 1 к-кт.
  9. Измерительная рулетка до 10 м — 1 шт.
  10. Набор гаечных ключей от 9 до 24 мм — 1 к-кт.
  11. Набор инструментов электромонтажника НЭ, к-кт — по количеству членов бригады.
  12. Мягкая кисть — 2 шт.
  13. Монтажная площадка ПМ-800, шт. — определяется при разработке ППР.
  14. Лестница-стремянка ЛСМ-М — 1 шт.
  15. Отвес — 1 шт.
  16. Уровень строительный — 1 шт.
  17. Шнур крученный (длина 20 м) — 1 шт.
  18. Кувалда К-10 — 2 шт.
  19. Ключи газовые 1, 2 — 2/2 шт.
- Необходимый перечень механизмов, приспособлений и инструмента уточняется при разработке ППР.

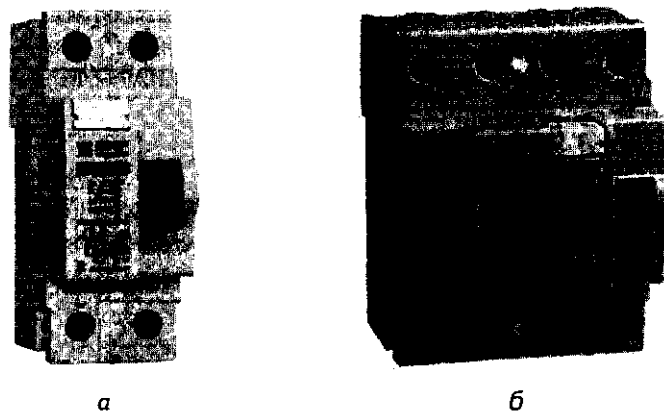
### 9.3. УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока относятся к дополнительным видам защиты человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания (рис. 9.9, а, б).

Защита от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при косвенном прикосновении — путем отключения автоматическими выключателями или предохранителями поврежденного участка цепи при коротком замыкании на корпус.

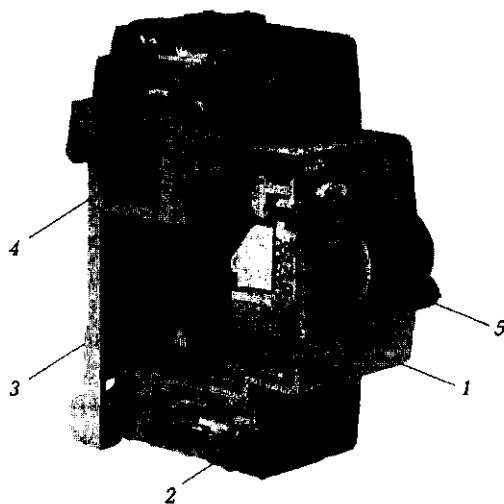
При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника зануление недостаточно эффективно, поэтому в этих случаях УЗО является единственным средством защиты человека от электропоражения.





**Рис. 9.9.** Устройства защитного отключения (УЗО) электронные:  
*а* — двухполюсные; *б* — четырехполюсные

В основе действия защитного отключения как электрозачитного средства лежит принцип ограничения (за счет быстрого отключения) продолжительности протекания тока через тело человека при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под напряжением (рис. 9.10).



**Рис. 9.10.** Внутреннее устройство УЗО:  
 1 — корпус; 2 — зажим; 3 — рукоятка; 4 — датчик-трансформатор; 5 — посадочное место

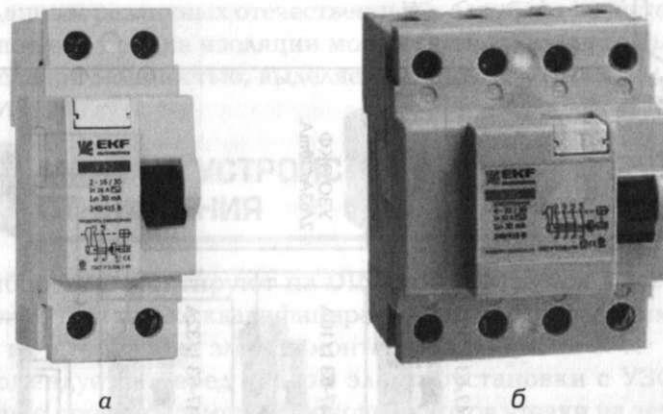
7. Шлифмашинка — 1 шт.
  8. Нормокомплект сварщика черных металлов:
    - сварочный трансформатор с устройством ограничения или отключения  $U_{x.x}$ ;
    - сварочный кабель медный, гибкий с резиновой изоляцией и резиновой оболочкой;
    - электрододержатель;
    - клемма заземления;
    - щиток защитный с наголовным креплением — 1 к-кт.
  9. Измерительная рулетка до 10 м — 1 шт.
  10. Набор гаечных ключей от 9 до 24 мм — 1 к-кт.
  11. Набор инструментов электромонтажника НЭ, к-кт — по количеству членов бригады.
  12. Мягкая кисть — 2 шт.
  13. Монтажная площадка ПМ-800, шт. — определяется при разработке ППР.
  14. Лестница-стремянка ЛСМ-М — 1 шт.
  15. Отвес — 1 шт.
  16. Уровень строительный — 1 шт.
  17. Шнур крученный (длина 20 м) — 1 шт.
  18. Кувалда К-10 — 2 шт.
  19. Ключи газовые 1, 2 — 2/2 шт.
- Необходимый перечень механизмов, приспособлений и инструмента уточняется при разработке ППР.

### 9.3. УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока относятся к дополнительным видам защиты человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания (рис. 9.9, а, б).

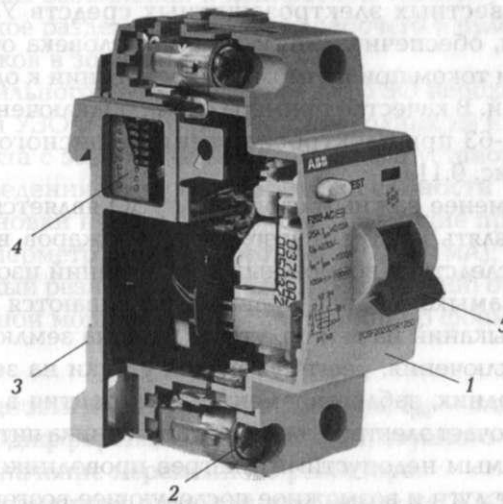
Защита от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при косвенном прикосновении — путем отключения автоматическими выключателями или предохранителями поврежденного участка цепи при коротком замыкании на корпус.

При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника зануление недостаточно эффективно, поэтому в этих случаях УЗО является единственным средством защиты человека от электропоражения.



**Рис. 9.9.** Устройства защитного отключения (УЗО) электронные:  
 а — двухполюсные; б — четырехполюсные

В основе действия защитного отключения как электротехнического средства лежит принцип ограничения (за счет быстрого отключения) продолжительности протекания тока через тело человека при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под напряжением (рис. 9.10).



**Рис. 9.10.** Внутреннее устройство УЗО:  
 1 — корпус; 2 — зажим; 3 — рукоятка; 4 — датчик-трансформатор; 5 — посадочное место

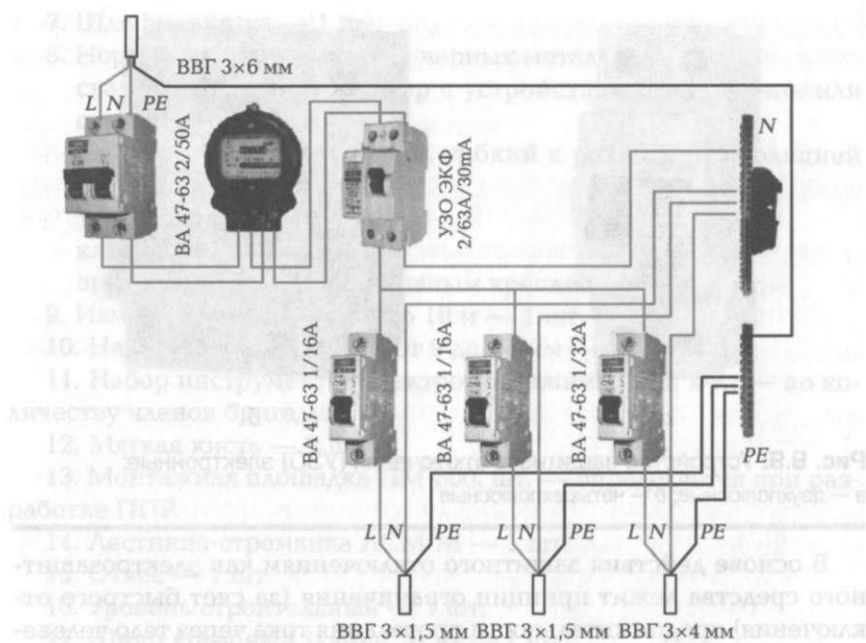


Рис. 9.11. Схема подключения УЗО и автоматов ВА 47-63

Из всех известных электротехнических средств УЗО является единственным, обеспечивающим защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении к одной из токоведущих частей. В качестве примера схема подключения УЗО и автоматов ВА47-63 при электроснабжении офисного помещения показана на рис. 9.11.

Другим не менее важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгораний и пожаров, возникающих на объектах вследствие возможных повреждений изоляции.

Короткие замыкания, как правило, развиваются из дефектов изоляции, замыканий на землю, утечек тока на землю. Устройство защитного отключения, реагируя на ток утечки на землю или защитный проводник, заблаговременно, до развития в короткое замыкание, отключает электроустановку от источника питания, предотвращая тем самым недопустимый нагрев проводников, искрение, возникновение дуги и возможное последующее возгорание.

В отдельных случаях энергии, выделяемой в месте повреждения изоляции при протекании токов утечки, достаточно для возникновения очага возгорания и, как следствие, пожара.

По данным различных отечественных и зарубежных источников, локальное возгорание изоляции может быть вызвано довольно незначительной мощностью, выделяемой в месте утечки.

## 9.4. МОНТАЖ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Прибор УЗО монтируют на DIN-рейку. Монтаж УЗО должен осуществляться только квалифицированным персоналом, имеющим допуск на выполнение электромонтажных работ.

Рекомендуется перед вводом электроустановки с УЗО в эксплуатацию провести замеры «фоновых» токов утечки на землю при одновременном или последовательном включении всех электроприемников.

В составе электроустановки здания проверку работоспособности УЗО осуществляют с помощью специального тестового прибора, например типа АСТРО\*ТЕСТ, разработанного ЗАО «АСТРО-УЗО».

В нашей стране в настоящее время в эксплуатации находятся как старые электроустановки с системой заземления *TN-C*, так и новые, с системой заземления *TN-C-S* (см. подразд. 9.1).

При монтаже УЗО необходимо провести внимательное исследование системы заземления в конкретной электроустановке и выполнить четкое разделение нулевого рабочего и нулевого защитного проводников в зоне защиты УЗО.

Для правильного функционирования УЗО необходимо, чтобы в зоне защиты УЗО нулевой рабочий проводник не имел электрического контакта с заземленными элементами установки.

Для проведения контроля работоспособности УЗО в составе электроустановки необходимо иметь следующие приборы:

миллиамперметр переменного тока (0...300 мА);

переменный резистор (магазин сопротивлений) от 0,75 до 43 кОм с определенной мощностью, рассчитанной по формуле

$$P = I_{\text{Дн}}^2 R,$$

где  $P$  — мощность переменного резистора;  $I_{\text{Дн}}$  — номинальный отключающий дифференциальный ток испытуемого УЗО;  $R$  — максимальное значение переменного резистора.

Распространенной ошибкой при монтаже УЗО является подключение к УЗО нагрузки, в цепи которой имеется соединение нулевого рабочего проводника *N* с открытыми проводящими частями электроустановки или соединение с нулевым защитным провод-

ником РЕ. В этом случае довольно высока вероятность «ложного» срабатывания УЗО.

При проведении модернизации распределительных щитков с применением УЗО возможны следующие ошибки:

объединение нулевых рабочих проводников N различных УЗО в зоне их защиты (при этом ток нагрузки является дифференциальным для обоих УЗО и одно из них или оба срабатывают);

подключение нагрузки к нулевому рабочему проводнику N до УЗО (в этом случае ток нагрузки будет дифференциальным для УЗО и оно сработает);

подключение нагрузки к нулевому рабочему проводнику N другого УЗО (при этом ток нагрузки является дифференциальным для обоих УЗО и одно из них или оба срабатывают).

При монтаже розеток или распаечных коробок электроустановки в зоне защиты УЗО случайное соединение нулевого рабочего проводника N с защитным проводником РЕ вызывает срабатывание УЗО при подключении любой нагрузки вне зоны защиты УЗО (по перемычке течет дифференциальный ток).

При подключении четырехполюсных УЗО возможно ошибочное подключение на его клеммы одноименных фаз (это не влияет на работу однофазных потребителей). В этом случае проверка работоспособности УЗО с помощью кнопки «Тест» недостоверна, поскольку несрабатывание УЗО не означает, что оно неработоспособно.

При подключении четырехполюсных УЗО в однофазную сеть, в некоторых случаях, когда не принимается во внимание схема внутренних соединений УЗО, также возможно несрабатывание устройства при нажатии кнопки «Тест».

В мобильных зданиях и временных сооружениях наружной установки в соответствии с требованиями ПУЭ аппараты защиты и управления должны размещаться в закрытых запираемых шкафах с изолирующей оболочкой, обеспечивающей защиту класса II.

Корпусы щитов должны быть изготовлены из самозатухающего пластика, иметь степень защиты оболочки при закрытой двери IP40.

При проектировании электроустановок мобильных зданий и временных сооружений возможны три варианта заказа оборудования:

россыпью, когда внутренний монтаж вводно-распределительных устройств осуществляется на месте монтажа;

по индивидуальному заказу, когда схема заказчика реализуется у поставщика оборудования; но типовым схемам.

Все аппараты защиты и управления в соответствии с требованиями, предъявляемыми к электроустановкам мобильных зданий и

временных сооружений, должны отключать все фазные и нулевой рабочий проводники, т. е. должны использоваться двух- и четырех-полюсные аппараты.

В первую очередь при выборе вводных аппаратов следует определить величину тока короткого замыкания в точке ввода. В большинстве случаев его величина не превосходит нескольких сот ампер, а для системы защитного заземления ТТ десятков ампер, поэтому в качестве вводного аппарата рекомендуется использовать дифференциальный выключатель нагрузки с номинальным дифференциальным током 300 мА.

Если значение тока короткого замыкания превосходит коммутационную способность аппарата, на вводе следует устанавливать дифференциальный автоматический выключатель. Защиту однофазных потребителей от сверхтоков выполняют, используя двухполюсные автоматические выключатели. Для дополнительной защиты от прямого и косвенного прикосновения в групповых линиях с номинальным током до 32 А следует устанавливать УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током до 30 мА. Одно УЗО часто используют для защиты нескольких групповых линий. В качестве аппарата защиты следует использовать дифференциальный выключатель нагрузки. Для защиты каждой групповой линии, предназначенной для питания оборудования, установленного снаружи установки, нужно устанавливать отдельное УЗО. В качестве защитного аппарата рекомендуется применять дифференциальный автоматический выключатель.

В мобильных зданиях и временных сооружениях вводные дифференциальные выключатели и дифференциальные выключатели, защищающие конечного потребителя (групповую линию), нужно выполнять с учетом требования селективности по току, требование селективности по времени срабатывания может не выполняться (п. А.4.2 СП31-110—2003), поэтому вводные аппараты следует выбирать обычного исполнения. В случае необходимости выполнения требований селективности по времени следует использовать аппараты исполнения S.

В месте присоединения мобильных зданий или временных сооружений к источнику (питающей сети) нужно устанавливать защитный отключающий аппарат, обеспечивающий одновременное отключение всех фазных и нулевого рабочего проводника. Если наружная электропроводка является временной, то в месте подключения к источнику (питающей линии) следует устанавливать дифференциальный автомат с номинальным дифференциальным отключающим током ( $I_{\Delta}$ ) 300 (500) мА, при этом должна обеспечи-

ваться селективность с УЗО, отключающим конечного потребителя. Необходимость указанной защиты определяется высокой вероятностью повреждения кабелей в местах временной прокладки. При прокладке кабелей в земле, в кабельных сооружениях, трубах, коробах и другими способами, обеспечивающими высокую степень механической защиты кабеля, наличие дифференциальной защиты не требуется. Для временных электрических сетей следует применять гибкие многожильные кабели с медными жилами сечением не менее  $2,5 \text{ мм}^2$ , в качестве РЕ-проводника должна использоваться соответствующая жила кабеля. При сечении жил кабеля более  $35 \text{ мм}^2$  (медь) допускается применение одножильных кабелей.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атабеков В. Б. Ремонт электрооборудования промышленных предприятий / В. Б. Атабеков. — М. : Высш. шк., 1996.
2. Бредихин А. Н. Охрана труда / А. Н. Бредихин. — М. : Высш. шк., 1990.
3. Вишток А. М. Справочник молодого электромонтера / А. М. Вишток. — М. : Высш. шк., 1978.
4. Голубев В. А. Справочник энергетика карьера / В. А. Голубев. — М. : Недра, 1986.
5. Живов М. С. Справочник молодого электромонтажника / М. С. Живов. — М. : Высш. шк., 1983.
6. Каминский М. Л. Электрические машины / М. Л. Каминский. — М. : Высш. шк., 1990.
7. Коптев А. А. Справочник молодого электромонтажника по кабельным сетям / А. А. Коптев. — М. : Высш. шк., 1987.
8. Коршунов С. Е. Справочник по монтажу силового и вспомогательного электрооборудования на электрических станциях и подстанциях / С. Е. Коршунов. — М. : Энергоатомиздат, 1991.
9. Ктиторов А. Ф. Практическое руководство по монтажу электротехнических сетей / А. Ф. Ктиторов. — М. : Высш. шк., 1987.
10. Правила устройства электроустановок. — М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
11. Постников М. П. Монтаж электрооборудования промышленных предприятий. Курсовое и дипломное проектирование / М. П. Постников [и др.]. — Л. : Стройиздат, 1991.
12. Сибикин Ю. Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий и установок / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. — М. : Высш. шк., 2008.
13. Сибикин Ю. Д. Технология электромонтажных работ / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. — М. : Высш. шк., 2008.
14. Сибикин Ю. Д. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электроустановок предприятий нефтяной промышленности : справочник / Ю. Д. Сибикин, В. А. Яшков. — М. : Недра, 1985.
15. СНиП 3.05.06—85. Электротехнические устройства. — М. : ЦИТП Госстрой СССР, 1986.
16. Соколов Б. А. Монтаж электротехнических установок / Б. А. Соколов, Н. Б. Соколова. — М. : Энергоатомиздат, 1990.

17. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий / под ред. Б.И. Андрюкова. — М. : Энергоатомиздат, 1993.
18. Техническая документация на муфты для силовых кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией до 35 кВ. — М. : Энергоиздат, 1982.
19. ТОИР-66-58—95. Типовая инструкция по охране труда для электро-монтажников. Утверждена постановлением Минстроя России 13 марта 1995 г. № 18-22.