

Ю. Д. СИБИКИН, М. Ю. СИБИКИН

# **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СЕТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Учебник**

*Допущено  
Министерством образования Российской Федерации  
в качестве учебника для учреждений  
начального профессионального образования*

*Допущено  
Министерством образования Российской Федерации  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений среднего  
профессионального образования, обучающихся по специальности 1806  
«Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт электрического  
и электромеханического оборудования»*

Москва

**АКАДЕМIA**  
2004

## СОДЕРЖАНИЕ

	Предисловие . . . . .	3
	Введение . . . . .	4
<b>Глава 1. Слесарные и слесарно-сборочные работы</b>		<b>7</b>
	Типовые слесарные операции, применяемый инструмент и приспособления, рабочее место электромонтера . . . . .	7
	Типовые соединения, применяемые в электроустановках . . . . .	17
	Методы и средства контроля размеров и качества сборки . . . . .	25
	Размерная слесарная обработка деталей . . . . .	31
<b>Глава 2. Допуски, посадки и технические измерения</b>		<b>41</b>
	Шероховатости поверхностей . . . . .	41
	Допуски и посадки . . . . .	43
	Отклонения и допуски. Нормы и расположения поверхностей и профилей . . . . .	47
	Погрешности и методы их измерения . . . . .	50
<b>Глава 3. Сведения из технической механики</b>		<b>53</b>
	Кинематика механизмов . . . . .	53
	Общие сведения о схемах соединения составных частей изделия . . . . .	54
	Кинематические схемы . . . . .	55
	Гидравлические и пневматические схемы . . . . .	59
<b>Глава 4. Порядок подготовки и проведения электромонтажных работ</b>		<b>61</b>
	Нормативные документы электромонтажника . . . . .	61
	Рабочая документация электромонтажника . . . . .	62
	Требования к зданиям и сооружениям, сдаваемым в электромонтаж . . . . .	63
	Индустриализация электромонтажных работ . . . . .	67
	Материалы, изделия, инструмент, приспособления и механизмы, используемые при электромонтажных и ремонтных работах . . . . .	71
	Сведения об электромонтажных изделиях . . . . .	77
	Инструмент, приспособления и механизмы, используемые электромонтажниками . . . . .	78
<b>Глава 5. Основы такелажных работ</b>		<b>85</b>
	Общие требования к механизмам и приспособлениям для такелажных работ . . . . .	85
	Канаты стальные, пеньковые, льняные, копроновые и цепи . . . . .	86
	Такелажная оснастка и строповка грузов . . . . .	89
	Грузоподъемные машины и механизмы . . . . .	96

<b>Глава 6. Организация технического обслуживания и ремонта электроустановок и контроль их состояния</b>	103
Организация технического обслуживания и ремонта электроустановок	103
Измерительные приборы	116
Методы контроля температуры электроустановок	124
Обслуживание электроизмерительных приборов	127
Электрические схемы и способы их изображения	128
<b>Глава 7. Источники электроснабжения, осветительные электроустановки</b>	130
Общие сведения об электрических системах, сетях и источниках электроснабжения	130
Напряжения и способы выполнения электрических сетей	132
Электрические источники света	134
Осветительная арматура	137
Технология монтажа и ремонта светильников общего применения	139
Технология монтажа и ремонта взрывозащищенных светильников	142
Технология монтажа и ремонта электроустановочных устройств и схемы питания освещения	144
Обслуживание электроосветительных установок	148
<b>Глава 8. Цеховые электрические сети</b>	150
Виды электропроводок	150
Технология монтажа и ремонта открытых электропроводок	153
Технология монтажа скрытых электропроводок	161
Технология монтажа и ремонта электропроводок на лотках и в коробах	163
Технология монтажа и ремонта электропроводок в трубах	166
Схемы распределительных цеховых электросетей	173
Выполнение сетей шинопроводами	176
Электрические сети подъемно-транспортных устройств	178
Техническое обслуживание цеховых электрических сетей напряжением до 1000 В	181
<b>Глава 9. Кабельные линии электропередачи</b>	184
Классификация кабелей и кабельных сетей по конструктивным признакам	184
Технология монтажа кабельных линий	191
Технология разделки концов кабелей	201
Технология монтажа и ремонта соединительных муфт на кабелях напряжением до 10 кВ	208

	Технология монтажа и ремонта концевых муфт наружной установки на кабелях напряжением до 10 кВ	211
	Технология монтажа и ремонта концевых муфт и заделок внутренней установки на кабелях напряжением до 10 кВ	214
	Техническое обслуживание кабельных линий	219
	Ремонт кабельных линий	223
<b>Глава 10.</b>	<b>Воздушные линии электропередачи</b>	<b>227</b>
	Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1000 В	227
	Технология монтажа линий электропередачи напряжением до 1000 В	230
	Технология монтажа линий электропередачи напряжением выше 1000 В	233
	Техническое обслуживание воздушных линий напряжением до 1000 В	236
	Ремонт воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 В	238
	Техническое обслуживание воздушных линий напряжением выше 1000 В	239
	Ремонт воздушных линий электропередачи напряжением выше 1000 В	241
<b>Глава 11.</b>	<b>Пускорегулирующая аппаратура и распределительные устройства напряжением до 1000 В</b>	<b>245</b>
	Пусковые и регулирующие аппараты напряжением до 1000 В	245
	Размещение аппаратов управления и распределительных устройств напряжением до 1000 В	253
	Техническое обслуживание распределительных устройств напряжением до 1000 В	256
	Ремонт электрической аппаратуры и установок напряжением до 1000 В	260
<b>Глава 12.</b>	<b>Электрические машины</b>	<b>265</b>
	Общие сведения об электрифицированном промышленном оборудовании	265
	Асинхронные и синхронные электродвигатели	266
	Синхронные генераторы	271
	Электрические машины постоянного тока	273
	Техническое обслуживание электрических машин	277
	Ремонт электрических машин	292
	Объем и нормы испытаний электрических машин	314
<b>Глава 13.</b>	<b>Трансформаторы</b>	<b>317</b>
	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	317
	Техническое обслуживание силовых трансформаторов	327
	Ремонт силовых трансформаторов	331
	Методы испытаний трансформаторов	339

<b>Глава 14. Распределительные устройства и аппараты напряжением выше 1000 В</b>	342
Оборудование комплектных распределительных устройств внутренней установки	342
Комплектные распределительные устройства наружной установки	346
Технология монтажа комплектных распределительных устройств внутренней установки	347
Технология монтажа комплектных распределительных устройств наружной установки (КРУН)	350
Технология монтажа вторичных цепей	353
Техническое обслуживание распределительных устройств и измерительных трансформаторов	357
Ремонт электрических аппаратов РУ и установок напряжением выше 1000 В	358
Ремонт основных аппаратов РУ и установок напряжением выше 1000 В	358
Испытания электроаппаратов распределительных устройств напряжением выше 1000 В	364
<b>Глава 15. Трансформаторные подстанции</b>	367
Устройство подстанций	367
Действия персонала при аварийных ситуациях	372
Техническая документация на подстанциях	373
Особенности технического обслуживания и ремонта комплектных трансформаторных подстанций	374
<b>Глава 16. Защитные меры электробезопасности</b>	377
Электротравматизм и его предотвращение	377
Классификация защитных средств, периодичность их испытаний и осмотров	381
Правила пользования защитными средствами	384
Защитное заземление	389
Осмотр и переключения в схемах электроустановок	395
Производство работ в действующих электроустановках	397
Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при частичном или полном снятии напряжения	398
Организационные мероприятия	404
<b>Глава 17. Охрана труда и окружающей среды</b>	408
Общие сведения об охране труда и производственной санитарии	408
Первая помощь при поражении электрическим током	410
Общие сведения об окружающей среде	415
Влияние энергетики на биосферу	416
Охрана окружающей среды в России	418
Пожарная безопасность	420
Список литературы	423

УДК 621.3.004.5(075.32)

ББК 31.2-08я722

С 34

Рецензент –

д-р техн. наук, преподаватель Московского государственного заочного  
профессионально-педагогического колледжа *В. Я. Давыдов*

**Сибикин Ю.Д.**

С 34 Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: Учеб. для нач. проф. образования: Учеб. пособие для сред. проф. образования / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 432 с.

ISBN 5-7695-1425-6

В учебнике приведены общие сведения о материалах, инструментах, приспособлениях и механизмах, используемых электромонтерами по ремонту и обслуживанию электрооборудования и сетей промышленных предприятий. Даны технические характеристики основных видов обслуживаемого оборудования, воздушных и кабельных линий, электроосветительных установок и цеховых электросетей. Рассмотрены способы и приемы технического обслуживания и ремонта электроустановок.

Для учащихся учреждений начального профессионального образования и студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен мастерам производственного обучения и при подготовке рабочих на производстве.

УДК 621.3.004.5(075.32)

ББК 31.2-08я722

ISBN 5-7695-1425-6

© Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., 2001

© ПрофОбрИздат, 2001

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2003

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Электротехническая промышленность играет важную роль в решении задач электрификации, технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства, механизации, автоматизации и интенсификации производственных процессов.

Объем производства электроэнергии в России к 2005 году превысит 1 трлн кВт/ч. Установленная электрическая мощность отдельных предприятий достигнет 3 млн кВт, а количество электрических машин на них — 100 тыс. шт. Годовое потребление электроэнергии на ряде предприятий уже сегодня превышает 5 млрд кВт/ч. За каждые 10 лет производство и потребление электроэнергии в мире увеличиваются примерно в два раза. Рост производительности труда, развитие энергоемких электротехнологических процессов, реализация мероприятий по охране окружающей среды, внедрение прогрессивных технологий приведут в период 1999—2010 гг. к дальнейшему повышению электровооруженности предприятий.

В этих условиях правильная организация труда электромонтера и грамотное ведение им эксплуатации электроустановок становятся весьма сложным и ответственным делом, так как любая ошибка эксплуатации может привести к значительным материальным ущербам, выводу из строя дорогостоящего оборудования, большим потерям продукции, нерациональному использованию электроэнергии.

Обслуживание электроустановок промышленных предприятий осуществляют сотни тысяч электромонтеров, от квалификации которых во многом зависит надежная и бесперебойная работа электроустановок. Персонал должен знать основные требования Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ), ГОСТов и других директивных материалов, а также устройство электрических машин, трансформаторов и аппаратов, умело использовать материалы, инструмент, приспособления и оборудование, применяемые при эксплуатации электроустановок.

В книге освещены основные вопросы и характерные особенности монтажа, технического обслуживания и ремонта электрооборудования и электросетей промышленных предприятий, а также технические характеристики новых электроустановок, необходимые при их эксплуатации.

В учебном пособии приведены также нормативные и справочные материалы, знание которых позволит реализовать комплекс основных мероприятий единой системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта электроустановок и обеспечить высокие эксплуатационные показатели их в течение всего межремонтного периода.

## ВВЕДЕНИЕ

Важную роль в развитии отечественной электротехники сыграли труды русских ученых и изобретателей П. Н. Яблочкова, А. Н. Лодыгина, М. О. Доливо-Добровольского и др. Приоритет в создании и применении трехфазной системы переменного тока принадлежит М. О. Доливо-Добровольскому, который в 1891 г. осуществил передачу электрической энергии мощностью около 150 кВт при напряжении 15 кВ на расстоянии 175 км. Им же были созданы синхронный генератор, трехфазный трансформатор и асинхронный двигатель.

В 1920 г. Всероссийский съезд Советов утвердил Государственный план электрификации России (ГОЭЛРО), который предусматривал в течение 10–15 лет строительство тридцати новых районных электростанций с объемом производства электроэнергии до 8,8 млрд кВт ч в год. Этот план был выполнен за 10 лет. С 1930 г. крупные городские районные тепловые электростанции (ТЭС) стали постепенно объединять в энергетические системы, которые и в настоящее время остаются главными производителями электроэнергии для подавляющего большинства предприятий.

До 1960 г. мощность крупных генераторов тепловых электростанций (ТЭС) составляла 100 МВт. На одной электростанции устанавливали шесть–восемь генераторов. Поэтому мощность крупных ТЭС составляла 600–800 МВт. После освоения блоков 150–200 МВт мощность крупнейших электростанций повысилась до 1200 МВт, а после освоения блоков 300 МВт — до 2400 МВт.

В настоящее время вводят тепловые электростанции мощностью 6000 МВт с блоками 500–800 МВт.

Эффективность объединения энергосистем обусловлена экономией суммарной установленной мощности генераторов за счет совмещения максимумов нагрузки энергосистем, сдвинутых во времени.

В период рыночных реформ в России электроэнергетика, как и прежде, является важнейшей жизнеобеспечивающей отраслью страны. В ее составе свыше 700 электростанций общей мощностью 215,6 млн кВт.

Единая энергосистема России — один из крупнейших в мире высокоавтоматизированных электроэнергетических комплексов, обеспечивающих производство, передачу и распределение электроэнергии и централизованное оперативно-диспетчерское управление этими процессами. В составе ЕЭС России параллельно работают около 450 крупных электростанций различной ведомственной принадлежности, суммарной мощностью более 200 млн кВт, а также имеется свыше 2,5 млн км линий электропередачи различных напряжений, в том числе 30 тыс. км системообразующих ЛЭП напряжением 500, 750, 1150 кВ.

Производство электрической энергии в России в 1998 г. составило 826 млрд кВтч.

По видам генерирующих мощностей и их ведомственной принадлежности структура производства электроэнергии выглядит так.



## Структура производства электроэнергии, млрд кВтч/%

Производство электроэнергии	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
<b>Всего</b>	<u>860</u> 100	<u>847,2</u> 100	<u>834</u> 100	<u>826</u> 100
В том числе: ТЭС	<u>583,7</u> 67,8	<u>582,9</u> 68,8	<u>567,1</u> 68,0	<u>564</u> 68,3
ГЭС	<u>177,3</u> 20,6	<u>155,3</u> 18,3	<u>158,4</u> 19,0	<u>158,5</u> 19,2
АЭС	<u>99,5</u> 11,6	<u>109</u> 12,9	<u>108,5</u> 13,0	<u>103,5</u> 12,5
Минтопэнерго России – всего	711,0	691,7	698,6	676,1
В том числе: ТЭС	534,6	537,4	521,1	518,6
ГЭС	176,4	154,3	157,5	157,5
Минатом России	99,5	108,8	108,3	103,5
Блок-станции	32,8	30,1	31,1	30,4
Прочие	16,7	16,6	16,0	16,0

Между генераторами электроэнергии на электрических станциях и электроприемниками у потребителей, преобразующими электроэнергию в другие виды энергии, находится сложный комплекс инженерных сооружений – электрические сети.

Электрическая сеть участвует в поддержании в пределах допустимых отклонений заданных уровней напряжения в различных точках сети и на зажимах электроприемников у потребителей при разнообразных режимах потребления позволяет резервировать источники питания и обеспечивать бесперебойное электроснабжение потребителей. Для выполнения этих функций сети содержат в своем составе воздушные и кабельные линии электропередачи, различные токопроводы, трансформаторные подстанции, распределительные устройства и коммутационные пункты, установки, генерирующие реактивную мощность и средства регулирования напряжения.

Промышленные предприятия, как правило, получают электроэнергию от подстанций районных энергосистем и имеют свои внутренние электрические сети, являющиеся продолжением сетей энергосистем. Они обеспечивают электроснабжение цехов и технологических агрегатов, отдельных электроприемников и подразделяются на межцеховые и внутрицеховые.

Небольшие предприятия получают питание от ближайших подстанций энергосистем по одной-двум линиям 6–10 кВ и имеют простейшие внутренние сети. Ввиду большого количества таких небольших предприятий вопросы их рациональной эксплуатации являются весьма существенными.

Наиболее крупные предприятия обычно получают питание от одной или двух крупных подстанций при напряжении 110–500 кВ и в большинстве случаев имеют одну или две собственные тепловые электростанции.

тростанции. Мощность собственных электростанций на предприятиях достигает 110–150 МВт и обычно определяется потребностью в тепловой энергии для технологических нужд, необходимостью обеспечить бесперебойное электроснабжение наиболее ответственных потребителей (например водо- и газоснабжение предприятия и др.), а также недостаточной мощностью энергосистемы в данном районе, наличием вторичных продуктов производства (например, газов и т.п.), которые можно использовать на электростанции как топливо.

На крупном предприятии имеется по существу своя небольшая по мощности местная энергосистема, связанная с районной линией электропередачи.

Кроме величины мощности такая местная энергосистема крупного предприятия отличается от районной еще и тем, что входящие в ее состав сети низкого напряжения переменного и постоянного тока играют ведущую роль при решении многих вопросов электроснабжения предприятия.

Наличие крупных преобразовательных установок с кремниевыми выпрямителями, значительных по величине потребителей с резкопеременной нагрузкой, большого количества электроприемников на низком напряжении, необходимость частых переключений в сетях и увязки вопросов электроснабжения с технологией производства создают свою специфику в техническом обслуживании и ремонте электрооборудования и сетей промышленных предприятий.

Все это требует от электротехнического персонала, занимающегося эксплуатацией электрооборудования и сетей промышленных предприятий, знаний широкого круга вопросов, изложенных в настоящей книге.

## ГЛАВА 1. СЛЕСАРНЫЕ И СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

### Типовые слесарные операции, применяемый инструмент и приспособления, рабочее место электромонтера

В соответствии со стандартом Российской Федерации ОСП9П002.020–97 слесарная подготовка является составной частью обучения электромонтеров по ремонту и техническому обслуживанию электрооборудования.

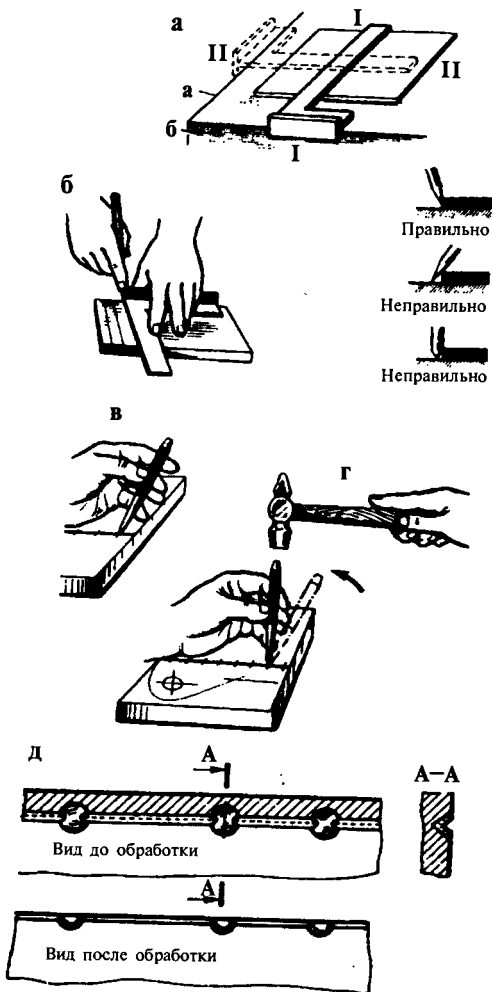
Наличие большого количества литературы по слесарному курсу, а именно: Ю.В.Корнилов «Слесарь–электромонтажник», В. А. Скаун «Руководство по обучению слесарному делу», Н.И.Макиенко «Общий курс слесарного дела» и др. позволило авторам в общеобразовательном блоке вопросов сосредоточить внимание на части программы, дающей электромонтерам общие сведения о типовых слесарных операциях, применяемом инструменте, допусках, посадках и технических измерениях, технической механики, электромонтажным и такелажным работам.

Технология выполнения многих слесарных операций подробно рассмотрена в профессиональном блоке вопросов и во избежание дублирования в главах 1–5 приведены только сведения, расширяющие кругозор электромонтеров и позволяющие им принимать правильные решения при проведении слесарно-сборочных работ на электрооборудовании и электрических сетях промышленных предприятий.

Обработку металлов, выполняемую с помощью ручного или механизированного слесарного инструмента, называют слесарными работами. Обычно они дополняют станочную механическую обработку или завершают изготовление изделий соединением деталей, сборкой электрических машин и аппаратов управления, а также их регулированием.

В современном электромашиностроении роль слесарных работ очень велика: ни одна электрическая машина, ни одно комплектное распределительное устройство или прибор, не могут быть собраны и отрегулированы без участия слесарей. Слесарные работы различных видов объединяет единая технология выполнения операций, к которым относят: *разметку, рубку, правку и гибку, резку, опилование, сверление, зенкование и зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы, клепку, шабрение, распиливание и припасовку, притирку и доводку, пайку, лужение и склеивание*. Применение механизированного инструмента, приспособлений и станочного оборудования требует от электромонтеров знания и умения при выполнении некоторых слесарных операций на строгальных, шлифовальных, доводочных и других станках.

Заготовки, используемые при техническом обслуживании и ремонте электрооборудования в зависимости от назначения детали об-



**Рис. 1. Нанесение рисок и накернивание разметочных линий:**

*а* — перпендикулярные риски;

*б* — параллельные риски; *в* — установка кернера; *г* — кернение; *д* — вид разметки до и после обработки

с помощью *кернера* наносят углубления (керны) (рис. 1).

**Кернер** представляет собой стальной стержень диаметром 8, 10 или 12 мм и длиной соответственно 100, 125 или 160 мм, имеющий боек со сферической поверхностью. Для пространственной разметки заготовки используют *рейсмас*. Перед разметкой заготовку очищают от пыли и грязи, окалины и коррозии стальной щеткой, осматривают,

работывают частично, полностью или применяют без обработки. При обработке с поверхности заготовки удаляют слой металла, в результате чего ее размер уменьшается. *Припуском* на обработку называют разность между размерами заготовки до и после ее обработки.

Операцию нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий (рисок), которые определяют контур будущей детали или места, подлежащие обработке, называют *разметкой*. Точность разметки может составлять сотые доли миллиметра. Разметку выполняют, используя разметочные плиты, подкладки, поворотные приспособления, домкраты и др. Для плоскостной разметки применяют *чертилки* (иглы), изготавливаемые из инструментальной стали У10 или У12. На хорошо обработанной стальной поверхности для разметки используют чертилки из латуни, на алюминий риски наносят остро заточенным карандашом. Чертилки бывают круглыми, с отогнутым концом, со вставленной иглой и карманные (с убирающимся стержнем).

По предварительно размеченным линиям, чтобы они не стирались при обработке,

обнаруженные раковины, трещины и т.п., если возможно устраняют, используя чертеж размечаемой детали, намечают план ее разметки.

Далее выбирают базовые поверхности заготовки, от которых следует откладывать размеры в процессе разметки, подготавливают поверхность к окрашиванию (мелом разведенным в воде, сухим мелом, раствором медного купороса, быстросохнущими лаками и др.).

При нанесении разметочных рисок сначала проводят горизонтальные, затем вертикальные, после этого наклонные линии и дуги, закругления и окружности.

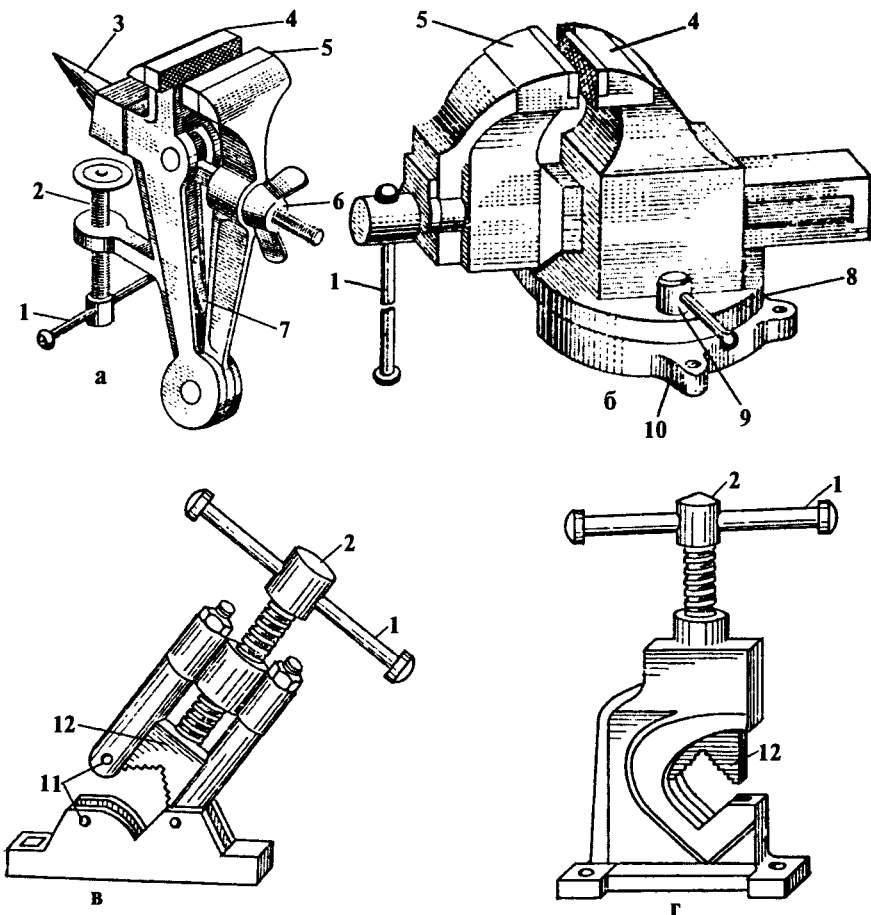
Для разметочных работ используют кернеры, специальные молотки (Гаврилова или Дубровина), шаблоны, образцы и другие инструменты и приспособления.

Слесарную операцию, при которой с поверхности заготовки удаляют слой металла или заготовку разрезают на части с помощью режущего (зубила, крейцмейселя и др.) и ударного (слесарного молотка) инструмента, называют *рубкой металла*. Перед рубкой заготовку закрепляют в тисках (рис. 2). Крупные заготовки рубят на плите или наковальне. Точность обработки при рубке может достигать 0,4–1 мм. За один рабочий ход зубилом при чистовой рубке снимают слой металла толщиной 0,5–1 мм, а при черновой рубке — 1,5–2 мм. Для рубки используют: зубило, крейцмейсель, канавочник. Зубила изготавливают из инструментальной стали (У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ) длиной 100, 125, 160 и 200 мм и шириной рабочей части соответственно 5, 10, 16 и 20 мм. *Крейцмейсель* это зубило с более узкой режущей кромкой, их изготавливают из тех же материалов, что и зубила, с такими же углами заострения режущих частей. Специальные *крейцмейсели-канавочники* служат для вырубания профильных канавок: полукруглых, двугранных и других форм.

Для ударных работ применяют *слесарные молотки* с круглыми или квадратными бойками, массой от 200 до 1000 г.

При рубке используют наиболее тяжелые и прочные тиски, зубило держат левой рукой за среднюю часть. При точных работах по зубилу наносят удары молотком за счет изгиба *кисти правой руки*. При срубании слоя металла средней толщины удары по зубилу наносят за счет сгибания *правой руки* в локте. При снятии толстого слоя металла применяют *плечевой удар*. Сила удара должна соответствовать характеру работы. Наиболее трудной операцией является рубка по разметочным рискам. Предварительно на заготовку наносят риски на расстоянии 1,5–2 мм одна от другой. На торцах делают фаски (скосы) под углом 45°. Это облегчает установку зубила и предупреждает откалывание края заготовки при рубке хрупких металлов.

При рубке заготовок из сплавов цветных металлов и меди рекомендуется режущую часть зубила смачивать мыльной водой, а при рубке алюминия — скипидаром. К ручному механизированному рубильному инструменту относят *пневматические и электрические молотки*.

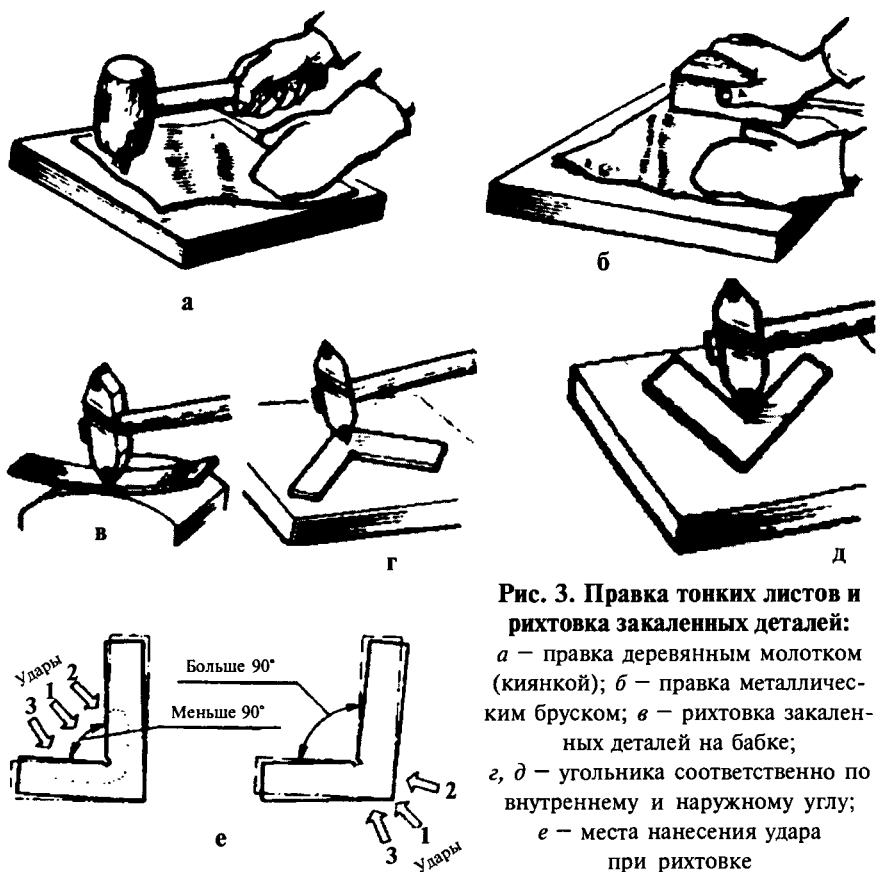


**Рис. 2. Зажимы для обрабатываемых изделий:**

*a* – тиски ступовые; *б* – тиски поворотные; *в* – прижим двухколонный откидной; *г* – прижим одноколонный: 1 – рычаг; 2 – прижимной винт; 3 – корпус; 4 – неподвижная губка; 5 – подвижная губка; 6 – барашек; 7 – пружина; 8 – поворотный круг; 9 – винт; 10 – нижняя плита; 11 – отверстия; 12 – зажимная призма

Слесарные операции по выправке металла, заготовок и деталей, имеющих вмятины, выпучины, коробления, волнистость и искривления называют *правкой* и *рихтовкой*. Эти операции имеют одинаковое назначение, но отличаются приемами выполнения и используемыми инструментами и приспособлениями (рис. 3).

Металл подвергают правке как в холодном, так и в горячем состоянии ручным способом на стальных или чугунных плитах или наковальнях. При машинной правке используют прессы или правильные валцы.



**Рис. 3. Правка тонких листов и рихтовка закаленных деталей:**  
 а — правка деревянным молотком (киянкой); б — правка металлическим бруском; в — рихтовка закаленных деталей на бабке; г, д — угольника соответственно по внутреннему и наружному углу; е — места нанесения удара при рихтовке

Для правки закаленных деталей используют *рихтовальные бабки*. Правку производят с помощью молотков с круглыми гладкими полированными бойками. Правку деталей и заготовок из цветных металлов или сплавов выполняют с помощью молотков со вставными бойками из мягких металлов.

При правке тонкого листового и полосового металла применяют деревянные или металлические *бруски — гладилки*. Кривизну деталей проверяют на глаз или по зазору между деталью и плитой, на которую она уложена.

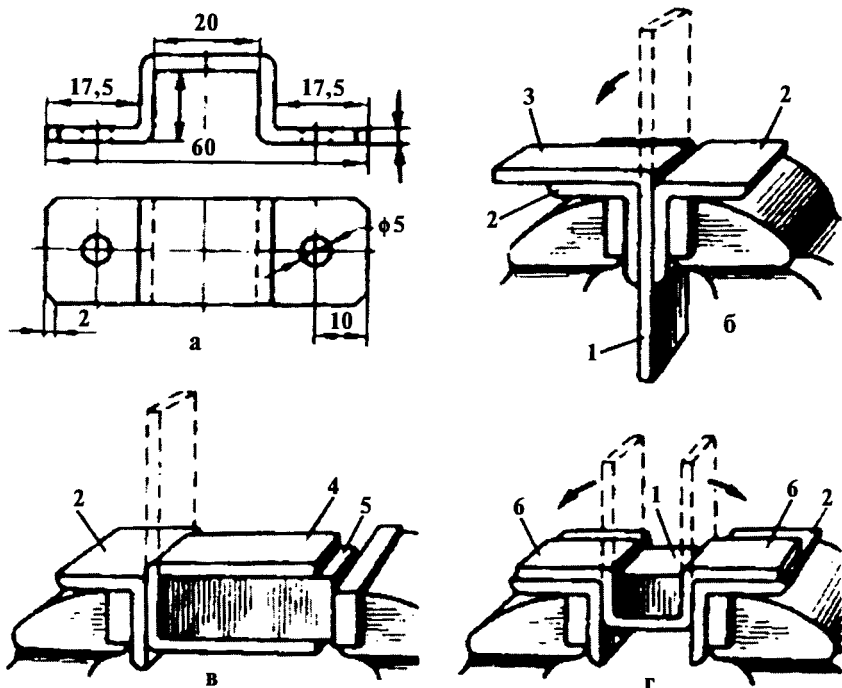
При правке полосового металла его располагают на плите выпуклостью вверх и молотком наносят удары по выпуклым частям. После закалки стальные детали часто коробятся. Операцию устранения искривлений детали называют рихтовкой. Точность рихтовки может достигать 0,01–0,05 мм. Правку короткого пруткового материала производят на *призмах*, простых *прокладках* или *правильных плитах* нано-

ся удары молотком по искривлениям и выпуклым местам. Валы диаметром до 30 мм выправляют на *ручных прессах*.

Способ обработки металла давлением, при котором заготовке придается изогнутая форма, называют *гибкой*. Это одна из наиболее распространенных слесарных операций.

Сущность гибки заключается в том, что одна часть заготовки перегибается по отношению к другой на заданный угол (рис. 4). Сортовой и полосовой металл с разными радиусами кривизны гнут на трех- и четырехроликовых станках. Трубы изгибают по дуге различного радиуса в холодном и горячем состоянии.

Трубы диаметром до 15 мм в холодном состоянии гнут с помощью различных приспособлений (плит с отверстиями, в которые вставляют штыри, служащие упорами при гибке), а диаметром до 40 мм (с большими радиусами кривизны — используя простые ручные приспособления с неподвижной оправкой. Медные и латунные трубы перед гибкой в холодном состоянии отжигают при темпера-



**Рис. 4.** Гибка прямоугольной скобы из полосового металла:

*a* — чертеж скобы; *б, в* — операции гибки концов скобы; *г* — формирование скобы; *1* — заготовка; *2* — угольники для защиты губок; *3, 4* — концы скобы; *5, 7* — большой и малый бруски оправки; *6* — лапка скобы



туре 600–700° С. При гибке в холодном состоянии медные трубы заполняют канифолью, а в нагретом — песком.

Гибку стальных труб в горячем состоянии применяют при диаметре их более 50 мм. Трубу перед гибкой заполняют песком, один конец закрывают заглушкой, другой пробкой с отверстием для выхода газов при нагреве. Гнуть трубу надо с одного нагрева по шаблону, в трубном прижиме.

Операцию отделения частей (заготовок) от сортового или листового проката называют *резкой металла*. Резку со снятием стружки можно выполнять ручной ножовкой, а также на круглопильных, токарно-отрезных станках. Без снятия стружки металлопрокат разрезают с помощью ручных или механических ножниц.

Для разрезания толстых листов полосового, профильного или круглого металла, прорезания пазов, вырезки и обрезки заготовок по контуру применяют *ручную слесарную ножовку*. Разрезаемый материал прочно закрепляют в тисках; при резке ручной ножовкой в работе должно участвовать не менее двух-трех зубьев ножовочного полотна. Механизированную резку производят с применением электрических, пневматических ножовок и ножниц, дисковых пил и другого специального оборудования.

Слесарную операцию по обработке металлических заготовок или деталей со снятием небольшого слоя напильниками вручную или на опилочных станках называют *опиливанием*. Эта операция широко применяется в электромашиностроении при пригоночных работах, монтаже, сборке электрических машин, коммутационных аппаратов, распределительных устройств, подготовке кромок деталей под сварку. Напильники изготавливают из стали У10А или У13А в виде стальных брусок определенной профиля и длины, на поверхности которых нарезают (насекают) острозаточенные зубцы, имеющие в сечении форму клина. Напильники бывают общего и специального назначения, машинные, надфили, рашпили. Заготовку, подлежащую опиливанию, очищают металлической щеткой от пыли, грязи, окалины, закрепляют горизонтально в тисках на 8–12 мм выше уровня губок, опиливаемой поверхностью вверх.

При опиливании нужно строго соблюдать координацию усилий нажима, т.е. правильно увеличивать нажим правой рукой на напильник во время рабочего хода, одновременно уменьшая нажим левой рукой.

Контроль опиленных поверхностей осуществляют линейками, угольниками, поверочными плитами.

Для зачистки и полирования опиленных поверхностей шлифовальными шкурками используют *универсальные переносные машинки*.

Применение электронапильника повышает производительность труда примерно в пять-шесть раз по сравнению с ручным опиливанием.

В целях повышения эффективности слесарных операций по опиливанию в практике работ широко используют различные *раздвиж-*

*ные рамки, наметки, копии* и другие приспособления. При опиливании в раздвижной рамке заготовку закладывают по риску в рамку и зажимают болтами.

Далее рамку зажимают в тисках и обрабатывают пластину до тех пор, пока напильник не коснется верхней плоскости рамки. При применении универсальных наметок, представляющих два бруска прямоугольного сечения, один из которых соединен жестко с направляющими планками, а другой передвигается вдоль них параллельно, сначала в тисках устанавливают раздвижную рамку, а затем заготовку. Заготовку вместе с рамкой после совмещения разметочной линии с верхней плоскостью рамки зажимают в тисках и опиливают.

Заготовки, имеющие криволинейный профиль, часто опиливают по копиру (кондуктору). *Копир* — это эталон обрабатываемой детали, рабочие поверхности которой выполнены с точностью 0,05–0,1 мм, закалены и отшлифованы.

Опиливаемую заготовку вместе с копиром зажимают в тисках и напильником удаляют с заготовки выступающие части. Если требуется высокая точность обработки, то опиленную бархатным напильником поверхность дополнительно шлифуют полотняной или бумажной шкуркой и абразивными брусками.

При выполнении слесарных работ широкое применение находят  *типовые наборы слесарного инструмента* (рис. 5).

Применение при электроремонтных и электромонтажных работах высокопроизводительных ручных машин (сверлильных, шлифовальных, гайковертов, шуруповертов, перфораторов и т.д.) обеспечивает коренное изменение условий и уровня производительности труда.

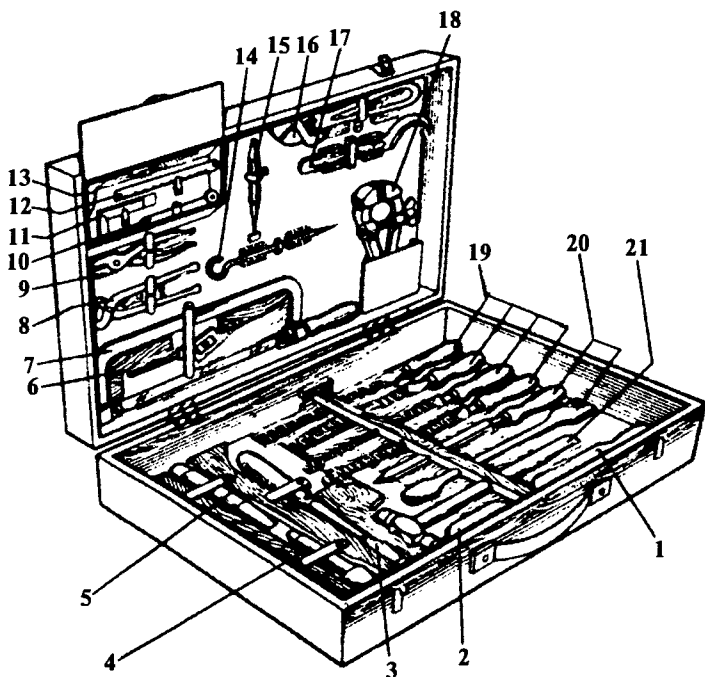
По степени защиты от поражения электрическим током ручные электрические машины выпускают I, II и III классов.

К I классу относят машины на номинальное напряжение свыше 42 В (но до 250 В), имеющие основную (рабочую) изоляцию или хотя бы одну деталь, отделенную от доступных для прикосновения деталей только основной изоляцией.

К II классу относят машины на номинальное напряжение свыше 42 В, не имеющие устройства для заземления, у которых все детали, находящиеся под напряжением, отделены от доступных для прикосновения металлических деталей основной и дополнительной (двойной) изоляцией.

К III классу относят машины на номинальное напряжение до 42 В, получающие питание от автономного источника тока или понижающего трансформатора (преобразователя).

Организация рабочего места электромонтера-ремонтника, выполняющего слесарно-сборочные работы, отличается большим разнообразием и зависит от вида узлов, подвергаемых сборке, типа сборки, а также от характера производства. Основным оборудованием рабочего места электромонтера-сборщика являются верстак, рабочий стол и (в большинстве случаев) специальный стенд. При работах практи-



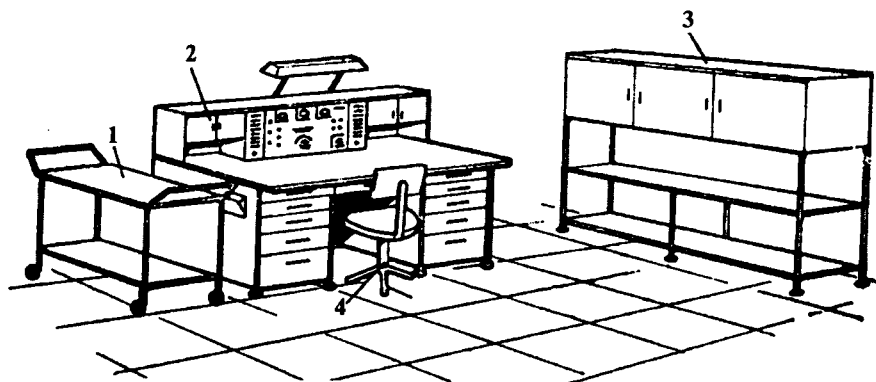
**Рис. 5. Типовой набор слесарных инструментов:**

1 – щетка; 2 – скребок для очистки напильников; 3 – отвертка; 4 – крестцевидная отвертка; 5 – зубило; 6 – клупп; 7 – ножовка; 8 – клещи; 9 – плоскогубцы; 10 – разметочный циркуль; 11 – угольник 90°; 12 – линейка; 13 – штангенциркуль; 14 – чертилка; 15 – кернер; 16 – раздвижной ключ; 17 – накидной ключ для круглых гаек; 18 – ручные тиски; 19 – напильники; 20 – шаберы; 21 – молоток

чески всегда используют подъемно-транспортные машины. Здесь также размещают различные виды вспомогательного оборудования: тумбочки, этажерки, стеллажи, платформы и пюпитры для технической документации, тару.

Приспособления для разного рода сборочных и доделочных работ (удаление заусенцев, зашлифовка фасок, скосов), тару с мелкими деталями располагают на верстаках, а также небольших стеллажах с устройствами, предназначенными для проведения технологического процесса. Верстаки и рабочие столы должны иметь жесткую и прочную конструкцию, исключаящую возможность вибрирования и качки. При сборке электрических измерительных приборов, приборов защиты сетей или светильников на рабочих местах устанавливают стенды для их проверки.

Свободная зона вокруг собираемых изделий должна быть не менее 1 м, расстояние от стен помещения не менее 1,5 м; при этом



**Рис. 6. Рабочее место электромонтера:**

1 — передвижной стол; 2 — верстак; 3 — шкаф-стеллаж; 4 — стул-табуретка

должен быть обеспечен незатрудненный подход ко всем видам оборудования, как основного, так и вспомогательного. Все предметы на рабочем месте электромонтера, выполняющего слесарно-сборочные работы, должны быть в пределах досягаемости рук. Для вызова мастера желательно иметь устройство сигнализации.

Правильная организация рабочего места обеспечивает рациональные движения работающего и сокращает до минимума затраты на отыскание и использование инструментов и материалов (рис. 6).

На рабочем месте цехового дежурного электромонтера должны находиться: технологическая оснастка (табл. 1) организационная оснастка (табл. 2.) должностная инструкция, электрические схемы главных электроустановок, схемы питания цеха или участка, эксплуатационный журнал, инструкция по технике безопасности, графики осмотров и сменно-часовой, указатель-календарь местонахождения электромонтера.

Рабочее место должно быть оформлено в соответствии с требованиями технической эстетики.

*Таблица 1*

**Технологическая оснастка рабочего места  
цехового электромонтера**

Наименование оснастки	Тип, модель, марка
Электродрель	ИЭ-1022 В
Малый съемник	—
Средний съемник	—
Большой съемник	—
Пневмомашинa	ИП-1104
Быстроходный настольный сверлильный станок	2А106
Тиски слесарные	—

**Организационная оснастка рабочего места  
цехового электромонтера**

Наименование оснастки	Пояснения
Верстак 1600×800×750 мм	Состоит из двух тумб, столешника, настольного шкафчика с запасными деталями и телефонами, настольного распределительного щита с подведенным напряжением 380 В и снимаемым напряжением 6, 12, 24, 36, 127 и 220 В, сигнализационного пульта, позволяющего нажатием кнопки из цеха вызывать электромонтера
Передвижной стол 1100×750×750 мм	Используется при разборке, очистке, промывке и сборке электроустановок. Служит транспортным средством для перевозки груза массой до 100 кг. Установлен на колеса с подшипниками качения
Шкаф-стеллаж	Предназначен для хранения крупных приспособлений и запасных инструментов, используемых при ремонте
Переносная сумка для инструментов	Используется дежурным электромонтером при переноске инструментов и измерительных приборов
Стул-табурет диаметром 400 мм	Состоит из опорно-поворотной части, сиденья и подвижных опор. Конструкция учитывает индивидуальные особенности рабочих и предусматривает наиболее удобную рабочую позу

При обслуживании электродвигателей и пультов управления станками в последние должны быть надежно ограждены.

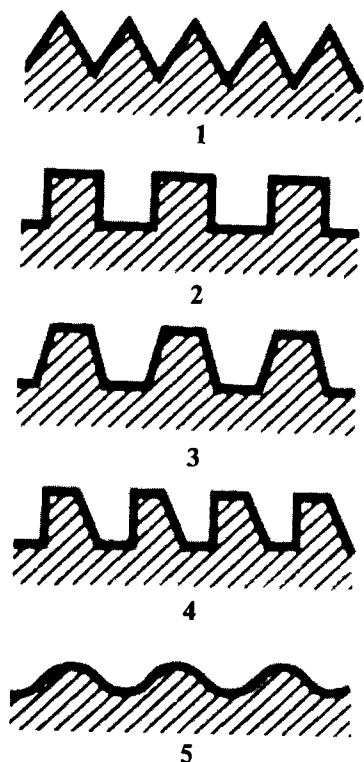
Работающие около станков электромонтеры должны аккуратно и правильно заправлять одежду и волосы. Перед работой обшлага рукавов следует застегивать, а волосы убирать под головной убор.

Уходя с рабочего места, электромонтер фиксирует свое временное местонахождение в календаре-указателе.

В цехе, где работают несколько электромонтеров, эксплуатационный (оперативный) журнал ведет старший или каждый электромонтер по обслуживаемому им участку. Энергетик цеха и мастер должны ежедневно просматривать записи в журнале, расписываться в нем и принимать необходимые меры для устранения выявленных неисправностей в работе электроустановок.

**Типовые соединения, применяемые в электроустановках**

Соединения деталей в электротехнических изделиях могут быть *разъемными* и *неразъемными*. Если соединения можно разобрать без



**Рис. 7. Виды профилей резьб:**

- 1 — треугольная; 2 — прямоугольная;  
3 — трапецидальная; 4 — упорная;  
5 — круглая

повреждений на отдельные детали и вновь собрать их называют *разъемными*. Такие соединения выполняют с помощью болтов, шпилек, винтов, штифтов, шплинтов, шпонок, а также резьбовых соединений труб с фитингами. Разъемные соединения бывают *подвижными*, если допускают взаимные перемещения деталей (винты домкратов, прессов, шпоночные и т.п.), и *неподвижными* (соединения с помощью болтов, фитингов и т.п.).

В *неразъемных* соединениях детали соединены сваркой, заклепками, пайкой, склеиванием или запрессовыванием.

В электромашиностроении широко применяют разъемные соединения, в которых отдельные их части крепят с помощью стандартизированных крепежных деталей на резьбе.

*Резьбой* называют винтовую нарезку на стержне или в отверстии детали, которая представляет собой поверхность, образованную винтовым движением плоского контура (профиля резьбы) по цилиндрической или конической поверхности, без изменения его положения относительно этой поверхности.

Если стержень ввинчивают в отверстие по направлению часовой стрелки, резьбу называют *правой*, а если против часовой стрелки то *левой*. Наиболее распространена правая резьба.

Контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ось детали, называют *профилем резьбы*. В зависимости от профиля резьбы подразделяют на *треугольные, прямоугольные, трапецидальные, упорные и круглые* (рис. 7). Резьбу треугольного профиля нарезают обычно на деталях, предназначенных для скрепления. Такую резьбу называют *крепежной*. Резьбы других профилей относятся к *ходовым*. Они служат для преобразования вращательного движения в поступательное в работе прессов, домкратов и других механизмов.

Расстояние между двумя смежными витками, измеренное вдоль оси резьбы (рис. 8), называют *шагом резьбы*. Расстояние, на которое переместится стержень при его полном обороте в резьбе неподвижного отверстия, называют *ходом резьбы*.

**Метрической** называют резьбу в основу профиля которой положен равносторонний треугольник (теоретический профиль) с углом  $\alpha = 60^\circ$ .

Вершины профиля срезаны на  $1/8$ , а впадины плоско срезаны или закруглены на  $1/6 H$  — высоты исходного профиля.

У **трубной цилиндрической резьбы** профиль представляет равнобедренный треугольник с углом  $\alpha = 55^\circ$  при вершине. Вершины и впадины закруглены на  $1/6$  высоты исходного профиля. Для трубной цилиндрической резьбы ГОСТ 6357-73 устанавливает два класса точности. Резьба обозначается условным диаметром в дюймах. Трубные резьбы зазоров не имеют.

Профиль **трапецидальной резьбы** представляет равнобочную трапецию, боковые стороны которой образуют угол  $30^\circ$ . Трапецидальная резьба для каждого диаметра имеет три различных шага (ГОСТ 9484-73).

Профилем **упорной резьбы** служит неравнобочная трапеция, одна сторона которой наклонена под углом  $3^\circ$  (рабочий профиль), другая сторона наклонена под углом  $30^\circ$  (угол профиля). Вершины профиля плоско срезаны, а впадины закруглены. Для каждого диаметра упорной резьбы установлено три различных шага. Упорную резьбу применяют в тех случаях, когда винт должен передавать усилие в одном направлении, например в тисках.

Изображение и обозначение резьбы на чертежах устанавливает ГОСТ 2.311-68.

На чертеже стержня резьбу изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. Тонкую сплошную линию проводят на всю длину резьбы (без сбега). На проекции стержня на плоскость, перпендикулярную его оси, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, равную  $3/4$  окружности и разомкнутую в любом месте.

Резьбу в отверстиях на разрезах и сечениях вдоль оси изображают сплошными основными линиями по внутреннему (меньшему) диаметру и тонкими сплошными линиями — по наружному диаметру. Тонкую сплошную линию наносят на расстоянии не менее  $0,8$  мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

На стержне и в отверстиях границу резьбы показывают в конце полного профиля резьбы сплошной основной линией. Границы резьбы проводят до линии наружного диаметра.

Фаски на стержнях и в отверстиях с резьбой на видах, перпендикулярных оси стержня или отверстия, не показывают. На разрезах резьбовых соединений в отверстиях показывают только ту часть резь-

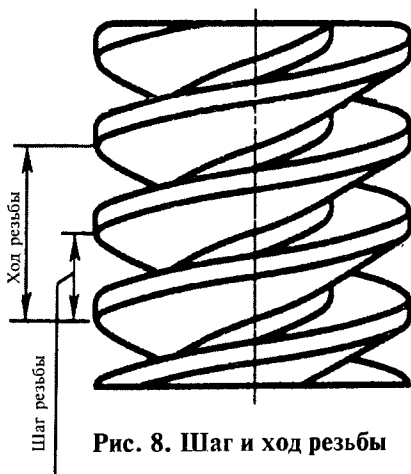


Рис. 8. Шаг и ход резьбы

бы, которая не закрыта резьбой стержня; на стержне изображение резьбы остается без изменений.

При обозначении метрической резьбы на чертежах перед числовым значением ее наружного диаметра (в мм) ставят букву М, например М12 для резьбы с крупным шагом. В обозначении резьбы с мелким шагом указывают помимо наружного диаметра также и величину шага, поскольку у мелкой резьбы шаг может быть различным при одном и том же наружном диаметре резьбы, например: М12'1,5.

Наиболее распространенными стандартизированными крепежными деталями являются *болты, винты, шпильки, гайки* и др.

**Болт** представляет собой деталь, изготовленную из цилиндрического стержня, на одном конце которого имеется головка, а на другом — резьба для наворачивания *гайки*. Резьбу выполняют способом нарезки или накатки. По степени точности изготовления болты разделяют на болты *нормальной* (ГОСТ 7798—70) и *повышенной* (ГОСТ 7805—70) *точности*.

Болты с шестигранной головкой могут иметь метрическую резьбу с крупным или мелким шагом.

**Разъемные соединения** отдельных деталей имеют большое разнообразие. К резьбовым относят *болтовые, шпильчные, винтовые* соединения.

В комплект *болтового соединения* входят: болт, шайба, гайка. В зависимости от конструкции гайки иногда снабжают шплинтами. На рис. 9 показан пример соединения при помощи болтового комплекта и условные соотношения размеров в зависимости от номинального диаметра  $d$  резьбы болта.

Линия соприкосновения двух поверхностей соединяемых деталей на чертежах изображается сплошной толстой основной линией.

В комплект *шпильчного соединения* входят: шпилька, гайка и шайба.

Цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах называют *шпилькой* (рис. 10, а). Шпильку одним концом (посадочным) ввинчивают в глухое отверстие с резьбой (гнездо), а второй конец входит в отверстие другой детали без резьбы и крепится гайкой с шайбой. Длину резьбы на верхнем конце шпильки  $l_0$  принимают равной  $(1,5-2) d$ . В зависимости от материала, из которого изготовлены детали, длину  $l_1$  ввинчиваемого конца шпильки принимают равной:  $d$  — для стали и бронзы;

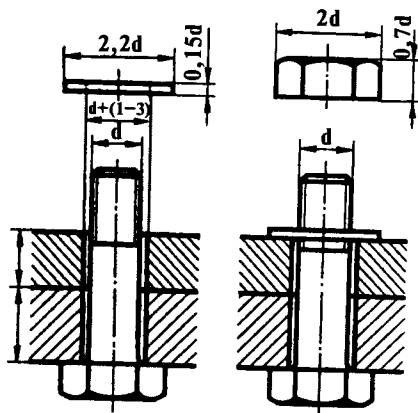


Рис. 9. Болтовое соединение деталей



1,35d — для чугуна; 2d — для мягких сплавов. Рабочей длиной шпильки считают длину  $l$  свободного конца. На концах шпильки делают конические фаски с углом  $45^\circ$ .

Глубину гнезда (рис. 10, б) для шпильки  $l_2$  с учетом неполной резьбы (сбег) в конце гнезда принимают на  $0,5d$  больше длины посадочного конца. Гнездо заканчивается коническим углублением в форме конца сверла. Шпильчатое соединение показано на рисунке 10.

Шпильчатое соединение на сборочных чертежах изображают в соответствии с ГОСТ 2.315—68.

**Соединение винтами** показано на рис. 11, а. При таком способе соединений соблюдают условные соотношения размеров винтов и углублений для головок винтов. Размер запаса резьбы определяют в зависимости от ее номинального диаметра  $d$ .

На рис. 11, б показаны примеры выполнения соединений при помощи винтов с головками под отвертку.

В цехах промышленных предприятий провода и кабели распределительных электросетей часто прокладывают в трубах.

**Разъемные трубные соединения** на резьбе с помощью специальных деталей, называемых *фитингами* (муфты, кресты, тройники, угольники), позволяют при необходимости производить их частичную замену. В зависимости от различия в диаметрах соединяемых труб, вида соединений (прямое или угловое), а также количества соединяемых труб (две, три или четыре — крестообразно) применяют соединительные части на резьбе различных размеров и формы.

**Разъемные штифтовые соединения** широко применяют в практике изготовления многих электротехнических изделий. *Штифт* представляет собой стержень. Штифты бывают цилиндрической (ГОСТ 3128—70) или конической (ГОСТ 3129—70) формы. Штифт цилиндрический применяют как соединительный элемент. Концы цилиндрических штифтов в зависимости от назначения имеют различные формы. Штифты конические применяют в качестве установочного или соединительного элемента (рис. 12).

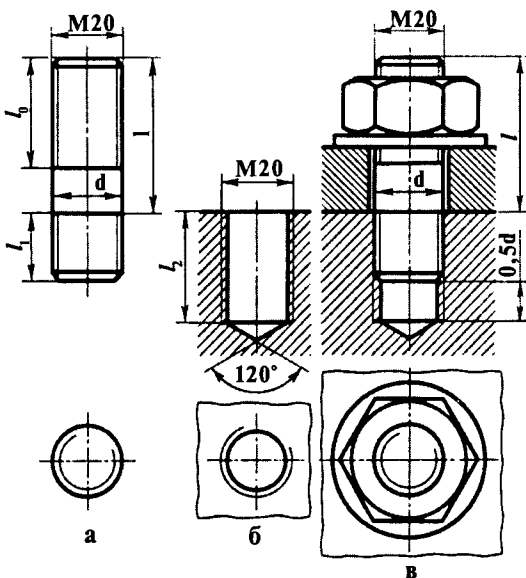


Рис. 10. Шпильчатое соединение:  
а — шпилька; б — гнездо; в — соединение

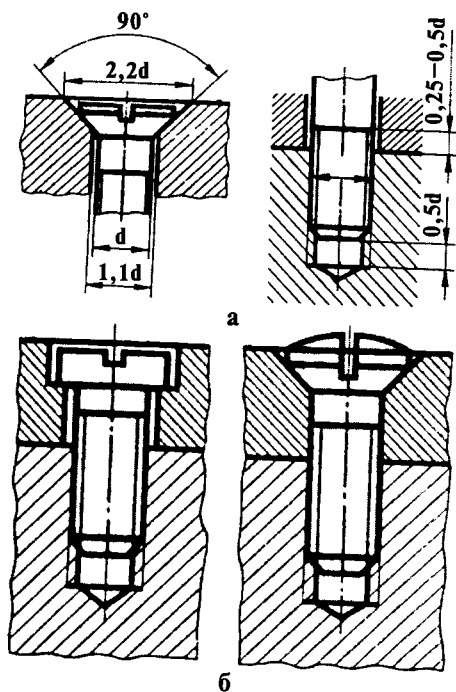


Рис. 11. Соединение деталей  
винтами

У штифта конического конусность  $1 : 50$ . Он имеет преимущество по сравнению с цилиндрическим, которое заключается в том, что его можно не нарушая качества соединения затравливать в одно и то же отверстие несколько раз.

**Клиновые разъемные соединения** отличаются простотой конструкции. По сравнению с соединением болтом они обеспечивают быстроту монтажа и демонтажа. Клиновые соединения бывают *напряженные* и *ненапряженные*. Две детали могут быть соединены клином непосредственно, когда одна деталь имеет отверстие для другой сопрягаемой детали, или посредством промежуточного стержня анкера или промежуточной втулки. Отверстия для стержней могут быть *цилиндрическими* или *коническими* (конусность  $1:15$ ). **Коническое соединение** обеспечивает хорошее центрирование.

Клинья бывают односкосные или двухскосные, по своему действию они равноценны. В большинстве случаев, ввиду простоты изготовления, применяют односкосные клинья.

**К неразъемным соединениям** относят соединения, выполненные клеевой, сваркой, пайкой, склеиванием или горячей посадкой.

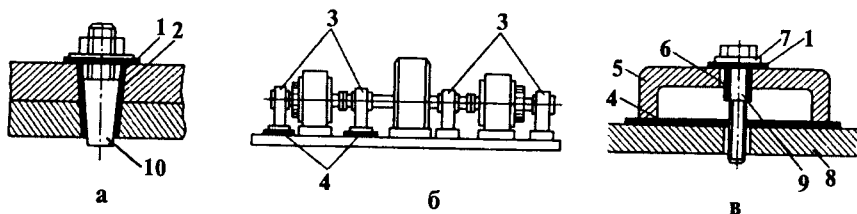


Рис. 12. Изоляция контрольных штифтов (а), стоек (б) и болта (в):  
1, 7 — изолирующие текстолитовая и металлическая шайбы; 2 — коническая трубка из электрокартона; 3 — стойки; 4 — изолирующие прокладки; 5 — подошва стойки; 6 — бакелитовая трубка; 8 — фундаментная плита; 9 — болт крепления стойки к плите; 10 — конический штифт

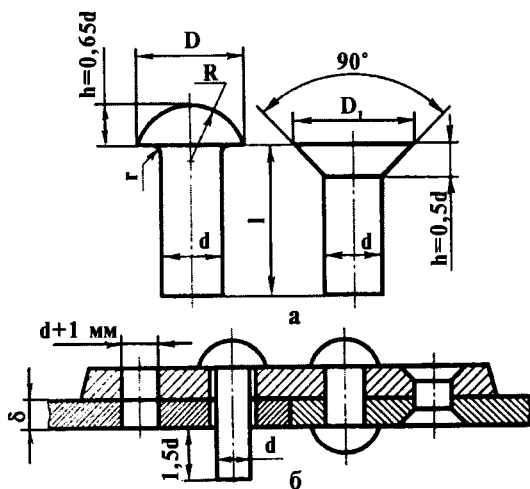
**Клепанные соединения** образуют с помощью заклепок. *Заклепка* (рис. 13, а) представляет собой стержень круглого сечения, один конец которого имеет сферическую, коническую или другую форму. Стержень заклепки вставляют в сквозное отверстие скрепляемых деталей до упора головкой (рис. 13, б). Свободный конец выходит за пределы детали примерно на  $1,5 d$ . Его расклепывают и придают форму сферической (полукруглой) или конической (потайной) головки. Форма головки определяет название заклепки, диаметр стержня головки выбирают по таблицам ГОСТ 10299-80 и ГОСТ 10300-80 и др. (примерно равен толщине соединяемых деталей).

Длину стержня заклепки  $l$  определяют с учетом толщины деталей и припуска ( $1,5 d$ ).

Один или несколько рядов заклепок образуют *заклепочный шов* (рис. 14). Заклепки в ряду размещают на одинаковом расстоянии одна от другой, называемом *шагом* ( $t, t_1$ ). Линии, по которым располагают центры заклепок, называются *рисками*, а расстояние между соседними рисками — *дорожкой* ( $C, C_1$ ).

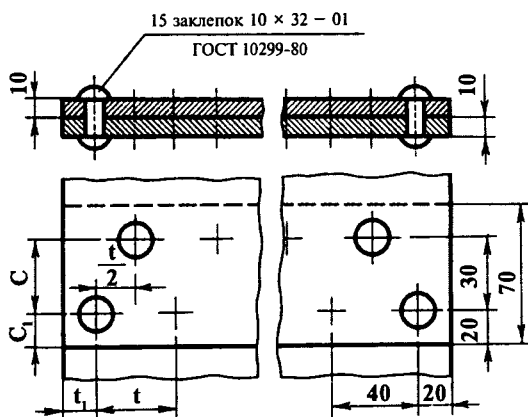
Соединения деталей с помощью заклепок могут быть выполнены *встык с накладками* (см. рис. 13, б) или *внахлестку* (см. рис. 14). Швы бывают с *рядовым* и *шахматным* расположением заклепок.

**Сварные соединения** выполняют способом нагрева мест соединения деталей до температуры плавления или зазор между деталями



**Рис. 13. Заклепки:**

*a* — полукруглой и потайной головками;  
*б* — клепаное соединение



**Рис. 14. Изображение заклепочных швов на чертеже**

заполняют расплавленной присадкой. После остывания получают сварной шов необходимой прочности. Если сварной шов расположен с одной стороны соединения, то его называют *односторонним*, а если с двух сторон — *двухсторонним*. Шов выполняют *непрерывным* по всей длине или *прерывистым*, т.е. разделенным на отдельные участки одинаковой длины равными промежутками.

Швы прерывистые двусторонние могут иметь *цепное* расположение, при этом отдельные участки шва находятся один против другого, и *шахматное*, когда промежутки одной стороны находятся против сварных участков шва с другой. Иногда шов выполняют в виде отдельных сварных точек.

Различают два наиболее распространенных вида сварки плавлением — *дуговую* и *газовую*.

По форме поперечных сечений швы бывают: *нормальные*, *выпуклые* (усиленные), *вогнутые*.

Нормальный шов представляет в сечении равнобедренный треугольник. Выпуклый (усиленный) шов имеет выпуклость — высоту усиления. Вогнутый шов отличается от нормального наличием впадины.

В зависимости от характера выполняемого шва и для его усиления применяют различные конструктивные элементы поперечных сечений кромок свариваемых элементов: без скоса кромок; со скосом одной кромки; с криволинейным скосом одной кромки; со скосом двух кромок; с криволинейным скосом двух кромок; с двумя симметричными скосами одной кромки; с двумя несимметричными скосами одной кромки; с двумя симметричными скосами двух кромок; с двумя несимметричными скосами двух кромок. Как правило, между кромками сваренных элементов должен быть зазор в пределах 1—5 мм.

**Неразъемные соединения пайкой и склеиванием** часто встречаются в электромашиностроении, изделиях кабельной промышленности, электролампового производства, аппаратах защиты, управления и др. *Пайка* представляет собой процесс соединения металлов, находящихся в твердом состоянии, посредством расплавленного присадочного материала, называемого припоем. При пайке медных жил, а также проводников заземления к броне и свинцовой оболочке кабелей используют паяльную пасту, состоящую из следующих компонентов (в массовых частях): канифоли — 10, животного жира — 3, хлористого аммония — 2, хлористого цинка — 1, воды или этилового спирта (ректификат) — 1. Формы паяных соединений: *нахлесточное*, *стыковое*, в ус.

**Склеивание** представляет собой процесс соединения деталей различными видами клея в зависимости от склеиваемых материалов. Виды швов, полученные пайкой или склеиванием, изображены условно сплошной утолщенной линией 2 s (рис. 15, а—в).

Для склеивания различных изоляционных деталей пластмассовых (кроме полиэтилена и фторопласта), фарфоровых, стеклянных

ных и металлических, для пакетов электротехнической стали трансформаторов, якорей, статоров применяют клей БФ (ТУ МХП 1367-49).

С применением минеральных наполнителей (тальк, кварцевая мука, каолин, литопон, окись цинка и др.) на клеях БФ

можно изготовить различные электроизоляционные замазки, которые после соответствующего прогрева приобретают хорошую механическую прочность.

Клеевой шов после отверждения приобретает электроизоляционные свойства. Клей БФ-2 дает жесткий нагрево- и кислотостойкий шов, а клей БФ-4 — эластичный ненагревостойкий, но щелочестойкий шов.

Перед склеиванием поверхности протирают ацетоном, ацетатами или спиртом. Поверхности металлов, фенопластов, аминопластов и кожи предварительно зачищают наждачной бумагой, затем покрывают клеем два раза. После каждого покрытия склеиваемые элементы выдерживают в течение 1 ч для просушки клеевого слоя. Оптимальная толщина клеевого шва — 0,15–0,25 мм.

Для соединения склеиваемые детали прижимают друг к другу и выдерживают под давлением  $(5-15) \cdot 10^5$  Па при температуре  $150^\circ \text{C}$  в течение 0,5–1 ч.

Для склеивания холодным способом резины с резиной, а также резины с металлами, стеклом и другими материалами применяют клей № 88Н (ВТУ ТУ-880-50). Клеевой шов эластичный. Склеиваемые поверхности зачищают наждачной бумагой, протирают бензином и просушивают в течение 5–10 мин. Поверхности металлов покрывают клеем два раза. После первого покрытия выдерживают для подсушки 7–10 мин, после второго покрытия — 2–8 мин. На резину наносят один слой клея и выдерживают 2–8 мин для подсушки. Склеиваемые детали прижимают друг к другу и выдерживают в течение суток.

Клей хранят в герметически закрытой таре, соблюдая правила хранения огнеопасных материалов.

### Методы и средства контроля размеров и качества сборки

Измерительные инструменты в зависимости от метода контроля можно разделить на три группы.

К первой группе относятся инструменты, предназначенные для непосредственного измерения размеров: стальные линейки, штангенциркули, микрометры, угломеры, индикаторные инструменты и др.

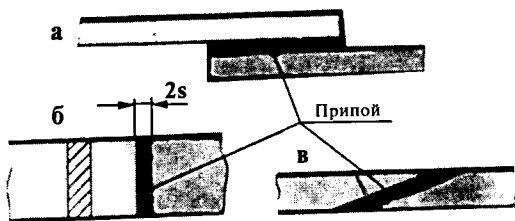
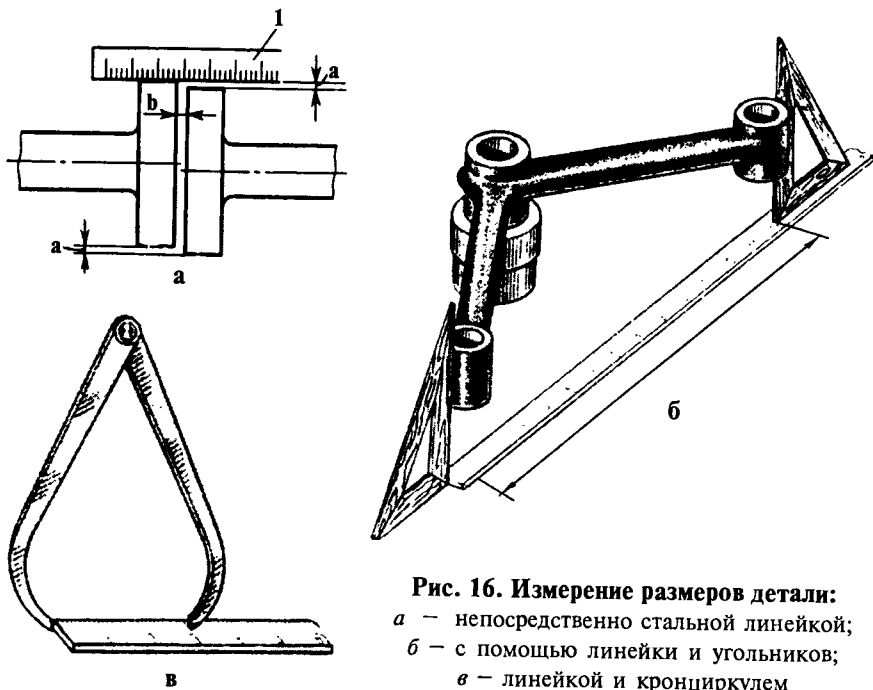


Рис. 15. Соединение деталей пайкой или склеиванием



**Рис. 16. Измерение размеров детали:**  
*а* — непосредственно стальной линейкой;  
*б* — с помощью линейки и угольников;  
*в* — линейкой и кронциркулем

**Во вторую группу** входят инструменты, предназначенные для контроля размеров различных элементов детали: предельные калибры, скобы и пробки, контрольные плитки, различные эталоны и др.

**К третьей группе** принадлежат инструменты, с помощью которых осуществляются одновременно измерение и контроль: кронциркули, нутромеры и различные шаблоны (радиусомеры, резьбомеры, шупы и др.).

Линейные размеры детали с точностью до 1 мм можно измерить стальной линейкой непосредственно (рис. 16, а) или с помощью, например, угольников (рис. 16, б), когда концевые точки измерения лежат на разных уровнях.

**Кронциркуль и нутромер** используют для получения размеров наружных и внутренних поверхностей деталей: при этом сначала фиксируют только нужный размер, а его величину определяют затем с помощью линейки (рис. 16, в).

Наиболее распространенным измерительным инструментом, обеспечивающим точность измерения в пределах от 0,1 до 0,02 мм является штангенциркуль.

**Штангенциркуль** с точностью измерения до 0,1 мм изображен на рисунке 17. Он состоит из штанги 1 с миллиметровой шкалой делений и двумя измерительными губками 2. Рамка 7 с другой парой измерительных губок 3 надета на штангу 1. По штанге рамку можно

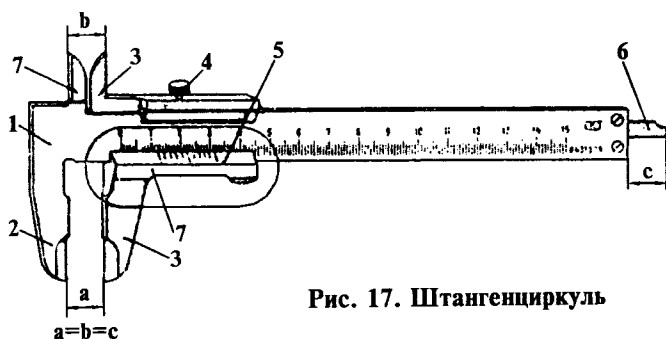


Рис. 17. Штангенциркуль

передвигать и в любом положении закреплять винтом 4. Верхняя и нижняя части передней поверхности рамки скошены. На нижней части 5 рамки 7 нанесено десять делений. Цена каждого деления 0,1 мм. Шкалу 5 называют нониусом. К задней стороне рамки наглухо крепится узкая линейка 6, которая при перемещении рамки свободно скользит по пазу штанги. Эту линейку 6 называют глубиномером.

При любом положении рамки расстояния между измерительными кромками губок и длина выдвинутой части глубиномера одинаковы ( $a=b=c$ ).

Если губки штангенциркуля соприкасаются, то первое слева (нулевое) деление нониуса совпадает с нулевым делением штанги, а торец глубиномера — с торцом штанги.

Для определения величины размера замеренного штангенциркулем, смотрят, на каком месте шкалы штанги находится нулевой штрих нониуса. Далее по шкале штанги определяют, сколько целых миллиметров содержится в зафиксированном размере.

Разновидностями штангенциркуля являются штангенрейсмус, используемый для обмера криволинейных очертаний деталей, и штангензубомер.

Штангензубомер применяют для измерения некоторых параметров зубчатых колес (толщины и высоты зуба, длины общей нормали и др.) и обмера сложных профилей.

Штангензубомер представляет собой вариант двойного штангенциркуля (рис. 18), штанги которого взаимноперпендикулярны и имеют шкалы с ценой деления 0,5 мм, а величина отсчета по нониусам составляет 0,02 мм.

Для измерения ширины профиля (например, зуба зубчатого колеса) на

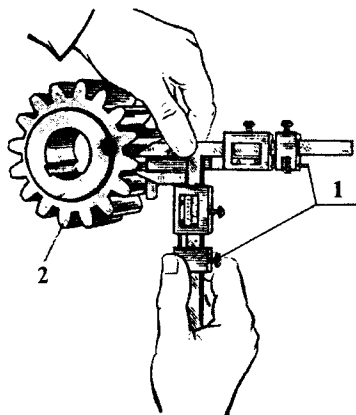


Рис. 18. Штангензубомер:

- 1 — двойной штангенциркуль;
- 2 — измеряемая деталь

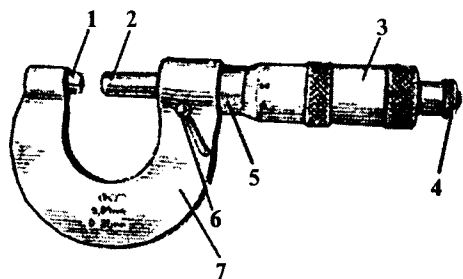


Рис. 19. Микрометр

определенной его высоте пользуются горизонтальной штангой и высотной линейкой одновременно.

**Микрометр** обеспечивает точность измерения до 0,01 мм (рис. 19). Он состоит из скобы 7, пятки 1, стебля 5, микрометрического винта 2, барабана 3, трещотки 4 и стопора 6.

Скоба неподвижно соединена со стеблем, на котором имеется шкала состоящая из риски, нанесенной по образующей стебля, и штрихов, перпендикулярных риске и нанесенных над ней и под ней. Под риской штрихи расположены через 1 мм, над риской — точно на серединах между нижними штрихами. Расстояние по риске между любым нижним штрихом и соседним с ним верхним равно 0,5 мм.

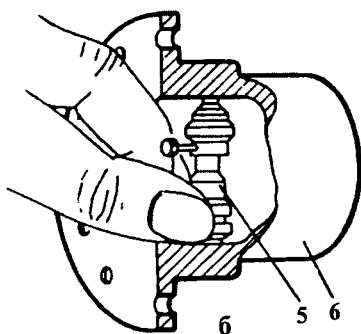
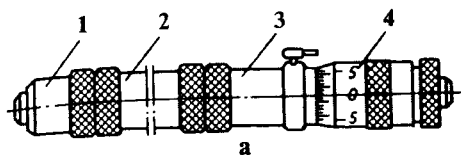
Подвижным упором является конец микрометрического винта 2, стопор 6 служит для зажима винта в нужном положении. Барабан 3 представляет собой муфту, надетую на стебель; левая часть его сточена на конус, по образующим которого сделано 50 равномерно расположенных штрихов. За один полный оборот барабана микрометрический винт и вместе с ним барабан продвинутся по оси на 0,5 мм.

Деталь при измерениях микрометром помещают между пяткой 1 и концом 2 микрометрического винта. Поворачивая барабан приближают конец микрометрического винта к детали настолько, чтобы винт едва не касался детали. После этого движение микрометрического винта осуществляют трещоткой 4.

**Нутромер** (рис. 20, а) выпускают с пределами измерений от 50—75 до 400—1000 мм. Он состоит из трубки 3, соединенной одним концом с удлинителями 2 и прикрепленным к ним измерительным наконечником 1. Внутри другого конца трубки закреплен стебель (на рисунке не показан) микрометрической головки 4, на котором плавно вращается барабан. На стебле и барабане головки нанесены деления.

При измерении диаметра отверстия в ступице полумуфты 5 (рис. 20, б) нутромер 6 устанавливают под прямым углом к оси отверстия, так как при незначительном его наклоне измерения будут неверны. После установки нутромера в рабочее положение и соприкосновения измерительных поверхностей его микрометрической головки и измерительного наконечника с поверхностью отверстия ступицы полумуфты совмещают нулевой штрих на барабане микрометрической головки с продольным штрихом на ее стебле. Результаты измерений дополнительно контролируют, замеряя внутренний диаметр ступицы в конце отверстия прецизионным штангенциркулем.





**Рис. 20. Микрометрический нутрометр (а) и определение им посадочных размеров ступицы полуимфты электродвигателя (б):**

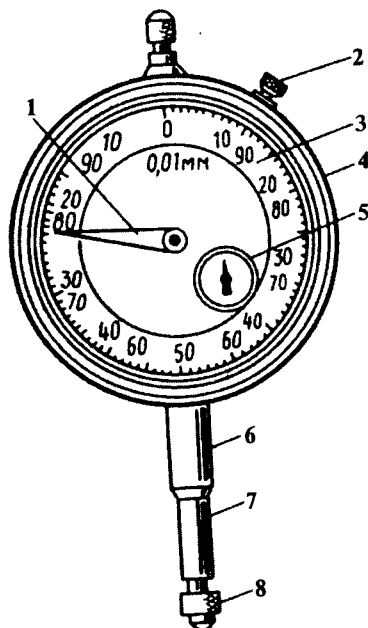
- 1 — измерительный наконечник;  
 2 — удлинитель; 3 — трубка; 4 — микрометрическая головка; 5 — полуимфта;  
 6 — нутрометр

**Индикаторные контрольно-измерительные инструменты** (в различных специальных вариантах исполнения), обеспечивающие быстрое и точное получение размера, широко применяют при контроле электротехнических изделий.

На рис. 21 показан *индикатор*, предназначенный для определения мелких углублений и возвышений на плоской поверхности (с точностью до 0,01 мм), а также для измерения величины биения круглых поверхностей при их вращении вокруг оси.

Для контроля сопрягаемых размеров деталей в пределах заданной точности в практике слесарно-сборочных работ используют *предельные калибры*.

С помощью калиброванной цилиндрической пробки проверяют размеры диаметров отверстий. Один из концов пробки имеет диаметр, равный наибольшему предельному размеру диаметра проверяемого отверстия, и, следовательно, является «непроходной» стороной данного калибра. Другой удлиненный конец пробки имеет диаметр, равный наименьшему предельному размеру этого же отверстия, и является «проходной» стороной. Проходная сторона пробки обычно делается съемной.



**Рис. 21. Индикатор:**

- 1 — стрелка; 2 — стопор; 3 — шкала;  
 4 — ободок; 5 — указатель частоты вращения;  
 6 — гильза; 7 — измерительный стержень; 8 — наконечник

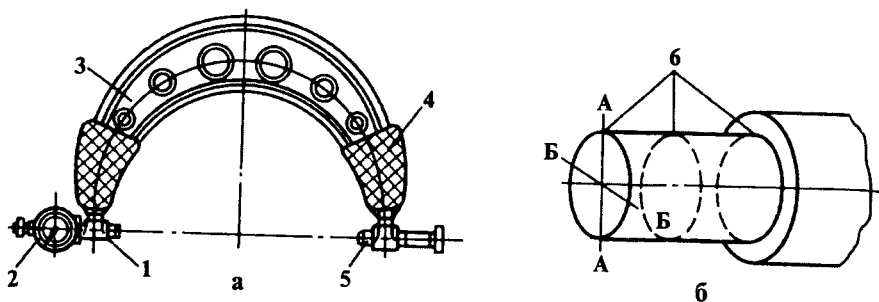


Рис. 22. Скоба с отсчетным устройством (а) и определение посадочных размеров конца вала (б):

1, 5 — подвижная и неподвижная пятки; 2 — отсчетное устройство; 3 — корпус; 4 — накладка; 6 — места измерений

Для контроля размеров диаметров стержней, валов, осей при изготовлении широко применяют скобы (рис. 22).

В нижней рабочей части скоба имеет расстояние между пятками 1,5 равное наибольшему допустимому размеру диаметра оси и поэтому является калибром.

Для определения и контроля размеров отдельных элементов деталей используют шаблоны.

Для измерения радиусов закругления выступов, впадин, галтелей используют *радиусные шаблоны* (рис. 23). Шаблоны при измерении прикладывают к измеряемому элементу детали, а место контакта просматривают на просвет. Если зазора (просвета) нет, то величина радиуса соответствует обозначенной на шаблоне.

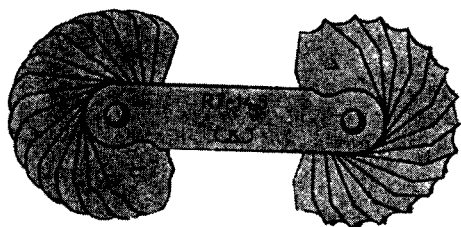


Рис. 23. Радиусные шаблоны

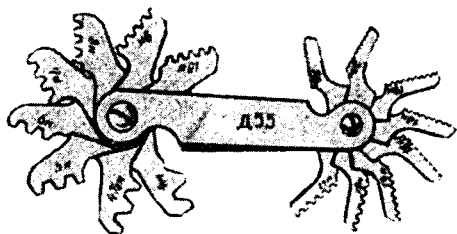
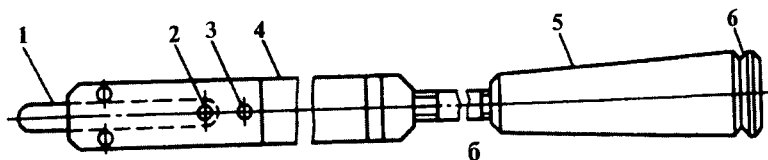
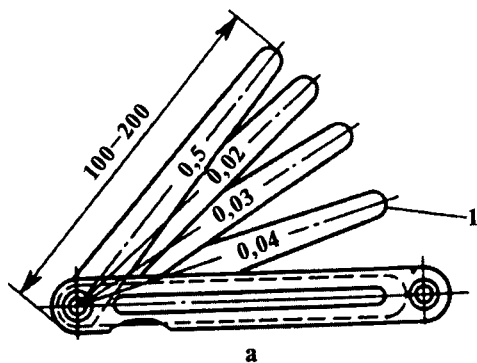


Рис. 24. Резьбовые шаблоны

Для определения угла профиля и шага резьбы применяют *резьбовые шаблоны* (рис. 24). С помощью набора шаблонов с надписью М60° определяют шаг метрической резьбы, с надписью Д55° — число ниток (количество выступов) на длине одного дюйма дюймовых и трубных резьб. Шаг резьбы на стержне и в отверстии определяют путем подбора такого шаблона, который своими зубьями плотно входит во впадины резьбы. На подобранном шаблоне читают число, показывающее величину шага в миллиметрах (для



**Рис. 25. Пластинчатые щупы:**

*a* — раздвижной; *б* — со сменными пластинами; 1 — калиброванные пластины; 2 — штифт; 3 — винт; 4 — накладка-прижим; 5 — ручка; 6 — пробка

метрических резьб) или число ниток, приходящихся на один дюйм длины ( $I'' = 25,4$  мм), для дюймовой или трубной резьб.

Замерив диаметр резьбы (наружный на стержне и внутренний в резьбовом отверстии) и получив величину шага (или число ниток) по соответствующим таблицам резьб можно определить, какая это резьба стандартная или специальная.

Наборы пластинок различной толщины, используемые для определения (или контроля) величины зазора между сопрягаемыми (смежными) деталями называют щупами (рис. 25).

### Размерная слесарная обработка деталей

При ремонте и техническом обслуживании электрооборудования электромонтеры часто путем сверления подготавливают в деталях или заготовках отверстия для крепежных болтов, заклепок, шпилек, под нарезание резьбы, развертывание и зенкерование.

Операцию по образованию отверстий в материале путем снятия стружки режущим инструментом — сверлом, совершающим вращательные относительно своей оси и поступательные движения, называют *сверлением*. Если отверстие в сплошном материале предварительно получено штамповкой, ковкой или литьем, то для увеличения его размера выполняют слесарную операцию — *рассверливание*.

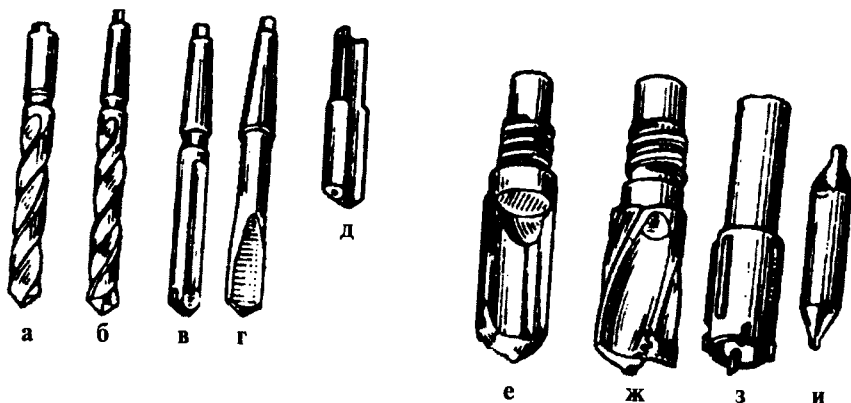
Обе эти операции позволяют получать отверстия с точностью обработки по десятому качеству. В тех случаях, когда точность обработки должна быть еще более высокой, отверстия после сверления дополнительно зенкуют и развертывают. Точность сверления существенно повышается при применении приспособления, называемого *кондуктором*, тщательном регулировании станка, правильном выборе и заточке сверла.

Сверла изготавливают из быстрорежущих Р6М5, легированных 9ХС и углеродистых У10А сталей, а также комплектуют пластинками из твердых сплавов ВК6, ВК8 и Т15К6. Различные виды сверл показаны на рис. 26.

**Спиральные сверла** чаще других используются при сверлении отверстий. Конструктивно они состоят из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть это цилиндр с двумя винтовыми канавками для отвода стружки во время работы сверла и с режущей поверхностью в виде двух лезвий (зубов). Вдоль винтовых канавок сверла на цилиндрической поверхности расположены две узкие полоски, которые называют ленточками. Они уменьшают трение о стенки отверстия и способствуют устойчивости сверла во время работы. Для получения отверстий в стали применяют сверла с углом наклона канавки 18–30°, в латуни и бронзе – 22–25°, в вязких металлах – 40°, в алюминии, дюралюминии и электролите – 45°.

Передняя режущая поверхность сверла (зуба) образуется спиральной канавкой, задняя – боковой поверхностью конуса.

Угол между обрабатываемой поверхностью и касательной к передней поверхности называют *передним углом*  $\gamma$ .



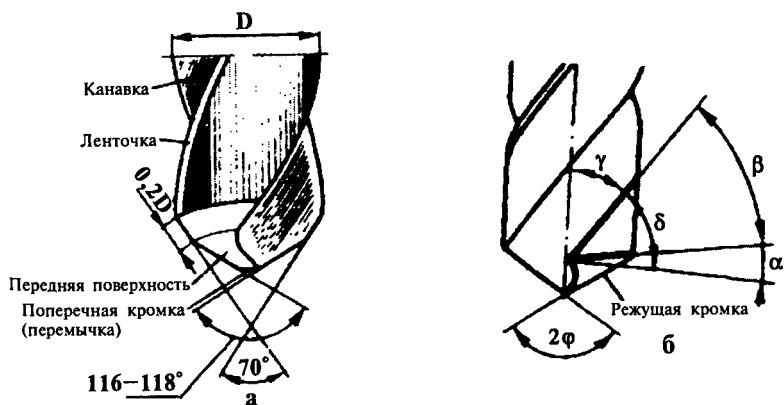
**Рис. 26. Виды сверл:**

*а, б* – спиральные; *в* – с продольными канавками; *г* – перовое; *д* – специальное; *е* – для глубокого сверления однокромочное с внутренним отводом стружки; *ж* – то же, но двухкромочное; *з* – для кольцевого сверления; *и* – центровочное

Этот конструктивный элемент сверла облегчает врезание инструмента в материал и лучшее отделение стружки. Угол наклона, образуемый касательной к задней и обрабатываемой поверхностям, называют *задним углом*  $\alpha$ . При малых углах  $\alpha$ , трение задней поверхности сверла об обрабатываемый материал велико и сверло быстро изнашивается.

Пересечение передней и задней поверхностей сверла образует угол заострения  $\beta$ . Сумма углов  $\alpha + \beta + \gamma$  всегда равна  $90^\circ$  (рис. 27). Хвостовики спиральных сверл бывают цилиндрическими или коническими. Сверла диаметрами от 6 до 80 мм чаще имеют хвостовики в виде конуса Морзе, а сверла диаметром до 20 мм имеют хвостовики цилиндрической формы. Рабочая часть сверла соединяется с хвостовиком шейкой диаметр которой меньше диаметра рабочей части.

При сверлении и рассверливании отверстий в заготовках из закаленной стали, чугуна, мрамора, стекла и других твердых материалов следует применять сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов. При сверлении вязких металлов нужно использовать сверла с винтовыми канавками, а при сверлении отверстий в хрупких материалах — сверла с прямыми канавками, при сверлении неглубоких отверстий — сверла с косыми канавками, для сверления глубоких отверстий — сверла с отверстиями для подвода охлаждающей жидкости к режущим кромкам. Для сверления жаропрочных сталей рекомендуется применять твердосплавные монолитные сверла. Если технологическим процессом предусматривается последовательное выполнение операций сверления и зенкования, сверления и развертывания, сверления и нарезания резьбы, то для этих целей лучше использовать комбинированные сверла (сверло-зенковка, сверло-развертка, сверло-метчик). Для получения в заготовках и деталях центровых отверстий применяют *центровочные сверла*. При сверлении неотвествен-



**Рис. 27. Конструкция режущей части спирального сверла:**

*a* — фрагменты канавок и режущих кромок; *б* — углы сверла

ных отверстий диаметром до 25 мм широко используют *перовые* (наиболее простые в изготовлении) сверла. Они имеют форму лопатки (режущая часть) с хвостовиком. Перовые сверла конструктивно изготавливают с одно- и двусторонними режущими кромками.

Для сверления отверстий в стали угол заточки одностороннего перового сверла должен быть  $75-90^\circ$ , а для цветных металлов —  $45-60^\circ$ . Угол заточки двустороннего перового сверла —  $120-130^\circ$ .

При сверлении металлов и сплавов для повышения стойкости режущего инструмента рекомендуется применять охлаждающие жидкости: мыльную эмульсию, смесь спирта со скипидаром, керосин с сурепковым маслом, смесь минерального и жирных масел.

Затупившиеся сверла затачивают на специальных заточных станках. Операцию сверления выполняют в основном на сверлильных станках, а в случаях расположения отверстий в труднодоступных местах — с помощью дрелей, ручных электрических и пневматических сверлильных машинок, трещоток или коловоротов. *Ручные дрели* применяют для сверления отверстий диаметром до 10 мм, *трещотки* — до 30 мм, *сверлильные электрические машины легкого типа* — до 9 мм, *среднего типа* — до 15 мм, *тяжелого типа* — до 80 мм. Для сверления отверстий в деталях, изготовленных из алюминиевых сплавов и мягких сталей применяют *сверлильные пневматические ручные машины* с частотой вращения шпинделя до 3500 об/мин, а для легированных сталей — 1000 об/мин.

В электроремонтной практике широко используют сверлильные электрические машины, ручные сверлильные пневматические машины типов Д-2 и РС-8, но наибольшее распространение для выполнения операций сверления получили: настольный вертикально-сверлильный станок 2М112, универсальный вертикально-сверлильный станок 2Н125Л и радиально-сверлильный станок 2Н55.

Установка и крепление деталей на станке существенно влияют на точность сверления. Как правило, детали, предназначенные для сверления, устанавливают на столе сверлильного станка и закрепляют к нему с помощью прихватов с болтами, машинных тисков, призм, угольников, кондукторов или других специальных приспособлений. Технологическая последовательность операций при сверлении по кондуктору предусматривает предварительную очистку стола станка от грязи и стружек, подбора сверла необходимого размера и установку его в шпиндель станка. Кондуктор опорной частью плотно прижимают левой рукой к поверхности стола, а правой плавно подводят сверло через втулку *сверла, развертки, зенкера и зенковки* на сверлильных станках крепят, в зависимости от формы хвостовика, одним из следующих способов: в сверлильном патроне, в коническом отверстии шпинделя, в переходных конических втулках. Одиночные отверстия сверлят по разметке. Сверление отверстий на заданную глубину выполняют по втулочному упору на сверле или измерительной линейке, закрепленной на станке.

Для получения неполных отверстий к обрабатываемой детали приставляют такой же толщины пластину из этого же металла, зажимают деталь и пластину в тисках и сверлят полное отверстие, а затем пластину убирают и получают полуотверстие. Для сверления точных отверстий операцию выполняют за два рабочих хода — сначала сверлом на 1 мм меньшим нужного диаметра, а затем сверлом в размер отверстия.

Слесарную операцию по увеличению диаметра предварительно просверленных отверстий, улучшению качества их поверхности, обработке цилиндрических и конических необработанных отверстий, полученных в деталях при литье, ковке или штамповке, называют *зенкерованием*.

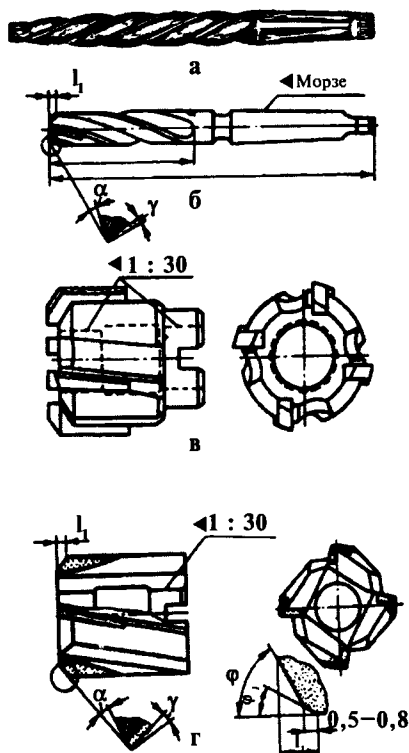
Эта операция может быть окончательной обработкой отверстия или промежуточной перед развертыванием, выполняют ее с помощью режущего инструмента — *зенкера*.

Зенкер работает также, как и сверло, и напоминает его по внешнему виду. Он состоит из режущей (рабочей) части, шейки, хвостовика и лапки, но в отличие от сверла имеет три-четыре режущие кромки. Зенкеры из быстрорежущей стали изготавливают цельными с коническим хвостовиком для предварительной обработки или насадными для окончательной обработки отверстий (рис. 28). Насадные зенкеры длиной 40–65 мм с четырьмя зубьями, с напаянными пластинками из твердых сплавов ВК6, ВК8, Т14К8, Т15К6 применяют для обработки отверстий диаметром 34–80 мм. Цельные зенкеры с коническими хвостовиками изготавливают длиной рабочей части 80–200 мм с тремя зубьями для обработки отверстий диаметром 10–40 мм.

Для охлаждения зенкеров при зенкерование деталей из стали, меди, латуни, дюралюминия используют охлаждающую мыльную эмульсию.

**Рис. 28. Виды зенкеров:**

- a* — цельный с коническим хвостовиком;
- б* — то же, но оснащенный пластинками из твердых сплавов;
- в* — насадной со вставными ножами;
- г* — насадной с пластинами из твердых сплавов



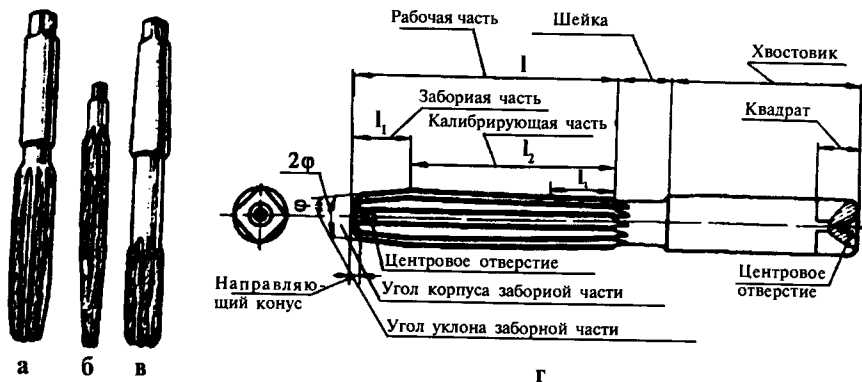


Рис. 29. Виды разверток и их конструктивные элементы:

а, б — ручные цилиндрическая и коническая; в — машинная цилиндрическая;  
г — конструктивные элементы

Процесс обработки специальным инструментом конических или цилиндрических углублений и фасок просверленных отверстий под головки болтов, винтов и заклепок называют *зенкованием*.

Отличительной конструктивной особенностью *зенковки* от *зенкера* является наличие зубьев на торце и направляющих цапф, которыми они вводятся в предварительно просверленное отверстие.

Обработку бобышек под шайбы, гайки, упорные кольца выполняют *цековками* — насадными головками, имеющими торцевые зубья. Как *зенкование*, так и *цекование* производят на сверлильных станках.

Операцию чистовой обработки отверстий по 7–9 качеству с помощью развертки, называют *развертыванием*.

**Развертка** — это специальный режущий инструмент (рис. 29), позволяющий производить чистовую обработку отверстий вручную, на сверлильном или токарном станках. Конические и цилиндрические развертки изготавливают комплектами из двух или трех штук.

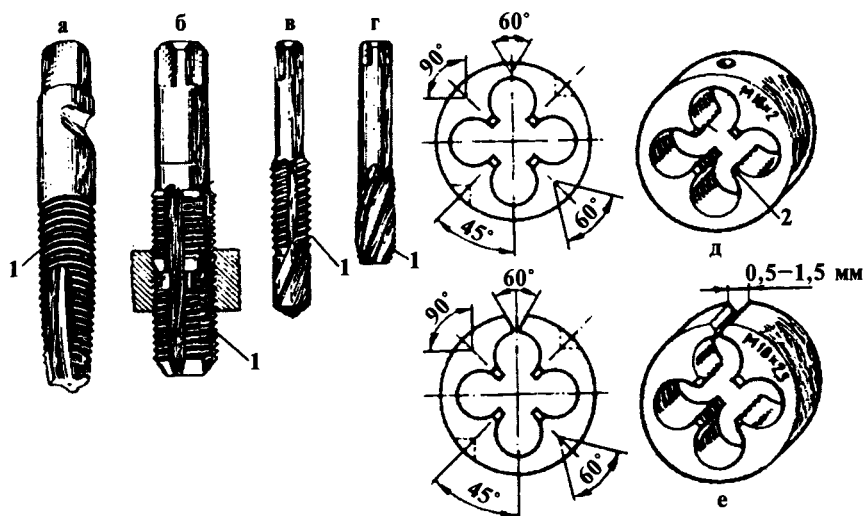
Первая развертка используется как черновая, вторая — получистовая и третья чистовая.

Развертыванию всегда предшествуют операции сверления или *зенкерования* отверстий.

**Нарезание резьбы** является очень распространенной слесарной операцией. Для получения резьбы на деталях используют сверлильные, резьбонарезные и токарные станки. Часто резьбу нарезают вручную или получают *накатыванием* с помощью *накатных плашек*, *роликков* и *накатных головок*. Внутреннюю резьбу нарезают *метчиками*, наружную — *плашками*, *прогонками* или другими инструментами (рис. 30).

В сквозных и глухих отверстиях резьбы всех размеров нарезают вручную, если шаг их не превышает 3 мм или машинным способом, если шаг больше 3 мм.





**Рис. 30. Метчики специальные и плашки для нарезания резьбы:**

*а* — метчик бесканавочный; *б* — комбинированный; *в* — метчик-сверло;  
*г* — с винтовыми канавками; *д* — плашка цельная; *е* — разрезная; *1* — резьба;  
*2* — заборная часть

Метчики для машинно-ручного нарезания метрической, трубной и дюймовой резьбы изготавливают трех видов: одинарные (всех размеров), двойные (комплект из двух штук) для  $d = 1-52$  мм, тройные (комплект из трех штук) для  $d = 24-52$  мм.

Для нарезания метрических резьб диаметром  $0,25-0,9$  мм в сквозных и глухих отверстиях электроприборов применяют машинные метчики с цилиндрическим хвостовиком.

Метчики одного и того же номинального диаметра с мелким и крупным шагом имеют одинаковые размеры присоединительных элементов.

Для нарезания сквозной метрической резьбы и гаек на сверлильных станках следует применять гаечные метчики со шлифованным профилем. Машинно-ручные и конические метчики диаметром 12 мм и более, а гаечные 10 мм и более изготавливают сварными. У метчиков с рабочей частью, выполненной из стали Р9Ф5, стойкость в два раза выше, чем у метчиков из стали Р18 или Р6М5. Хвостовики метчиков изготавливают из стали 45 или 40Х.

Для нарезания резьбы среднего класса точности на слесарных участках промышленных предприятий применяют винторезные самооткрывающиеся головки с круглыми гребенками по ГОСТ 21760-76. Они позволяют нарезать наружную метрическую и дюймовую резьбы с номинальным диаметром 4-60 мм и шагом до 4 мм. Тип головки и ее размер выбирают в соответствии с применяемым оборудованием.

При использовании сверлильных станков и установке на них вращающихся головок 1КА-5КА допускается биение по наружному ди-

аметру гребенок не более 0,1 мм. Круглые гребенки изготавливают из быстрорежущей стали Р18 или Р6М5.

Для нарезания наружных правых и левых метрических резьб диаметром 1–76 мм, правой и левой трубной цилиндрической резьбы от 1/16 до 2", дюймовой конической резьбы от К1/16" до К2" и трубной конической резьбы от R 1/16" до R2" применяют круглые плашки.

Для метрических резьб точность элементов нарезаемой резьбы плашками должна соответствовать требованиям ГОСТ 16093–81, а для трубных резьб – в зависимости от класса А или В ГОСТ. 6357–81. Плашки круглые изготавливают из стали 9ХС или ХВСГ.

Для нарезания правых и левых резьб в сквозных и глухих отверстиях применяют метчики. Ручные метчики с черновым и чистовым нешлифованным профилем для нарезания метрической резьбы изготавливают диаметром 4–27 мм по ОСТ 2И50–73, а со шлифованным профилем – диаметром 1–16 мм по ТУ2–035–775–80.

Операцию по снятию с поверхности деталей очень тонких частиц металла режущим инструментом – шабером – называют *шабрением*. За один рабочий ход шабером снимают слой металла толщиной 0,005–0,07 мм с целью обеспечения плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметизации соединения. Ручное шабрение является очень трудоемким процессом, поэтому в последнее время его заменяют обработкой на станках.

**Шабер** представляет собой металлический стержень с режущей кромкой. В зависимости от формы режущей части шаберы бывают: *плоские, фасонные, трехгранные*, по конструкции – *цельные и со вставными пластинками*, с односторонними и двусторонними режущими концами.

Плоские шаберы используют при шабрении плоских поверхностей, трех- и четырехгранные – при шабрении вогнутых и цилиндрических поверхностей, фасонные – при шабрении труднодоступных фасонных поверхностей, шаберы-кольца вместо трехгранных и изогнутых. Угол заострения режущей части шабера для стали принимают равным 75–90°. Для выявления мест шабрения деталь осторожно укладывают на окрашенную плиту и медленно ее передвигают, а затем снимают. Серые пятна – это наиболее выступающие места, которые в первую очередь подлежат удалению шабером. Металл снимают скребением «от себя» или «на себя» (рис. 31). При холостом ходе шабер приподнимают. В ремонтном деле вместо шабрения часто применяют *шлифование* на специальных станках, но наиболее прогрессивной операцией является *тонкое фрезерование*, при котором вместо шабера используют *однозубые фрезы*.

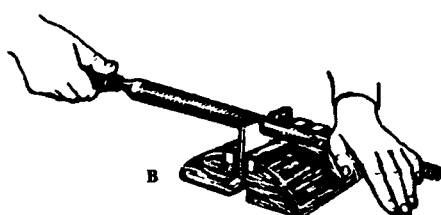
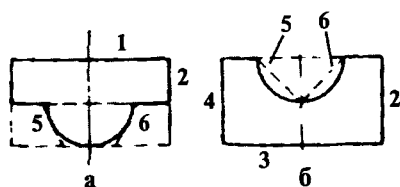
Обработку отверстий с целью придания им нужной формы называют *распиливанием*. Эту операцию производят, как правило, напильниками различной формы.

**Пригонкой** называют операцию обработки одной детали по другой с целью выполнения соединения.



**Рис. 31. Шабрение плоских деталей:**

*а* — «от себя»; *б* — «на себя»; *в* — канавок;  
*г* — отделочные операции



**Рис. 32. Взаимная пригонка деталей (припасовка) при открытой проеме:**

*а* — вкладыш; *б* — пройма; *в* — опиливание;  
*г* — проверка вкладышем



**Припасовкой** называют операцию обработки, при которой детали соединяют практически без зазора, причем это состояние сохраняется не смотря на перекантовки.

При слесарно-сборочных, ремонтных работах, окончательной обработке деталей, полученных штамповкой, эту операцию выполняют вручную (рис. 32).

**Притиркой** называют операцию обработки деталей, работающих в паре, для обеспечения наилучшего контакта их рабочих поверхностей.

Контроль линейных размеров обрабатываемых деталей производят с помощью контрольно-измерительных инструментов, рассмотренных в предыдущем параграфе.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие работы называют слесарными?
2. Что называют припуском на обработку?
3. Перечислите слесарные операции, которые часто выполняет электромонтер-ремонтник?
4. Чем отличается правка металлов от рихтовки?
5. Какой слесарный инструмент должен находиться на рабочем месте электромонтера?
6. Какие виды сверл вы знаете?
7. Какие виды соединения деталей применяют в электроустановках?
8. Как нарезают внутреннюю резьбу?
9. Какими способами гнут трубы?
10. Какая операция называется притиркой?

## ГЛАВА 2. ДОПУСКИ, ПОСАДКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

### Шероховатости поверхностей

*Реальной поверхностью детали* называют поверхность, которая ее ограничивает и отделяет от окружающей среды. В отличие от номинальной (изображенной на чертеже) реальная поверхность детали, даже очень хорошо обработанная (зеркальная поверхность), имеет неровности — выступы и впадины.

У некоторых изделий эти неровности заметны невооруженным глазом, а у других их можно различить только рассматривая поверхность через лупу.

Замер величины неровностей, называемых *шероховатостью* производят или путем сравнения с эталонами, или специальными приборами — профилографами или профилометрами. В зависимости от отношения шага  $S$  к высоте неровностей  $H$  отклонения формы поверхностей условно подразделяют на три группы:

- макрогеометрические отклонения — при  $S:H > 1000$ ;
- волнистая поверхность — при  $S:H = 50+1000$ ;
- шероховатая поверхность — при  $S:H < 50$ .

*Шероховатость* представляет геометрический след, оставленный на поверхности при ее механической обработке режущим инструментом, искаженный в результате пластической, упругой деформаций и вибрации технологической системы. Шероховатость оценивают по ее профилю, который образуется в сечении этой поверхности плоскостью, перпендикулярной к номинальной рис. 33. Профиль рассматривают на длине базовой линии, относительно которой оценивают и определяют параметры шероховатости. По ГОСТ 2789—73 установлено шесть параметров шероховатости поверхности:

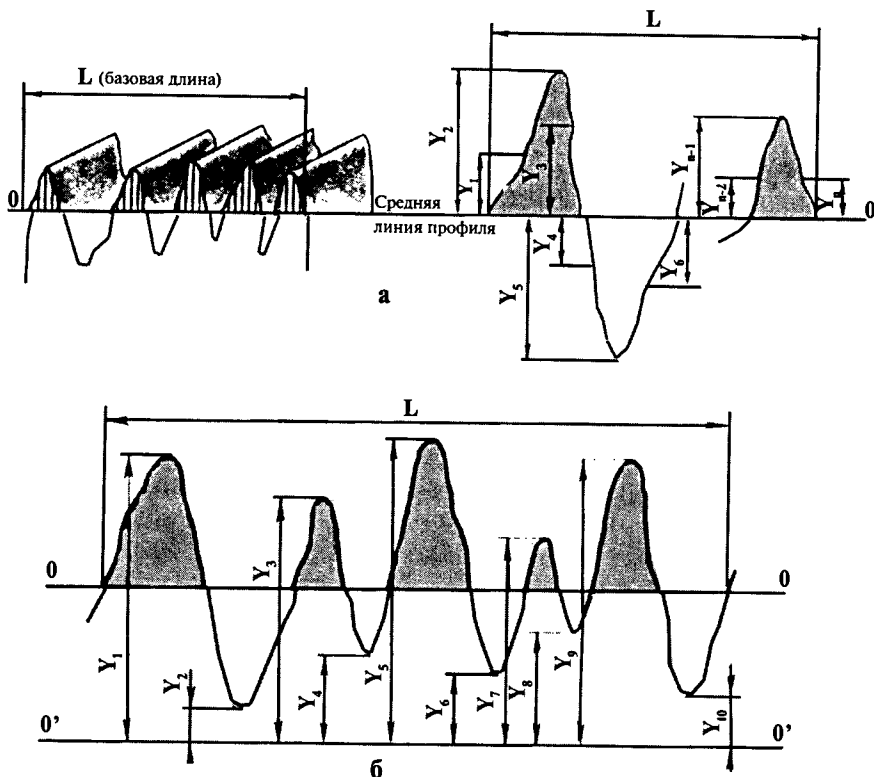
- $R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля;
- $R_z$  — высота неровностей профиля по десяти точкам;
- $R_{z_{max}}$  — наибольшая высота неровностей профиля;
- $S_m$  — средний шаг неровностей профиля;
- $t_m$  — относительная опорная длина профиля;
- $S$  — средний шаг местных выступов профиля.

*Средним арифметическим отклонением* профиля поверхности  $R_a$  называют среднее значение расстояний точек измеряемого профиля до его средней линии (рис. 33, а)

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i,$$

$Y$  — отклонение профиля, определяемое расстояние между точкой и базовой линией и измеренное по нормали, проведенной к средней линии через эту точку;

$n$  — число выбранных точек на базовой длине.



**Рис. 33. Параметры шероховатостей поверхности:**  
 а – отклонение профиля; б – высота неровностей профиля

Высотой неравномерностей профиля  $R_z$  называют среднюю высоту неровности, измеренную по пяти точкам выступов и впадин (рис. 33, б).

$$R_z = \frac{Y_1 + Y_3 + Y_5 + Y_7 + Y_9 - (Y_2 + Y_4 + Y_6 + Y_8 + Y_{10})}{5}$$

Наибольшей высотой  $R_{\max}$  неровностей профиля называют расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой линии.

Шагом неровностей профиля называют отрезок средней линии профиля, содержащий неровность профиля.

Среднее значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины называют средним шагом неровностей профиля –  $S_m$ .

Среднее значение шагов выступов профиля в пределах базовой длины называют средним шагом местных выступов профиля –  $S$ .

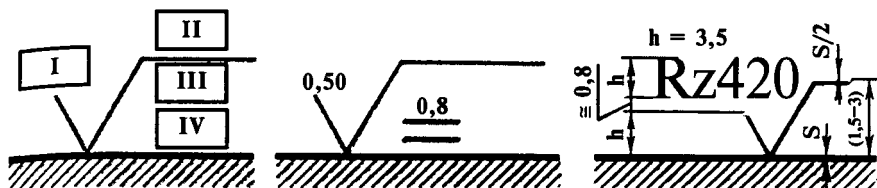


Рис. 34. Обозначение шероховатости на чертежах:

- I – параметр шероховатости по ГОСТ; II – вид обработки и другие дополнительные указания; III – базовая длина по ГОСТ;  
IV – обозначение направления неровностей по ГОСТ

При сравнении размеров опорных поверхностей, обработанных различными методами, пользуются понятием относительной опорной длины профиля  $t_p$ .

В зависимости от величины неровностей поверхностей их шероховатость подразделяют на качества (классы) точности обработки. В Российской Федерации при стандартизации шероховатости поверхности используется система отсчета M, в которой в качестве базовой линии принята средняя линия профиля, т.е. линия имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально.

Стандарт распространяется на шероховатость поверхностей в пределах следующих интервалов числовых значений параметров:

$$R_a = 100 \pm 0,008 \text{ мкм}; R_z = R_{\max} = 1600 \pm 0,025 \text{ мкм};$$

$$S = S_m = 12,5 \pm 0,002 \text{ мм}; t_p = 90 \pm 10\%.$$

Шероховатость каждой поверхности должна быть обозначена соответствующими знаками на чертежах изделия (рис. 34).

Направления неровностей на поверхностях обозначают следующими знаками: продольное  $\equiv$ ; поперечное  $\perp$ ; наклонное перекрещивающее X; кругообразное M и радиальное C или R.

### Допуски и посадки

Основные понятия и определения, использованные при изложении данного материала, приняты по ГОСТ 25346–82.

Для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей применяют термин – *вал*, а для обозначения внутренних (охватывающих) элементов деталей – *отверстие* (рис. 35).

Числовое значение линейной величины (например, диаметра вала, длины ступицы и т.п.) в принятых единицах измерения называют размером. Размер, установленный путем измерения конкретной линейной величины детали с допустимой погрешностью называют действительным размером.

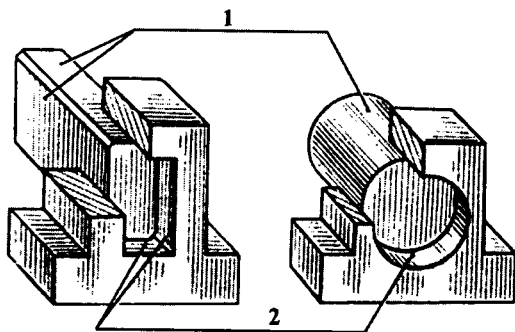


Рис. 35. Обозначение элементов деталей:

- 1 – охватываемые поверхности (вал);  
2 – охватывающие поверхности (отверстие)

Он служит началом отсчета отклонений. Алгебраическую разность между размером и соответствующим номинальным называют отклонением, а между действительным и номинальным – действительным отклонением.

Под *предельным отклонением* подразумевают алгебраическую разность между предельным и номинальным размерами.

Алгебраическую разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называют *верхним отклонением*, а между наименьшим предельным и номинальным размерами – *нижним отклонением* (рис. 36).

*Верхнее отклонение* обозначают французскими буквами:

- для отверстия – ES;  
верхнее отклонение вала – es;  
нижнее отклонение отверстия – EI;  
нижнее отклонение вала – ei.

Линия, соответствующая номинальному размеру, от которой, определяют отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок называется нулевой линией.

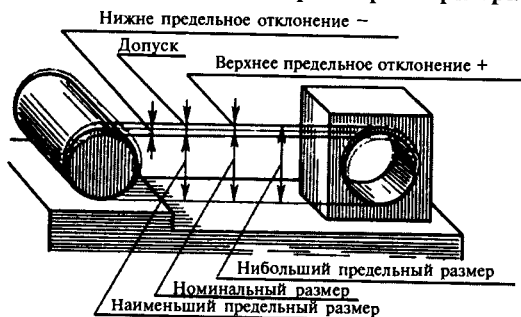


Рис. 36. Поле допусков и предельные отклонения размеров

Два граничных допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер, называют *предельным размером*.

Меньший из двух предельных размеров называют наименьшим, а больший – наибольшим предельным размером.

Размер, относительно которого определяют предельные размеры, называют *номинальным размером*.

*Допуском* называют разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Зону, ограниченную верхним и нижним отклонениями, называют *полем допуска*.

Верхнее или нижнее отклонение, используемое для определения положе-



ния поля допуска относительно нулевой линии, называют основным отклонением.

Единица допуска  $i$  в мкм представляет собой множитель в формулах допусков системы, зависящий от номинального значения размера  $D$  в мм.

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D$$

Здесь  $i$  является мерой точности.

При диапазоне размеров от 1 до 500 мм допуск  $T$  можно подсчитать по формуле

$$T = \alpha i.$$

$\alpha$  – безразмерный коэффициент.

Числовые значения допусков стандартизированы путем установления следующих 13 интервалов размеров: до 3; 3–6; 6–10; 10–18; 18–30; 30–50; 50–80; 80–120; 120–180; 180–250; 250–315; 315–400; 400–500.

Для каждого интервала принята постоянная величина  $i$  (следовательно и допуск  $T$ ) равная ординате среднегеометрического значения интервала  $D$ .

Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров, называют *квалитетом*.

Квалитет отражает точность технологического процесса. Для размеров деталей до 500 мм установлено 19 квалитетов: IT01; IT0; IT1; IT2–IT17 (здесь: IT – International Tolerance – Международный допуск).

В качестве примера ниже рассмотрена схема расчета допусков диаметров режущей части цилиндрических разверток в зависимости от поля допуска на обрабатываемое отверстие IT (рис. 37):

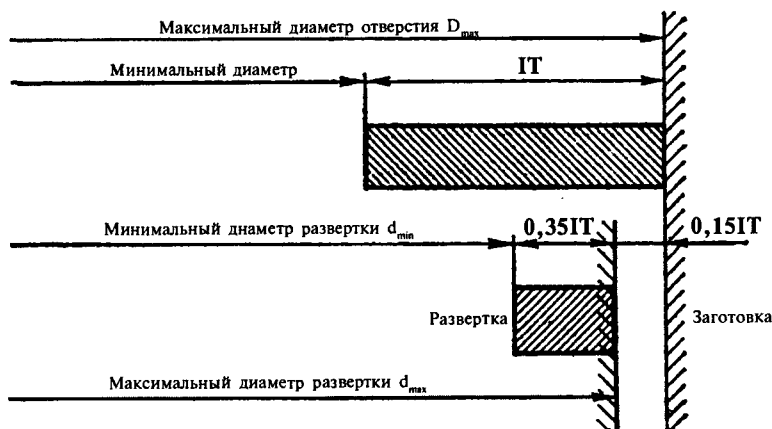


Рис. 37. Схема расчета полей допусков и диаметров развертки

максимальный диаметр развертки должен быть равен максимальному диаметру отверстия минус 0,15 IT;

минимальный размер развертки должен быть равен максимальному диаметру развертки минус 0,35 IT.

Значения 0,15IT и 0,35IT округляют в сторону больших значений на 0,001 мм.

Предельные отклонения номинального диаметра развертки для требуемого поля допуска отверстия находим в приведенной ниже последовательности.

Например, надо рассчитать максимальный и минимальный диаметры развертки для обрабатываемого отверстия 20H7 ( $20^{+0,021}$  мм). Следовательно, по ГОСТ 25347-82:

номинальный диаметр отверстия 20,000 мм;

максимальный диаметр отверстия 20,021 мм;

допуск отверстия (IT), соответствующий заданному допуску H7, 0,021 мм;

$$0,15 \text{ IT} = 0,15 \cdot 0,021 = 0,00315 \text{ мм} \approx 0,004 \text{ мм};$$

$$0,35 \text{ IT} = 0,35 \cdot 0,021 = 0,00735 \approx 0,008 \text{ мм};$$

максимальный диаметр развертки

$$d_{\text{max}} = 20,021 - 0,004 = 20,017 \text{ мм};$$

минимальный диаметр развертки

$$d_{\text{min}} = 20,017 - 0,008 = 20,009 \text{ мм}.$$

При соединении двух деталей образуется посадка, определяемая разностью их размеров до сборки, т.е. величиной получающихся зазоров или натягов в соединении (рис. 38). *Посадка* характеризует степень сопротивления деталей взаимному смещению. В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия или вала посадка может быть с зазором, с натягом или переходной.

Номинальный общий для соединяемых отверстия и вала размер называют номинальным размером посадки.

Сумму допусков отверстия и вала, составляющих соединение, называют *допуском посадки*. Разность размеров отверстия и вала, если размер вала меньше размера отверстия, называют *зазором*.

Разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия, называют *натягом*.

Посадку, при которой в соединении обеспечивается зазор, называют *посадкой с зазором*.

Посадку, при которой происходит натяг в соединении называют *посадкой с натягом*.

Посадку, при которой может получиться как натяг, так и зазор, называют *переходной посадкой*.

Указанные выше три вида посадок, в свою очередь,

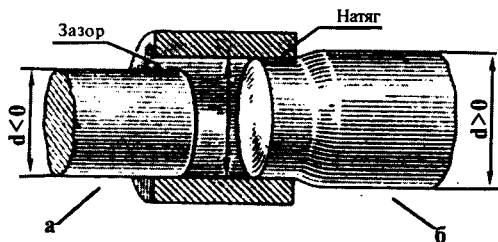


Рис. 38. Виды посадок:

а — зазором; б — натягом

подразделяются на 13 подвидов посадок. Из них посадки с зазором (подвижные) — на скользящую С, движения Д, ходовую Х, легкоходовую Л, широкоходовую Ш. При повышенном тепловом режиме применяют тепловую ходовую посадку ТХ. Посадки переходные классифицируют на глухую Г, тугую Т, напряженную К и плотную П. Посадки с натягом (неподвижные) разделяют на горячую ГР, пресовую Пр и легкопресовую Пл.

Кроме этого, устанавливают специальные посадки для шпоночных соединений ПШ и ПШ<sub>1</sub>, для деревянных изделий дПр, дТ и др., для подшипников качения Гп, Нп, Сп и др.

Для изготовления деталей электродвигателя или масляного выключателя и бетономешалки при соблюдении одной и той же посадки, например скользящей, допуски для деталей электродвигателя и выключателя должны быть гораздо меньше, чем для деталей бетономешалки. Поэтому каждая из указанных ранее посадок имеет различные качества.

Для точного изготовления деталей машин применяют две системы технологической обработки.

**Система отверстия** (условно обозначается буквой А): по ней охватываемую поверхность — отверстие детали — обрабатывают без учета того или иного вида посадок. При этом учитывают только размер отверстия и качество. Осуществление требуемого вида посадки достигается путем точной обработки вала.

**Система вала** (условно обозначают буквой В): по ней охватываемую поверхность детали — вал — обрабатывают без учета того или иного вида посадок. При этом учитывают только размер вала и качество. Осуществление требуемого вида посадки достигают путем точной обработки отверстия.

### **Отклонения и допуски.**

#### **Формы и расположения поверхностей и профилей**

**Отклонением формы** называют отклонение формы реальной поверхности или профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля. *Отклонением расположения* называют отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Под допусками формы и расположения понимают наибольшие допускаемые значения отклонений формы и расположения. Различают следующие виды отклонений формы поверхностей:

— отклонение от плоскостности, т.е. наибольшее расстояние  $\Delta$  от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка;

— отклонение от цилиндричности, т.е. наибольшее расстояние  $\Delta$  от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка;

— отклонение от круглости, т.е. наибольшее расстояние  $\Delta$  от точек реального профиля до прилегающей окружности;

— отклонение профиля продольного сечения, т.е. наибольшее расстояние  $D$  от точек, образующих реальную поверхность, лежащих в плоскости и проходящих через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка.

К основным видам отклонений расположения поверхностей относят:

— отклонение от параллельности плоскостей, т.е. разность  $\Delta$  наибольшего и наименьшего расстояния между плоскостями в пределах нормируемого участка;

— отклонение от перпендикулярности плоскостей;

— отклонение наклона плоскости относительно плоскости;

— отклонение от симметричности относительно базового элемента;

К основным видам отклонений расположения поверхностей и осей относят:

— отклонение от перпендикулярности плоскости по отношению к оси;

— отклонение от прямолинейности оси относительно плоскости в заданном направлении;

— отклонение наклона оси относительно плоскости.

К основным видам отклонений расположения профилей, осей относят:

— отклонение от параллельности прямых в плоскости;

— отклонение от параллельности осей в пространстве;

— отклонение от параллельности осей в общей плоскости;

— перекося осей;

— отклонение наклона осей относительно оси;

— отклонение от соосности относительно оси базовой поверхности.

К основным видам суммарных отклонений формы и расположения поверхностей относят:

— полное радиальное биение;

— полное торцевое биение;

— отклонение формы заданной поверхности;

— суммарное отклонение параллельности и плоскостности;

— суммарное отклонение перпендикулярности и плоскостности;

— суммарное отклонение от номинального наклона и плоскостности.

К основным видам суммарных отклонений формы и расположения профилей относят: радиальное, торцевое биение, биение в заданном направлении и др.

В зависимости от соотношения между допуском размера и допусками формы и расположения устанавливают следующие уровни относительной геометрической точности:

**A** — нормальная относительная геометрическая точность (допуски формы и расположения в среднем составляют 60% от допуска размера);

**B** — повышенная относительная геометрическая точность;

**C** — высокая относительная геометрическая точность (допуски формы и расположения в среднем составляют 25% от допуска размера).

Для цилиндричности, круглости и профиля продольного сечения относительная геометрическая точность для А, В, С составляет соответственно 30, 20 и 12% от допуска размера, т.к. эти отклонения относят к радиусу, а отклонения радиуса — к диаметру.

Допуски формы и расположения поверхностей и профилей на чертежах конструкторской документации показывают знаками (табл. 3).

Таблица 3

Обозначение видов допусков

Группа допусков	Вид допусков	Знак
Допуск формы	Прямолинейности	—
	Плоскостности	
	Круглости	○
Допуск расположения	Цилиндричности	
	Профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности)	≡
	Параллельности	//
	Перпендикулярности	⊥
	Наклона	
	Соосности	◎
	Симметричности	≡
	Позиционный	⊕
	Пересечения осей	×
Суммарные допуски формы и расположения	Радиального биения Торцевого биения Биения в заданном направлении	
	Полного радиального биения Полного торцевого биения	
	Формы заданного профиля	
	Формы заданной поверхности	

Знак с допуском формы или расположения помещают в рамку и соединяют ее с деталью сплошной тонкой прямой или ломаной линией. Направление отрезка соединительной линии, заканчивающейся стрелкой, должно соответствовать направлению линии измерения отклонения. Если допуск относится к общей оси или плоскости симметрии и из чертежа ясно видно, для какой поверхности данная ось (или плоскость симметрии) является общей, то рамку допуска соединяют с осью (или плоскостью симметрии).

В тех случаях, когда допуск относится к любому участку заданной длины (или площади), то длину (или площадь) указывают рядом с допуском и отделяют от него наклонной чертой, которая не должна доходить до рамки.

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии (тонкой сплошной) с рамкой.

Если базой является поверхность или профиль, то основание треугольника совмещают с контурной линией поверхности или на ее продолжении (выносной линии).

Когда базой является ось или плоскость симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии.

### Погрешности и методы их измерения

В электромашиностроении показатели, характеризующие качество изделий, тесно связаны с точностью обработки деталей и конструкций электроустановок. Размеры, форма и расположение поверхностей деталей, получаемых при обработке, определяют фактические зазоры и натяги в изделиях и соединениях, а следовательно, напрямую влияют на качество продукции.

**Под погрешностью обработки** понимают отклонение полученного при обработке значения геометрического или другого параметра от заданного. *Абсолютную погрешность* выражают в единицах рассматриваемого параметра:

$$\Delta X = X_d - X_n,$$

Где  $X_d$  и  $X_n$  — действительное (полученное) и номинальное (заданное) значение параметра соответственно.

Если поле допуска относительно номинального значения параметра расположено несимметрично, то вместо номинального принимают среднее значение параметра. Отношение абсолютной погрешности к заданному значению параметра называют *относительной погрешностью*  $\Delta X/X_n$  или  $\Delta X/X_n \cdot 100\%$ .

Количественно точность обработки и сборки характеризуется обратной величиной модуля относительной погрешности  $(\Delta X/X_n)^{-1}$ .

Конструктивные допуски и технические требования на изготовление деталей назначают с учетом особенностей работы изделия при эксплуатации. Эти требования обеспечиваются финишными переходами обработки. Отклонение действительных параметров детали от

номинальных определяют либо *методом прямых измерений*, либо *методом косвенных измерений*. При этом под измерением понимают опыт, в результате которого находят количественную характеристику параметра с погрешностью не превышающей допустимую.

Если искомую величину находят непосредственным измерением, такой метод называют *прямым*, а если на основании расчета — *косвенным*. На результат измерения может влиять погрешность средств измерения, используемых в нормальных условиях, ее называют *основной*, и погрешность средств измерения, используемых в условиях отличающихся от нормальных, — *дополнительной*.

К нормальным для измерения условиям относятся:

- температура окружающей среды 20° С;
- атмосферное давление 101324,72 Па (760 мм рт.ст.)
- относительная влажность воздуха 58%
- направление линии измерения линейных размеров до 160 мм у наружных поверхностей — вертикальное, а в остальных случаях — горизонтальное;
- действие внешних сил равно нулю.

Методом непосредственной оценки называют метод измерений, при котором величину параметра определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора.

Если измеряемую величину сравнивают с величиной воспроизводимой мерой, такой метод называют *сравнительным*.

Метод измерения выбирают исходя из соотношения диапазона средства измерения и значения измеряемой величины. Случайные и неучтенные систематические погрешности измерения называют допусковой погрешностью измерения. Случайная погрешность измерения обычно не превышает 0,6 *допускаемой погрешности измерения*.

Погрешность измерения образуется из погрешности метода измерения, погрешности средств измерения и погрешности отсчета. *Погрешность метода измерения* включает в себя температурные погрешности базирования, усилий измерения и др. При выборе средств измерения следует учитывать, что погрешность измерения определяется как сумма систематических и случайных составляющих. За величину основной погрешности средства измерения следует принимать предельные погрешности показаний прибора.

Угловые меры используют для измерения углов методом сравнения, для измерения длины применяют штриховые меры, их выпускают в виде брусков из металла, линеек, ленточных рулеток.

Для измерения и контроля размеров отклонения формы и расположения часто используют показывающие приборы с индуктивными (мод. 212 + 214; 276; 75500 и др.) и механотронными преобразователями (мод. БВ-3040).

Для измерения параметров шероховатости поверхности применяют приборы профилограф-профилометр мод.201.

Параметры шероховатости поверхности можно контролировать и с помощью сравнения с образцами.

Контроль и измерение углов в деталях машин осуществляют, используя гониометры (ГС-1, ГС-2, ..., ГС-30), оптические делительные головки ОДГ-5, ОДГ-60, ОДГ-30Э и т.д.

Для измерения малых углов применяют автоколлиматоры (АК-0,25 + АК-30).

Для косвенного измерения углов применяют синусные линейки.

Точность обработки зубчатых колес проверяют с помощью зубомеров БВ-5016К, нормалемеров МЗ, БВ-5081 и др.

### **Контрольные вопросы**

1. На какие группы подразделяют отклонения формы поверхностей?
2. Что такое шероховатость поверхности?
3. Что называют шагом неровностей профиля?
4. Что такое допуск?
5. Что называют допуском посадки?
6. Какую посадку называют натягом?



## ГЛАВА 3. СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

### Кинематика механизмов

В промышленности, мастерских сельского хозяйства, на предприятиях железнодорожного транспорта и коммунального хозяйства, везде, где применяют станки, машины, механизмы, аппараты и приборы различного назначения, передачу вращательного движения от одного вала к другому и преобразование вращательного движения в поступательное (или наоборот) осуществляют с помощью различных устройств, конструкции которых зависят от взаимного расположения валов и передаваемых ими мощностей.

Конструкцию, состоящую из двух катков, рабочие поверхности которых плотно соприкасаются друг с другом с помощью специальных пружин называют *фрикционной передачей*.

При параллельном расположении осей валов рабочие поверхности катков будут цилиндрическими (рис. 39, а); если оси валов пересекаются применяют конические катки (рис. 39, б). Вращение от одного катка (ведущего) другому (ведомому) передается силами трения.

Конструкцию, состоящую из двух шкивов, на которых с некоторым натяжением надет один или несколько гибких ремней с той или иной формой поперечного сечения называют *ременной* (рис. 39, в). При вращении ведущего шкива ремни передают вращение ведомому шкиву за счет силы трения и, следовательно, ременная передача работает как фрикционная. Ее применяют в тех случаях, когда расстояние между валами значительно и по конструктивным (или технологическим) соображениям осуществить фрикционную передачу не представляется возможным.

Конструкцию, состоящую из пары цилиндрических зубчатых колес с внешним (рис. 39, г) или внутренним (рис. 39, д) зацеплением при параллельном расположении валов называют *зубчатой цилиндрической передачей*.

Если геометрические оси валов пересекаются, например в коробках передач, в редукторах, задних мостах автомобиля и др., то используют *конические зубчатые колеса* (рис. 39, е).

Конструкцию, позволяющую осуществить передачу вращения при скрещивающихся осях называют *червячной передачей* (рис. 39, ж).

Передачу, состоящую из ведущей и ведомой звездочек, на зубья которых надета замкнутая цепь называют *цепной* (рис. 39, з). Звездочки представляют собой зубчатые колеса с профилем зубьев, очерченных дугами окружностей. Наиболее часто применяется втулочно-роликовая цепь, состоящая из пластин и цилиндрических втулок. Цепную передачу применяют при значительных расстояниях осей валов для передачи больших мощностей.

*Реечная передача* состоит из цилиндрического зубчатого колеса и зубчатой рейки (рис. 39, и) и предназначена для преобразования вращательного движения в поступательное (или наоборот).

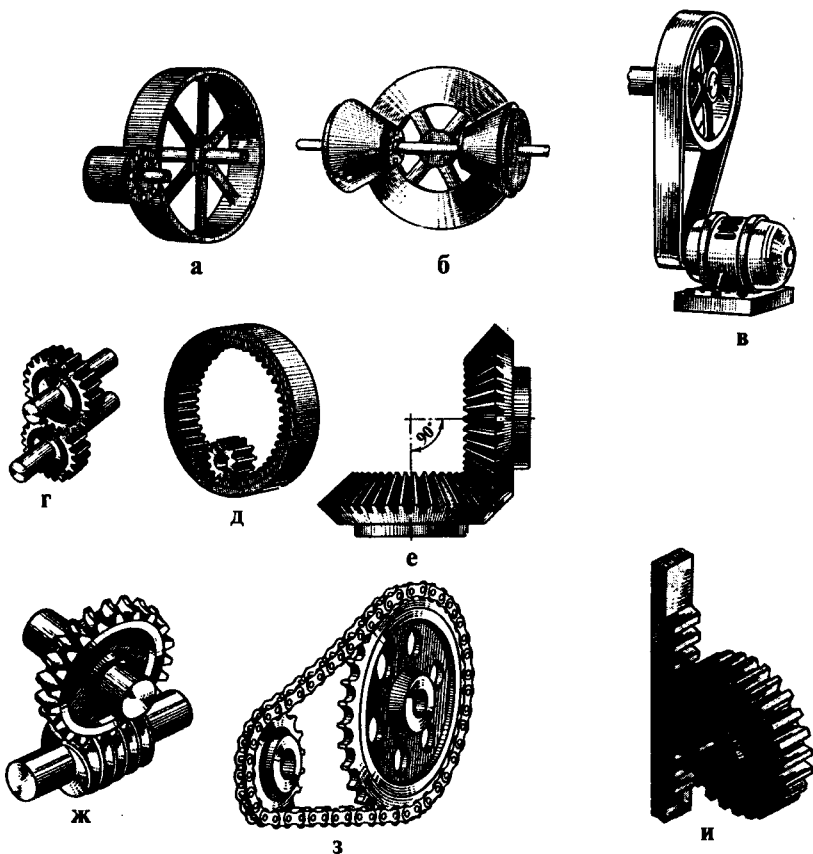


Рис. 39. Виды передач

### Общие сведения о схемах соединения составных частей изделия

Конструкторский документ, на котором составные части изделия и связи между ними показывают условными изображениями или обозначениями, называют *схемой*.

На схемах, как правило, показан принцип работы изделия (машины, станка, аппарата, прибора и т.п.). Они являются неотъемлемой частью документов, необходимых для проектирования, изготовления, монтажа, регулировки, эксплуатации и изучения изделий.

Для того, чтобы пользоваться схемами необходимо ознакомиться с ГОСТ 2.701-76 и знать условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД.

Схемы, в зависимости от входящих в них изделий, подразделяют на: электрические — Э, гидравлические — Г, кинематические — К, пневматические — П, комбинированные — С.

В зависимости от назначения, схемы подразделяют на структурные, функциональные, принципиальные, соединений, подключения, общие, расположения.

Схемы, определяющие основные части изделия, их назначение и взаимосвязи, называют структурными.

Схемы, показывающие только функциональное назначение изделия, поясняющие процессы, протекающие в изделии, называют функциональными.

Самые распространенные принципиальные схемы определяют состав элементов и связей между ними, дают полное представление о принципах работы изделия.

Способы соединения составных частей изделия (проводами, фланцами, разъемами и т.п.), изображенные схематично, называют схемами соединения, а изображающие внешние подключения изделия — схемами подключения.

Схемы, определяющие составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации, называют общими.

Схемы, показывающие относительное расположение составных частей изделия, называют схемами расположения.

Если в состав изделия входят элементы связи разных видов, например электрические и пневматические, электрические и гидравлические, такие схемы называют комбинированными.

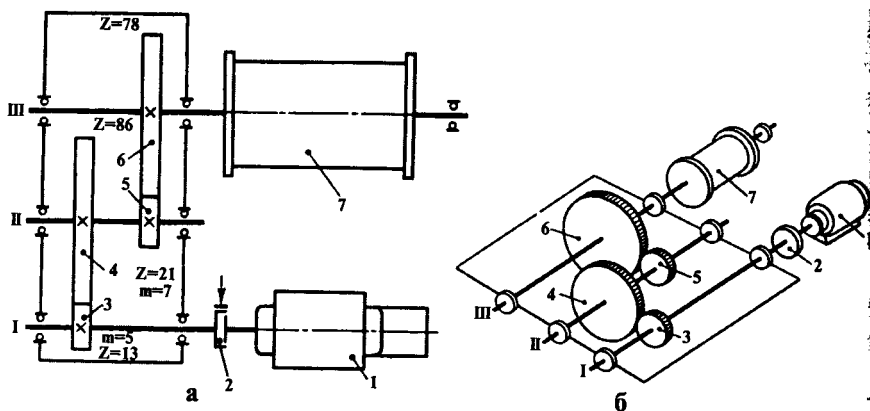
В схемах, поясняющих принцип действия изделия и взаимосвязь между его элементами, все условные обозначения элементов выполняют по ГОСТам. В случае применения нестандартных условных графических обозначений на схемах должны быть сделаны необходимые пояснения.

### **Кинематические схемы**

Системы, работа которых характеризуется совокупностью действий различных механизмов и устройств и связями между ними, наиболее удачно описываются и изучаются с помощью *кинематических схем*.

На таких схемах, в соответствии с ГОСТ 2.770—68, проставляют порядковые номера валов, начиная от источника движения, нумеруя их римскими цифрами, остальные элементы — арабскими.

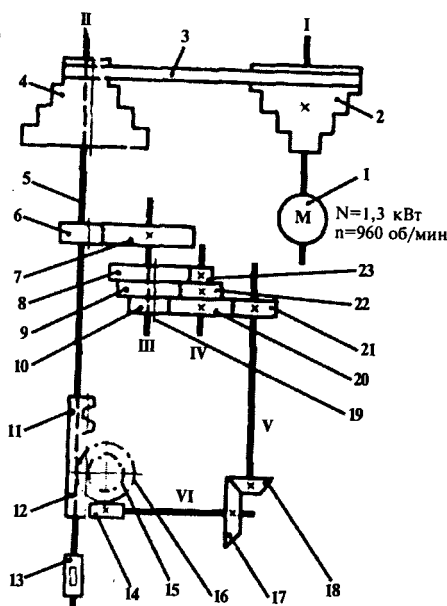
В качестве примера на рис. 40 представлена кинематическая схема грузовой лебедки башенного крана. Читать ее следует начиная от двигателя. Вращательное движение от электродвигателя 1 через фрикционную муфту сцепления 2 с колодочным тормозом ТКГ-300 (стрелка с чертой) передается на вал I с зубчатым колесом 3, которое находится в зацеплении с зубчатым колесом 4 второго вала II. Зубча-



**Рис. 40. Кинематическая схема грузовой лебедки башенного крана (а) и ее аксонометрическое изображение (б):**

1 — электродвигатель; 2 — муфта сцепления с тормозом; 3—6 — зубчатые колеса; 7 — барабан для навивки каната; I, II, III — валы зубчатых колес

тое колесо 5 вала II передает вращение через зубчатое колесо 6 третьему валу III, на котором насажен барабан 7 для навивки каната. На концах валов показаны подшипники качения. Около зубчатых колес указаны модуль зацепления  $m$  и число зубьев колеса  $z$ .



**Рис. 41. Кинематическая схема сверильного станка**

На схеме сверильного станка (рис. 41) вращательное движение ротора электродвигателя 1 через вал I, ступенчатый шкив 2, закрепленный на этом валу ремнем 3, передается ступенчатому шкиву 4, имеющему подвижное без вращения соединение со шпинделем II. Шпиндель II свободно вращается внутри втулки 12 и оканчивается внизу патроном 13 для крепления сверла. Втулка 12 не имеет самостоятельного вращения, но может передвигаться вверх и вниз вместе со шпинделем II. На втулке 12 укреплен зубчатый рейка II, которая находится в зацеплении с зубчатым колесом 15, поднимающим или опускающим шпиндель. Системой зубчатых передач от колеса 6, соединенного со шпинделем II направляющей шпонкой 5, через колесо пере-

дается движение валу III, с которым можно поочередно соединять (с помощью выдвигной шпонки 19) зубчатые колеса 8, 9 и 10. Эти колеса, вступая поочередно в зацепление с колесами 20, 22, 23, сообщают валу IV вращение с тремя различными скоростями.

От вала IV через зубчатые колеса 20 и 21 вращение передается валу V, а через коническую пару колес 17, 18 — валу VI. От вала VI червячной парой 14, 16 вращение передается зубчатому колесу 15, поднимающему или опускающему (через рейку II) шпиндель с патроном 13.


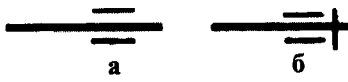
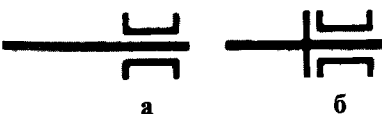
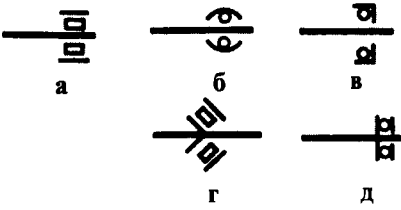
Передача, состоящая из ступенчатых шкивов 2, 4 и трансмиссионного ремня 3, служит для изменения числа оборотов шпинделя и вставляемого в патрон 13 сверла.


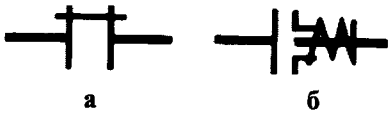
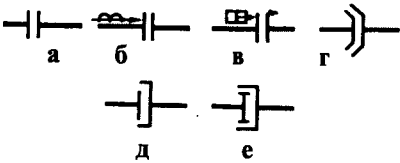
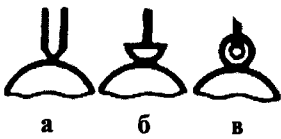
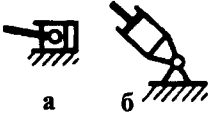

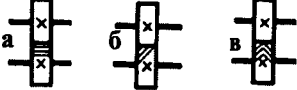
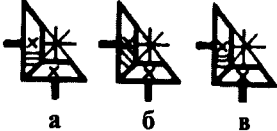
Входящие в кинематические схемы элементы на чертежах изображают условными графическими обозначениями, установленными ГОСТ 2.770-68.

Наиболее употребительные обозначения показаны в табл. 4.

Таблица 4

Условные графические обозначения элементов

Графическое обозначение элементов схем	Графическое обозначение элементов схем
1	2
 <p><b>Соединение стержня с неподвижной опорой:</b>  <i>a</i> — шарнирное (с движением в плоскости чертежа); <i>b</i> — шаровым шарниром; <i>в</i> — опора для стержня подвижная</p>	 <p><b>Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа):</b>  <i>a</i> — радиальный;  <i>б</i> — радиально-упорный</p>
 <p><b>Подшипники скольжения:</b>  <i>a</i> — радиальный;  <i>б</i> — радиально-упорный</p>	 <p><b>Подшипники качения:</b>  <i>a, б</i> — радиальные — общее обозначение; роликовый (<i>a</i>), самоустанавливающийся (<i>б</i>);  <i>в, г, д</i> — радиально-упорные — общее обозначение (<i>в</i>); роликовые (<i>г</i>); шариковые (<i>д</i>)</p>

1	2
 <p><b>Соединение детали с валом при помощи вытяжной шпонки</b></p>	 <p><b>Соединение двух валов:</b>  <i>a</i> – глухое;  <i>b</i> – предохранительной муфтой</p>
 <p><b>Муфты сцепления фрикционные:</b>  <i>a</i> – общее обозначение (без уточнения типа); <i>b</i> – односторонние электромагнитные (общее обозначение);  <i>v</i> – односторонние гидравлические и пневматические (общее обозначение);  <i>z</i> – конусные односторонние;  <i>d</i> – дисковые односторонние;  <i>e</i> – с колодками</p>	 <p><b>Толкатели для кулачковых механизмов:</b>  <i>a</i> – пальцевые; <i>b</i> – тарельчатые;  <i>v</i> – роликовые</p>
 <p><b>Цилиндр с поршнем:</b>  <i>a</i> – неподвижный с шатуном;  <i>b</i> – качающийся</p>	 <p><b>Соединение коленчатого вала с шатуном</b></p>
 <p><b>Передачи зубчатые (цилиндрические) общее обозначение без уточнения типа зубьев:</b>  <i>a</i> – с прямыми зубьями; <i>b</i> – с косыми зубьями; <i>v</i> – с шевронными зубьями</p>	 <p><b>Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические) общее обозначение без уточнения типа зубьев:</b>  <i>a</i> – с прямыми зубьями;  <i>b</i> – со спиральными зубьями;  <i>v</i> – с круговыми зубьями</p>

## Гидравлические и пневматические схемы

В современной промышленности находят широкое применение гидравлические и пневматические устройства, особенно в системах управления, имеющих большие мощности, массы и скорости. Процесс наладки и выявления дефектов в таких устройствах осуществляется значительно проще, чем, например, в электрических системах, так как гидро- и пневмосистемы регулируют по показаниям только одного прибора — манометра.

Наиболее часто используют принципиальные гидравлические и пневматические схемы, выполненные по ГОСТ 2.704-68, и монтажные схемы соединений.

В принципиальных схемах, показывающих принцип работы установки, полный состав элементов и связей между ними, элементы изображают в виде условных графических обозначений, приведенных в таблице 5.

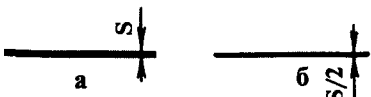



Элементы в схеме нумеруют, начиная с единицы, и далее идут в направлении потока жидкости или воздуха.




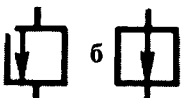

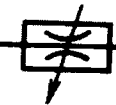


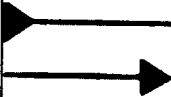


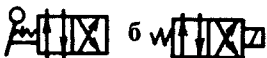
Нужно помнить, что введенные ГОСТами ЕСКД условные обозначения для элементов гидравлических и пневматических схем не исключают в случае необходимости (например, для простоты, выразительности или удобства чтения схемы) применения на схемах конструктивно-схематических изображений отдельных устройств и аппаратов.

Чтение гидравлической схемы начинают с элемента, обозначенного цифрой 1, и идут далее по направлению потока рабочей среды в последовательности номеров, присвоенных элементам (но не трубопроводам).

Таблица 3.2

**Условные графические обозначения элементов гидравлических и пневматических схем**

Графическое обозначение элементов схем	Графическое обозначение элементов схем
1	2
 <p style="text-align: center;"><b>Трубопровод:</b> а — всасывания, напора, слива; б — управления</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Бак (резервуар)</b></p>
 <p style="text-align: center;"><b>Насос с постоянным направлением потока</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Насос шестеренчатый</b></p> 

1	2
 <p>Насос винтовой</p>	<p>Насос ротационный лопастной</p> 
 <p>Фильтр для жидкости или воздуха</p>	<p>Гидромотор (общее обозначение)</p> 
<p>а б</p>  <p>Цилиндр двустороннего действия: а – с односторонним штоком; б – с двусторонним штоком</p>	 <p>Цилиндр двустороннего действия: а – с односторонним штоком; б – с двусторонним штоком</p>
 <p>Дроссель</p>	 <p>Клапан обратный</p>
 <p>Соединение линий связи</p>	 <p>Перекрещивание линий связи</p>
 <p>Подвод под давлением: жидкости, воздуха (газа)</p>	<p>Слив жидкости из системы</p> 
 <p>Распределитель 4/3 с управлением от двух электромагнитов</p>	<p>а б</p>  <p>Распределитель 4/2 с управлением: а – от рукоятки с фиксатором; б – от электромагнита с пружинным возвратом</p>

**Контрольные вопросы**

1. Какие передачи называют фрикционными?
2. В каких случаях применяют реечную передачу?
3. Какие схемы называют кинематическими?
4. В каких случаях используют гидравлические и пневматические схемы?



## ГЛАВА 4. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

### Нормативные документы электромонтажника

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 разрабатывается в соответствии с требованиями СНиП 11-01-95 и СП 11-101-95.

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 (ПУЭ).

Нормативные документы СН 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; цифра 3 — часть 3 СНиП «Организация, производство и приемка работ»; цифра 05 — группа 5 части 3 СНиП; цифра 06 — порядковый номер данного документа в группе 5 части 3 СНиП; цифры 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 им требований, изложенных в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и ГОСТ 12.3.032-84 «Работы электромонтажные. Общие требования безопасности». В данном случае 12 — шифр системы стандартов безопасности труда (ССБТ); 3 — шифр подсистемы; 032 — порядковый номер в подсистеме; 84 — год утверждения стандарта.

## Рабочая документация электромонтажника

Работы по строительству зданий и сооружений, монтажу технологического, санитарно-технического, электротехнического оборудования, автоматике и слаботочным устройствам выполняют в соответствии со специально разрабатываемой на каждый объект проектно-сметной документацией. При строительстве промышленных объектов рабочие чертежи должны содержать комплекты архитектурно-строительной, санитарно-технической, электротехнической и технологической документации.

При электромонтажных работах используют рабочие чертежи электротехнической части проекта, включающие техническую документацию на внешние и внутренние электрические сети, подстанции и другие устройства электроснабжения, силового и осветительного электрооборудования. Как правило, при разработке рабочих чертежей электротехнической части проекта предусматривается электромонтаж, основанный на комплектно-блочном методе с установкой электрооборудования укрупненными узлами. При этом методе не нужно при установке выполнять операции правки, сверления, регулировки, резки и др. Поэтому, принимая рабочую документацию, нужно обращать внимание на учет в ней требований индустриализации монтажных работ, а также механизации работ по прокладке кабелей, таке-лажу узлов и блоков электрооборудования и их установке.

При разработке проектной документации учитывают требования технологии электромонтажного производства организации, которая будет вести монтаж. В монтажной зоне (непосредственно на месте установки оборудования и прокладки электросетей в цехах, зданиях) монтажные работы заключаются в установке крупных блоков электротехнических устройств, сборке узлов и прокладке сетей. Поэтому рабочие чертежи комплектуют по их назначению: для заготовительных работ, т.е. для заказа блоков и узлов на предприятиях-изготовителях или в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ), и для монтажа электротехнических устройств в монтажной зоне.

Дыропробивные работы в процессе монтажа должны быть сведены проектом к минимуму. Проемы, ниши, отверстия для электро-монтажа необходимо учитывать в чертежах архитектурно-строительной части проекта. Каналы или трубы для прокладки проводов, ниши, гнезда с закладными деталями для установки распределительных шкафов, штепсельных розеток, выключателей, кнопок следует предусматривать в рабочих чертежах строительных конструкций (железобетонных, гипсобетонных, керамзитобетонных панелях перекрытия, стеновых панелях).

Для монтажа силового электрооборудования разрабатывают поэтажные планы здания и цехов с указанием и координацией на них трасс прокладки питающих и распределительных силовых сетей и размещения шинопроводов, силовых питающих пунктов и шкафов,

электроприемников и пускорегулирующих аппаратов, для монтажа электрического освещения с указанием и координацией на них питающих и групповых сетей, светильников и щитков.

При необходимости разрабатывают чертежи разрезов, узлов силовых и осветительных сетей и оборудования. Для производственных помещений со сложными коммуникациями при открытой или скрытой прокладке больших потоков труб электропроводок разрабатывают план разводки труб с маркировкой, привязкой и отметкой их выходов, а также мест заложения по трассе.

Чертежи машинных залов и распределительных устройств, подстанций содержат план и разрезы объекта с указанием размещения узлов и блоков электрооборудования, прокладки сетей заземления, принципиальные и монтажные схемы главных и вторичных цепей, кабельные журналы.

Электромонтажное подразделение получает от заказчика проектную документацию и заказывает изготовление блоков и узлов электроустановок на предприятиях-изготовителях и на базах монтажных организаций.

На рабочих чертежах, передаваемых монтажной организации, ставят штамп или надпись: «Разрешен к производству» за подписью ответственного представителя заказчика. Заказчик передает монтажной организации также схемы и инструкции по монтажу, поступающие от предприятий-изготовителей оборудования.

Электромонтажные работы выполняют в соответствии с проектом производства работ (ППР), включающем в себя: проверку технологичности устанавливаемых в проектное положение электромонтажных и электротехнических конструкций; отбор существующих приспособлений и устройств для безопасного выполнения работ.

Технологичность конструкций монтируемых элементов рассматривают с точки зрения удобств, безопасности их монтажа и возможностей применения необходимых средств механизации.

Далее выбирают грузоподъемные краны и другие машины для работы монтажников, определяют места их размещения и схемы движения на строительной площадке. В зоне работы машин определяют места установки знаков безопасности и предупредительных надписей.

### **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 габаритам 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 или закрепленных на конструкциях здания, и скоб, фиксирующих главные оси фундамента.

В помещениях распределительных устройств (РУ), сдаваемых под монтаж, проверяют размеры постоянных или временных монтажных проемов, возможность монтажа блоков для прокладки токоподводов.

При контроле закладных деталей, заделанных в строительные основания РУ, проверяют, сравнивая их с проектными, следующие

расстояния: между закладными деталями и стенами помещения, закладными деталями одного щита, закладными деталями разных щитов при многорядном размещении, закладными деталями в проходах одного ряда. При нижнем токоподводе проверяют соответствие проектным данным привязки труб в плоскости основания каждого шкафа или панели, ширину и длину проемов вдоль щитов, возможность закрепления труб для прохода кабелей в проемах и размеры приемников для подключения кабелей, прокладываемых в кабельном канале.

Требования к другим конструктивным элементам помещений РУ аналогичны рассмотренным выше.

Перед началом монтажа проверяют правильность хранения панелей и шкафов, демонтированных реле, приборов и шин, комплектность и соответствие маркировки проекту. На поверхности панелей и шкафов не должно быть трещин, вмятин и повреждений лакокрасочного покрытия. Двери шкафов должны открываться свободно, без больших усилий, на угол не менее  $120^\circ$ .

Закрытые распределительные устройства (ЗРУ) и подстанции принимают под монтаж, если выполнены следующие строительные работы: здание построено с устройством кабельных каналов; заделаны швы, стыки, борозды, углубления в строительных основаниях и конструкциях; произведены побелка и окраска стен и потолков; нанесены отметки чистого пола и чистых стен в необходимых местах каждого этажа; кабельные каналы перекрыты съемными плитами или листами рифленой стали; установлены закладные конструкции и детали для крепления комплектных устройств и аппаратов; сделаны чистые полы (в ЗРУ со шкафами КРУ), площадки перед помещением ЗРУ спланированы для беспрепятственного транспортирования и такелажа оборудования.

Качество строительной части ЗРУ и подстанций оценивают руководствуясь утвержденным проектом и исполнительной документацией, актами промежуточных приемок отдельных конструктивных элементов и видов работ. При этом обязательно учитывают акты на скрытые работы, данные журналов работ, паспортов и сертификатов на установленные строительные конструкции, результаты обмера и внешнего осмотра.

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

В процессе приемки ЗРУ и подстанций под монтаж электрооборудования контролируют наличие постоянных или временных монтажных проемов, размеры которых зависят от габаритов электрооборудования, оценивают качество штукатурных и отделочных работ, полов и водонепроницаемости кровли. При осмотре полов учитывают, что некоторые материалы выделяют цементную пыль, присутствие которой в действующих электроустановках недопустимо (бетонные шлифованные полы с мраморной или гранитной крошкой не образуют цементной пыли). Водонепроницаемость кровли проверяют во время осмотра помещений после дождя.

Открытые распределительные устройства (ОРУ) принимают под монтаж электрооборудования после установки, выверки и окончательного закрепления всех металлических и железобетонных конструкций; сооружения фундаментов под оборудование, кабельных каналов и лотков с перекрытиями, железнодорожных путей, автодорог и подъездов, а также постоянного или временного ограждения территории; планировки территории с проектными уклонами для пропуска ливневых вод.

При приемке ОРУ под монтаж руководствуются рабочими чертежами и исполнительной документацией, актами промежуточных приемок отдельных конструктивных элементов и видов работ, данными журналов работ, паспортов и сертификатов на установленные строительные конструкции, результатами обмера и внешнего осмотра.

Перед осмотром строительных конструкций ОРУ изучают указанные выше документы. После этого оценивают состояние поверхности железобетонных опорных конструкций, проверяют соответствие фактически маркировок, нанесенных на элементах, данным паспортов.

Требования, предъявляемые к состоянию поверхности, зависят от способа армирования железобетона при изготовлении конструкций.

Железобетонные изделия, изготовленные из ненапряженного бетона, проверяют на отсутствие обнаженной арматуры, раковин и выбоин размером более 10 мм по длине, ширине и глубине, усадочных трещин шириной 0,005 мм и длиной более 1/4 окружности (периметра) при одной трещине на 1 м элемента.

Поверхность центрифугированных железобетонных опор из ненапряженной арматуры проверяют на отсутствие трещин: трещины размером до 0,2 мм допускаются, если их количество на 1 м опоры не превышает шести; количество трещин размером менее 0,2 мм (волосяные) не нормируется.

Фундаменты трансформаторов под монтаж принимают одновременно с готовностью трассы для перевозки трансформатора. Трассу считают готовой при следующих условиях: ширина проезжей части от места разгрузки на станции железной дороги должна составлять не менее 4,5 м, ее продольных уклоны — не более  $6^\circ$  (на участках до 0,5 км —  $7^\circ$ ), поперечные уклоны на прямых участках — не более  $2,5^\circ$ , на виражах —  $3,5^\circ$ ; радиусы кривых участков проезжей части для автомобилей и прицепов-тяжеловозов — не менее 30 для саней — 10 м; искусственные сооружения (мосты, дамбы, трубы) должны иметь достаточную грузоподъемность для безопасного провоза трансформатора до фундамента.

Затем проверяют пути, используемые для передвижения трансформатора на собственных катках. Показателями их оценки являются горизонтальность, надежность креплений рельсов к шпалам и фундаментам, наличие полного комплекта подкладок, соединителей и болтов.

В процессе приемки на территории ОРУ также проверяют: размеры выхода маслоприемника за габариты трансформатора; объем мас-

доприемника и возможность отвода масла из него в маслосборник; отсутствие засорения маслопровода; наличие металлических решеток, перекрывающих заглубленный маслоприемник без отвода масла, и насыпанного поверх них толщиной не менее 0,25 м слоя чистого гравия или промытого гранитного щебня либо непористого щебня другой породы с частицами 30—70 мм. Бортовые ограждения незаглубленного маслоприемника должны быть высотой не менее 0,25 м и не более 0,5 м над уровнем окружающей планировки.

При приемке под монтаж камер масляных трансформаторов убеждаются в окончании всех строительных работ. Должны быть завершены: побелка помещения, устройство вентиляционных отверстий и закрытие их жалюзийными решетками с сетками, сделаны полы с уклоном в сторону маслоприемника, навешены ворота. При осмотре дверей (ворот) проверяют следующие условия: при размещении в камере трансформаторов с маслом более 600 кг ворота, открываемые в производственные или другие помещения, не относящиеся к данной подстанции или находящиеся между отсеками взрывных коридоров и РУ, должны быть выполнены из несгораемых материалов, в остальных случаях могут быть деревянными.

Кроме того, в этих камерах проверяют: наличие направляющих и их соответствие конструкции катков трансформатора, надежность крепления направляющих к основанию, наличие устройства (крюк, анкер) для затягивания трансформатора в камеру, размещение проемов и устройств для токоподвода.

В закрытых отдельно стоящих, пристроенных и встроенных в производственные помещения подстанциях и камерах с трансформаторами, имеющими более 600 кг масла, при приемке под монтаж проверяют наличие пандуса или порога из несгораемого материала в дверном проеме камеры или в проеме вентиляционного канала. Пандус или порог должен быть рассчитан на удержание 20% объема масла трансформатора.

### **Индустриализация 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 совершенных 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 устройством 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.

Универсальные сборные электромонтажные конструкции, (УСЭК) применяют в мастерских или непосредственно на объектах (рис. 42). Без сварки и сверления из них собирают кронштейны, подвесы, закрепы и т.п. для установки или прокладки различных по назначению электротехнических устройств и коммуникаций: шинопроводов, лотков, коробов, осветительной арматуры и др. Металлоконструкции собирают на обычных металлических крепежных изделиях или клиновых соединениях. Номенклатура изделий УСЭК включает

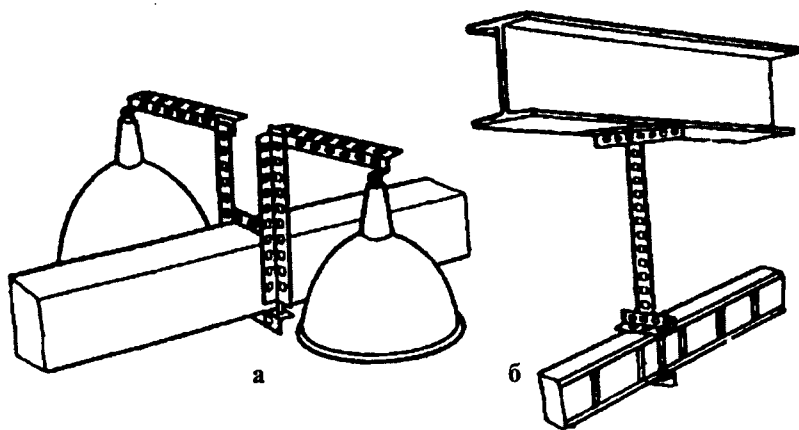


Рис. 42. Применение УСЭК для подвески светильников (а) и шинопроводов (б)



35 типоразмеров деталей: скобы, уголки, основания, патрубки, профили, полосы, шарниры, прижимы и др.

Электромонтажные конструкции изготавливают из элементов УСЭК по типовым альбомам. При этом сокращается до минимума механическая обработка, исключаются сварка и нанесение покрытий, 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 крепления светильников и подвески шинопроводов показано на рис. 42.

Для крепления кабелей, труб и пучков проводов на перфорированных профилях и полосах, а также для стягивания в пакет нескольких изолированных проводов применяют различные пряжки, полосы и ленты (рис. 43)

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 — 1000 м ленты и 1500 кнопок (ГОСТ 17563—80).

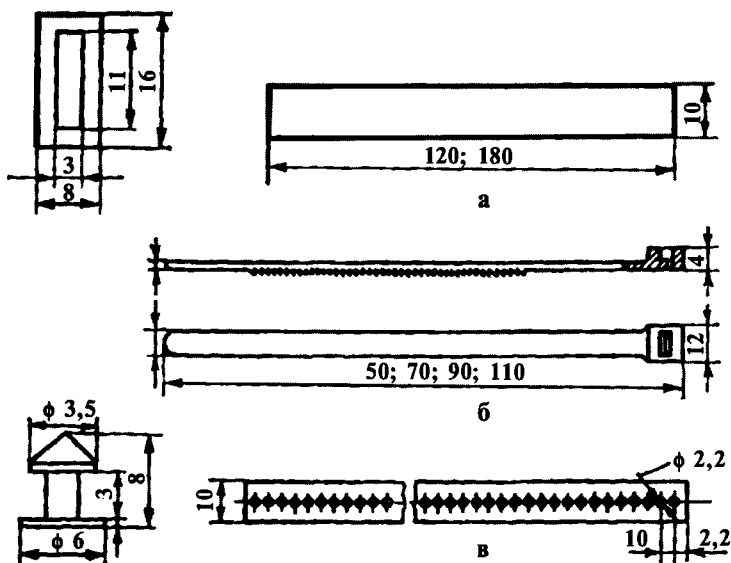


Рис. 43. Изделия для крепления проводов, кабелей и труб:

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

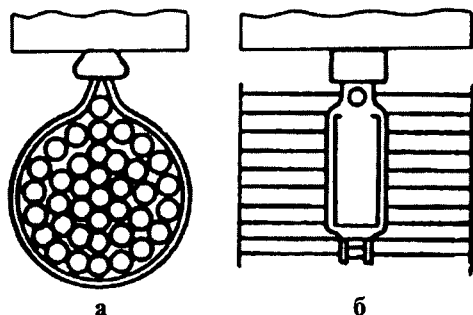


Рис. 44. Стяжные ленты для бандажирования (а) и маркировки жгута (б)

Кроме того, изготавливают стяжные зубчатые ленты из термопластичных материалов (ГОСТ 22612.1-77 и ГОСТ 22612.2-77) 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 показаны на рис. 44.

Задача индустриализации монтажных работ заключается в том, чтобы за счет получения с заводов и предварительной заготовки крупноблочных комплектных устройств и монтажных узлов максимально свести монтаж к их сборке. В этом большую роль играют группы подготовки производства в системе монтажных организаций.

Если такие типовые крупноблочные устройства, как КРУ, КТП, щиты и пр., могут быть предусмотрены в проекте, то укрупнение узлов силовых и осветительных сетей применительно к специфике данного производства осуществляется путем разработки чертежей группами подготовки производства и выполняется в монтажных организациях.

В последнее время крупные проектные институты проводят работу по разработке типовых монтажных узлов различных видов электропроводок с применением заводских монтажных изделий. Выпущено большое количество таких альбомов, которые не только сокращают объем проектных работ, но и значительно облегчают работу групп подготовки производства и предварительную сборку укрупненных монтажных узлов в мастерских монтажных организаций.

Одним из основных принципов внедрения индустриальных методов работ является организация монтажа в две стадии.

Первая стадия предусматривает производство всех подготовительных и заготовительных работ. На этой стадии внутри сооружений и зданий выполняют монтаж опорных конструкций для установки электрооборудования, прокладки кабелей, проводов, шинопроводов, монтаж стальных и пластмассовых труб для электропроводок, прокладку проводов скрытой проводки до штукатурных и отделочных работ, а вне зданий и сооружений — монтаж кабельных сетей и сетей заземления. Перечисленные работы выпол-

няют в сооружениях и зданиях по совмещенному графику — совместно с проведением основных строительных работ. На этой же стадии в мастерских заготавливают узлы и пакеты силовых и осветительных электропроводок; собирают блоки электрооборудования, производят предварительную регулировку электрооборудования, проверяют и испытывают аппаратуру и машины на стендах и т.п.

На второй стадии монтируют электрооборудование (укрупненные узлы и блоки), прокладывают кабели и провода (узлы и пакеты), шинопроводы и подключают кабели и провода к выводам электрооборудования. В электротехнических помещениях (ЗРУ, машинных залах, помещениях распределительных щитов, постов и станций управления, камерах трансформаторов, кабельных полуэтажах, туннелях и каналах) работы второй стадии выполняют после завершения комплекса общестроительных, отделочных работ и монтажа санитарно-технических устройств.

В других (производственных неэлектротехнических) помещениях и зонах, в том числе пролетах цехов, ЭМР второй стадии выполняют после установки технологического оборудования, монтажа технологических, санитарно-технических трубопроводов и вентиляционных коробов. Электромонтажные работы второй стадии, выполняемые одновременно с работами смежных специализированных организаций, осуществляют в последовательности установленной сводным сетевым графиком, в котором отражены вопросы техники безопасности при совместном выполнении работ разными организациями. Эти меры предусматривают защитные устройства при необходимости одновременного производства работ на разных отметках в одном помещении.

### **Материалы, изделия, инструмент, приспособления и механизмы, используемые при электромонтажных и ремонтных работах**

**Сведения о материалах.** В процессе монтажа и ремонта электроустановок применяют материалы и изделия, которые условно разделяют на следующие группы: конструкционные материалы и трубы, провода, шнуры и электрические кабели; электроизоляционные материалы и изделия; монтажные и электроустановочные изделия.

**Конструкционные материалы** применяют при изготовлении корпусов шкафов, щитов, пультов и щитков. Из листовой стали (листогнутые конструкции) на листогибочных установках или прессах изгибают различные профили в виде уголков, корыт, Z-образных и других форм.

Холодногнутую профильную (угловую, корытную) и листовую сталь применяют для различных типовых поддерживающих конструкций — рам, кронштейнов, скоб при изготовлении их в условиях

завода и МЭЗ. Конструкции, выполненные из листовой и холодногнутой профильной стали, как правило, значительно легче, менее трудоемки в изготовлении и больше отвечают требованиям современной эстетики по сравнению со сварными каркасными конструкциями, выполненными из фасонной стали горячего проката.

Угловую, швеллерную, тавровую фасонную сталь горячего проката в настоящее время применяют в основном для изготовления рам и других поддерживающих конструкций индивидуального назначения. Полосовую и круглую сталь используют для выполнения сетей заземления и изготовления простых конструкций небольшого размера.

Сетчатые ограждения токоведущих частей выполняют из стальной плетеной одинарной сетки с квадратными ячейками размером 10 и 20 мм, из проволоки толщиной 1–2 мм. Металлические и пластмассовые трубы, гибкие металлические рукава применяют в основном для электропроводок.

**Провода, шнуры и электрические кабели** представляют собой изделия, содержащие одну или более изолированных жил, поверх которых, в зависимости от конструкции, имеются обмотки, оплетки и другие защитные оболочки. *Установочным* называют провод для электрических сетей низкого напряжения.

*Электрическим шнуром* называют провод с изолированными жилами повышенной гибкости, служащий для соединения с подвижными устройствами.

Марки провода (кабеля) — это буквенное обозначение, характеризующее материал токопроводящих жил, изоляцию, степень гибкости и конструкцию защитных покровов.

Для электромонтажных работ широко используют изолированные провода марок АПВ, ПВ1, ПВ2, ПВ3, ПВ4, АППВ, ППВ, ВПП, ПВКВ, РКГШ, РПШ, для внутриприборного и межприборного монтажа — МГШВ, НВ, НВМ.

Для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках применяют кабели силовые с пластмассовой изоляцией марок АПсшБбШв, АВБбШв, сечением жил 10–185 мм<sup>2</sup>, ВРБГ, ВРГ, АВРГ АВВГ, АПсшБГнг, АПпВГ, АПпВТнг сечением жил 16–185 мм<sup>2</sup>. Кабели изготавливают в 3 и 4 жильном исполнении, с жилами одинакового или одной жилой меньшего сечения.

Для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках напряжением 1 кВ; 6 кВ, 10 кВ часто применяют кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией ААШвУ сечением жил 50–185 мм<sup>2</sup>, ААБЛУ — 50–240 мм<sup>2</sup> и ААШвУнг — 50–240 мм<sup>2</sup>.

Для присоединения различных подвижных механизмов широко применяют кабели с резиновой изоляцией гибкие марок КГ, КГл сечением 0,75–70 мм<sup>2</sup>. Изготавливают эти кабели с одной, двумя, тремя и четырьмя жилами. Для соединения электросварочных аппаратов с электродержателем используют кабели марок КОГ, КГ сечением жил 10–120 мм<sup>2</sup>.

Для присоединения к электрическим приборам, аппаратам в электрических распределительных устройствах часто используют контрольные кабели с пластмассовой изоляцией марок АКВВГ, АКПсВГ сечением жил 2,5–6 мм<sup>2</sup> и количеством жил от 4 до 37.

Для питания электродвигателей погружных нефтенасосов и нефтебуров применяют специальные кабели марок КПБК, КПБП сечением жил 6–50 мм<sup>2</sup>.

Для воздушных линий электропередач и электрифицированного транспорта находят применение неизолированные провода марок А, АС, АСКС, АСУ сечением жил 16–450 мм<sup>2</sup>.

Электротехнические предприятия производят провода неизолированные марки М сечением жил 4–400 мм<sup>2</sup> и марки МФ – 65–150 мм<sup>2</sup>.

**Электроизоляционные материалы** подразделяют на твердые (наиболее распространенные), жидкие и газообразные. К твердым относятся волокнистые материалы, слюда и изделия из слюды и пластмассы, асбест, мрамор, фарфор; к жидким – трансформаторное масло; к газообразным – азот и др. (табл. 6)

Таблица 6

**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)
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)

Надежная работа электрических установок зависит в первую очередь от состояния электрической изоляции токопроводящих частей. Изоляция препятствует образованию токов утечки и электрических разрядов между отдельными частями установки. Кроме того, к изоляции предъявляют ряд требований, определяемых условиями работы (теплоустойчивость, механическая прочность, гибкость и др.).

**Лаки, краски и эмали.** При производстве электромонтажных работ применяют разнообразные лаки, краски и эмали как электроизоляционные, так и общего назначения.

Электроизоляционные лаки делят на покровные, пропиточные и клеящие. Покровные лаки, содержащие пигменты, называются эма-

лями. Пигменты придают лаковой пленке большую механическую прочность, твердость, плотность, улучшают ее адгезионную способность и теплопроводность и позволяют получить желаемый цвет.

Лаки общего назначения используют для защиты изделий от коррозии, а также для придания им хорошего внешнего вида. По химическому составу лаки можно разделить на три основные группы: на основе растительных масел, синтетических полимеров, природных смол.

Эмали по своим свойствам разделяются на электроизоляционные и окрасочные.

В процессе работы, а также при длительном или неправильном хранении лаки и краски загустевают из-за испарения растворителей, поэтому перед применением их необходимо разбавлять соответствующими растворителями или разбавителями.

Лаки, эмали и растворители выделяют вредные пары, поэтому их следует хранить в герметически закрытой таре и отдельных, хорошо вентилируемых помещениях. Лаки и нитроэмали пожароопасны; при работе с ними запрещается курить, а в помещениях, где их применяют, не разрешается пользоваться паяльными лампами, производить электро- и газосварку.

К числу лаков, наиболее широко применяемых при производстве электромонтажных работ, относятся битумно-покровный лак БТ577 (бывший № 177), масляно-битумные БТ987 и БТ98.0, глифталево-масляный ГФ-95 (табл. 7). Большое применение в электромонтажном производстве находят электроизоляционные и полупроводящие ленты ЛХМ и ЛСК, особенно ленты на основе кремнийорганических каучуков марок ЛЭТСАР-А и ЛЭТСАР-Б (электроизоляционная, термостойкая, самосклеивающаяся) (см. табл. 8). Эти ленты имеют высокие электрические и физико-механические свойства — повышенную теплоустойчивость (до 150° С) и устойчивость к воздействию агрессивных сред.

Таблица 7

#### Электроизоляционные лаки

Наименование, марка	Растворитель и разбавитель	Общая характеристика и область применения
1	2	3
Лак электроизоляционный пропиточный БТ-987	Толуол, ксилол, сольвент или смесь одного из них с уайт-спиритом (1:1)	Влаго- и теплостойкий, противостоит слабым кислотам и щелочам, немаслостойкий. Применяется для пропитки секций машин, катушек аппаратов и покраски бетонных реакторов
То же, БТ-988	То же	То же
То же, БТ-980	То же	То же, но для покрытия и пропитки обмоток электрических машин и катушек аппаратов, работающих в воздухе с повышенной влажностью

1	2	3
Лак электроизоляционный покровный БТ-99	Ксилол, сольвент или смесь одного из них с уайт-спиритом (1:1)	Прочный, эластичный, не маслостойкий, влагоупорный. Применяется при изготовлении составной изоляции, склейке якорей, для покрытия пропитанных обмоток статоров
Лак электроизоляционный пропиточный ГФ-95	Толуол, ксилол, сольвент или смесь одного из них с уайт-спиритом (1:1)	Масло- и влагостойкий, механически прочный. Применяется для пропитки обмоток машин, аппаратов, трансформаторов, лакотканей и бумаги с изоляцией класса нагревостойкости В
Лак электроизоляционный пропиточный ФЛ-98	Ксилол, толуол или сольвент	Масло-, термо- и влагостойкий. Для пропитки обмоток электродвигателей с изоляцией класса нагревостойкости В
Лак электроизоляционный МЛ-92	Толуол, ксилол или смесь одного из них уайт-спиритом (3:1)	Масло- и нагревостойкий. Применяется для пропитки обмоток электрических машин, аппаратов, трансформаторов и изоляционных деталей класса нагревостойкости В
Лаки бакелитовые ЛБС-1 и ЛБС-2	Спирт этиловый, денатурат или сырец	Масло- и теплостойкие. Применяются для склейки, пропитки и покрытия бакелитовых изделий

Таблица 8

**Электроизоляционные лакоткани**

Вид и марка лакоткани	Номинальная толщина, мм	Характерные свойства и условия применения
1	2	3
Масляная хлопчатобумажная ЛХМ-105	0,15; 0,17; 0,2; 0,24; 0,3	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
Масляная хлопчатобумажная ЛХМС-105	0,17; 0,2	С повышенными электрическими свойствами. Применение то же. Допускается работа в трансформаторном масле
Масляная хлопчатобумажная ЛХММ-105	0,17; 0,2; 0,24	Маслостойкая. Для работы в горячем трансформаторном масле
Битумно-масляная хлопчатобумажная ЛХБ-105	0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
Масляная шелковая ЛШМ-105	0,8; 0,1; 0,12	С малой усадкой и стойкостью к кратковременному повышению температуры. Применение то же

1	2	3
Масляная шелковая ЛШМС-105	0,06; 0,1; 0,12; 0,15	То же, с повышенными электрическими свойствами. Допускается работа в трансформаторном масле
Масляная капроновая ЛКМ-105	0,1; 0,12; 0,15	С повышенной эластичностью, для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
То же ЛКМС-105	0,1; 0,12; 0,15	То же, с повышенными электрическими свойствами. Допускается работа в трансформаторном масле
Масляная ЛСМ-105/ 120	0,15; 0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
Масляная ЛСММ-105/ 120	0,17; 0,2; 0,24	Маслостойкая. Для работы в горячем (до 105°C) трансформаторном масле
Битумно-масляная алкидная ЛСБ-120/130	0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при повышенной влажности (относительная влажность 95±2% при 20±2°C)
Полиэфирно-эпоксидная ЛСП-130/155	0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17	То же
Кремнийорганическая резиновая ЛСКР-180	0,12; 0,15; 0,2	То же
Кремнийорганическая пигментированная ЛСК-1, ЛСК-2	0,12; 0,15; 0,2	Для работы на воздухе при температуре до 180°C и повышенной влажности (включая тропическую)
ЛСК-5	0,12; 0,15; 0,2	Полупроводящая, для работы на воздухе при температуре до 180°C
Эскапоновая с липким слоем ЛСЭП, ЛСЭПМ	0,14; 0,17; 0,19	Применяются для изоляции электрических машин и аппаратов взамен микаленты, липкий слой нанесен с двух сторон
Кремнийорганическая липкая ЛСКЛ-155	0,12; 0,15	Хорошо склеивается при нагревании, класс нагревостойкости <i>F</i>
Полиэфирноэпоксидная самосклеивающаяся, терморезистивная ЛСТР	0,16; 0,18; 0,2	Применяются для основной изоляции электрических машин низкого напряжения, класс нагревостойкости <i>F</i>
Кремнийорганическая самослипающаяся резиностеклоткань ЛЭТ-АР-А, ЛЭТСАР-Б	0,25	Самосклеивается при нормальной температуре 20–25°C, а также при нагревании в течение 3 ч при 150°C, класс нагревостойкости <i>H</i>



## Сведения об электромонтажных изделиях

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.

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, в особенности в зимних условиях, и позволяет загружать конструкции и оборудование немедленно после их закрепления.

Промышленностью выпускаются различного вида и назначения дюбели, дюбель-гвозди и дюбель-винты.

К бетонным и кирпичным стенам и перекрытиям электроустановочные изделия, скобы и конструкции крепят капроновыми и металлическими дюбелями, которые вставляют в высверленное или

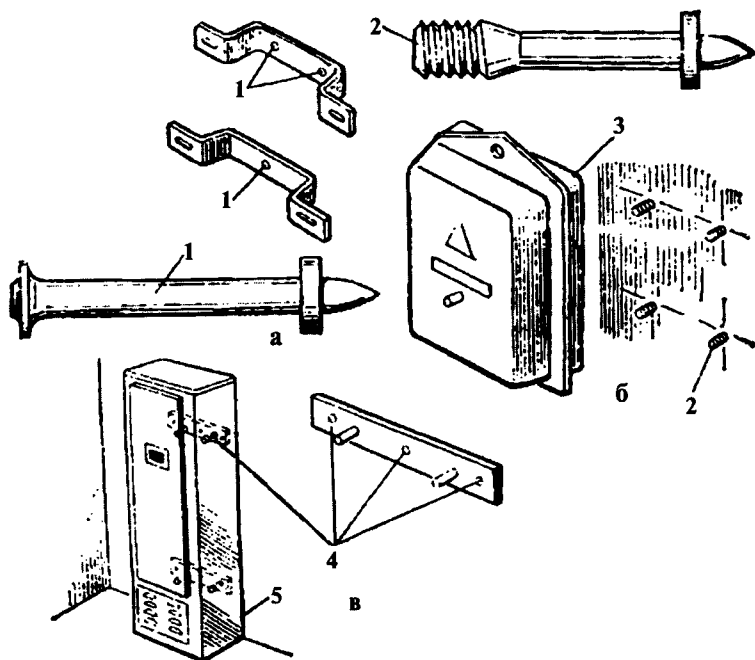


Рис. 45. Крепление дюбелями:

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

аккуратно пробитое отверстие соответствующего диаметра. При ввертывании шурупов в дюбели они 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.

Крепление дюбель-винтами широко используют при установке люминесцентных светильников, силовых ящиков, осветительных и распределительных пунктов и других электротехнических изделий (рис. 45)

### **Инструмент, приспособления и механизмы, используемые электромонтажниками**

Основные электромонтажные работы по сооружению подстанций, монтажу электродвигателей, обработке и заготовке узлов электропроводок и комплектных линий в мастерских, а также прокладке и креплению их на месте монтажа выполняют, применяя различные инструменты, приспособления и средства механизации.

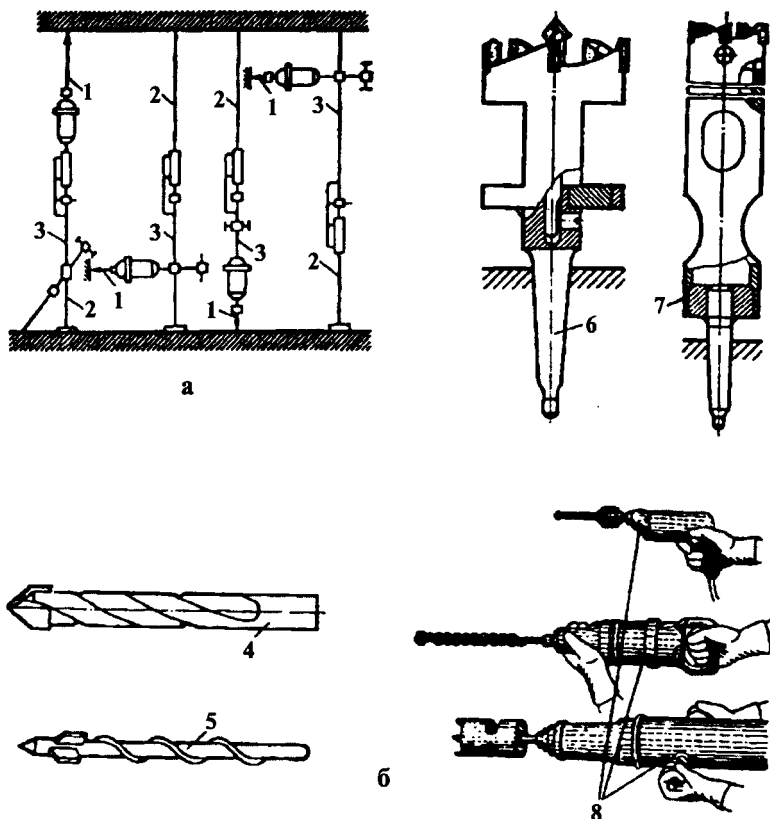
Для сверления гнезд в кирпичных и гипсолитовых основаниях под коробки скрытой проводки применяют коронки КТС, для сверления отверстий — спиральные сверла с твердосплавными напайками, для глубоких отверстий — сверла из витой стали, кольцевое сверло СК со штангой, переходным хвостовиком и втулкой, бурилки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

При изготовлении отверстий в строительных основаниях из бетона, кирпича и других материалов применяют электросверлильные ручные машины 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.

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

Электросверлильные ручные машины по конструкции разделяют на три группы: с *одной рукояткой* пистолетного типа — для сверл диаметром до 9 мм; 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 (рис. 46, а, б).

Для пробивных работ электромонтажники используют также *механические* и *электрофугальные молотки* (ударные), например, ИЭ4207 с двойной изоляцией и ручные электрические перфораторы (ударно-вращательные), например ИЭ4709 или ИЭ4713, предназначенные для пробивки отверстий в бетоне и железобетоне.



**Рис. 46. Инструмент для сверления отверстий:**

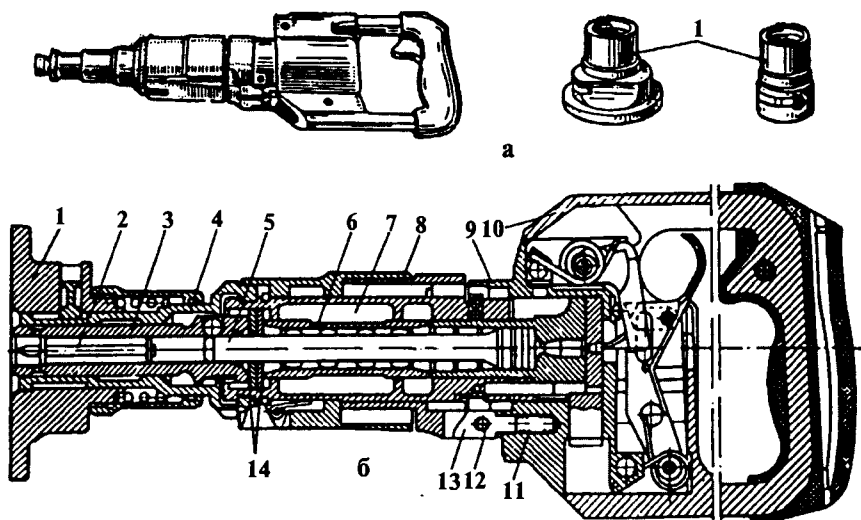
*а* — приспособления для создания давления на сверло; *б* — рабочий инструмент; 1 — сверло; 2 — упор; 3 — направляющие стойки; 4 — цилиндрическое сверло; 5 — спиральное сверло; 6 — коронка для сверления гнезд; 7 — шлямбур для электросверлильной машины; 8 — электросверлильная машина

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. 47, а, б).

Забивку дюбеля он осуществляет ударом поршня перемещающегося в стволе пистолета за счет давления пороховых газов.

Благодаря относительно большой массе поршня скорость забиваемого дюбеля сравнительно невелика — 60–80 м/с (из пистолета прямого действия скорость дюбеля достигает 500 м/с). При выстреле в малопрочное основание или ошибочном применении слишком силь-



**Рис. 47. Поршневой монтажный пистолет ПЦ52 с прижимами (а), его устройство (б):**

- 1 — прижим; 2 — дюбель; 3 — направляющая втулка; 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

ного патрона поршень останавливается специальным упором-амортизатором, исключающим опасный вылет его из пистолета. Производительность пистолета не менее 50 выстрелов в час, масса 3,6 кг.

Основными показателями, определяющими состояние электро-монтажного производства, являются уровень механизации работ, механо- и энерговооруженность каждого электромонтажника.

Средства механизации работ, связанные с монтажом, подразделяют на три группы: *механизированный инструмент, средства малой и большой механизации.*

Монтажные приспособления, электрифицированный и пневматический инструменты индивидуального пользования с электродвигателем мощностью до 1 кВт (электрические сверлилки, перфораторы, гайковерты и др.) относят к *механизированному инструменту.*

Монтажные приспособления мощностью свыше 1 кВт, непосредственно обслуживаемые рабочими (лебедки, домкраты, опрессовочные агрегаты, пресс-ножницы, передвижные компрессоры и др.), относят к средствам *малой механизации.*

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 *комплексной 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 при монтаже, приведены в таблицах 9 и 10.

Таблица 9

**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:		
В 100×0,3	1	—
В 150×0,5	1	1
В175×0,7	—	1
В200×1	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

## Изделия и инструменты

Изделие, инструмент	Тип	Количество
Аппарат для сварки одножильных проводов	ВКК-1	1 шт.
Аппарат резонансный	РА-2М	1 шт.
Буры для мерзлого грунта	БМГ-400/80, БМГ-600/80	2 шт.
Вальцы для правки шин	ВПШ-140М	1 шт.
Выпрямитель высоковольтный кремниевый	ВВК-0,5/200	1 шт.
Генератор:		
импульсов	ГИ-ИДС-2	3 шт.
технической частоты	ГТЧ-Т50	
звуковой частоты	ГЗЧ-Т2	
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.
Измеритель петли заземления	ИПЗТ	1 компл.
Инструменты для опрессовки алюминиевых наконечников и гильз вдавливанием:		
однозубые	УНИ-1А, 1УСА	2 компл.
двузубые	УНИ-2А, 2УСА	2 компл.
Инструменты для опрессовки медных наконечников и гильз	УНИ-1М	1 компл.
Источник тиристорный переносной постоянно-го тока	ПТИ-1	1 шт.
Инструменты для округления комбинированных секторных жил	КС120, 150, 185	3 компл.
Искатель арматуры	ИА-25	1 шт.
Обогревательная камера	ОК-1	1 шт.
Клещи:		
для снятия изоляции	КСИ-1	2 шт.
для термитной сварки проводов	АТСП50-185	1 шт.
универсальные	КУ-1	1 шт.
гидравлические монтажные	ГКМ	1 шт.
Ключ:		
для завинчивания крышек фитингов	КФ	1 компл.
для установочных заземляющих гаек	КГЛ	1 компл.
Колонка ударная пиротехническая	УК-2М	1 шт.
Контейнеры стеллажные	КС	2 шт.
Коронки для сверления гнезд	КГС-78	1 шт.
Кран штабеллер опорный	КШО-0,25	1 шт.
Кувалда	К-10	1 шт.
Набор инвентаря	НИРМ	1 компл.

1	2	3
Набор инструментов: коммутатчика линейщика электромонтажника для опрессовки овальных соединителей для округления секторных алюминиевых жил кабеля к прессу ПГР-20М1	ИН-4, НИК-4 ИН-8МА ИН-3, ИН-15 НИОС-2  НИСШО	2 компл. 1 компл. 2 компл. 1 компл.  1 компл.
Набор инструментов и приспособлений: для кабельных работ для термитной сварки для стержневого оконцевания для замерщика	НКИ-3 НТС-2 НСО НИЗ	1 компл. 1 компл. 1 компл. 1 компл.
Набор принадлежностей: для пропано-воздушной пайки для пропано-воздушной сварки для прочистки трубных каналов	НСП-1 НСП-2 НПТК-1	1 компл. 1 компл. 1 компл.
Набор приспособлений для сварки гибкой оши- новки ОРУ	НГО	2 компл.
Нож: для надрезания алюминиевой оболочки кабеля монтерский	НКА-1М НМ-2	2 шт. 2 шт.
Ножницы секторные	НУСК-120	2 шт.
Оправка: для забивки дюбелей с клином к пробойникам серии ПО пиротехническая	ОД-6 ОПКМ ОДП-4М 7810-0306, 7810-	2 шт. 2 шт. 2 шт. 2 компл.
Отвертки слесарно-монтажные с пластмассовой ручкой, ГОСТ 17199-71	0312, 7810-0318, 7803-3030	1 шт.
Пика ломик	ПЛ-1	1 шт.
Пила дисковая	ПД-500В	1 шт.
Пистолет для точечной сварки	ПТЛ-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 ПС-25 ПГПЭ-2 ППО-95 ПРК-8 РПМ-7	6 шт.
Прибор для отыскания тождественных жил ка- беля	ПЖ-30	1 шт.
Приспособление: для линейной раскатки кабеля	УРК	1 шт.

1	2	3
для ввертывания электропроводов заземления	ПВЭ, ПЗД-12	2 шт.
для термитно-тигельной сварки стальных полюсов 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.
Термоклещи	ТК-1	1 шт.
Трансформатор нагрузочный	ТН-10	1 шт.
Трубогиб ручной	ТРГ-24	1 шт.
Устройство:		
для питания электромагнитобура	УПЭБ	1 компл.
переговорное	ПУ-71	2 компл.
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.

### Контрольные вопросы

1. Какие материалы широко применяют в электромонтажном производстве?
2. Что характеризует марка провода?
3. Чем отличается провод от кабеля?
4. Какие лаки, краски и эмали наиболее часто применяют при электромонтажных работах?
5. Каково назначение электромонтажных изделий?
6. Какие инструменты и механизмы широко используют в электромонтажном производстве?
7. Что называется уровнем механизации электромонтажного производства?
8. Какой инструмент называют механизированным?



## ГЛАВА 5. ОСНОВЫ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

### Общие требования к механизмам и приспособлениям для такелажных работ

Работы, связанные с подъемом и перемещением грузов, называются *такелажными*. При монтаже электрооборудования, электроконструкций или металлоконструкций такие работы выполняют с помощью различного вида грузоподъемных машин и механизмов, такелажных приспособлений и устройств.

Выбор способа выполнения такелажных работ во многом зависит от состояния монтажной зоны, строительной готовности зданий и сооружений, наличия грузоподъемных средств, имеющейся такелажной оснастки, организации рабочего места такелажников и разработки технологического процесса.

*Съемные грузозахватные приспособления* (стропы, клещи, траверсы и т.п.), *грузоподъемные механизмы* (тали, лебедки), *сменные грузозахватные органы* (крюки, рейферы) и *тару* содержат и эксплуатируют в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», утвержденными Госгортехнадзором России и «Правилами безопасности при работе с инструментом и приспособлениями».

На лебедках, таях, кошках, блоках, полиспадах и др. грузоподъемных механизмах, находящихся в работе, должны быть указаны наименование предприятия (организации), инвентарный номер, грузоподъемность и дата очередного технического освидетельствования, а на съемных грузозахватных приспособлениях — номер, грузоподъемность и дата испытания. Эти сведения размещают на прочно прикрепленной к механизму или приспособлению металлической бирке.

К управлению грузоподъемными механизмами, строповке грузов и такелажным работам допускают лиц не моложе 18 лет, специально обученных и аттестованных в соответствии с указанными выше Правилами и имеющих об этом отметку в удостоверении о проверке знаний.

Обслуживание и ремонт электрооборудования грузоподъемных механизмов производит электротехнический персонал с группой по электробезопасности не ниже третьей.

Рабочих основных профессий, выполняющих работы связанные с эксплуатацией грузоподъемных механизмов и машин, управляемых, с пола, и подвешивающих грузы на крюк машины или механизма, обучают смежной профессии по специальной программе. Их аттестуют в квалификационной комиссии и выдают удостоверение о проверке знаний и допуске к выполнению стропальных работ или управлению грузоподъемными механизмами.

Грузоподъемные механизмы, в том числе и механизмы, предназначенные для подъема людей (лебедки, гидроподъемники, телеско-

пические вышки и т.п.), не реже 1 раза в 12 мес подвергают полному техническому освидетельствованию.

В процессе эксплуатации съемные грузозахватные приспособления и тару осматривают в установленные главным инженером предприятия сроки, но не реже, чем через 6 мес — для траверс, через 1 мес — для тары, клещей и других захватов, через 10 дней — для стропов.

Редко используемые съемные грузозахватные приспособления и тару осматривают перед выдачей их в работу.

В процессе осмотра выявленные поврежденные съемные грузозахватные приспособления и тару изымают из эксплуатации.

Лицо, ответственное за содержание съемных грузозахватных приспособлений в исправном состоянии, результаты осмотра заносит в «Журнал учета и осмотра такелажных средств, механизмов и приспособлений».

### Канаты стальные, пеньковые, льняные, капроновые и цепи

**Стальные канаты**, применяемые на грузоподъемных механизмах должны иметь сертификат (свидетельство) завода-изготовителя о соответствии ГОСТу 3241-80 «Канаты стальные. Технические требования». Канаты, полученные без свидетельства, необходимо подвергнуть испытанию на соответствие требованиям указанного стандарта.

Канаты, не имеющие свидетельства об испытании, использовать в такелажных работах не разрешается.

В зависимости от способа свивки проволок, прядей и сердечника (рис. 48) различают следующие основные виды конструкций стальных канатов:

проволоки в прядях и пряди в канате свиты в одном направлении — односторонняя свивка каната;

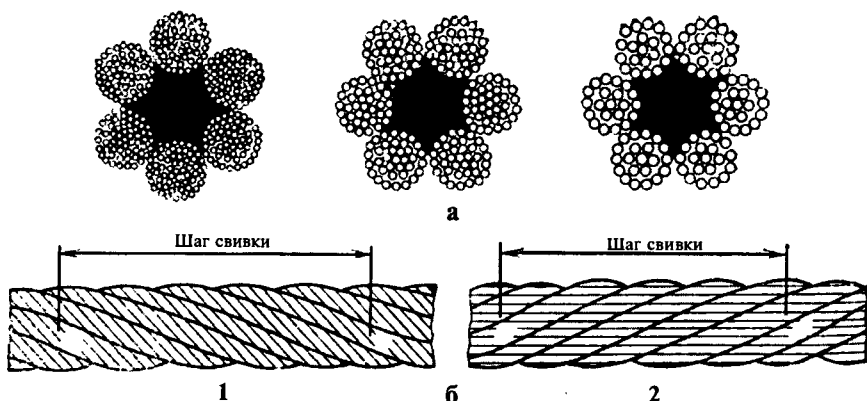


Рис. 48. Канаты стальные:

а — сечения; б — тип свивки; 1 — односторонняя; 2 — крестовая

проволоки в прядях свиты в одном направлении, а пряди в канате в другом — крестовая свивка каната;

канаты комбинированной свивки, в которых часть прядей имеет левое, а часть — правое направление свивки проволок.

Канаты крестовой свивки менее гибки, чем канаты односторонней свивки, поэтому для запасовки грузоподъемных машин и механизмов, а также для такелажных работ их применяют чаще.

Канат, свитый из нескольких канатов, называется кабелем и применяется при больших растягивающих усилиях.

Канаты по виду свивки подразделяют на обыкновенные (О) и нераскручивающиеся (Н). По направлению свивки — правой и левой. По типу свивки проволок в прядях изготавливают канаты с точечным касанием (ТК), линейным касанием (ЛК) проволок между слоями прядей или комбинированные (ТЛК).

В такелажных работах и грузоподъемных механизмах используют обычно стальные канаты типов ТК, ЛК и ТЛК. Они сконструированы из шести прядей канатной проволоки 1 сорта, каждая прядь может иметь число проволок 19, 37, 61.

Жесткие канаты с числом проволок в пряди 19 применяют для вант и оттяжек. Они не подвергаются или мало подвергаются изгибу.

Канаты с числом проволок в пряди 37 и более используют для запасовки полиспастов, изготовления стропов, а также для других чалочных приспособлений.

Применение пенькового сердечника в канате придает ему большую гибкость, ослабляет толчки в начале и конце подъема и обеспечивает больший срок службы каната. Изготавливают также сердечники из нейлона или капрона.

От правильного определения диаметра каната и допустимой на него нагрузки зависят как срок службы каната, так и безопасность работы.

**Коэффициентом запаса прочности** называют число, показывающее, во сколько раз нужно уменьшить нагрузку на канат по сравнению с предельной нагрузкой (разрывным усилием), чтобы перемещение груза было полностью безопасным (табл. 11).

*Канаты, шнуры, веревки* из растительных и синтетических волокон часто также используют при работах с грузоподъемными механизмами. При этом коэффициент запаса прочности изготовленных из них стропов должен быть не менее 8.

*Пеньковые канаты* должны соответствовать требованиям ГОСТа 483—75 «Канаты пеньковые. Технические условия»; капроновые — ГОСТа 10293—77 «Канаты капроновые. Технические условия»; веревки — ГОСТа 1868—72 «Веревка из лубяных волокон. Технические условия»; льняные шнуры — ГОСТа 1765—70 «Шнуры и канатики льняные. Технические условия».

Канаты, шнуры и веревки, применяемые для изготовления строп и при такелажных работах, снабжают бирками (ярлыками), на кото-

## Минимально допустимый коэффициент запаса прочности канатов

Назначение каната	Привод и режим работы грузоподъемного механизма	Коэффициент запаса прочности, R
Канат для кранов, лебедок, мачт, полиспастов и других подъемных и тяговых устройств	Ручной	4
	Машинный:	
	легкий	5
	средний	5,5
	тяжелый	6
Канат для вант, оттяжек мачт и опор	—	3,5
	Канаты лебедок, предназначенных для подъема людей	—

рых указывают инвентарный номер, допустимую грузоподъемность и дату следующего испытания.

Канаты и шнуры, не снабженные заводом-изготовителем паспортами, перед использованием подвергают техническому освидетельствованию, включающему осмотр и испытание с записью об этом в «Журнале учета и осмотра такелажных средств, механизмов и приспособлений».

При эксплуатации канатов из растительных и синтетических волокон техническое освидетельствование проводят 1 раз в 6 мес.

В сухих помещениях для работы применяют *бельные канаты*. Они обладают большей разрывной прочностью, чем пропитанные, но быстро разрушаются под действием влаги. Для работы в условиях повышенной или переменной влажности широко используют *пропитанные канаты* или канаты из *синтетических волокон*.

Хранят канаты и шнуры в подвешенном состоянии или на деревянных стеллажах на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов, в закрытых сухих помещениях, защищенных от прямых солнечных лучей, масла, бензина, керосина и других растворителей.

Концы канатов оснащают коушами, скобами и другими грузозахватными приспособлениями, если канат не применяют для обвязывания грузов.

Заплетку петли у пенькового каната делают с помощью двух полных и двух половинных пробивок.

Условия и возможность применения стропов из синтетических и других материалов устанавливает предприятие, использующее такие стропы.

Перед использованием канатов обращают внимание на отсутствие на них гнили, гари, плесени, узлов, разлохмаченности, промятостей, надрывов, надразов и других дефектов. Каждый виток каната должен отчетливо выделяться, крутка должна быть равномерной.

Применяемые для оттяжки пеньковые канаты, не должны иметь перетертых или размочаленных прядей. Если результаты осмотра удовлетворительные, проводят в течение 10 мин статические испытания каната нагрузкой, вдвое превышающей допустимую рабочую. Нагрузку создают грузом или тяговым механизмом с применением динамометра.

В процессе эксплуатации канаты и шнуры осматривают через каждые 10 дней.

**Сварные и штампованные цепи**, используемые в качестве грузовых и для изготовления стропов, должны удовлетворять требованиям ГОСТа 2319–81 «Цепи круглозвенные грузовые и тяговые нормальной прочности. Общие технические условия» и ГОСТа 228–79 «Цепи якорные. Общие технические условия».

В качестве грузовых и тяговых применяют *сварные калиброванные цепи (СК)*, *сварные некалиброванные (СН)* — главным образом в качестве тяговых. *Пластинчатые цепи*, изготовленные по ГОСТу 191–82, используют в качестве грузовых.

Запас прочности пластинчатых цепей, применяемых в грузоподъемных машинах, по отношению к разрушающей нагрузке должен быть не менее 5 при машинном приводе и не менее 3 — при ручном.

Износ звена сварной или штампованной цепи допускают не более 10% от первоначального диаметра (калибра) плюс отрицательный допуск на изготовление цепи.

Сращивание цепей производят путем электро- или кузнечно-горновой сварки новых вставленных звеньев или с помощью специальных соединительных звеньев. После сращивания цепь должна быть осмотрена и испытана нагрузкой.

### **Такелажная оснастка и строповка грузов**

Стропы в основном изготавливают из стальных канатов ТК 6×37, ТК 6×61 и реже из цепей. Широкое распространение получили стропы универсального и облегченного типов (рис. 49). Грузоподъемность стропов оценивают разрывным усилием стального каната, используемого для изготовления стропов с учетом коэффициента запаса прочности, приведенного в таблице 12.

Для изготовления универсального стропа концы каната сплетают друг с другом на длину сплетения не менее 40 диаметров каната. Сращивать концы каната на сжим внахлестку запрещается. Петли на концах облегченных стропов делают с заплеткой свободного конца на длину не менее 25 диаметров каната и крепят этот конец не менее чем тремя зажимами-хомутами. К концам облегченного стропа иногда крепят обычной заплеткой крюки для упрощения вязки и предохранения каната от быстрого износа.

Закрепление конца каната выполняют одним из трех способов: *сжимами*, *клиновыми зажимами*, *счалкой* (сплетением).

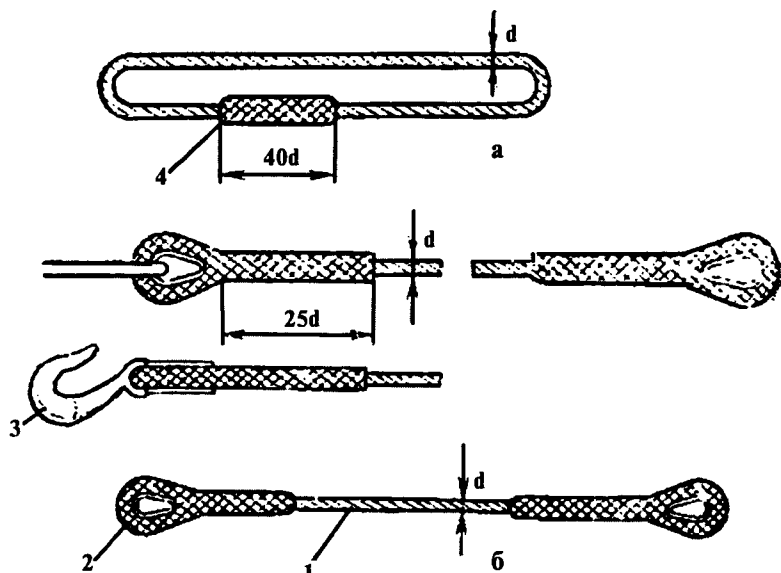


Рис. 49. Стропы контактные:

*a* — универсальный; *б* — облегченный; 1 — канат; 2 — петля;  
3 — крюк; 4 — сплетение

Таблица 12

**Коэффициент запаса прочности стального каната, используемого в полиспадах или для изготовления стропов, вант, расчалок и оттяжек**

Назначение каната	Коэффициент запаса
Стропы огибающие для подъема груза массой:	
до 50 т	8
более 50 т	6
Стропы, прикрепляемые к грузу при помощи крюков, серег или колец без его огибания	6
Ванты, расчалки, оттяжки с учетом нагрузки от ветра	3,5
Полиспасть с ручной лебедкой	4,5
То же с электрической лебедкой	5

Простым и широко распространенным при монтаже способом является закрепление концов каната сжимами. Такое закрепление особенно удобно при отсутствии опытных счалщиков, а также в тех случаях, когда нужно быстро произвести надежное крепление конца каната на месте предстоящих такелажных работ.

*Сжимы* ставят так, чтобы дужка приходилась со стороны короткого конца каната, а затягивают их так, чтобы канат был обжат примерно на  $1/3$  его диаметра.

В зависимости от диаметра каната и необходимой степени прочности закрепления применяют различные сжимы (литой, обыкновенный, кованный, клиновый и др.) и устанавливают различное их число. В таблице 13 приводится зависимость количества сжимов от диаметра каната.

Таблица 13

**Определение количества сжимов и расстояния между ними  
в зависимости от диаметра каната**

Диаметр каната, мм	Количество сжимов	Расстояние между осями сжимов, мм	Расстояние от центра петли «до первого сжима, мм
8,5	3	100	80
13,5	3	100	105
15	3	100	130
18	3	120	145
20	4	125	160
24,5	5	150	195
27	5	160	210
29	5	180	225
38	8	250	300

Расстояние между сжимами обычно принимают не менее 6 диаметров каната. Болты сжимов затягивают до отказа, равномерно на всех установленных сжимах. Для стальных проволочных канатов в основном применяют литые и кованые сжимы. Сжимы размещают так, чтобы затягивающие гайки располагались со стороны рабочей ветви каната. Концы канатов закрепляют сжимами через коуш, который предохраняет канат от расплющивания и расслоения прядей и проволок на перегибах. Размеры коушей в зависимости от диаметра каната установлены ГОСТ 2224—72.

При такелажных работах следует учитывать уменьшение несущей способности канатов в его узлах. *Счалку* (сплетение) концов канатов между собой разрешают только при условии их одинаковых конструкции и диаметра. Для выполнения чалочных работ применяют специальные инструменты, а также переносные тиски для зажима каната и закрепления коушей, катушки с мягкой проволокой для обмотки и закрепления канатов, круглые клинья из твердого дерева, переносные зажимы для канатов. Наряду с изготовлением *петель* способом сплетения их прядей, их также изготавливают способом опрессовки при помощи овальной пустотелой алюминиевой гильзы или оцинкованной трубки. Таким способом соединяют канаты диаметром до 35 мм. *Захватные устройства* такелажных и монтажных приспособлений (петли, карабины, крюки), используемые при такелажных работах, должны исключать возможность самопроизвольного расцепления в процессе перемещения грузов и монтажа оборудования.

Для подъема грузов массой до 15 т применяют инвентарные стропы, а при подъеме более тяжелых грузов строповку выполняют специальными стропами и приспособлениями, состоящими из нескольких инвентарных стропов и траверс.

При строповке поднимаемого или перемещаемого груза обязательно определяют опытным путем местоположение его центра тяжести. Правильная строповка будет осуществлена лишь тогда, когда ось крюка грузоподъемной машины или механизма совпадает с центром тяжести поднимаемого или перемещаемого груза.

Во время такелажной операции следят за тем, чтобы рабочий канат не перетирался об острые края груза, части оборудования или о стены зданий и не касался других канатов. Для защиты от перетирания используют прокладки.

Нельзя допускать большого одностороннего или двухстороннего перегиба каната на блоках и барабанах малого диаметра, а также крепления его непосредственно к *проушинам, серьгам и рамам* без коушей.

Применение канатов, имеющих переломы, узлы, обрыв проволок и износ более допустимого, запрещается (табл. 14).

Таблица 14

Число обрывов проволок на длине одного шага свивки, при котором канат должен быть забракован

Первоначальный коэффициент запаса прочности каната при отношении $D/d^*$	Конструкция канатов							
	6×19-114 и один органический сердечник		6×37-222 и один органический сердечник		6×61-336 и один органический сердечник		18×19-342 и один органический сердечник	
	Крестовой свивки	Односторонней свивки	Крестовой свивки	Односторонней свивки	Крестовой свивки	Односторонней свивки	Крестовой свивки	Односторонней свивки
до 6	12	6	22	11	36	18	36	18
от 6 до 7	14	7	26	13	36	19	38	19
более 7	10	8	30	15	40	20	40	20

Стропы крепят за специальные рымы или за массивные и надежные части поднимаемого груза, все ветви должны быть натянуты равномерно. При строповке грузов ветви стропов предохраняют от соскальзывания на случай задевания груза за посторонние предметы при подъеме.

Места строповки на поднимаемых грузах намечают заранее. Длинномерные грузы, поднимаемые в горизонтальном положении, стропят не менее чем в двух местах с применением специальных траверс.

$D$  — диаметр барабана, мм;  $d$  — диаметр каната, мм.



При подвешивании груза на двурогие крюки стропы должны накладываться таким образом, чтобы нагрузка распределялась на оба рога крюка равномерно.

Не использованные для зацепки груза концы многоветвевго стропа следует укрепить так, чтобы при перемещении груза исключалась возможность задевания этими концами за встречающиеся на пути предметы.

Петли стропа следует надевать по центру зева крюка, а крюк устанавливать по центру строповки.

*Крюки* рекомендуется применять с предохранительными замыкающими устройствами, что предотвращает соскальзывание стропа с крюка. При постоянной эксплуатации крюк в зеве изнашивается, на нем появляются трещины, надрывы, искривления. Все крюки грузоподъемных машин и механизмов должны периодически осматриваться машинистом крана и, если износ крюка в зеве достиг 10% проектной высоты сечения, его необходимо заменить. Крюк также должен быть забракован при появлении на нем трещин, надрывов и искривлений.

На всех крюках завод-изготовитель делает четкие надписи, содержащие номер крюка по ГОСТ, максимальную грузоподъемность, наименование завода-изготовителя и дату выпуска.

*Блоки* входят в состав такелажной оснастки — в конструкцию грузоподъемных машин и различаются по числу роликов и грузоподъемности. В такелажных приспособлениях применяют монтажные блоки *однорольные и многорольные*.

Однорольные (т.е. с одним роликом) блоки применяют для непосредственного подъема груза массой от 1 до 10 т и в качестве отводных для изменения напряжения канатов. Многорольные блоки применяются обычно в полиспастах.

*Полиспасты* — грузоподъемные устройства, состоящие из двух и более монтажных блоков, соединенных между собой канатом, (рис. 50).

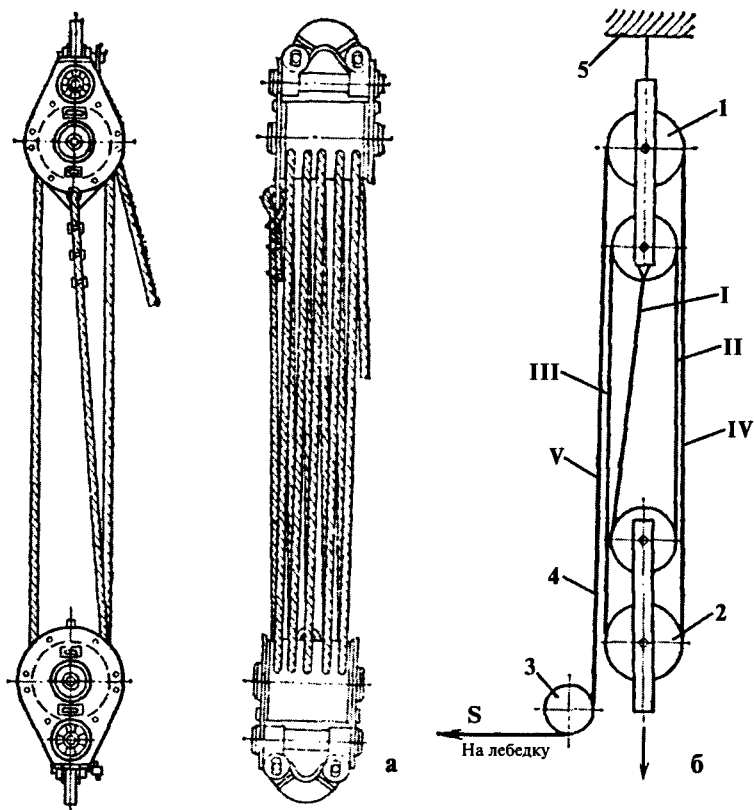
При такелажных работах полиспасты применяют в основном для выигрыша прилагаемой силы, хотя теряют скорость перемещения груза. При этом скорость теряется во столько раз, во сколько раз выигрывается в силе.

Такелажникам необходимо помнить, что если число нитей (канатов) полиспаста, на которые распределяется масса груза, четное, то конец каната следует закреплять на неподвижном верхнем блоке.

Если же число ветвей полиспаста нечетное, то конец каната закрепляют на нижнем подвижном блоке.

При выполнении такелажных работ наиболее часто применяют полиспасты с числом ветвей от 2 до 6 со сбегавшим тяговым канатом с неподвижного блока.

Грузоподъемность полиспаста находится в прямой зависимости от числа рабочих ветвей.



**Рис. 50. Полиспасты:**

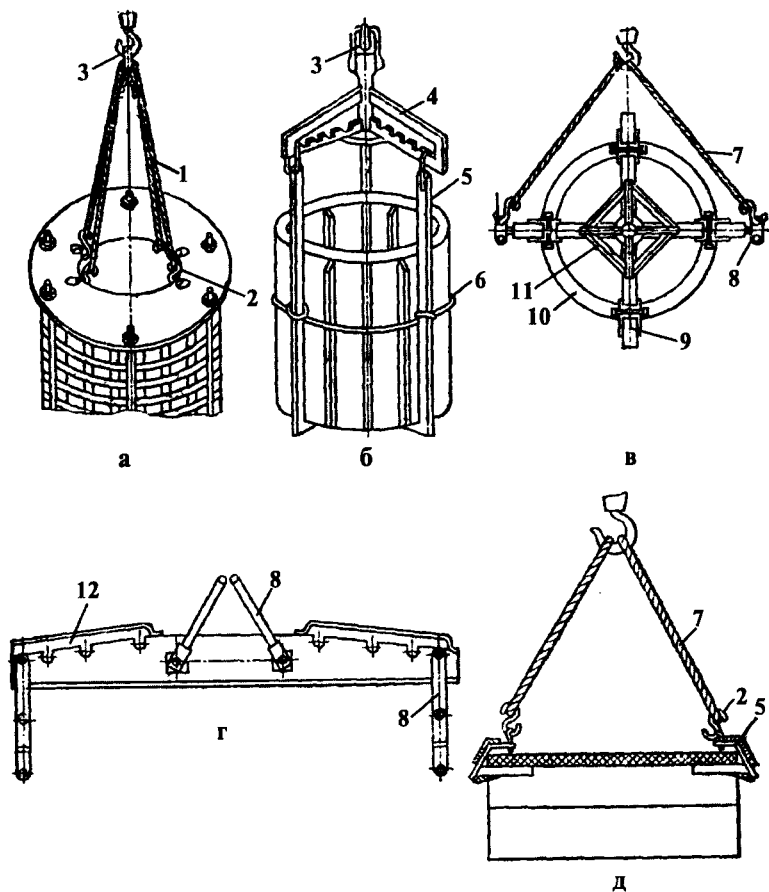
*а* — полиспаст грузоподъемностью 100 т; *б* — схема запаски канатом, сбегаящим с неподвижного блока; I—V — нити полиспаста; 1 — неподвижный блок; 2 — подвижный блок; 3 — отводной блок; 4 — сбегаящий конец каната; 5 — подвеска блока

При сборке полиспастов и подъеме грузов следят за соблюдением параллельности подвижной и неподвижной обойм. Косое положение одного блока относительно другого во избежание соскальзывания каната с блока не допускается.

Тяговый сбегаящий конец каната не должен вывертывать блок полиспаста и вызывать его перекося.

Отводные блоки лучше применять разъемной конструкции, позволяющей запасать канат в блок в любом месте по его длине. Располагают их так, чтобы проходящий через них тяговый конец каната не имел косога набегания на блок полиспаста.

При выборе грузоподъемности отводных блоков и расчетах чалочных канатов для их привязки необходимо учитывать угол между направлением канатов.



**Рис. 51. Такелажные приспособления:**

- а — стропы с крюками для подъема стянутой обмотки; б — тройная траверса с лапами для подъема обмоток; в — приспособление для кантовки и подъема дисковых обмоток; г — траверса для подъема обмоток различной длины; д — стропы для подъема обмоток, намотанных на бакелитовые цилиндры; 1 — стропы; 2 — крюки; 3 — кольца; 4 — траверса; 5 — лапы; 6 — канат; 7 — тросы; 8 — серьги; 9 — зажим; 10 — обмотка; 11 — рама; 12 — балка

При длительном хранении блоки массой до 60 кг подвешивают за крюки, петли или скобы на прочных перекладинах. Более тяжелые блоки укладывают на полу на подкладках.

Технические освидетельствования блоков и полиспастов должны проводиться нагрузками, указанными в нормативной документации.

Состояние блоков и полиспастов проверяют внешним осмотром перед каждым их применением.

При внешнем осмотре убеждаются, что блоки и полиспасты с приданными им канатами испытаны и имеют металлическую бирку с указанием номера блока или полиспаста, грузоподъемности и даты очередного испытания. Проверяют общее состояние блоков и их отдельных элементов (роликов, щек, подшипников), крепление каната к блоку, смазку роликов и вращение их на оси и обращают внимание на внутреннюю поверхность зева крюка, где чаще всего появляются трещины, на состояние каната, которым оснащен полиспаст и чистоту каналов для смазки в осях роликов.

Подлежат замене ролики, имеющие трещины, отбитые края, износ втулок, равный 3% диаметра оси и более, диаметр отверстия увеличенный более чем на 5% первоначального.

Такелажная оснастка (стропы, ванты, расчалки, оттяжки, полиспасты, блоки, домкраты, гаки, якоря, траверсы, лебедки и пр.) если она правильно рассчитана, должна обеспечивать полную гарантию безопасности людей, участвующих в такелажных работах, а также сохранность грузов при вертикальном или горизонтальном их перемещении и монтаже.

Нормы и сроки периодических испытаний такелажной оснастки указаны в нормативной документации.

Результаты приемочных и периодических испытаний такелажа заносят в соответствующий журнал, учитывающий эксплуатацию такелажных приспособлений. После проведения технического освидетельствования на каждом такелажном приспособлении необходимо закрепить бирку (ярлык) с указанием грузоподъемности и даты испытаний. Грузоподъемность приспособления должна соответствовать максимальному усилию, которое будет передаваться на него от массы поднимаемого груза с учетом угла наклона стропа (рис. 51) и коэффициента запаса прочности по таблице 11.

### **Грузоподъемные машины и механизмы**

К грузоподъемным машинам относят все типы кранов. Общий вид мостового электрического опорного крана грузоподъемностью от 5 до 16 т, предназначенного для перемещения различных грузов на складах, в цехах производственных помещений и на открытых площадках показан на рисунке 52.

Кран состоит из моста 1, установленного на колесах 2 и передвигающегося по подкрановым путям 3, тележки 4 с механизмами подъема груза и передвижения, электрооборудования 5, кабины управления 6.

Все такелажные работы с помощью крана выполняет специально подготовленный персонал.

К механизмам для подъема и перемещения грузов относят: домкраты, тали, тельферы, лебедки, тележки и др. Требования, предъявляемые к некоторым из этих механизмов, рассмотрены ниже.

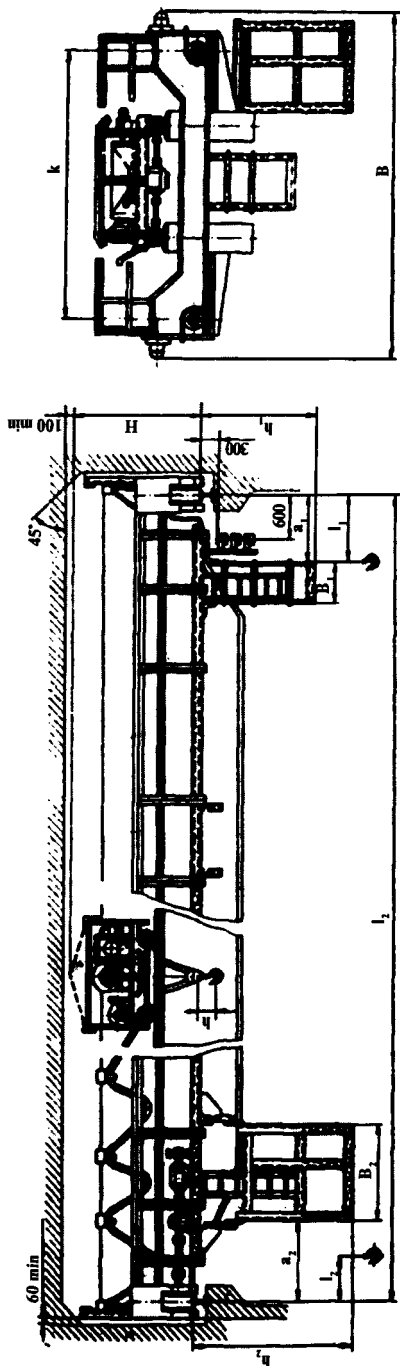


Рис. 52. Краны мостовые электрические грузоподъемностью 5; 10; 12,5 и 16 т с нормальной и увеличенной высотой подъема, управляемые из кабины

*Домкраты.* Для подъема или перемещения груза на незначительное расстояние часто используют реечные, винтовые, клиновые и гидравлические домкраты. Приступая к работе с домкратами, сначала проверяют износ винта и гайки и винтового домкрата и зубцы шестерни реечного домкрата. Износ не должен превышать 20%.

Под основание домкрата необходимо уложить прочную металлическую пластину не допуская перекоса и следить за тем, чтобы головка домкрата опиралась на площадь поднимаемого груза всей своей поверхностью во избежание соскальзывания.

Ось домкрата при работе должна совпадать с направлением подъема ют и перемещения груза.

Выбор домкратов производят по их грузоподъемности. Реечные домкраты имеют грузоподъемность 1,5–2 т и высоту подъема 350–400 мм, винтовые – от 3 до 20 т и высоту подъема 130–350 мм, гидравлические от 3 до 750 т и высоту подъема 150 мм, клиновые от 5 до 10 т и высоту подъема 10–15 мм. Рычажно-реечные домкраты снабжают устройством, исключающим возможность самопроизвольного опускания груза при снятии усилия с рычага или рукоятки. При выверке устанавливаемого оборудования используют клиновые домкраты.

Поднимать груз, масса которого больше грузоподъемности домкрата не разрешается. При работе с домкратами нельзя удлинять рычаг домкрата, использовать домкрат, не имеющий храповика или с поврежденной резьбой, держаться руками за головку домкрата во время подъема. Домкраты можно применять только после очередного их испытания. При испытании в течение 10 мин предельную паспортную нагрузку увеличивают на 10%, причем винты (рейка, шток) должны быть выдвинуты в крайнее верхнее положение.

Подъем домкратом трансформатора или другого тяжеловесного оборудования производят постепенно, попеременно то с одной, то с другой узкой стороны груза, при этом обязательно подкладывая под поднятый край груза доски или бруски толщиной 50, шириной 200 мм и длиной не менее 1 м, заменяя постепенно их шпалами по мере подъема груза на высоту. Категорически запрещается перегружать домкраты или допускать неравномерность нагрузки. Освободить домкрат из-под поднятого груза или переставлять его можно только после укрепления груза в поднятом положении на подложенных шпалах.

Домкраты с электрическим приводом снабжают устройством для автоматического отключения двигателя в крайних (верхнем и нижнем) положениях штока.

Гидравлические домкраты должны иметь плотные соединения, исключающие утечку жидкости из рабочих цилиндров во время подъема и перемещения грузов. Их оборудуют приспособлениями (обратным клапаном, диафрагмой), обеспечивающими медленное и плавное опускание штока или остановку его в случае повреждения трубопроводов, подводящих или отводящих жидкость.

Соединения гидросистемы должны быть герметичными.

Каналы, резьбу и внутреннюю поверхность нужно содержать чистыми. Запорная игла должна свободно вращаться с помощью воротка, а винт рабочего плунжера — от усилия руки.

Обратный клапан, пропускающий жидкость, неисправные манжеты, плунжер с зазором между корпусом более 1 мм, масляную ванну с трещинами немедленно заменяют новыми.

*Лебедки и тали* используют для подъема и перемещения груза. Место установки лебедок, способ их крепления, расположения блоков, как правило, указывают в ППР. Лебедку устанавливают так, чтобы она находилась вне зоны производства работ по подъему и перемещению грузов. Обслуживающий персонал должен наблюдать за поднимаемым грузом, креплением и направлением каната.

Пересекать дороги и проходы для людей канатом, идущим к лебедке, не разрешается.

Лебедку при установке в здании закрепляют за колонну здания, железобетонный или металлический ригель его перекрытия или за кирпичную стену стальным канатом. При этом диаметр и число ветвей крепящего каната рассчитывают по грузоподъемности лебедки с коэффициентом запаса прочности не менее 6. Крепление производят за раму лебедки. Приваривать раму не разрешается.

Лебедки с ручным приводом для подъема груза снабжают безопасными рукоятками, находящимися в зацеплении с приводным валом только при вращении их в сторону подъема, или автоматически действующим грузоупорным тормозом, исключающим возможность произвольного опускания груза.

При отсутствии автоматически действующих тормозов или безопасной рукоятки, лебедки можно применять только в качестве тяговых, о чем делают специальную запись в паспорте лебедки.

Рукоятки лебедок с ручным приводом снабжают свободно вращающимися втулками.

Число рабочих, обслуживающих лебедку с ручным приводом, определяется конкретным расчетным усилием, которое рабочий должен прилагать к рукоятке. Это усилие при длительной работе должно быть не более 120 Н (12 кгс), а при кратковременной работе допускается его увеличение до 200 Н (20 кгс).

Если при такелажной работе используют лебедки с ручным рычажным приводом, то находиться в плоскости качания рычага и под поднимаемым грузом нельзя; применять рычаг, имеющий длину более предусмотренной техническими данными лебедки, и переводить его из одного крайнего положения в другое рывками запрещается.

Перемещаемый груз при работе должен надежно крепиться к крюку, а движение рукоятки обратного хода должно быть плавным, без заеданий, тяговый механизм и канат все время должны находиться на одной прямой.

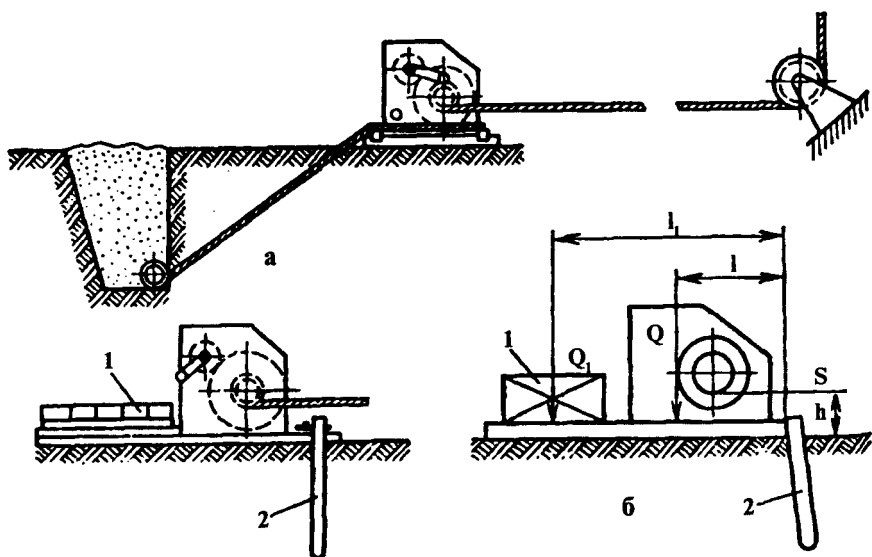
Лебедка с электрическим приводом должна быть всегда заземлена, а лебедка с ручным приводом — только в случае ее применения при производстве работ на воздушных линиях электропередачи, находящихся под напряжением. Заземляют металлические части под болт.

Канат лебедки при работе должен ложиться на барабан ровными плотными рядами. Расстояние между верхним слоем навитого каната и наружным диаметром реборды должно быть не менее двух диаметров каната. На барабане при низшем положении грузозахватного органа лебедки должно оставаться не менее 1,5 витков каната, не считая витков, находящихся под зажимным устройством.

Для уменьшения опрокидывающего момента, действующего на лебедку, канат нужно подводить к барабану снизу (рис. 53). Положение набегающей на барабан ветви каната должно быть близко к горизонтальному и не более чем на  $2^\circ$  отклоняться от плоскости, перпендикулярной оси барабана. Для этого на подходах к лебедке канат иногда пропускают через один или несколько отводных блоков. Расстояние от оси барабана до оси отводного блока, ближайшего к лебедке, принимают равным 20 длинам барабана.

Лебедки и тали, используемые для подъема и перемещения груза, должны иметь исправную зубчатую или червячную передачу и соответствующие предохранительные устройства и тормоза.

*Талью* называют грузоподъемный механизм, объединяющий цепной полиспаст с ручным приводом от бесконечной цепи или рычаж-



**Рис. 53. Закрепление лебедок:**

*a* — за якорь или конструкцию здания; *б* — загрузкой балласта на раму; *в* — схема для расчета закрепления лебедки; 1 — балласт; 2 — свайный якорь



**Нормы и сроки испытаний подъемных ручных механизмов и грузозахватывающих приспособлений**

Наименование механизма, приспособления	Испытательная нагрузка, Н		Периодичность испытаний
	При приемочных испытаниях и после капитального ремонта	При периодических испытаниях	
Лебедки ручные Тали Блоки и полиспасты Домкраты Канаты (тросы) стальные	статическая	динамическая	1 раз в год
	1,25 Рн	1,1 Рн	1 раз в год
	1,25 Рн	1,1 Рн	1 раз в год
	1,25 Рн	1,1 Рн	1 раз в год
	1,25 Рн	1,1 Рн	1 раз в год
Канаты пеньковые и из синтетических волокон Съемные грузозахватные приспособления (стропы, клещи, траверсы, скобы, кольца и другие приспособления)	1,25 Рн	Осмотр	2Рн Осмотр траверс через 6 мес. Осмотр клещей и других захватов и приспособлений через 1 мес. Осмотр стропов (за исключением редко используемых) через 10 дней. Редко используемые стропы должны осматриваться перед выдачей их для работы
	То же	Осмотр	1 раз в 6 месяцев

Примечания: 1. Р — грузоподъемность, предельная допустимая рабочая нагрузка.

- Динамические испытания производятся при удовлетворительных результатах статических испытаний. Динамические испытания заключаются в повторных подъемах и опусканиях груза.
- При статическом испытании подобный груз должен находиться на высоте около 100 мм от земли или пола.
- При испытаниях канаты и цепи должны выдерживать испытательную нагрузку без разрывов, заметного местного удлинения у каната и вытяжки отдельных звеньев цепи.
- Продолжительность статических испытаний — 10 мин.

ного храпового механизма или с моторным приводом, подвешенным к тележке.

Различают девять конструктивных исполнений электрических талей. Электроталью может управлять рабочий, специально обученный и имеющий запись в удостоверении по ТБ.

Применяемые на лебедках и таях канаты рекомендуется смазывать, а на концах они должны иметь петли, закрепленные оплеткой.

Крепить тали к колоннам и конструкциям зданий или сооружений можно только с личного разрешения прораба общественной организации.

К незакрепленным металлическим конструкциям или железобетонным изделиям, уложенным в штабель, крепить тали не разрешается.

Если электротехническое оборудование или другой груз поднимают с помощью тали, необходимо сначала приподнять груз на высоту 200–300 мм, убедиться, что таль находится в устойчивом положении, а тормоз в исправном состоянии, только после этого можно продолжить подъем.

Электромонтеры, работающие с лебедками, должны быть одеты в спецодежду, не имеющую развевающихся концов, а длинные волосы должны быть убраны под головной убор.

Запрещается пользоваться таями, если при осмотре будут обнаружены поломанный зуб шестерни или червяка, неисправный тормоз, сломанный храповик, отсутствие защелки и другие неисправности.

Нормы и сроки испытаний подъемных ручных механизмов и грузозахваточных приспособлений приведены в таблице 15.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные требования, предъявляемые к механизмам и приспособлениям, используемым для такелажных работ.
2. Какие канаты используют для такелажных работ?
3. Как работает лебедка?
4. Как работает полиспаст?
5. Как работает таль?
6. В каких случаях применяют домкраты?
7. Как изготавливают стропы?
8. В каких случаях используют для строповки цепи?

## ГЛАВА 6. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, КОНТРОЛЬ ИХ СОСТОЯНИЯ

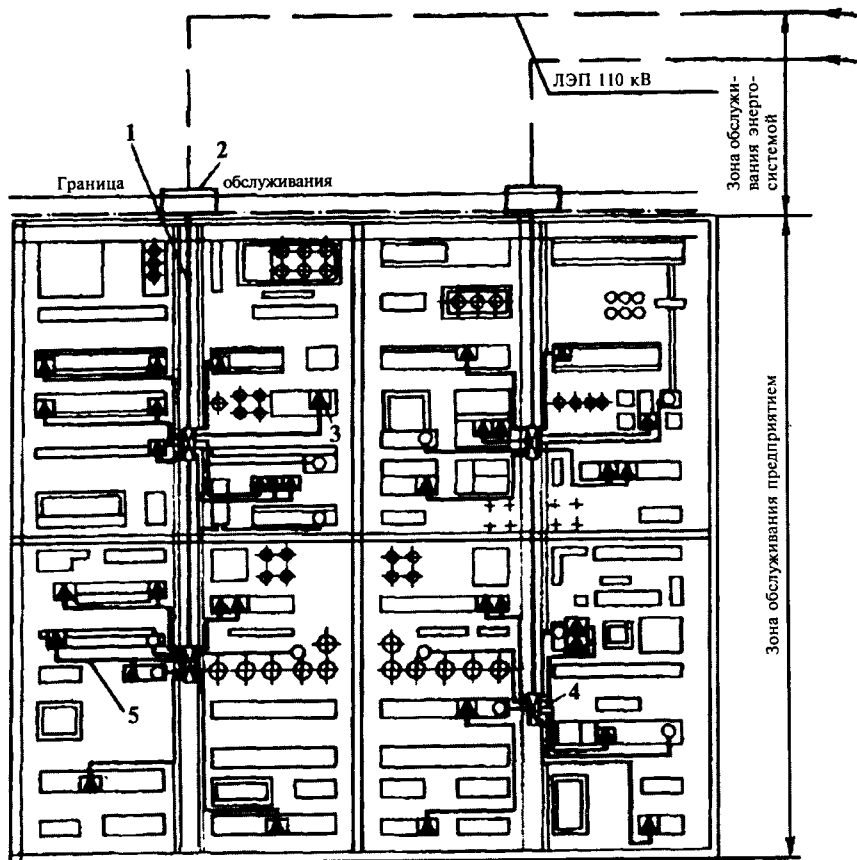
### Организация технического обслуживания и ремонта электроустановок

**Электроустановки** — это совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

Важнейшим условием правильной эксплуатации электроустановок является своевременное проведение *планово-предупредительных ремонтов и периодических профилактических испытаний оборудования и сетей*. Организационные и технические положения по эксплуатации электрохозяйства предприятий изложены в Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ), которые обязательны для всех отраслей народного хозяйства. Применительно к конкретным условиям каждого предприятия руководитель, ответственный за эксплуатацию электрохозяйства, утверждает местные инструкции, базирующиеся на общероссийских ПТЭ. Основной обязанностью электротехнического персонала промышленных предприятий является эксплуатация электросетей и электрооборудования напряжением до 10 кВ от границы разделения эксплуатационной ответственности между снабжающей организацией и предприятием до цеховых установок включительно (рис. 54).

*Структурой управления эксплуатацией электроустановок* называют совокупность взаимосвязанных органов управления, обеспечивающих нормальное функционирование всех элементов электроснабжения предприятия как одного из звеньев общей производственной системы. Первичным элементом структуры является рабочее место — закрепленная за одним рабочим либо за рабочей бригадой часть производственной площади с находящимися на ней орудиями и средствами труда соответственно характеру работ, выполняемых на данном рабочем месте.

*Эксплуатация* включает в себя техническое обслуживание, ремонт, использование и хранение электроустановок. *Техническое обслуживание* представляет совокупность организационных и технических мероприятий, проводимых в межремонтный период, направленных на поддержание надежности и готовности использующихся и хранящихся в резерве электроустановок. Для восстановления ресурса электроустановок кроме *текущих ремонтов* проводят *капитальные*, при выполнении которых оборудование выводят из состояния использования. Основная часть эксплуатации — непосредственное использование электроустановок.



**Рис. 54. Схема электроснабжения предприятия и зоны, обслуживаемых электромонтерами:**

- 1 — токопровод 10 кВ; 2 — главная понизительная подстанция;  
 3 — трансформаторный пункт; 4 — центральный распределительный пункт;  
 5 — кабельная линия

Руководство всем энергетическим хозяйством предприятия осуществляет отдел главного энергетика. Отдел организует бесперебойное и рациональное снабжение производства всеми видами энергии, а также эксплуатацию электротехнического, теплосилового и сантехнического оборудования и сетей.

Для нормальной эксплуатации электроустановок на каждом промышленном предприятии должен создаваться складской резерв оборудования, аппаратуры, комплектующих изделий и запасных частей. Это резко уменьшает время простоя электроустановок в плановом или внеплановом ремонте благодаря замене отказавшего элемента новым, взятым из резерва. Отказавший элемент после ремонта по-

стует на склад в качестве резервного. При невозможности или нецелесообразности его ремонта эксплуатационный запас пополняют новой единицей. Парк резервных электроустановок по номенклатуре и количеству должен соответствовать нормам.

*Главная задача эксплуатации* электрохозяйства промышленных предприятий состоит в организации такого обслуживания электрических сетей и электрооборудования, при котором отсутствуют производственные простои из-за неисправности электроустановок, поддерживается надлежащее качество электроэнергии и сохраняются паспортные параметры электрооборудования в течение максимального времени при минимальном расходе электрической энергии и материалов.

При обслуживании электроустановок электромонтер должен следить за состоянием загрузки питающих линий и сетей, так как потери электроэнергии в них пропорциональны активному сопротивлению проводов. С целью экономии электроэнергии целесообразно при возможности включать под нагрузку резервную линию. Это существенно снижает потери в линиях. Изменяя число одновременно работающих трансформаторов можно обеспечить в них минимум потерь. Увеличение средней нагрузки машин снижает удельные расходы электроэнергии, а применение на станках ограничителей холостого хода при межоперационном времени 10 с и более всегда приводит к экономии электроэнергии. Если средняя нагрузка электродвигателя не превышает 45 % номинальной мощности, замена его на менее мощный электродвигатель всегда целесообразна. Электромонтеры отдела главного энергетика, как правило, принимают активное участие в реализации мероприятий технического перевооружения, направленных на экономию топливно-энергетических ресурсов.

*Основные мероприятия и примерная экономия электроэнергии на промышленных предприятиях (в процентах) приведены ниже.*

#### **Осветительные установки**

Правильный выбор типа ламп и светильников	3—25
Своевременное включение источников света в светлую часть суток	10—20
Своевременная чистка светильников	10—30
Поддержание номинального уровня напряжения в осветительной сети	2—5

#### **Электросети**

Включение под нагрузку резервных линий электропередачи	Потери снижаются в 2 раза
Установка ограничителей холостого хода рабочих машин	5—12
Замена электродвигателей с нагрузкой до 45 % от номинальной на электродвигатели меньшей мощности	3—10

#### **Электросварочные установки**

Замена ручной сварки на автоматизированную	в 2 раза
--	----------

Правильный выбор марки электродов	8—12
Устранение холостого хода сварочных агрегатов	до 15
<b>Компрессорные установки</b>	
Внедрение прямоточных клапанов в поршневых компрессорах	7—10
Резонансный наддув поршневых компрессоров	3—5
Замена сжатого воздуха при выбивке опок другими энергоносителями	в 15 раз
Замена пескоструйной очистки литья на дробеструйную	в 4 раза
Замена пневмоинструмента электроинструментом	7—10
Замена сжатого воздуха вентиляторным дутьем	в 1,5 раза
<b>Насосные установки</b>	
Уменьшение сопротивления трубопроводов	3—7
Внедрение оборотного водоснабжения	15—20
<b>Вентиляционные установки</b>	
Применение многоскоростных электродвигателей вместо регулирования шиберами в напорной линии	20—30
Регулирование вытяжной вентиляции шиберами на рабочих местах вместо регулирования на нагнетание	до 10
Применение «Экономентов» и других теплообменных аппаратов, использующих низкопотенциальное тепло	до 30
Блокировка вентиляторов тепловых завес с воротами	до 20
Блокировка индивидуальных вытяжных систем	до 25
<b>Электродуговая печь</b>	
Увеличение массы садки	5—10
Качественная подготовка шихты	5—15
Предварительный подогрев шихты до 600—700°С	15—20
Применение оптимальной схемы короткой сети	1,4—1,5
Окраска кожуха печи снаружи алюминиевой краской	2—5
Уменьшение потерь тепла с отходящими газами	3—6
Сокращение простоев печи	7—8
Плавка в печах с кислой футеровкой	15—20
Применение кислорода	5—15
Сокращение периода плавки в печах с основной футеровкой	80 кВт т/ч
Внедрение быстродействующих установок автоматического управления передвижением электродов	8—10
<b>Электродуговая печь сопротивления</b>	
Улучшение тепловой изоляции	20—25
Применение предварительного подогрева изделий	25—40
Автоматизация управления режимом печей	10—20
Сокращение (путем совершенствования) длительности технологического процесса	5—10
Применение индукционного нагрева:	
а) при частоте 50—10 000 Гц	в 2 раза
б) при частоте свыше 10 000 Гц	в 3 раза

Для надежного, безопасного и рационального обслуживания электроустановок и содержания их в исправном состоянии обслуживающий персонал должен ясно представлять технологические особеннос-

ти своего предприятия, строго соблюдать трудовую и технологическую дисциплину, знать и выполнять действующие правила техники безопасности, инструкции и другие руководящие материалы.

Ответственность за выполнение ПТЭ на каждом предприятии установлена должностными положениями, утвержденными руководством данного предприятия.

На каждом предприятии приказом (или распоряжением) администрации из числа специально подготовленного электротехнического персонала (ИТР) назначают *лицо, отвечающее за общее состояние эксплуатации всего электрохозяйства предприятия*. Остальной электротехнический персонал предприятия несет ответственность за соблюдение ПТЭ в соответствии с возложенными на него обязанностями.

Администрация мелких предприятий обеспечивает обслуживание электроустановок путем передачи их эксплуатации по договору специализированной эксплуатационной организации или содержит соответствующий по квалификации персонал на долевых началах с другими такими же предприятиями.

Без наличия соответствующего электротехнического персонала эксплуатация электроустановок запрещается.

*Лицо, ответственное за электрохозяйство предприятия, должно обеспечивать:*

организацию обучения, инструктирование и периодическую проверку знаний подчиненного персонала, обслуживающего электроустановки;

надежную, экономичную и безопасную работу электроустановок; разработку и внедрение мероприятий по экономии электроэнергии, удельных норм на единицу продукции, а также по повышению коэффициента мощности;

внедрение новой техники в электрохозяйство, способствующей более надежной, экономичной и безопасной работе электроустановок, а также повышению производительности труда;

организацию и своевременное проведение планово-предупредительного ремонта и профилактических испытаний электрооборудования, аппаратуры и сетей;

систематическое наблюдение за графиком нагрузки предприятия и принятие мер по поддержанию режима, установленного энергосистемой;

организацию учета электроэнергии, ведение установленной отчетности и своевременное ее представление вышестоящим организациям;

наличие и своевременную проверку защитных средств и противопожарного инвентаря;

выполнение предписаний Госэнергонадзора в установленные сроки;

своевременную организацию расследования аварий и браков в работе электроустановок, а также несчастных случаев от поражения электрическим током.

За правильную и безопасную эксплуатацию электроустановок цехов и других производственных участков наряду с главным энергетиком предприятия отвечают также энергетики этих цехов и участков и главный инженер предприятия (по своему положению).

Если работник обнаружил нарушения ПТЭ или заметил неисправность электроустановки или защитных средств, он должен немедленно сообщать об этом своему начальнику, а в его отсутствие — *вышестоящему руководителю*.

В случаях, когда неисправность в электроустановке, представляющую явную опасность для окружающих людей или самой установки, может устранить работник, ее обнаруживший, он обязан это сделать немедленно, а затем известить об этом непосредственного начальника.

Устранение неисправности нужно производить при строгом соблюдении *правил техники безопасности*.

*За аварии и брак в работе на электроустановках несут ответственность:*

работники, непосредственно обслуживающие электроустановки, — за каждые аварию и брак в работе, происшедшие по их вине, а также за неправильную ликвидацию аварий и брак в работе на обслуживаемом ими участке;

работники, производящие ремонт оборудования, — за каждые аварию и брак в работе, происшедшие из-за низкого качества ремонта;

оперативный и оперативно-ремонтный персонал — за аварии и брак в электроустановках, происшедшие по их вине, а также по вине подчиненного им персонала.

*Персонал, обслуживающий электроустановки*, до назначения на самостоятельную работу или при переводе на другую, обязан пройти *производственное обучение на рабочем месте*. Это относится и к персоналу, имевшему перерыв в работе свыше 6 мес. Занятия проводит опытный работник из состава электротехнического персонала предприятия, к которому прикреплен обучающийся приказом или распоряжением по предприятию, цеху, участку. После окончания подготовки специальная комиссия проверяет знания обучаемого по правилам технической эксплуатации и безопасности труда, должностным и эксплуатационным инструкциям, техминимуму по обслуживаемому оборудованию.

После этого каждый *работник оперативного и оперативно-ремонтного персонала должен пройти стажирование в качестве исполняющего обязанности по рабочему месту продолжительностью не менее двух недель под руководством опытного работника*. Для ремонтного персонала этого не требуется.

Периодическую проверку знаний ПТЭ, ПТБ и производственных инструкций проводят один раз в год — для персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки, проводящего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также персонала, оформляющего распоряжения и организующего эти работы.



*Лиц, допустивших нарушение ПТЭ, ПТБ или производственных инструкций, подвергают внеочередной проверке знаний.*

При неудовлетворительной оценке знаний ПТЭ, ПТБ повторную проверку производят в сроки, установленные квалификационной комиссией, но не ранее чем через две недели.

Персонал, показавший неудовлетворительные знания при третьей проверке, переводят на другую работу, не связанную с обслуживанием электроустановок.

Проверку знаний ПТЭ и ПТБ электротехническим персоналом мелких предприятий производит комиссия, созданная при вышестоящей организации, с участием руководителя предприятия, организации, учреждений, где работает проверяемый.

Каждому работнику, успешно прошедшему проверку, выдают удостоверение с присвоением квалификационной группы по технике безопасности, которое дает право на обслуживание электроустановок.

*Допуск к самостоятельному дежурству или самостоятельной работе в электроустановках оформляют специальным распоряжением по предприятию, цеху, участку.*

Для повышения знаний по устройству и эксплуатации оборудования организуют курсовое (групповое, индивидуальное) обучение по повышению квалификации; изучение ПТЭ, ПТБ, ПУЭ, инструкций и других правил, относящихся к работе данных установок; проводят противоаварийные тренировки эксплуатационного персонала наилучшим способом и приемам быстрого предупреждения и ликвидации неполадок и аварий; периодически (не реже одного раза в квартал) делают производственный инструктаж непосредственно на рабочих местах для обучения персонала правильному и безопасному уходу за оборудованием, рациональным методам работы.

*Техническое обслуживание представляет собой комплекс работ, проводимых для поддержания в исправном состоянии электроустановок при использовании их по назначению, а также при хранении и транспортировке. Оно состоит из повседневного ухода за электроустановками, контроля режимов их работы, наблюдения за исправным состоянием, проведения осмотров, контроля за соблюдением правил технической эксплуатации, инструкций заводов-изготовителей и местных инструкций.*

Техническое обслуживание — важное звено системы ППТОР, предупреждающее аварийные ситуации; оно осуществляется силами оперативного и оперативно-ремонтного персонала и проводится в процессе работы электроустановок во время перерывов, нерабочих дней и смены.

*К оперативному электротехническому персоналу предприятий относят всех работников, обслуживающих поочередно производственные электроустановки данного предприятия и допущенных к оперативным переключениям.*

Оперативное обслуживание осуществляет одно лицо или несколько лиц. Решение о количестве оперативного персонала в сме-

не или на электроустановке определяет лицо, ответственное за электрохозяйство.

Оперативный персонал работает по утвержденному графику.

В случае необходимости с разрешения лица, ответственного за электрохозяйство предприятия, участка, цеха, допускается замена одного дежурного другим.

Дежурство в течение двух смен подряд, как правило, запрещается.

Старший по смене дежурный по электрохозяйству обязан выполнять требования диспетчера электроснабжающей организации и сотрудников энергосбыта по снижению электрической нагрузки; требования диспетчера энергоснабжающей организации о переключении питающих и транзитных линий, а также отключении отдельных линий при аварийном положении в энергоснабжающей организации.

Старший по смене дежурный обязан немедленно ставить в известность диспетчера энергоснабжающей организации об авариях, вызывающих отключение одной или нескольких линий, питающих предприятие, согласовывать с начальником цеха или диспетчером предприятия все операции, связанные с отключением технологического оборудования, за исключением аварийных случаев.

*Придя на работу, дежурный должен принять смену от предыдущего, а после окончания работы сдать смену следующему дежурному в соответствии с графиком.*

Уход с дежурства без сдачи смены запрещается. В исключительных случаях оставление рабочего места допускается с разрешения вышестоящего лица.

*При приеме смены дежурный обязан:*

ознакомиться с состоянием, схемой и режимом работы оборудования на своем участке путем личного осмотра в объеме, установленном инструкцией;

получить сведения от сдающего смену об оборудовании, за которым необходимо вести тщательное наблюдение для предупреждения аварии или неполадок, и об оборудовании, находящемся в ремонте или резерве;

проверить и принять инструмент, материалы, ключи от помещений, средства защиты, оперативную документацию и инструкции; ознакомиться со всеми записями и распоряжениями за время, прошедшее с его последнего дежурства;

оформить прием смены путем записи в журнале или ведомости, на оперативной схеме за своей подписью и подписью сдающего смену;

доложить непосредственному старшему по смене о вступлении на дежурство и о неполадках, замеченных при приеме смены.

Дежурный, сдавший смену, обязан доложить об этом старшему по своей смене.

Принимать и сдавать смену во время ликвидации аварии, производстве переключений оборудования запрещается.

При длительном времени ликвидации аварии (более двух смен) сдачу смены можно производить только с разрешения администрации.

В обязанности электромонтера по обслуживанию электрооборудования в цехах промышленных предприятий входят:

профилактический осмотр электрооборудования;

осмотр защитных средств, креплений, постов и кнопок управления; регулировка пускателей, реле, приборов и другого электрооборудования;

контроль за соблюдением правил технической эксплуатации электроустановок;

работы по устранению неисправностей электрооборудования;

профилактические работы по поддержанию в исправном состоянии искусственного общего и местного освещения;

проверка и устранение неисправностей в устройстве заземления;

оформление технической документации по учету работы электрооборудования, регистрация неисправностей.

*В процессе обслуживания электроустановок электромонтеры выполняют следующие работы: обнаружение неисправности в электрических цепях; разборку и сборку электроаппаратуры и электрооборудования; нарезание резьбы, сверление, илифование, опиловку напильниками, резку и рубку металлов, гибку и рихтовку; промывку и чистку деталей; замеры напряжения и тока в электрических цепях; замену сгоревших плавких вставок, электрических ламп и электродвигателей.*

Электромонтер 2 разряда по обслуживанию электрооборудования и сетей должен уметь:

обслуживать силовые и осветительные электроустановки с несложными схемами включения;

выполнять несложные работы на ведомственных электростанциях, трансформаторных электроподстанциях с полным их отключением от напряжения под руководством электромонтеров более высокой квалификации;

производить проверку и плановый предупредительный ремонт обслуживаемого оборудования;

определять причину неисправности и устранять несложные повреждения в силовых и осветительных сетях, пускорегулирующей аппаратуре и электродвигателях;

разделять, сращивать, паять и изолировать провода для напряжения до 1000 В;

заряжать, устанавливать несложную осветительную арматуру (нормальную и пылезащищенную с лампами накаливания), выключатели, штепсельные розетки, стенные патроны и промышленные прожекторы;

проверять сопротивление изоляции электроустановок мегаомметром;

устанавливать и регулировать электрические приборы сигнализации;

правильно организовывать и содержать рабочее место, экономно расходовать материалы, инструмент и электроэнергию; соблюдать правила техники безопасности, гигиены труда, противопожарные правила, правила внутреннего распорядка.

Электромонтер разряда должен знать:

основы электротехники;

принцип работы электродвигателей, генераторов, трансформаторов, аппаратуры управления и измерительных приборов;

электрические материалы, их свойства и назначение;

способы сращивания и пайки проводов низкого напряжения;

правила включения и выключения электродвигателей;

правила оказания первой помощи при поражении электрическим током;

схему питания и расположения оборудования на обслуживаемом участке;

общие сведения о релейной защите и разновидностях реле;

правила зарядки и установки осветительной арматуры;

назначение и условия применения наиболее распространенных универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных приборов;

основы организации экономики производства и НОТ;

основные сведения по стандартизации и контролю качества продукции;

меры предупреждения и устранения брака;

правила техники безопасности, пожарной безопасности и внутреннего распорядка;

правила гигиены труда и производственной санитарии.

Электромонтер 3 разряда должен уметь:

обслуживать силовые и осветительные электроустановки со схемами включения средней сложности;

выполнять несложные работы на ведомственных электростанциях и трансформаторных подстанциях с полным их отключением от напряжения;

проводить оперативные переключения в электросетях, ревизию трансформаторов, выключателей, разъединителей и приводов к ним без разборки конструктивных элементов;

регулировать нагрузку электрооборудования на обслуживаемом участке;

проверять мегаомметром состояние изоляции и сопротивление у электродвигателей, трансформаторов и кабельных сетей;

выявлять и устранять неисправности и повреждения электроустановок;

разделять, сращивать, изолировать и паять провода напряжением выше 1000 В;

обслуживать, устанавливать и включать электроизмерительные приборы и электросчетчики;

обслуживать и производить ремонт электродвигателей мощностью до 100 кВт, пускорегулирующей аппаратуры распределительных устройств напряжением до 1000 В;

заряжать и обслуживать сложную осветительную арматуру (взрывонепроницаемую) с лампами накаливания и устанавливать люминесцентные светильники.

Электромонтер 3 разряда должен знать:

устройство обслуживаемых электродвигателей, генераторов, трансформаторов, аппаратуры распределительных устройств, электросетей и электроприборов, масляных выключателей, предохранителей, контакторов, аккумуляторов, статических конденсаторов, контроллеров, выпрямителей;

правила и нормы испытания изоляции обмоток мегаомметром;

приемы и способы сращивания и пайки проводов высокого напряжения;

основные требования к релейной защите;

приемы нахождения и устранения неисправностей в электросетях и электромашинах;

принципы работы реостатов, автотрансформаторов, электроприводов с полуавтоматическим управлением;

определение допустимых нагрузок на трансформаторы, электродвигатели, кабели и провода;

устройство универсальных и специальных приспособлений, простых и средней сложности контрольно-измерительных приборов.

Электромонтер 4 разряда должен уметь:

обслуживать силовые и осветительные электроустановки со сложными схемами включения;

выполнять работы средней сложности на ведомственных электростанциях, трансформаторных электроподстанциях с полным их отключением от напряжения, оперативные переключения в электросетях, ревизию трансформаторов, выключателей, разъединителей и приводов к ним с разборкой конструктивных элементов;

проверять и обслуживать схемы защиты и управления коммутационной аппаратуры, а также оборудования распределительных устройств в сетях напряжением свыше 1000 В, электродвигателей мощностью свыше 100 кВт и установок статических конденсаторов с автоматическим регулированием  $\cos \varphi$ ;

заменять пускорегулирующую аппаратуру в люминесцентных светильниках и ремонтировать арматуру;

находить и устранять неисправности в электрической схеме подъемно-крановых и транспортных устройств;

обслуживать электрооборудование многоmotorных агрегатов и станков; ртутных и твердых выпрямителей и высокочастотных установок мощностью до 1000 кВт;

производить работы в распределительных устройствах без снятия напряжения до 1000 В, а свыше 1000 В — под руководством электромонтера более высокой квалификации.

Электромонтер 4 разряда должен знать:  
основы электротехники;

схемы подключения электросчетчиков активной и реактивной энергии через трансформаторы тока и напряжения;

принцип действия и устройство пускорегулирующей аппаратуры люминесцентных ламп с бесстартерной схемой управления, а также ламп ДРЛ;

способы нахождения мест повреждений в кабельных электросетях и безопасного устранения их с установкой соединительных муфт;

способы защиты электрооборудования от перенапряжений;

правила измерения переносными приборами;

электрические схемы и электрооборудование грузоподъемных и транспортных устройств;

принцип работы и устройство высокочастотных установок;

правила производства работ без снятия напряжения в электросетях;

устройство, назначение и условия применения сложного контрольно-измерительного инструмента;

конструкцию универсальных и специальных приспособлений.

Электромонтер по обслуживанию электрооборудования 5 разряда должен уметь:

обслуживать силовые и осветительные установки с особо сложными схемами включения;

разбирать и собирать схемы вторичной коммутации и простой релейной защиты: максимально-токовой, дифференциальной и др.;

заменять контрольно-измерительные приборы и измерительные трансформаторы на ведомственных подстанциях, трансформаторных электроподстанциях;

обслуживать электрооборудование и схемы машин и агрегатов, включенных в поточную линию, а также оборудование с автоматическим регулированием технологического процесса;

обслуживать статические преобразователи частоты, тиристорные преобразователи — двигатели с обратными связями по току, напряжению и скорости;

проверять и устранять неисправности в сложных схемах и устройствах электротехнического оборудования подстанций и технологических машин, приборах автоматики и телемеханики;

обслуживать электросхемы автоматизированного управления поточно-транспортных технологических линий, сварочного оборудования с электронными схемами управления, а также высокочастотных ламповых генераторов;

устранять неисправности в работе схем управления контакторно-релейного, ионного и электромагнитного привода, а также высоковольтной аппаратуры технологического оборудования;

обслуживать электрооборудование агрегатов и станков с системами электромашинного управления, с обратными связями по току и напряжению;

производить работы в распределительных устройствах без снятия напряжения свыше 1000 В;

разрабатывать мероприятия с выполнением расчетов по улучшению  $\cos \varphi$  при различных режимах и нагрузках;

налаживать ртутные, твердые выпрямители и высокочастотные установки мощностью свыше 1000 кВт; сложные командоаппараты, датчики, реле на технологическом оборудовании.

Электромонтер 5 разряда должен знать:

основы телемеханики и электроники;

устройство и электрические схемы различных электрических машин, аппаратов, приборов измерения, автоматического регулирования и телемеханики;

принцип работы высокочастотных тиристорных инверторов;

методы проведения испытания электрооборудования, кабельных и воздушных сетей;

полную электрическую схему обслуживаемого объекта или участка; правила наладки и ремонта сложных электроприборов, выпрямителей и аппаратов, а также приборов автоматического регулирования;

принцип работы преобразователей, установок высокой частоты с машинными и ламповыми генераторами;

расчет потребности в статических конденсаторах для повышения  $\cos \varphi$ ;

правила настройки и регулирования контрольно-измерительных приборов.

Электромонтер по обслуживанию электрооборудования 6 разряда должен уметь:

обслуживать производственные участки или цехи с особо сложными схемами первичной и вторичной коммутации и дистанционным управлением;

разбирать и собирать схемы вторичной коммутации и сложной релейной защиты: дифазной, дистанционной, автоматического включения резервов (АВР) и др.;

налаживать, регулировать и ремонтировать ответственные, особо сложные и экспериментальные схемы технологического оборудования, а также сложные электрические схемы автоматических линий;

обслуживать, налаживать и регулировать электрические самописцы и электронные приборы;

устранять неисправности и регулировать аппараты и приборы управления на агрегатах с программным управлением;

обслуживать и налаживать игнитронные сварочные аппараты с электроникой, а также ультразвуковые, электронные и электроимпульсные установки; особо сложные дистанционные защиты и устройства автоматического включения резерва;

производить комплексную наладку и регулировку электрооборудования агрегатов и станков с системами ЭМУ, тиристорного преоб-

разователя — двигателя с обратными связями по току, напряжению и скорости;

проводить комплексные испытания электродвигателей, электроаппаратов и трансформаторов;

налаживать и обслуживать сложные схемы с применением полупроводниковых установок на транзисторных и логических элементах.

Электромонтер 6 разряда должен знать:

конструкцию и электрические схемы сложных электрических машин, аппаратов, приборов и автоматических линий;

схему телеуправления автоматического регулирования и способы ее наладки;

устройство и конструкцию сложных реле и приборов электронной системы;

правила обслуживания игнитронных сварочных аппаратов с электроникой, ультразвуковых, электроимпульсных и электронных установок;

схемы стабилизаторов напряжения полупроводниковых и селеновых выпрямителей;

схемы телеметрического управления освещением и пультов оперативного управления.

### Измерительные приборы

Цель контрольных мероприятий — выявление неисправностей возникающих в процессе работы или хранения электрооборудования. Контроль состояния проводят визуально и проверяют выходные параметры с помощью обычных измерительных приборов. Профилактические испытания в соответствии с требованиями ПТЭ проводят для предупреждения внезапных отказов, выявления неисправности отдельных элементов, обнаружить которые внешним осмотром не удастся. *Измерением* называют определение физической величины с помощью измерительных приборов. Абсолютно точных приборов нет; их показания несколько отличаются от действительного измеряемого значения. Разность между показанием приборов и действительным значением измеряемой величины называют *абсолютной погрешностью*.

Оценку точности стрелочных измерительных приборов производят по их приведенной погрешности, равной отношению абсолютной погрешности  $\Delta A$  к значению, соответствующему наибольшему (номинальному) показанию прибора  $A_n$ , выраженному в процентах, т. е.

$$\gamma_{пр} = \frac{\Delta A}{A_n} 100.$$

Приведенную погрешность при нормальных эксплуатационных условиях (температуре 20° С, правильной установке, отсутствии внешних магнитных полей и больших ферромагнитных масс) называют *основной погрешностью прибора*.



Измерительные приборы по степени точности делят на восемь классов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 и 4, где цифры указывают основную погрешность в процентах. Приборы классов точности 0,05 и 0,1 считают контрольными; 0,2 и 0,5 — лабораторными; 1, 1,5 и 2,5 — техническими; 4 — учебными.

Измерительные приборы в зависимости от формы корпуса могут быть — круглые, квадратные, прямоугольные и секторообразные; по характеру применения — стационарные (жестко укрепленные на месте установки) и переносные, по положению при измерении — вертикальные ( $\wedge$ ), горизонтальные ( $-$ ) или устанавливаемые под некоторым углом ( $\sphericalangle$ ).

В настоящее время промышленность выпускает электроизмерительные приборы трех эксплуатационных групп А, Б и В. Каждая группа характеризуется допустимой температурой окружающей среды, при которой можно эксплуатировать приборы. Для группы А допустимая температура окружающей среды  $0 \div +35^\circ \text{C}$ ; Б —  $30 \div +40^\circ \text{C}$ , В<sub>1</sub> —  $40 \div +50^\circ \text{C}$ ; В<sub>2</sub> —  $50 \div +60^\circ \text{C}$ .

Перед включением прибора следует проверить соответствие его роду тока цепи, установить корпус в положение, соответствующее его нормальной установке, и поставить предварительно с помощью корректора стрелку прибора на нулевое деление шкалы. Электроизмерительные приборы (рис. 55), как правило, работают следующим образом: электрический ток, проходя через катушку 1 прибора, вызывает появление вращающего момента, под воздействием которого, преодолевая противодействие спиральной пружины 2, подвижная часть 4 поворачивается на определенный угол. При этом стрелка 3, перемещаясь по шкале 5, указывает значение измеряемой величины. Когда прибор отключают, вращающий момент исчезает и подвижная часть вследствие упругости пружины возвращается в исходное положение.

Измерительные приборы, как правило, можно применять либо в цепях переменного, либо в цепях постоянного тока, но есть приборы, которые можно применять для включения в цепи и переменного и постоянного тока. По принципу действия электроизмерительные приборы могут

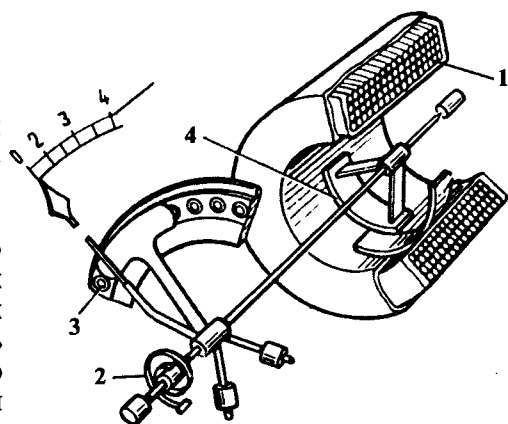


Рис. 55. Устройство электромагнитного прибора с круглой катушкой

быть: электромагнитными, магнитоэлектрическими, электродинамическими, индукционными, выпрямительными, электростатическими, ферродинамическими и др.

Измерительные приборы *электромагнитной системы* применяют для измерения тока или напряжения. К достоинствам этих приборов относятся их простота, дешевизна, надежность в эксплуатации, пригодность для измерения в сетях постоянного и переменного тока. Недостатками приборов электромагнитной системы являются их малая точность (класс точности 1; 1,5; 2,5), неравномерность шкалы, влияние на них внешних магнитных полей, зависимость показаний от частоты тока.

Для точного измерения тока и напряжения в цепях постоянного тока применяют приборы *магнитоэлектрической системы*. Они обладают высокой точностью, чувствительностью, равномерной шкалой, малым потреблением энергии ( $10^{-4}$ – $10^{-6}$  Вт), быстрым успокоением подвижной системы и малой чувствительностью к внешним магнитным полям.

Однако приборы этой системы имеют высокую стоимость, чувствительны к перегрузкам и пригодны для измерения только в цепях постоянного тока. Последний недостаток может быть устранен путем включения прибора через полупроводниковый вентиль, но в этом случае прибор будет относиться уже к *выпрямительной системе*.

Для измерения значения напряжения, тока или мощности в цепях переменного и постоянного тока применяют приборы *электродинамической системы*. Действие приборов этой системы основано на взаимодействии проводников с токами.

В цепи постоянного тока мощность  $P=UI$  легко может быть подсчитана по показаниям вольтметра и амперметра.

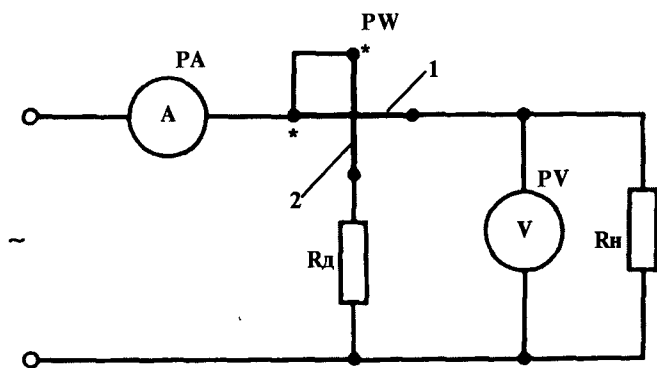
В цепи переменного тока мощность зависит от напряжения тока и косинуса сдвига фаз между ними:

$$P=UI\cos\varphi; Q=UI\sin\varphi; S=UI.$$

Угол  $\varphi$  или  $\cos\varphi$  определяют с помощью *фазометра*. При отсутствии фазометра полную мощность находят по показаниям вольтметра и амперметра:  $S=UI$ . С помощью ваттметра измеряют активную мощность, отсюда:  $\cos\varphi = P/S$ ;  $\varphi = \arccos P/S$ ; (рис. 56).

При равномерной нагрузке мощность в трехфазной сети можно измерить одним ваттметром. Схемы измерения для трехфазной четырехпроводной и трехпроводной сетей показаны на рис. 57, а, б. Когда нулевая точка сети недоступна, создают искусственную нулевую точку.

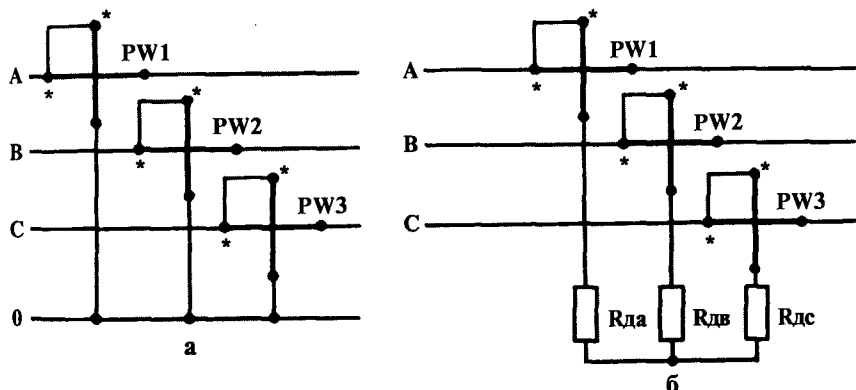
В электродинамическом ваттметре (рис. 56) неподвижную катушку 1 включают последовательно с нагрузкой  $R_n$ , а подвижную 2 снабжают добавочным резистором  $R_d$  и включают параллельно нагрузке. Для предупреждения возможности неправильного включения



**Рис. 56. Измерение мощности с помощью амперметра, вольтметра или ваттметра:**

$R_n$  — резистор нагрузки;

$R_d$  — добавочный резистор к обмотке напряжения ваттметра



**Рис. 57. Схемы включения ваттметров для измерения активной мощности трехфазного тока:**

*а* — непосредственное; *б* — с добавочным резистором

ваттметра относительно «начала» двух катушек ваттметра (генераторные зажимы), присоединенные к одному и тому же полюсу источника, отмечают у зажимов прибора знаком звездочка (\*); концы этих катушек присоединяют к разным полюсам нагрузки.

Для измерения расхода электрической энергии переменного тока применяют счетчики *индукционной системы*. Схемы включения счетчиков в сеть показаны на рисунках 58 и 59.

Для измерения частоты переменного тока применяют приборы *вибрационной системы* — *частотомеры*. Их действие основано на использовании явлений электромагнетизма и механического резонанса. При резонансе, т. е. при совпадении частот собственных колебаний

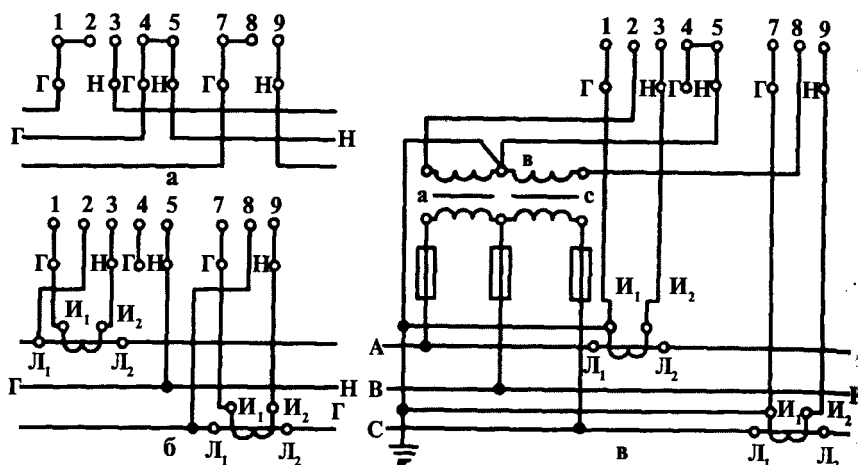


Рис. 58. Схемы включения счетчиков активной типа СА3 и СА3У и реактивной энергии типа СР3 и СР3У:

*a* — непосредственное включение; *б* — с трансформатором тока; *в* — с трансформатором тока и напряжения

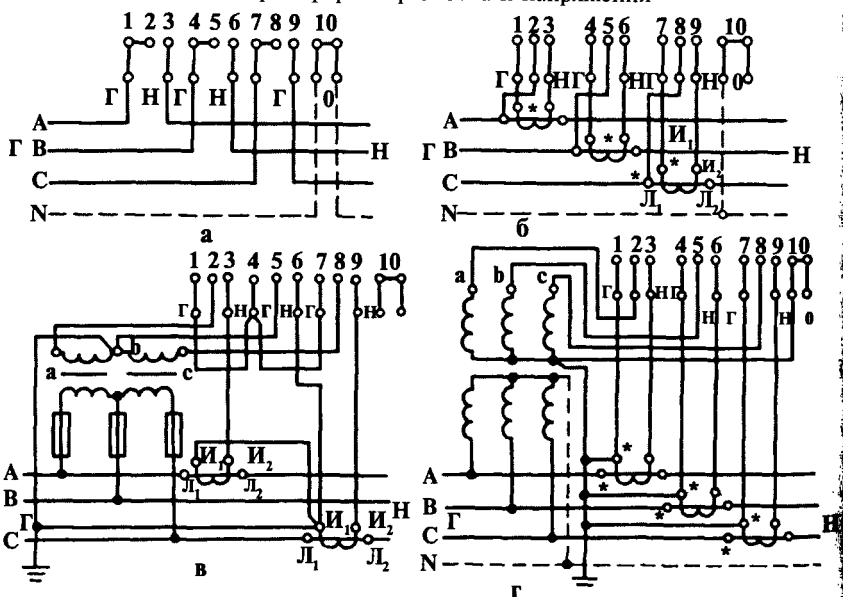


Рис. 59. Схемы включения счетчиков активной типа СА4 и СА4У и реактивной энергии типа СР4, СР4У, СР4-И676 и СР4У-И676:

*a* — непосредственное включение; *б* — с трансформаторами тока; *в* — с трансформаторами тока и напряжения в трехпроводной цепи; *г* — с трансформаторами тока и напряжения в четырехпроводной цепи (у реактивных счетчиков зажимы 10 отсутствуют)

системы и колебаний внешнего источника, амплитуда колебаний данной механической системы резко увеличивается. Цифра на шкале, стоящая против вибратора, колеблющегося с наибольшей амплитудой, указывает частоту тока в сети.

Большинство частотомеров вибрационной системы предназначено для измерения частот 45–55 Гц. Однако встречаются частотомеры, рассчитанные для измерения более высоких частот — до 1550–1650 Гц.

Достоинство приборов вибрационной системы — независимость показаний от напряжения сети, недостатки — зависимость показаний от механических вибраций, невозможность измерения высоких частот и прерывность шкалы, вследствие чего затрудняются измерения на промежуточных частотах, когда одновременно колеблется несколько вибраторов.

Измерить сопротивление можно, используя метод амперметра и вольтметра. Для большей точности при измерении малых сопротивлений приборы следует включать так (рис 60, а), чтобы сопротивление амперметра не вносило погрешности в показания вольтметра, а при измерении больших сопротивлений включать так (рис 60, б), чтобы ток вольтметра не влиял на показания амперметра. Добавочный резистор  $R_d$  включают для ограничения тока.

При непосредственном измерении сопротивления пользуются приборами, называемыми *омметрами*. Их включают в схему последовательно или параллельно.

Омметр — это измерительный прибор магнитоэлектрической системы с внутренним  $R_n$  и добавочным  $R_d$  резисторами. Последовательно с омметром включают измеряемый резистор  $R_x$  (рис 60, в). При отключенном резисторе  $R_x$  и разомкнутой кнопке  $K$  тока в цепи нет и стрелка прибора показывает бесконечно большое сопротивление ( $R_x = \infty$ ). Если кнопка  $K$  замкнута, то сопротивление цепи ( $R_n + R_d$ ) минимально, а ток в цепи максимален  $I_{\max} = U / (R_n + R_d)$ . Стрелка прибора отклонится на наибольший угол, указывая нулевое сопротивление  $R_x = 0$ . При включении измеряемого резистора  $R_x$  ток в цепи уменьшится  $I = U / (R_n + R_d + R_x)$  и стрелка прибора отклонится на меньший угол, указывая значение сопротивления  $R_x$  на шкале прибора. Омметр имеет самостоятельный источник питания в виде сухих элемен-

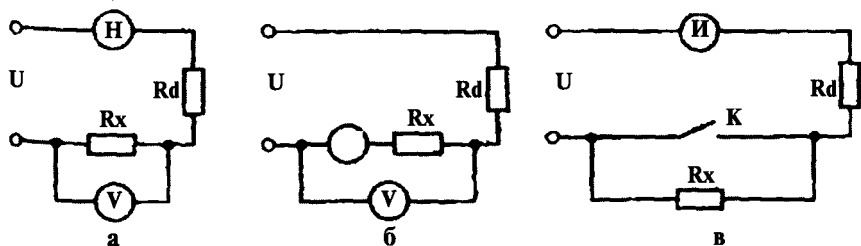


Рис. 60. Схемы включения амперметра и вольтметра при измерении малых (а) и больших (б) сопротивлений и схема включения омметра (в)

тов. Недостатком такого омметра является зависимость его показаний от напряжения источника питания.

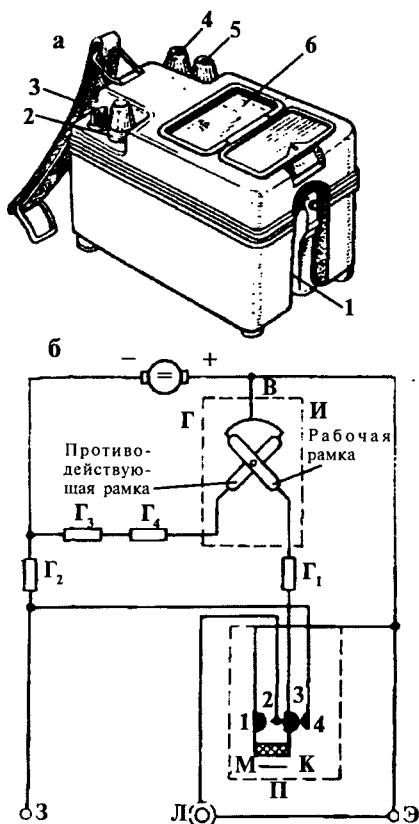
О качестве состояния изоляции электроустановок судят не только по абсолютному значению сопротивления изоляции, но и по характеру изменений сопротивления изоляции во времени, т. е. по снятым *кривым абсорбции*, которые представляют собой зависимость сопротивления изоляции от времени приложения выпрямленного напряжения в процессе измерений, обусловленному изменением тока абсорбции.

Физический смысл тока абсорбции состоит в явлении постепенной внутренней поляризации слоистых диэлектриков, которые применяют для выполнения изоляции электрических машин и трансформаторов, при длительном приложении к ним выпрямленного напряжения. С увеличением заряда ток абсорбции в слоистом диэлектрике снижается, а сопротивление изоляции увеличивается.

Для измерения сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции электрооборудования широко применяют *мегаомметры*. Выбор типа мегаомметра зависит от параметров измеряемого электрооборудования и производится как по

предельному измерению, так и по напряжению. На рис 61, а, б показаны внешний вид и принципиальная схема мегаомметра типа М1101М, широко применяемого в настоящее время. Мегаомметр присоединяют к испытуемому объекту гибкими проводами (марки ПРГ), имеющими на концах щупы с изолированными рукоятками и ограничительным кольцом. Испытуемый объект перед началом работы отключают от сети и принимают меры, исключающие возможность подачи сетевого напряжения во время испытаний.

По окончании измерения сопротивления изоляции каждой электрически независимой цепи необ-



**Рис. 61. Внешний вид (а) и принципиальная электрическая схема (б) мегаомметра типа М1101М:**

1 — ручка; 2 — экран; 3 — переключатель пределов измерения; 4 — линия (л); 5 — земля (з); 6 — шкала прибора

ходимо разряжать ее на заземленный корпус машины. При этом для обмоток на номинальное напряжение 3000 В и выше продолжительность разряда должна быть для машин мощностью до 1000 кВт (или 1000 кВ·А) не менее 15 с и для машин мощностью более 1000 кВт (или 1000 кВ·А) — не менее 1 мин. По окончании измерения сопротивления изоляции всех обмоток машины нужно повторно проверить исправность мегаомметра.

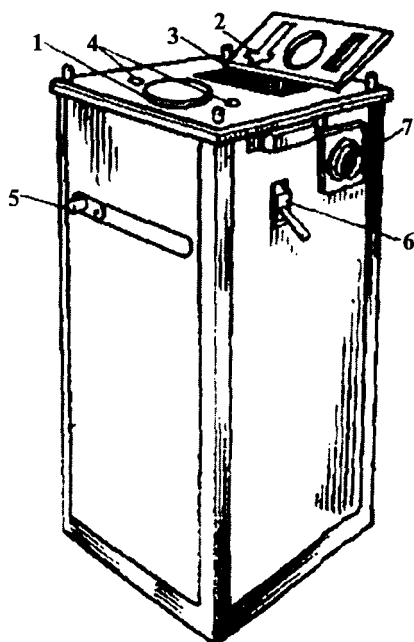
Сопротивление изоляции зависит от температуры обмотки: с увеличением температуры оно резко уменьшается. Можно считать, что сопротивление изоляции меняется примерно в два раза на каждые 20 °С изменения температуры. Опыт наладки новых электрических машин, вводимых в эксплуатацию, показал, что сопротивление изоляции, измеренное при температуре около 20 °С, находится в пределах 5—100 МОм.

Для испытания изоляции электроустановок на электрическую прочность в настоящее время применяют *аппараты высокого напряжения*.

1. Аппарат типа АИИ-70 предназначен для испытания электрической прочности изоляции элементов электроустановок переменным или постоянным током высокого напряжения.

Прежде чем приступить к испытаниям этим аппаратом, необходимо заземлить заземляющую штангу, трансформатор высокого напряжения и кенотронную приставку медным проводом сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

Переключения на стороне высокого и низкого напряжения аппарата производят после отключения аппарата от сети при надежном заземлении высоковольтных частей. Все испытания высоким напряжением производят стоя на резиновом коврике, в резиновых перчатках. Место испытания и объект испытания должно быть огорожено, вывешены предупреждающие плакаты по технике безопасности.



**Рис. 62. Маслопробойный аппарат АМИ-60:**

- 1 — киловольтметр; 2 — контакты крышки; 3 — отверстие для установки сосуда; 4 — сигнальные лампы;
- 5 — рукоятка регулирующего трансформатора; 6 — автомат; 7 — отверстие для ввода кабеля

В настоящее время нашей промышленностью освоен выпуск аппаратов типа АИИ-80, которые отличаются от АИИ-70 тем, что обеспечивают возможность получения переменного испытательного напряжения до 80 кВ, а также более удобным и плавным регулированием и портативностью.

2. Аппарат типа АКИ-50 предназначен для испытания изоляции высокового напряжения электрооборудования выпрямленным напряжением.

3. Аппарат АМИ-60 (рис. 62) предназначен для определения электрической прочности жидких диэлектриков на переменном токе и может быть использован для испытания повышенным напряжением подстанционной аппаратуры, а при наличии выпрямительной приставки — и для испытания выпрямленным напряжением изоляции электрических машин.

### Методы контроля температуры электроустановок

В процессе эксплуатации электроустановок контролируют температуру отдельных частей электрических машин, трансформаторов и других установок, а при пуско-наладочных испытаниях определяют температуру для точного измерения сопротивления постоянному току, проверки состояния изоляции, измерения диэлектрических потерь. Наиболее распространены следующие четыре метода измерения температуры.

1. Метод термометра, т. е. измерение температуры специальным термометром (ртутным, спиртовым и т. д.), состоящим из запаянной колбы (баллончика с капилляром) и шкалы.

Термометры на заводе-изготовителе градуируют при полном погружении их в нагреваемую среду, а работают они чаще всего при соприкосновении с нагретым телом или средой только баллончика, поэтому при измерении нужно вносить поправку на температуру выступающего столбика ртути:

$$\Delta t = kh(t_m - t_0),$$

где  $k$  — коэффициент расширения жидкости в стеклянном капилляре, обычно  $k = 0,000167$ ;  $h$  — высота выступающего столбика, мм;  $t_m$  — показания термометра, °С;  $t_0$  — температура окружающего воздуха, измеренная контрольным термометром, °С. Поправку алгебраически складывают с основными показаниями термометра.

*Манометрические термометры* применяют главным образом для измерения температуры жидкостей, например масла в подшипниках. С их помощью температура измеряется не изменением объема при свободном расширении, а повышением давления в замкнутом объеме, причем измерительным органом является чувствительный манометр.

Прибор (рис. 63) представляет собой герметичную систему, состоящую из термобаллона 1, длинного гибкого капилляра 2, многосвитковой трубчатой пружины 3 и передаточного механизма 4, связанного с указывающей стрелкой прибора.



2. Метод сопротивления используют при определении температуры изолированных обмоток. Он основан на изменении сопротивления проводника при изменении его температуры. При использовании этого метода применяют термометры сопротивления. Конструктивно термометр сопротивления представляет тонкую медную или платиновую проволоку, намотанную на плоский или цилиндрический остов и заключенную в защитную арматуру. С помощью специального магнитоэлектрического логометра, отградуированного в градусах Цельсия, фиксируют отклонения приращенного сопротивления проволоки термометра при его нагревании (рис. 64)

Схема работает на постоянном токе от батареи напряжением 4 В. Схема будет работать правильно только при условии одинакового сопротивления соединительных проводов. Это достигается включением в цепь каждого термометра сопротивления регулируемого резистора.

3. Метод заложенных температурных индикаторов. С целью контроля температуры нагрева электрических машин, трансформаторов и другого электрооборудования во время изготовления в них встраивают или закладывают температурные индикаторы (термопары или термометры сопротивления) в таких местах, которые в готовой машине являются недоступными. Их закладывают равномерно по окружности не менее шести.

Для измерения ЭДС термопар применяют гальванометр с пределом измерения 3—8 мВ и внутренним сопротивлением не менее 25 Ом/мВ. Показания гальванометра корректируют на сопротивление термопары по формуле

$$I_{ист} = \frac{r_r - r_m}{r_r} I_{изм},$$

где  $I_{ист}$  — истинное значение эдс термопары, мВ;  $I_{изм}$  — измеренное значение эдс термопары мВ;  $r_r$  — внутреннее сопротивление гальванометра, Ом;  $r_m$  — сопротивление термопары, Ом. Превышение температуры принимают равным наибольшему измеренному значению.

Температурные индикаторы применяют в основном для измерения температуры обмоток машин и сердечников переменного тока.

4. Метод встраиваемых температурных индикаторов отличается от описанного выше тем, что встраиваемые в маши-

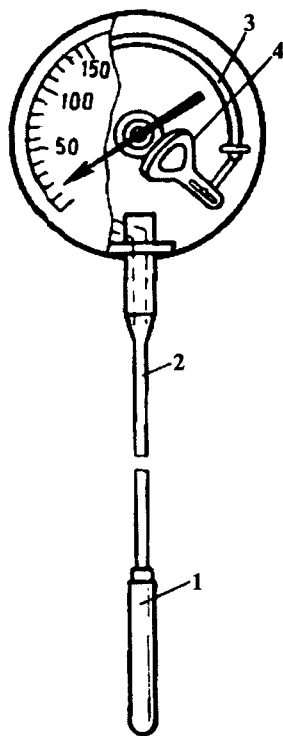
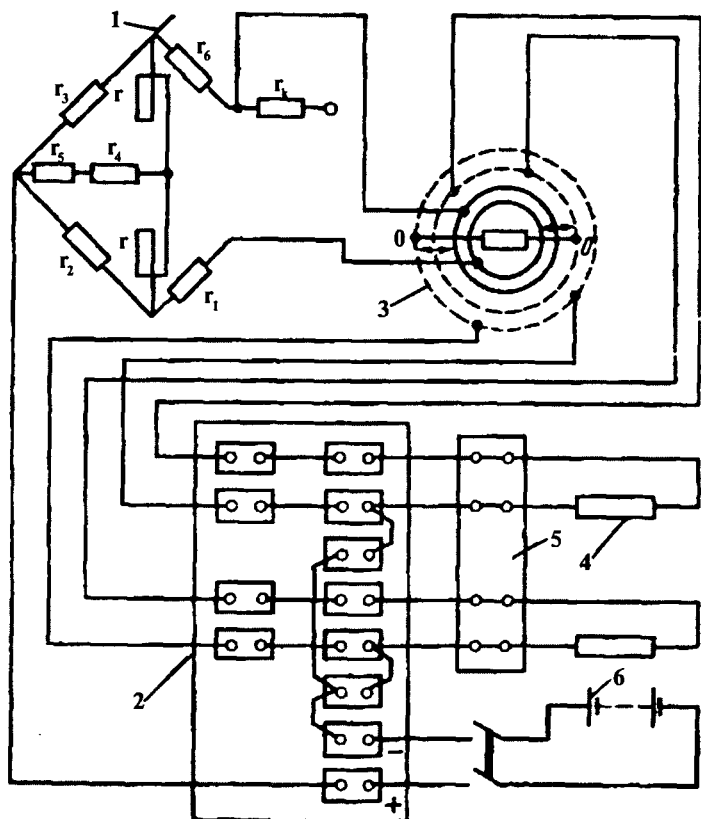


Рис. 63.  
Манометрический  
термометр



**Рис. 64. Принципиальная схема измерения температуры термометрами сопротивления:**

1 — логометр ЛПР-53; 2 — панель управления катушек; 3 — переключатель ПМТ; 4 — термометр сопротивления; 5 — доска зажимов; 6 — аккумулятор

ну термометры сопротивления или термопары предназначены только для ее испытания. После окончания испытаний температурные индикаторы удаляют. Размещают индикаторы между листами активной стали, в лобовых и пазовых частях обмотки на глубину не менее 5 мм в доступных точках, где ожидается наибольшая температура.

Термометры сопротивления, используемые как индикаторы, изготавливают в виде пластин, внутри которых на бумажное основание намотаны тонкие медные покрытые эмалью провода ПЭЛЖО диаметром 0,08 мм с температурным коэффициентом линейного расширения  $\alpha = (4,25 \pm 0,1) \cdot 10^{-3}$ . Сопротивление такого индикатора  $r_x = 53 \pm 0,05$  Ом при температуре  $0^\circ \text{C}$ . При температуре, отличной от 0 до  $180^\circ \text{C}$ , сопротивление определяют по формуле

$$r_i = r_x(1 + \alpha t).$$

Термопары конструктивно представляют два разнородных металлических проводника (например, константанового и медного диаметром 0,5–1 мм), два конца которых спаивают между собой, а два других выводят наружу и подводят к зажимам гальванометра или милливольтметра. При охлаждении или нагревании места спая в термопаре возникает ЭДС. Для медно-константановых термопар эдс от разности температур ее концов зависит следующим образом:

Температура, °С	0	10	20	30	40	50	60
ЭДС, мВ	0	0,42	0,84	1,25	1,68	2,08	2,52.

При использовании термопар гальванометр, к которому они присоединены, показывает не абсолютную температуру, а разность между температурой в измеренной точке и температурой воздуха в месте установки гальванометра, а при использовании термометров сопротивления (температурных индикаторов) измеряется действительная (абсолютная) температура места, в которое он заложен. Если температура определяется по термопаре, то нужно учитывать вносимую измерительным прибором погрешность.

5. Метод контроля с помощью термоленгты. О температуре нагрева контактных соединений шин и аппаратов судят по изменению цвета термоуказателей (термопленки) однократного или многократного действия.

Термопленки в виде кружков диаметром 10–15 мм или полосок размером 10×30–10×50 мм наклеивают вблизи контакта. Место расположения термопленки тщательно очищают и протирают чистой тряпкой, смоченной в бензине. На очищенное место наносят тонкий слой бензилцеллюлозного лака БФ-2 или раствора органического стекла, и наклеивают термопленку. После этого наружную поверхность термопленки также покрывают тонким слоем лака или раствора. Наклеенная термопленка должна быть хорошо видна на расстоянии 6–7 м.

### **Обслуживание электроизмерительных приборов**

Персонал, обслуживающий технологическое оборудование, на котором установлены электроизмерительные приборы и счетчики, несет ответственность за их сохранность и внешнее состояние. О всех сбоях в работе приборов и счетчиков он должен ставить в известность лицо, ответственное за состояние всего измерительного хозяйства данного предприятия, организации, учреждения. Вскрывать приборы цеховому персоналу не разрешается.

Электроизмерительные приборы, применяемые в качестве основных (исходных) образцовых приборов, подлежат государственной поверке. Все расчетные счетчики электроэнергии имеют действующие поверительные пломбы, клейма или свидетельства о государственной поверке.

Однофазные электросчетчики проходят поверку не реже одного раза в 8 лет. Трехфазные электросчетчики проходят поверку

через 2 года после ввода в эксплуатацию, затем один раз в 4 года. вновь устанавливаемые расчетные счетчики должны иметь пломбы (клеймо или свидетельство) государственной поверки с давностью не более 12 мес для трехфазных и не более 3 лет для однофазных счетчиков.

Ведомственную поверку электроизмерительных приборов производят в сроки, установленные техническим руководителем предприятия, организации или учреждения, но не реже чем в следующие сроки:

щитовые приборы, по которым ведется режим основного обслуживания — 1 раз в 3 года;

остальные щитовые приборы — 1 раз в 5 лет;

переносные приборы — 1 раз в 2 года;

образцовые приборы — 1 раз в год;

все приборы — после ремонта.

На приборах, вышедших из ремонта, кроме обозначений, требуемых стандартом, указывают дату ремонта, класс прибора и наименование ремонтной организации.

На все электроизмерительные приборы и счетчики должны быть составлены паспорта или заведен журнал, в которых делают отметки о всех проведенных ремонтах и поверках.

### Электрические схемы и способы их изображения

Электрическая схема представляет собой графическое изображение элементов электроустановок и их взаимосвязей. Для изображения схем применяют условные графические обозначения, установленные рядом ГОСТов, входящих в Единую Систему Конструкторской Документации (ЕСКД).

В зависимости от назначения электрические схемы разделяют на структурные (рис 65, а), функциональные (рис 65, б) и полные схемы соединений, подключения, расположения. Первые три вида схем объединяют в группу *принципиальных схем*. Они поясняют принципы устройства и работы электроустановок. Остальные три вида схем образуют группу *монтажных схем*, показывающих взаиморасположение элементов электроустановок или порядок электрических соединений между ними.

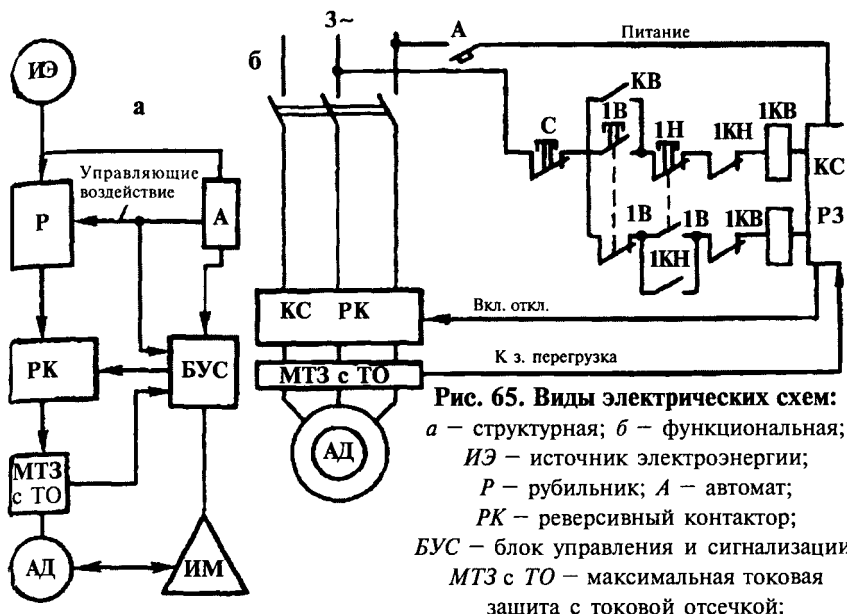
Для чтения электрических схем необходимо знать:

основные графические условные обозначения и правила маркировки в электрических схемах;

принцип действия, устройство и режимы работы электрооборудования, изображенного на схеме;

условия согласованности рабочих параметров аппаратов, совместно работающих в электроустановке, при которых обеспечивается работоспособность схемы.

Порядок чтения электрических схем следующий: ознакомление информацией, содержащейся в надписях на чертеже; назначение всех машин, аппаратов, приборов и т.п., входящих в изображенную



**Рис. 65. Виды электрических схем:**  
*а* – структурная; *б* – функциональная;  
 ИЭ – источник электроэнергии;  
 Р – рубильник; А – автомат;  
 РК – реверсивный контактор;  
 БУС – блок управления и сигнализации;  
 МТЗ с ТО – максимальная токовая защита с токовой отсечкой;

АД – асинхронный электродвигатель; ИМ – исполнительный механизм;  
 КС, РК – контактная система реверсивного контактора; С – кнопка «Стоп»;  
 1В – контакт «Вперед»; 1Н – контакт «Назад»; 1КН, 1КВ – блок-контакты блокировки; КС-КЗ – контакты релейной защиты; 1КН и 1КВ – обмотки катушек «Назад» и «Вперед» контактора

на схеме установку; выделение цепей главного тока, управления, защиты, сигнализации и т. п.; определение расположения источников и приемников электроэнергии; выявление схемы пуска двигателей, приводов выключателей, сигнализации положения отключающих аппаратов и т. п.; нахождение на схемах всех элементов каждого из аппаратов и установление их функций; определение последовательности работы аппаратов для основного рабочего режима и при реально возможных отклонениях от него.

### Контрольные вопросы

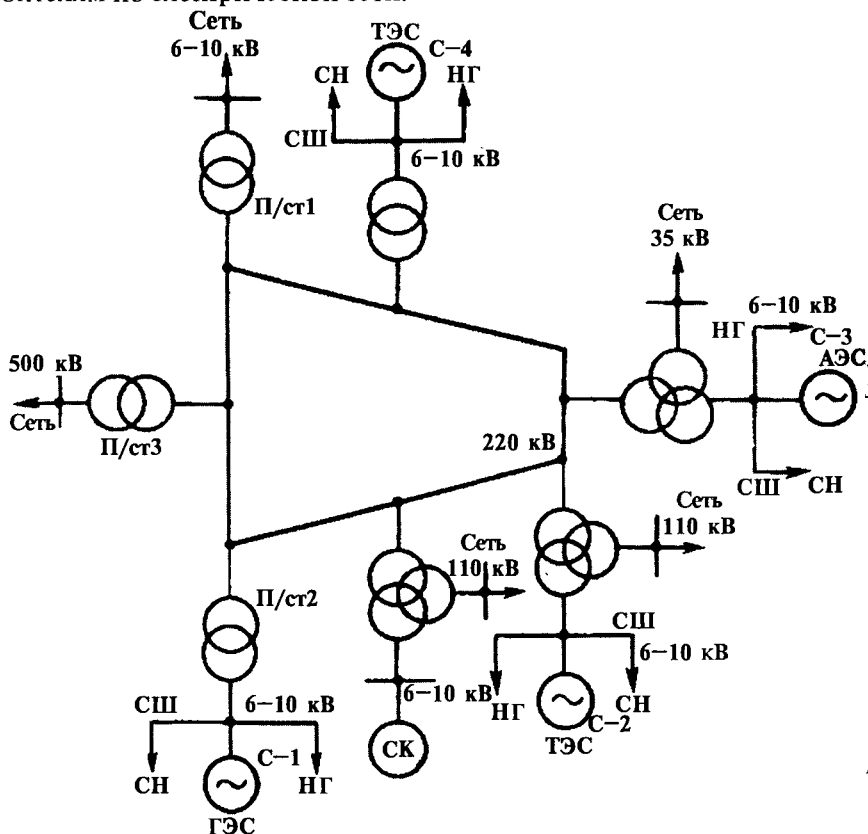
1. Перечислите системы и классы точности приборов.
2. Как измерить сопротивление нагрузки постоянному току?
3. Какими методами контролируют температуру электроустановок?
4. Какова периодичность ведомственных поверок электроизмерительных приборов?
5. Кто обслуживает электроизмерительные приборы?
6. Как подразделяются электрические схемы?
7. Каков порядок чтения электрических схем?

## ГЛАВА 7. ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

### Общие сведения об электрических системах, сетях и источниках электроснабжения

Работа современных промышленных предприятий связана с потреблением электрической энергии, вырабатываемой электростанциями (рис. 66).

**Электрическая станция** — это промышленное предприятие, вырабатывающее электроэнергию и обеспечивающее ее передачу потребителям по электрической сети.



**Рис. 66. Принципиальная схема электрической системы:**  
 ТЭС, АЭС, ТЭС, ГЭС — теплоцентраль, атомная, тепловая, гидравлическая станции; СН — собственные нужды; СК — синхронные компенсаторы;  
 СШ — сборные шины; НГ — нагрузка на генераторном напряжении;  
 П/ст — трансформаторные подстанции

Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии, называется *электрической подстанцией*.

*Линией электропередачи (ЛЭП)* называют электроустановку, предназначенную для передачи электрической энергии.

*Электрическая сеть* — это совокупность воздушных и кабельных ЛЭП и подстанций, работающих на определенной территории. Совокупность электростанций, электрических сетей и электропотребителей, связанных общностью процесса производства, передачи и использования электроэнергии, называют *энергетической системой*. На некоторых электростанциях вырабатывается не только электрическая, но и тепловая энергия. Поэтому энергосистема охватывает и установки производства, распределения и использования теплоты. Электрическую часть энергосистемы называют *электрической системой*.

*Источниками питания* электрических систем служат электрические станции.

Основными типами электростанций являются *гидроэлектрические, тепловые* и *атомные* электростанции. На *гидроэлектростанциях* (ГЭС) в электрическую энергию преобразуют механическую энергию водного потока реки — гидравлическую энергию.

На *тепловых электростанциях* (ТЭС) в электрическую преобразуют энергию, выделяемую при сгорании каменного угля, торфа, сланцев, газа, нефти и других видов топлива.

Главный недостаток тепловых электростанций — низкий коэффициент полезного действия. Лишь 30–40 % теплоты, полученной при сгорании топлива, используется полезно, а остальная часть — отдается охлаждающей воде при конденсации пара и дымовым газам. Эта энергия безвозвратно теряется, рассеивается в процессе производства электроэнергии.

*Атомные электростанции* (АЭС) — это тоже тепловые паротурбинные станции, но использующие в качестве топлива ядерное горючее.

В технологической схеме АЭС роль котла выполняет атомный реактор. Теплота, выделяющаяся в реакторе при делении ядер урана или плутония, передается теплоносителю — тяжелой воде, гелию и т. п. От теплоносителя тепловая энергия передается парогенератору. Далее та же схема преобразования энергии пара в механическую энергию паровой турбины и в электрическую энергию, что и на ТЭС.

В настоящее время преимущественное развитие имеют ТЭС. Это обусловлено двумя основными факторами: удельными капиталовложениями и сроками строительства ТЭС. По мере совершенствования оборудования и освоения больших единичных мощностей реакторов показатели АЭС постепенно приближаются к показателям ТЭС. В качестве резервного источника питания, а также в начальный период эксплуатации предприятий, размещенных в районах Сибири и Крайнего Севера, для временного электроснабжения применяют дизельные, газотурбинные электростанции и энергопоезда.

Основным элементом *дизельных электростанций* (ДЭС) является дизель-генератор. В качестве первичных двигателей в основном применяют бескомпрессорные четырех- и двухтактные дизели мощностью 5–1000 кВт, имеющие частоту вращения 375–1500 об/мин. Дизели комплектуют генераторами переменного тока. В настоящее время исследуют возможность более широкого использования тепловой энергии вулканов и гейзеров – на геотермальных станциях, электростанций с магнетогидродинамическими генераторами, энергии ветра – на ветроэлектростанциях, энергии приливов и отливов – на приливных электростанциях. Опытные промышленные установки, работающие на этих видах энергии, уже имеются.

### Напряжения и способы выполнения электрических сетей

*Номинальным напряжением приемников электрической энергии, генераторов и трансформаторов* называют то напряжение, при котором обеспечивается их нормальная и бесперебойная работа. Каждая электрическая сеть характеризуется номинальным напряжением приемников электроэнергии, которые от нее питаются. К приемникам электроэнергии в данном случае относят также первичные обмотки трансформаторов.

Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) они разделены на установки напряжением до 1000 В и напряжением выше 1000 В.

Рассмотрим линию местной сети, питающуюся непосредственно от генератора Г с номинальным напряжением  $U_{\Gamma} = U_1$ . В линии имеет место потеря напряжения, поэтому приемники электроэнергии, подключенные к ней, будут находиться под разными напряжениями.

Изменение напряжения вдоль линии при заданных нагрузках изображено на рисунке 67 прямой линией  $U_1 = U_2$ , причем для частного случая взято  $U_1 = 230$  В и  $U_2 = 210$  В.

Работа приемников будет тем лучше, чем меньше на их зажимах отклонения напряжения от номинального. За номинальное напряжение электрической сети берут среднее арифметическое значение напряжений в начале  $U_1$  и в конце  $U_2$  линии, т.е.

$$U_n = (U_1 + U_2) / 2.$$

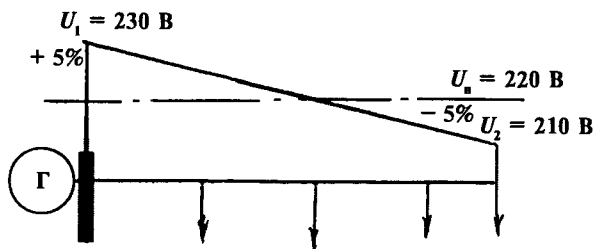


Рис. 67. Номинальное напряжение сети

Под этим напряжением будут находиться приемники, расположенные, например, при равномерной нагрузке линии в середине ее. В нашем случае  $U_n = (230 + 210) / 2 = 220$  В.



*Номинальным напряжением электросети* называют среднее арифметическое значение рабочих напряжений в начале и конце линии сети. *Напряжение генераторов*, на которое их конструируют, берется на 5 % выше номинального напряжения сети. Например, при номинальном напряжении сети 6 кВ номинальное напряжение генераторов будет 6,3 кВ.

Для электроустановок до 1000 В приняты номинальные напряжения, приведенные в таблице 16.

Для установок выше 1000 В применяют следующие стандартные напряжения: 3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500, 750, 1150 кВ. Для питания электродвигателей небольшой мощности (до 100–150 кВт) применяют напряжение 380 В.

Способы выполнения сетей должны обеспечивать надежность, долговечность, пожарную безопасность, экономичность, индустриальность монтажа, а при скрытых проводках — по возможности заменяемость проводов.

В общественных, административно-бытовых, инженерно-лабораторных и других подобных зданиях, как правило, должна применяться скрытая прокладка проводов.

Сети производственных и вспомогательных зданий следует выполнять открыто: кабелями и защищенными проводами; незащищенными изолированными проводами на изоляторах, в лотках, в коробах, в трубах; шинпроводами.

Электропроводки незащищенными изолированными проводами на изоляторах и клицах могут применяться во всех невзрывоопасных установках, в том числе и наружных. В последнее время этот вид проводки вытесняется тросовыми электропроводками.

В отдельных случаях на изоляторах целесообразно прокладывать голые провода (например, при высоких температурах, на недоступной высоте), разрешенные во всех непожаро- и невзрывоопасных помещениях. Этот же вид проводки является преимущественным в установках наружного освещения — для воздушных линий.

Таблица 16

**Номинальные напряжения систем электроснабжения приемников, В**

Постоянный ток		Переменный ток (частота $f=50$ Гц)			
источники	приемники	источники		приемники	
		однофазные	трехфазные	однофазные	трехфазные
28,5	27	42	42	40	40
115	110	230	230	220	220
230	220	—	400	380	380
460	440	—	690	660	660

Тросовые электропроводки могут выполняться кабелями и проводами, прокладываемыми по тросу (диаметром 1,9—6,5 мм) или проволоке (стальной оцинкованной или горячекатаной, имеющей лакокрасочное покрытие, диаметром 5,8—8 мм), а также специальными проводами.

Прокладку проводов в трубах следует ограничивать, допуская ее лишь в тех случаях, когда беструбные проводки не могут быть применены.

Способы выполнения сетей напряжением выше 1000 В рассмотрены в главах 9 и 10.

### Электрические источники света

Установки электрического освещения используют во всех производственных и бытовых помещениях, общественных и других зданиях, на площадях, дорогах, переездах и т.п. Это самый распространенный вид электроустановок. Различают три вида электрического освещения.

*Рабочее освещение* предназначается для нормальной деятельности во всех помещениях и на открытых участках при недостаточном естественном освещении. Оно должно обеспечивать нормируемую освещенность в помещении на рабочем месте.

*Аварийное освещение* предназначается для создания условий безопасной эвакуации людей при аварийном отключении рабочего освещения в помещениях или продолжении работ на участках, где работа не может быть прекращена по условиям технологического процесса. Аварийное освещение должно создавать освещенность не менее 5 % общего для продолжения работы или не менее 2 лк, а эвакуационное — не менее 0,5 лк на полу, по основным проходам и лестницам.

*Охранное освещение* вдоль границ охраняемой территории является составной частью рабочего освещения, создает освещенность зон с обеих сторон ограды.

По правилам устройства электроустановок освещение делят на три системы.

*Общее освещение* в производственных помещениях может быть равномерным (с равномерной освещенностью по всему помещению) или *локализованным*, когда светильники размещают так, чтобы на основных рабочих местах создавалась повышенная освещенность.

*Местная система* обеспечивает освещение рабочих мест, предметов и поверхностей.

*Комбинированной* называют такую систему освещения, при которой к общему освещению помещения или пространства добавляется местное, создающее повышенную освещенность на рабочем месте. Основным элементом осветительной электроустановки является источник света — лампа, преобразующая электроэнергию в световое излучение.

Большое распространение получили два класса источников света: лампы накаливания и газоразрядные (люминесцентные, ртутные, натриевые и ксеноновые).

Основными характеристиками лампы являются номинальное значение напряжения, мощность светового потока (иногда — силы света), срок службы, а также габариты (полная длина  $L$ , диаметр, высота светового центра от центрального контакта резьбового или штифтового цоколя до центра нити).

Наиболее употребительные типы цоколей:  $E$  — резьбовой;  $Bs$  — штифтовой одноконтактный;  $Bd$  — штифтовой двухконтактный (последующие буквы обозначают диаметр резьбы или цоколя).

Кроме того, применяют фокусирующие  $P$ , гладкие цилиндрические софитные  $SV$  и некоторые другие цоколи.

В маркировке ламп общего назначения буквы означают:  $V$  — вакуумные,  $G$  — газонаполненные,  $B$  — биспиральные газонаполненные,  $BK$  — биспиральные криптоновые.

Большое значение имеет зависимость характеристик ламп накаливания (ЛН) от фактически подводимого напряжения. С повышением напряжения увеличивается температура накала нити, свет становится белее, быстро возрастает поток и несколько медленнее световая отдача, в результате этого резко уменьшается срок службы лампы.

Широко применяемые в осветительных установках трубчатые люминесцентные ртутные лампы низкого давления (ЛЛ) имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с ЛН; например, высокую световую отдачу, достигающую 75 лм/Вт; большой срок службы, достигающий у стандартных ламп до 10000 ч; возможность применения источника света различного спектрального состава при лучшей для большинства типов цветопередаче, чем у ламп накаливания; относительно малую (хотя и создающую ослепленность) яркость, что в ряде случаев является достоинством.

Основными недостатками ламп ЛЛ являются: относительная сложность схемы включения; ограниченная единичная мощность и большие размеры при данной мощности; невозможность переключения ламп, работающих на переменном токе, на питание от сети постоянного тока; зависимость характеристик от температуры внешней среды. Для обычных ламп оптимальная температура окружающего воздуха 18–25 °С, при отклонении температуры от оптимальной световой поток и световая отдача снижаются; при  $t \leq 10$  °С зажигание не гарантируется; значительное снижение потока к концу срока службы; по истечении последнего поток должен быть не менее 54% номинального; вредные для зрения пульсации светового потока с частотой 100 Гц при переменном токе 50 Гц (они могут быть устранены или уменьшены только при совокупном действии нескольких ламп и соответствующих схемах включения).

При действующих нормах, в которых разрыв между значениями освещенности для ламп накаливания и газоразрядных в большинстве

случаев не превышает двух ступеней, высокая световая отдача и большой срок службы ЛЛ также, как ламп ДРЛ, делают их в большинстве случаев более экономичными, чем лампы накаливания.

Достоинствами ламп ДРЛ являются: высокая световая отдача (до 55 лм/Вт); большой срок службы (10 000 ч); компактность; устойчивость к условиям внешней среды (кроме очень низких температур).

Недостатками ламп ДРЛ следует считать: преобладание в спектре лучей сине-зеленой части, ведущее к неудовлетворительной цветопередаче, что исключает применение ламп в случаях, когда объектами различения являются лица людей или окрашенные поверхности; возможность работы только на переменном токе; необходимость включения через балластный дроссель; длительность разгорания при включении (примерно 7 мин) и начало повторного зажигания даже после очень кратковременного перерыва питания лампы после остывания (примерно 10 мин); пульсации светового потока, большие, чем у люминесцентных ламп; значительное снижение светового потока к концу срока службы.

*Лампы накаливания* изготавливают на напряжения 127–220 В мощностью 15–1500 Вт. Срок службы ламп накаливания общего назначения составляет 1000 ч, световой поток, измеряемый в люменах, на 1 Вт потребляемой лампой мощности колеблется от 7 (для ламп малой мощности) до 20 лм/Вт (для ламп большой мощности). Колбы ламп накаливания наполняют нейтральным газом (азотом, аргоном, криптоном), что увеличивает срок службы вольфрамовой нити накала и повышает экономичность ламп.

В настоящее время выпускают зеркальные лампы накаливания типов ЗК и ЗШ на повышенное напряжение: 220–230, 235–245 В.

*Галогенные лампы накаливания* типа КГ-240 (трубчатой формы с вольфрамовой нитью в кварцевой колбе) мощностью 1000, 1500 и 2000 Вт получили распространение в связи с повышенной светотдачей.

*Люминесцентные лампы* представляют собой заполненную газом – аргоном – стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором. В трубке имеется также капля ртути. При включении в электрическую сеть в лампе образуются пары ртути и возникает свет, близкий к дневному.

Электротехническая промышленность выпускает серию энергоэкономичных ламп ЛЛ, предназначенных для общего и местного освещения промышленных, общественных и административных помещений (ЛБ18-1, ЛБ36, ЛДЦ18, ЛБ58). Для жилых помещений применяют лампы ЛЕЦ18, ЛЕЦ36, ЛЕЦ58, которые по сравнению со стандартными ЛЛ мощностью 20, 40, и 65 Вт имеют повышенный кпд, уменьшенное на 7–8% потребление электроэнергии, меньшую материалоемкость, повышенную надежность при хранении и транспортировании. Для административных помещений выпускают ЛЛ с улучшенной цветопередачей (ЛЭЦ и ЛТБЦЦ) мощностью

8–40 Вт. Лампы имеют линейную и фигурную форму (U и W-образную, кольцевую). Все лампы, кроме кольцевых, имеют на концах двухштыревые цоколи.

По спектру излучаемого света ЛЛ разделяют на типы: ЛБ – белая, ЛХБ – холодно-белая, ЛТБ – тепло-белая, ЛД – дневная и ЛДЦ – дневная правильной цветопередачи.

*Дуговые ртутные лампы* ДРЛ высокого давления с исправленной цветностью состоят из стеклянной колбы, покрытой люминофором, внутри которой помещена кварцевая газоразрядная трубка, наполненная ртутными парами.

*Газоразрядные металлогалогенные лампы* ДРИ выпускают со световой отдачей 75–100 лм/Вт продолжительностью горения 2000–5000 ч. Эти лампы обеспечивают лучшую цветопередачу, чем лампы ДРЛ.

Для освещения сухих, пыльных, влажных помещений выпускают *металлогалогенные зеркальные лампы* – светильники типа ДРИЗ.

*Натриевые лампы* ДНаТ мощностью 400 и 700 Вт излучают золотисто-белый свет; их световая отдача 90–120 лм/Вт, продолжительность горения более 2500 ч.

### Осветительная арматура

Светильник (рис. 68, а–ж) состоит из лампы и осветительной арматуры. Арматура служит для перераспределения светового потока лампы (или ламп), предохранения зрения от чрезмерной яркости, крепления и подключения лампы к системе питания, защиты ее от механических повреждений и изоляции от окружающей среды. Осветительная арматура газоразрядных ламп может иметь устройство для зажигания и стабилизации их работы.

Предохранение зрения от чрезмерной яркости лампы перераспределением потока в нужном направлении осуществляют отражателями и рассеивателями, которыми снабжены светильники.

**Осветительная арматура** состоит из корпуса (металлического или пластмассового), отражателя, патрона (ламподдержателя), рассеивателя или защитного стекла, пускорегулирующего аппарата ПРА (для газоразрядных ламп), узлов подвески и подключения к системе питания.

Основными параметрами, характеризующими светильник, являются: класс светораспределения, кривая силы света, КПД, защитный угол, конструкция. Отношение светового потока, выходящего из светильника, к световому потоку лампы называют КПД светильника. Он колеблется в пределах 60–90 %.

Степень защиты глаз от блескости зависит от размера защитного угла.

По характеру светораспределения светильники подразделяют на следующие группы:

*прямого света* – световой поток не менее 80 % излучается в нижнюю полусферу; преимущественно *прямого света* – излучается 60–

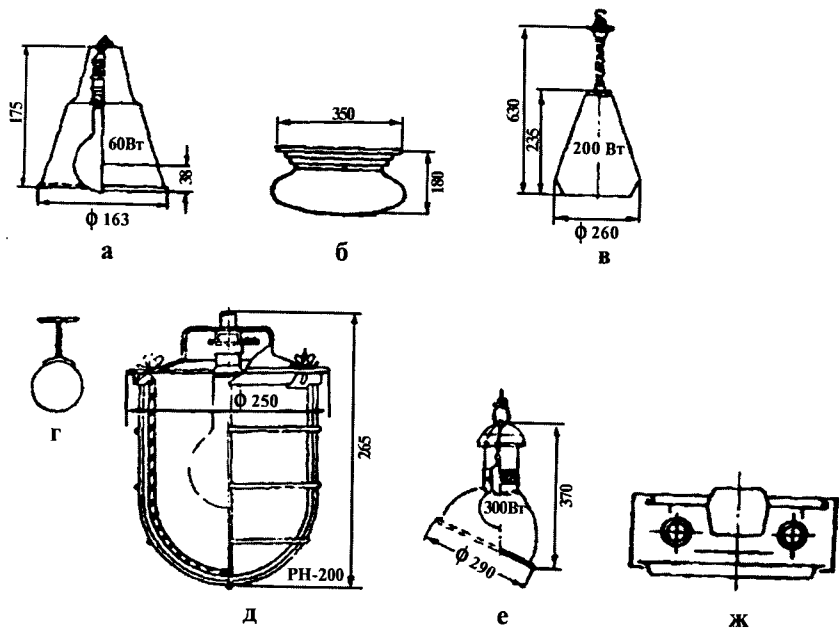


Рис. 68. Примеры светильников заводского изготовления:

а — альфа; б — плафон; в — люцетта; г — шар молочного стекла; д — рудничный;  
е — кососвет; ж — люминесцентный Л201Б

80 %; *рассеянного света* — излучается 40–60 %; преимущественно *отраженного света* — излучается 20–40%; *отраженного света* — в нижнюю полусферу излучается менее 20 % светового потока.

По степени защиты от воздействия внешней среды светильники классифицируют на:

*открытые пыленезащищенные* — токоведущие части и лампа не защищены от попадания пыли;

*перекрытые пыленезащищенные* — попадание пыли ограничивается неуплотненными светопропускающими оболочками;

*полностью пылезащищенные* — токоведущие части и лампа защищены от попадания пыли в количествах, которые могли бы повлиять на работу светильника;

*частично пылезащищенные* — токоведущие части защищены от попадания пыли;

*полностью пыленепроницаемые* — токоведущие части и колба лампы полностью защищены от попадания пыли;

*частично пыленепроницаемые* — токоведущие части полностью защищены от попадания пыли.

В зависимости от степени защиты от проникновения воды светильники подразделяют на *водонезащищенные*, *брызгозащищенные*, *струезащищенные*, *водонепроницаемые*, *герметичные*.

В зависимости от способа установки и назначения светильники классифицируют следующим образом: для промышленных зданий при нормальной среде используют светильники общего применения с лампами накаливания, ДРЛ и люминесцентные (ГС, УЗ, ЛД, ЛОУ и др.); при тяжелых условиях среды — специальные светильники УПН, УПД, ПВАМ, во взрывоопасных зонах промышленных предприятий — светильники с лампами накаливания НОБ; НЧБ; РВЛ; ВЧА; ВЗГ и др.; для общественных зданий общего применения при нормальной среде широко используют светильники с лампами накаливания и люминесцентными типа УСП; ПКР; ЛПР и др.; для наружного освещения — светильники всех источников света типа СКЗЛ; СПО; СКЗПР и др.; для бытовых помещений при нормальной среде — светильники с люминесцентными лампами УСП; БЛ; ШОД; ЛПР.

### **Технология монтажа и ремонта светильников общего применения**

Перед началом монтажа и ремонта 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 и ремонту светильников состоят из установки деталей крепления и конструкций, подвески и крепления светильников, присоединения к электросети и сети заземления. Светильники для ламп накаливания и ламп ДРЛ одинаковы по конструкции, но последние имеют более сложную конструкцию, большую массу и пускорегулирующую аппаратуру. Корпуса светильников снабжены блоком устройства для ввода провода и различными подвесками. Современные светильники имеют штепсельные соединения или зажимы для присоединения к стационарной электросети.

При строительстве зданий, в особенности крупнопанельных, в них, как правило, предусматривают все отверстия, ниши и закладные части для установки осветительного оборудования и прокладки осветительных сетей. Выключатели и штепсельные розетки при скрытой проводке устанавливают в готовых нишах, коробках или стаканах, с креплением шурупами, винтами или имеющимися на них распорными лапками.

Надплинтусные штепсельные розетки и потолочные выключатели имеют металлические основания и, как правило, их крепят непосредственно к стене пристреливанием. Выключатели и штепсельные розетки для открытой проводки, потолочные и настенные ламповые патроны устанавливают на деревянных розетках и крепят шурупами.

Светильники, их рассеиватели и защитные сетки должны быть прочно закреплены. Крюки и другие приспособления для подвесных